

Sadržaj

Osnove

5... 52

Sastavni dijelovi

53... 78

Električni strojevi

79... 116

Postrojenja

117... 190

Energetska elektronika

191... 210

Mjerenje, upravljanje, regulacija

211... 242

Materijali

243... 272

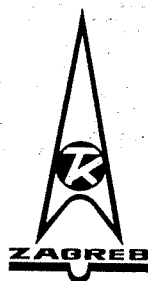
Tehničko crtanje

273... 317

Kazalo pojmova

319... 336

Westermannov
**ELEKTROTEHNIČKI
PRIRUČNIK**



Naslov originala

Elektrotechnik Tabellen

Gerhard Brechmann, Cremlingen
Werner Dzięcia, Rodgau
Ernst Hörnemann, Heiden
Heinrich Hübscher, Lüneburg
Dieter Jagla, Neuwied
Jürgen Klaue, Roxheim

westermann

Znak: 9110 P

Izdanje:

G. BRECHMANN, W. DZIECIA, E. HÖRNEMANN,
H. HÜBSCHER, J. JAGLA, J. KLAUE

Westermannov

ELEKTROTEHNIČKI PRIRUČNIK

S njemačkog preveli:

DALIBOR ŠOŠTARIĆ
SREČKO ŠOŠTARIĆ
JAROSLAV VISTRIČKA
ZVONIMIR VISTRIČKA

Redaktori prijevoda:

Prof. dr. VLADIMIR MULJEVIĆ
Mr. ŽELJKO HORVATIĆ

Redaktor normi i usklađivanje s JUS-om:

ZDENKA ŠILD-KOŠAR

Izdavač:

Izdavačko trgovačko poduzeće
TEHNIČKA KNJIGA
Zagreb, Jurišićeva 10

Za izdavača:

Ing. ZVONIMIR VISTRIČKA

Likovno rješenje korica:

MILICA PEKOČ

Tisak:

BIROGRAFIKA – Subotica

Tiskano u 8000 primjeraka

Tisak dovršen:

U STUDENOM 1991.

© originala Westermann Schulbuchverlag GmbH, Braunschweig, 1985.

© prijevoda: D. ŠOŠTARIĆ, S. ŠOŠTARIĆ, J. VISTRIČKA, Z. VISTRIČKA, 1991.

YU ISBN 86-7059-153-7

Ovo je djelo izdano uz novčanu potporu Ministarstva znanosti, tehnologije i informatike
Republike Hrvatske kao društveno vrijedna znanstvena knjiga

G. Brechmann, W. Dzieia, E. Hörnemann,
H. Hübscher, D. Jagla, J. Klaue

Westermannov ELEKTROTEHNIČKI PRIRUČNIK

S njemačkog preveli:
Dalibor Šoštarić, Srećko Šoštarić,
Jaroslav Vistrička i Zvonimir Vistrička

TEHNIČKA KNJIGA
ZAGREB

Predgovor

Nagli razvitak tehnologije i tehnike, a posebno elektrotehnike postavlja pred stručnjake sve veće zahtjeve. Područje elektrotehnike toliko je opsežno da ga pojedinac praktički ne može cijelog obuhvatiti i usvojiti. Zato se sve više traže pregledni i sažeti priručnici koji sustavno i sređeno pružaju osnovne informacije iz određenog tehničkog i znanstvenog područja.

Priručnik koji se nalazi pred Vama jedan je od takvih temeljnih priručnika u nizu knjiga iz elektrotehnike. Ima višestruku namjenu. Zbog mnoštva tabličnih podataka, preglednih crteža i dijagrama te sažetog, ali dovoljno informativnog, teksta koji ih prati, priručnik će korisno poslužiti inženjerima svih struka kao i stručnjacima u praksi za potrebe projektiranja, proizvodnje i održavanja. Priručnik je i korisno pomagalo studentima i đacima u svladavanju gradiva i izradi zadataka.

Vrlo pregledni i djelomično višebojni prikazi, bogata suvremena elektrotehnička terminologija i sustavna podjela po poglavljima olakšavaju brzo snalaženje pri upotrebi knjige. Listajući priručnik lako se je moguće uvjeriti da je kod sastavljanja gradiva posebna pozornost obraćena na preglednost. To je ostvareno odnosom teksta i slika kroz naglašavanje važnijeg od manje važnog, te preglednošću informacija.

Sustavno upućivanje na JUS propise, a gdje oni ne postoje na DIN i VDE norme, proširuje područje informacija. Samo po sebi je razumljivo da su u priručniku primijenjeni standardi, propisi i norme koji su aktualni i koji se primjenjuju u praksi.

Tehnički podaci u priručniku tako su izneseni da se za sva izračunavanja mogu primijeniti džepna računala, pa zato opseg knjige ne opterećuju suviše matematičke formule.

Gdje god je to bilo opravdano u priručniku su uzimane u obzir tendencije razvitka u područjima kojima se priručnik bavi. Tako je na primjer obrađeno mikroračunalo, a na određenim mjestima navedene su veze s tehnikom obrade i prijenosom informacija. Energetskoj elektronici je posvećeno posebno poglavlje, a u poglavljima o tehnici upravljanja i regulacijskoj tehnici navedeni su programi za upravljanje.

Nadamo se da je suvremeno koncipiranim priručnikom postignuto razdvajanje aktualne problematike od one koja ostaje iza nas.

Kolektiv autora kao i prevoditelji nastojali su dati tehničkoj javnosti prijeko potrebno pomagalo. Koliko je u tome postignuto rado ćemo čuti u bliskoj budućnosti.

Zagreb, u proljeće 1991.

Prevoditelji

Osnove

Matematika

Opći matematički znakovi i pojmovi	6
Znakovi i pojmovi teorije skupova	7
Brojevi i brojevni sustavi	7
Džepno računalo	9
Logaritmiranje	9
Logička algebra	10
Funkcije i poučci	11
Geometrija u ravni	12
Geometrija u prostoru	13

Fizika

Fizikalne veličine	14
Oznake i jedinice	15
Fizikalne konstante	17
Oznake u indeksima	18
Masa i sila	19
Mehanički rad, snaga i zakretni moment	20
Korisnost	20
Mehanička energija	21
Trenje	21
Poluge i koloturi	22
Pogoni — zagoni	23
Gibanja	24
Jednoliko kružno gibanje	25
Gustoća, specifični volumen	25
Sila uzgona	25
Tlak	26
Toplina	27

Kemija

Osnovne kemije	28
Izlučivanje tvari elektrolizom (galvanizacija)	30
Naponski red elemenata	31
Zaštitne mjere protiv korozije ...	31

Elektrotehnika

Osnovne veličine i formule u elektrotehnici	32
Nazivni naponi i nazivne struje ..	33
Električni otpor	34
Mjerenje električnih otpora	34
Spojevi s otporima	35
Spojevi s naponskim izvorima ...	37
Električno polje, kondenzator	38
Magnetsko polje	39
Napon indukcije	41
Prijelazne pojave kod kondenzatora i svitaka	42
Izmjenični napon i izmjenična struja	43
Strujni sustavi	44
Prijenos trofazne struje	45
Spojevi zvijezda, trokut u mreži trofazne struje	46
Otpori u krugu izmjenične struje ..	47
Filtarski spojevi	49
Titrajni krugovi	50
Prigušenje, prijenos i razina	51
Frekvencija i valna područja	52

Opći matematički znakovi i pojmovi

DIN 1302/8. 80

JUS A.A1.033

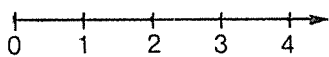
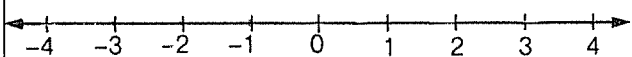
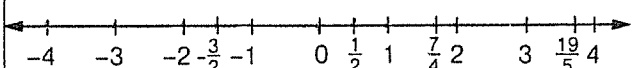
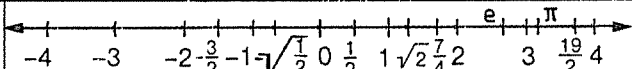
Znak	Primjena	Izgovor (tumačenja)
Pragmatički znakovi (nisu matematički u užem smislu; značenje točno odrediti od slučaja do slučaja)		
\approx \ll \gg \equiv \dots	$x \approx y$ $x \ll y$ $x \gg y$ $x \equiv y$	x je približno jednak y x je malen u odnosu na y x je velik u odnosu na y x odgovara y i tako dalje do, i tako dalje (neograničeno), točka, točka, točka
Opće aritmetičke relacije i povezivanja		
$=$ \neq $<$ \leq $>$ \geq $+$ $-$ \cdot $-$ ili $/$ Σ \sim	$x = y$ $x \neq y$ $x < y$ $x \leq y$ $x > y$ $x \geq y$ $x + y$ $x - y$ $x \cdot y$ ili xy $\frac{x}{y}$ ili x/y y_n $\sum_{i=1} x_i$ $f \sim g$	x jednako y x različito od y x manje od y x manje ili jednako y x veće od y x veće ili jednako y , x najmanje jednako y x plus y , zbroj od x i y x minus y , razlika od x i y x puta y , umnožak od x i y x kroz y , kvocijent od x i y zbroj preko x_i od i jednako 1 do n f je razmjeran s g
Posebni znaci i povezivanja		
π e $\sqrt[n]{x}$ \sqrt{x} ∞	x^n $\sqrt[n]{x}$ $|x|$	pi (3,1415926...) e (2,7182281...) x na n , n -ta potencija od x korijen (kvadratni korijen) iz x n -ti korijen iz x iznos (apsolutna vrijednost) od x beskonačno
Elementarna geometrija		
\perp \parallel $\uparrow\uparrow$ $\uparrow\downarrow$ \angle \angle d \triangle \cong	$g \perp h$ $g \parallel h$ $g \uparrow\uparrow h$ $g \uparrow\downarrow h$ $\angle (g, h)$ $\angle (g, h)$ PQ $d(P, Q)$ $\triangle(ABC)$ $M \cong N$	g i h su međusobno okomiti g je paralelno s h g i h su paralelni s istim smislom g i h su paralelni s obrnutim smislom (nije orijentiran) kut između g i h orijentiran kut iz g prema h (utvrđen smjer brojenja) dužina od P do Q razmak (udaljenost) od P do Q trokut ABC M je sukladan s N
Eksponencijalne funkcije i logaritmi		
\exp \ln \log \lg	$\exp z$ ili e^z $\ln x$ x^z $\log_y x$ $\lg x$	eksponencijalna funkcija od z ili e na z prirodni logaritam od x x na z logaritam od x za bazu y logaritam od x za bazu 10
Trigonometrijske funkcije i njihove inverzije		
\sin \cos \tg \ctg \arcsin \arccos \arctg	$\sin z$ $\cos z$ $\tg z$ $\ctg z$ $\arcsin x$ $\arccos x$ \arctg	sinus od z kosinus od z tangens od z kotangens od z arkus-sinus od x arkus-kosinus od x arkus-tangens od x

Znakovi i pojmovi teorije skupova

DIN 5473/6.76

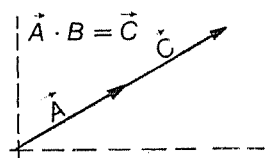
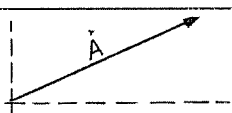
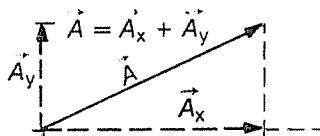
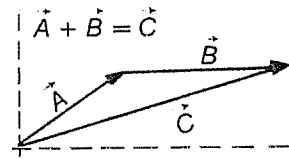
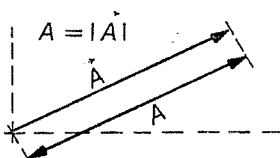
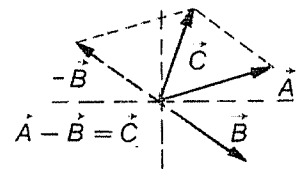
Znak	Primjena	Izgovor (tumačenja)
Skupovi		
\in	$x \in M$	x je element skupa M
\notin	$x \notin M$	x nije element skupa M
$\{ \}$	$x_1, \dots, x_n \in A$	x_1, \dots, x_n su elementi skupa A
$\{ \dots \}$	$\{x | \varphi\}$	skup (klasa) svih x s φ
\subseteq ili	$\{x_1, \dots, x_n\}$	skup s elementima x_1, \dots, x_n
\subset	$A \subseteq B$ ili	A je podskup skupa B
\supset	$A \subset B$	A je pravi podskup skupa B
\supseteq	$A \subset B$	A je potpuno sadržan u B
\cap	$A \cap B$	presjek skupova A i B
\cup	$A \cup B$	unija skupova A i B
\setminus ili	$A \setminus B$ ili	A bez B
\complement ili	$\complement_A B$ ili	relativni komplement od B po znaku A
$-$	$A - B$	skup razlike A odnosno B
\emptyset ili $\{ \}$		prazan skup

Brojevi i brojevni sustavi

Skupovi brojeva		
\mathbb{N}	skup prirodnih brojeva	
\mathbb{Z}	skup cijelih brojeva	
\mathbb{Q}	skup racionalnih brojeva	
\mathbb{R}	skup realnih brojeva	

Vektori

DIN 1303/8.59

Način pisanja	$\vec{A}, \vec{B}, \dots, \vec{a}, \vec{b}, \dots$ $\underline{A}, \underline{B}, \dots, \underline{a}, \underline{b}, \dots$	Množenje sa skalarom	
Grafički prikaz			
Komponente vektora		Zbrajanje vektora	
Iznos vektora		Oduzimanje vektora	

Način pisanja decimalnih brojeva

Primjer: 8172,32

JUS A.A1.060

Znamenka	8	1	7	2	3	2
Brojno mjesto	4.	3.	2.	1.	1. iza zareza	2. iza zareza
Opis mjesta	tisućica	stotica	desetica	jedinica	desetinka	stotinka
Vrijednost mjesta B^x	10^3	10^2	10^1	10^0	10^{-1}	10^{-2}
Vrijednost potencije	$8 \cdot 10^3$	$1 \cdot 10^2$	$7 \cdot 10^1$	$2 \cdot 10^0$	$3 \cdot 10^{-1}$	$2 \cdot 10^{-2}$

$$8172,32 = 8 \cdot 10^3 + 1 \cdot 10^2 + 7 \cdot 10^1 + 2 \cdot 10^0 + 3 \cdot 10^{-1} + 2 \cdot 10^{-2}$$

Brojevi i brojevni sustavi

Način pisanja binarnih brojeva

Primjer: 1101.11

Znamenka	1	1	0	1	1	1
Brojno mjesto	4.	3.	2.	1.	1. iza zarez	2. iza zarez
Opis mjesta	osmica	četvrtica	dvojka	jedinica	polovina	četvrtina
Vrijednost mjesta B^x	2^3	2^2	2^1	2^0	2^{-1}	2^{-2}
Vrijednost potencije	$1 \cdot 2^3$	$1 \cdot 2^2$	$0 \cdot 2^1$	$1 \cdot 2^0$	$1 \cdot 2^{-1}$	$1 \cdot 2^{-2}$

$$1101,11 = 1 \cdot 2^3 + 1 \cdot 2^2 + 0 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0 + 1 \cdot 2^{-1} + 1 \cdot 2^{-2}$$

Pravila računanja za binarne brojeve

Zbrajanje	Oduzimanje	Množenje	Dijeljenje
$0+0=0$ $1+0=1$ $0+1=1$ $1+1=10$	$0-0=0$ $1-0=1$ $10-1=1$ $1-1=0$	$0 \cdot 0=0$ $1 \cdot 0=0$ $0 \cdot 1=0$ $1 \cdot 1=1$	$0:1=0$ $1:1=1$

Pretvorbe

Binarno u decimalno

Binarni broj 10 101

Vrijedn. potencije: $1 \cdot 2^4$ $0 \cdot 2^3$ $1 \cdot 2^2$ $0 \cdot 2^1$ $1 \cdot 2^0$
 Decimalni broj: $16 + 0 + 4 + 0 + 1$
21

Decimalno u binarno

Decimalni broj: 25

$25:2=12$ ostaje 1
 $12:2=6$ ostaje 0
 $6:2=3$ ostaje 0
 $3:2=1$ ostaje 1
 $1:2=0$ ostaje 1
 1 1 0 0 1

binarno	deci- malno	binarno	deci- malno	binarno	deci- malno	binarno	deci- malno
0	0						
1	1	1001	9	10001	17	11001	25
10	2	1010	10	10010	18	11010	26
11	3	1011	11	10011	19	11011	27
100	4	1100	12	10100	20	11100	28
101	5	1101	13	10101	21	11101	29
110	6	1110	14	10110	22	11110	30
111	7	1111	15	10111	23	11111	31
1000	8	10000	16	11000	24	100000	32

Rimski brojevi

I = 1	VI = 6	XI = 11	LX = 60	CX = 110	DC = 600
II = 2	VII = 7	XX = 20	LXX = 70	CC = 200	DCC = 700
III = 3	VIII = 8	XXX = 30	LXXX = 80	CCC = 300	DCCC = 800
IV = 4	IX = 9	XL = 40	XC = 90	CD = 400	CM = 900
V = 5	X = 10	L = 50	C = 100	D = 500	M = 1000

Grčka slova

A α	alfa	I ι	iota	P ρ	ro
B β	beta	K κ	kapa	Σ σ	sigma
Γ γ	gama	Λ λ	lambda	T τ	tau
Δ δ	delta	M μ	mi	Υ υ	ipsilon
E ε	epsilon	N ν	ni	Φ φ	fi
Z ζ	zeta	Ξ ξ	ksi	X χ	hi
H η	eta	O ο	omikron	Ψ ψ	psi
Θ θ	teta	Π π	pi	Ω ω	omega

Džepno računalo

Tipka	Značenje	Tipka	Značenje
ON EIN I	Uključiti	$1/x$ F 2nd	Inverzna vrijednost
OFF AUS O	Isključiti	x^2	Kvadriranje
C	Brisanje svega	\sqrt{x}	Kvadratni korijen
CE CI	Brisanje zadnjeg pokazanog broja	log lgx 10^x	Dekadski logaritam
C	Brisanje zadnjeg pokazanog broja	ln ln x e^x	Prirodni logaritam
AC	Brisanje svega	()	Zagrade
		%	Postotak
.	Decimalna točka	D/R D·R d↔r	Stupnjevi u radijane i obrnuto
+/- + CS CHS	Promjena predznaka	$\alpha^\circ \rightarrow \text{rad}$ $\text{rad} \rightarrow \alpha^\circ$	
+	Zbrajanje	sin cos tan	Određivanje vrijednosti funkcije kuta
-	Oduzimanje	\sin^{-1} \cos^{-1} \tan^{-1} arc INV	Određivanje kuta iz vrijednosti funkcije
x	Množenje	M M+ M±	
÷	Dijeljenje	STO x→M	Spremanje u memoriju
=	Rezultat	MR RM M^R_C	
EE EXP	Upisivanje eksponenta	RCL M→x	Pozivanje iz memorije
INV	Inverzija funkcije	MC CM M^R_C	Brisanje memorije
y^x x^y x^n a^x	Potenciranje	EXC M↔x	Promjena memorije
$\sqrt[x]{y}$	Korijenovanje	CN CH·N	Brisanje eksponenta

Logaritmiranje

Bazni brojevi logaritama			Zakoni logaritama
2	Dualni logaritmi	$\log_2 b = \text{ld } b$	$\log(a \cdot b) = \log a + \log b$
$e = 2,718 \dots$	Prirodni logaritmi	$\log_e b = \ln b$	$\log \frac{a}{b} = \log a - \log b$
10	Dekadski logaritmi	$\log_{10} b = \lg b$	$\log a^n = n \cdot \log a$
			$\log_a \sqrt[n]{b} = \log_a b^{\frac{1}{n}} = \frac{1}{n} \log_a b$
$a^x = b \Rightarrow \log_a b = x$			
$\log_{10} 6 = x$ $\lg 6 = 0,77815$		$\ln b = x$ $\ln 6 = 1,79176$	
6	logaritmand	6	numerus b
log	dekadski logaritam baza a = 10	ln	prirodni logaritam baza a = e; e = 2,718
0.778	logaritam x	1.791	logaritam x

Logička algebra

Konjunkcija (I-funkcija)

$$X = A \wedge 0 = 0$$

$$X = A \wedge 1 = A$$

$$X = A \wedge A = A$$

$$X = A \wedge \bar{A} = 0$$

Disjunkcija (II-funkcija)

$$X = A \vee 0 = A$$

$$X = A \vee 1 = 1$$

$$X = A \vee A = A$$

$$X = A \vee \bar{A} = 1$$

Negacija (NE-operacija)

$$X = \bar{A} \quad X = \bar{\bar{A}} = A$$

$$X = \bar{\bar{\bar{A}}} = \bar{A} \quad X = \bar{\bar{\bar{\bar{A}}}} = A$$

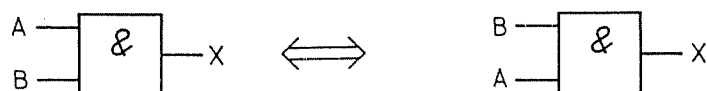
Računsko pravilo

Primjer sklopa

Pravilo komutativnosti

$$X = A \wedge B = B \wedge A$$

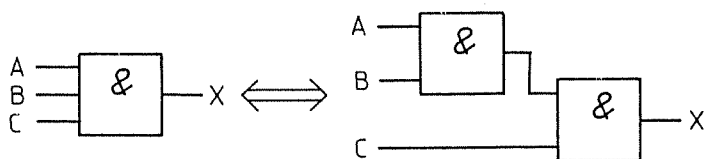
$$X = A \vee B = B \vee A$$



Pravilo asocijativnosti

$$X = A \wedge B \wedge C = A \wedge (B \wedge C) \\ = B \wedge (A \wedge C) = C \wedge (A \wedge B)$$

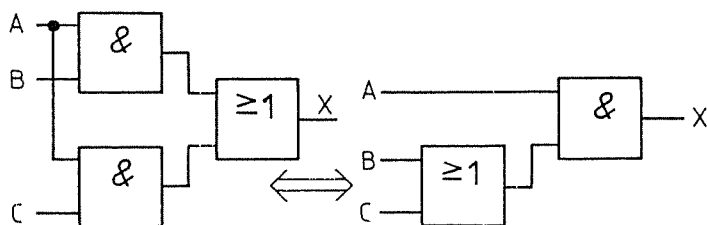
$$X = A \vee B \vee C = A \vee (B \vee C) \\ = B \vee (A \vee C) = C \vee (A \vee B)$$



Pravilo distributivnosti

$$X = A \wedge B \vee A \wedge C = A \wedge (B \vee C)$$

$$X = (A \vee B) \wedge (A \vee C) = A \vee (B \wedge C)$$



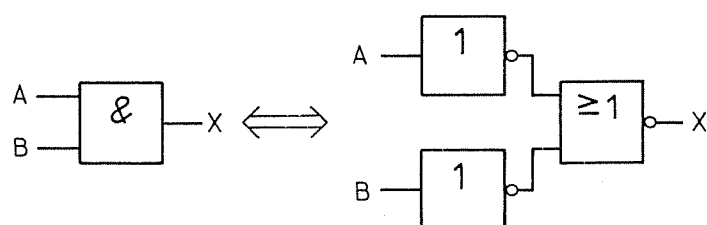
De Morganovi zakoni

$$X = A \wedge B = \bar{\bar{A} \vee \bar{B}}$$

$$X = A \vee B = \bar{\bar{A} \wedge \bar{B}}$$

$$X = \bar{A} \wedge \bar{B} = \overline{A \vee B}$$

$$X = \bar{A} \vee \bar{B} = \overline{A \wedge B}$$



Pojednostavnjivanje

$$X = A \wedge (A \vee B) = A$$

$$X = A \vee A \wedge B = A$$

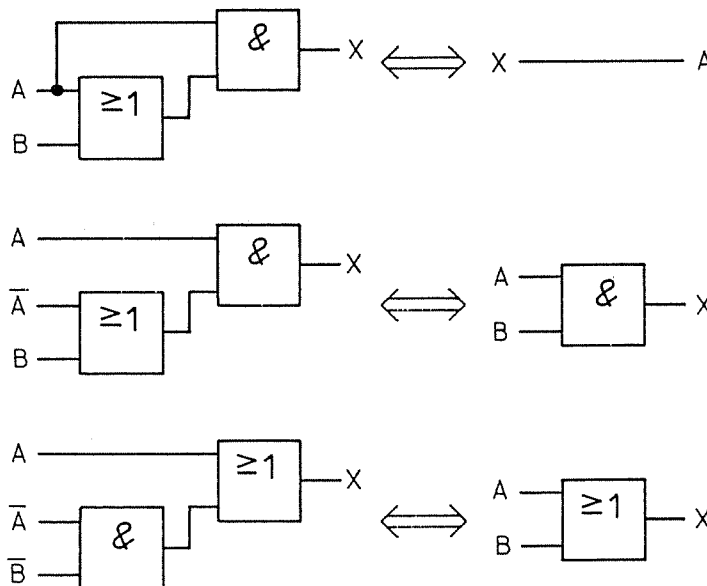
$$X = A \wedge (\bar{A} \vee B) = A \wedge B$$

$$X = A \vee (\bar{A} \wedge B) = A \vee B$$

$$X = A \vee \bar{A} \wedge \bar{B} = A \vee \bar{B}$$

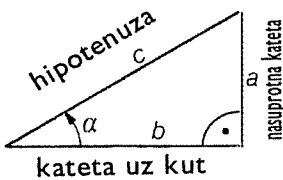
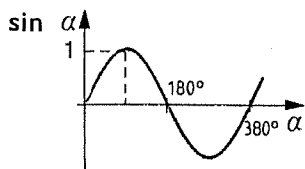
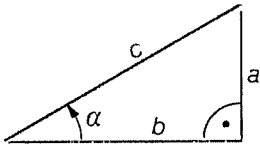
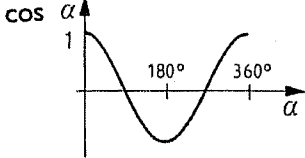
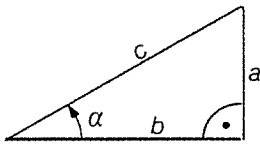
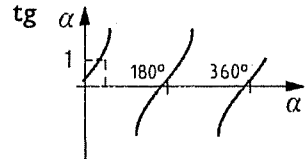
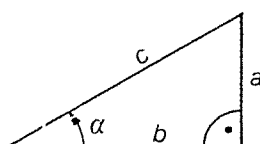
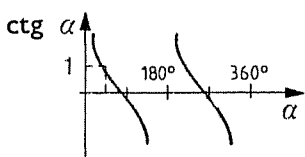
$$X = \bar{A} \vee A \wedge B = \bar{A} \vee B$$

$$X = \bar{A} \vee A \wedge \bar{B} = \bar{A} \vee \bar{B}$$

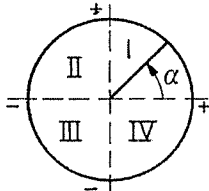


Funkcije i poučci

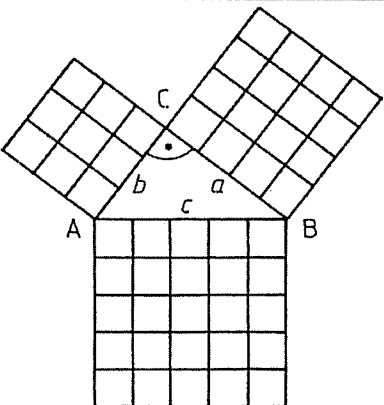
Funkcije kuta (pravokutni trokut)

	$\sin \alpha = \frac{a}{c}$	$\text{sinus} = \frac{\text{nasuprotna kateta}}{\text{hipotenuza}}$	
	$\cos \alpha = \frac{b}{c}$	$\text{kosinus} = \frac{\text{kateta uz kut}}{\text{hipotenuza}}$	
	$\text{tg } \alpha = \frac{a}{b}$	$\text{tangens} = \frac{\text{nasuprotna kateta}}{\text{kateta uz kut}}$	
	$\text{ctg } \alpha = \frac{b}{a}$	$\text{kotangens} = \frac{\text{kateta uz kut}}{\text{nasuprotna kateta}}$	

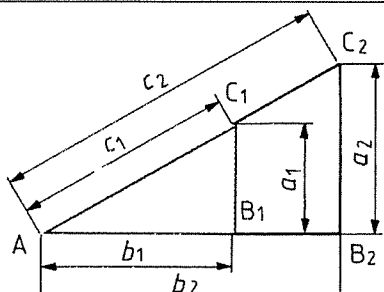
Predznaci funkcija kuta u četiri kvadranta

	Kvadrant	Kut	sin	cos	tg	ctg
	I II III IV	0° ... 90° 90° ... 180° 180° ... 270° 270° ... 360°	+ + - -	+ - - +	+ - + -	+ - + -

Pitagorin poučak (pravokutni trokut)

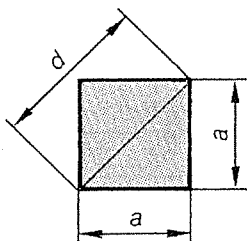
	Kvadrat nad hipotenuzom c jednak je zbroju oba kvadrata nad katetama	$c^2 = a^2 + b^2$
---	--	-------------------

Zakon sličnosti (slični trokuti)

	U sličnim trokutima stranice trokuta (AB_1C_1) odnose se jednako kao istoležeće stranice trokuta (AB_2C_2)	$\frac{a_1}{b_1} = \frac{a_2}{b_2}$ $\frac{a_1}{c_1} = \frac{a_2}{c_2}$ $\frac{b_1}{c_1} = \frac{b_2}{c_2}$
---	--	---

Geometrija u ravnini

Kvadrat

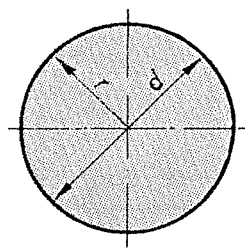


$$A = a^2$$

$$U = 4 \cdot a$$

$$d = \sqrt{2} \cdot a$$

Krug

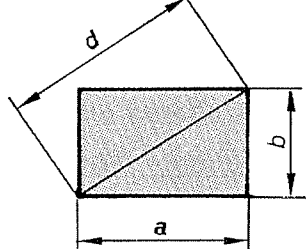


$$A = \pi \cdot r^2$$

$$A = \frac{\pi \cdot d^2}{4}$$

$$U = \pi \cdot d$$

Pravokutnik

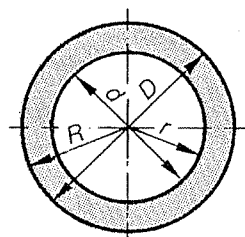


$$A = a \cdot b$$

$$U = 2 \cdot (a + b)$$

$$d = \sqrt{a^2 + b^2}$$

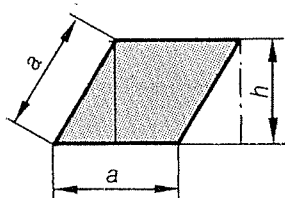
Kružni prsten



$$A = \pi (R^2 - r^2)$$

$$A = \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2)$$

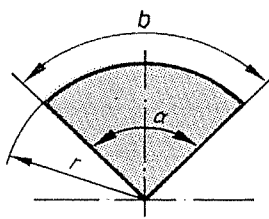
Romb



$$A = a \cdot h$$

$$U = 4 \cdot a$$

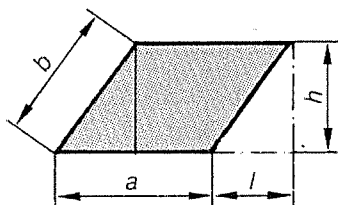
Kružni isječak



$$A = \frac{b \cdot r}{2}$$

$$b = \frac{\pi \cdot r \cdot \alpha}{180}$$

Paralelogram

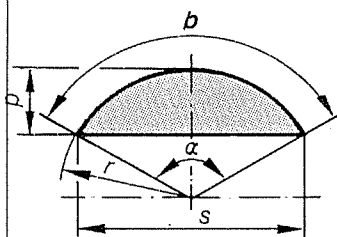


$$A = a \cdot h$$

$$U = 2(a + \sqrt{b^2 + h^2})$$

$$U = 2(a + b)$$

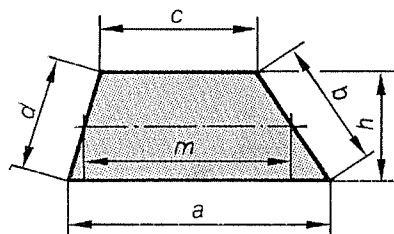
Kružni odsječak



$$A = \frac{b \cdot r - s(r - p)}{2}$$

$$b = \frac{\pi \cdot r \cdot \alpha}{180}$$

Trapez

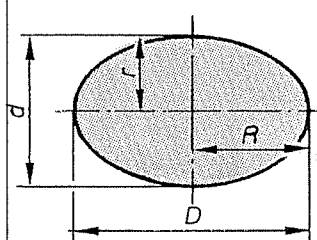


$$A = m \cdot h$$

$$m = \frac{a + c}{2}$$

$$U = a + b + c + d$$

Elipsa

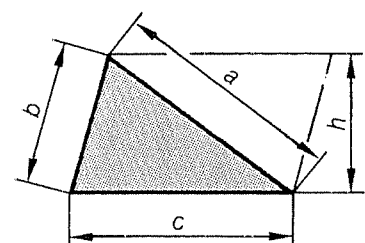


$$A = \frac{\pi \cdot D \cdot d}{4}$$

$$U = \pi \cdot \frac{D + d}{2}$$

$$U = \pi \sqrt{2(R^2 + r^2)}$$

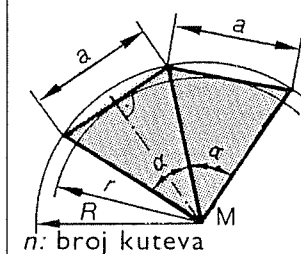
Pravilni n-terokut



$$A = \frac{c \cdot h}{2}$$

$$U = a + b + c$$

Pravilni n-terokut



$$r = \frac{a}{2} \cotg \frac{\alpha}{2}$$

$$R = \frac{a}{2 \sin \frac{\alpha}{2}}$$

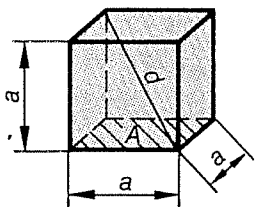
$$U = n \cdot a$$

$$A = \frac{n \cdot a^2}{4} \cotg \frac{\alpha}{2}$$

n: broj kuteva

Geometrija u prostoru

Kocka

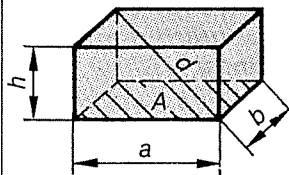


$$V = a^3$$

$$d = a \sqrt{3}$$

$$A = 6 \cdot a^2$$

Prizma



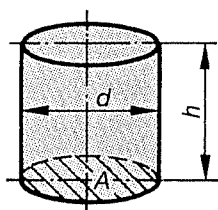
$$\text{općenito: } V = A \cdot h$$

$$V = a \cdot b \cdot h$$

$$d = \sqrt{a^2 + b^2 + h^2}$$

$$A = 2(a \cdot b + a \cdot h + b \cdot h)$$

Valjak

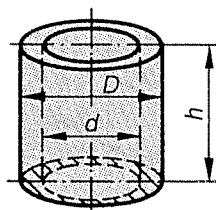


$$V = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot h$$

$$A_M = \pi \cdot d \cdot h$$

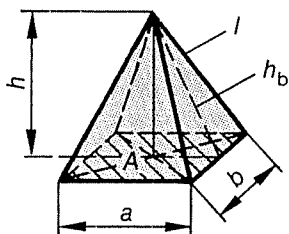
$$A_0 = \pi \cdot d \cdot h + \frac{\pi \cdot d^2}{2}$$

Šuplji valjak



$$V = \frac{\pi \cdot h}{4} (D^2 - d^2)$$

Piramida

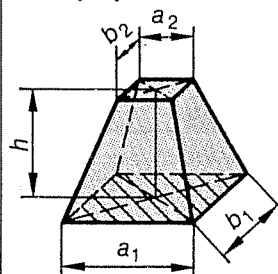


$$V = \frac{a \cdot b \cdot h}{3}$$

$$h_b = \sqrt{h^2 + \frac{a^2}{4}}$$

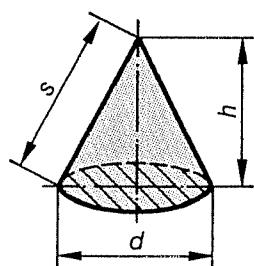
$$l = \sqrt{h_b^2 + \frac{b^2}{4}}$$

Krnja piramida



$$V = \frac{h}{3} (a_1 \cdot b_1 + a_2 \cdot b_2 + \sqrt{a_1 \cdot b_1 \cdot a_2 \cdot b_2})$$

Stožac



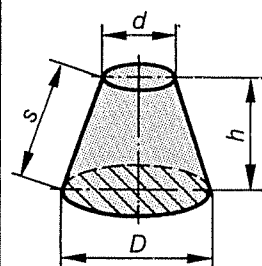
$$V = \frac{\pi \cdot d^2 \cdot h}{12}$$

$$s = \sqrt{r^2 + h^2}$$

$$A_M = \pi \cdot r \cdot s$$

$$A_0 = \pi \cdot r \cdot s + \frac{\pi \cdot d^2}{4}$$

Krnji stožac



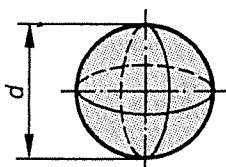
$$V = \frac{\pi \cdot h}{12} (D^2 + d^2 + D \cdot d)$$

$$s = \sqrt{h^2 + (R - r)^2}$$

$$A_M = \frac{\pi \cdot s}{2} (D + d)$$

$$A_0 = \frac{\pi \cdot s}{2} (D + d) + \frac{\pi}{4} (D^2 + d^2)$$

Kugla

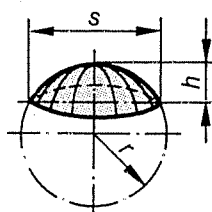


$$V = \frac{4}{3} \pi \cdot r^3$$

$$V = \frac{\pi \cdot d^3}{6}$$

$$A = \pi \cdot d^2$$

Kuglin odsječak

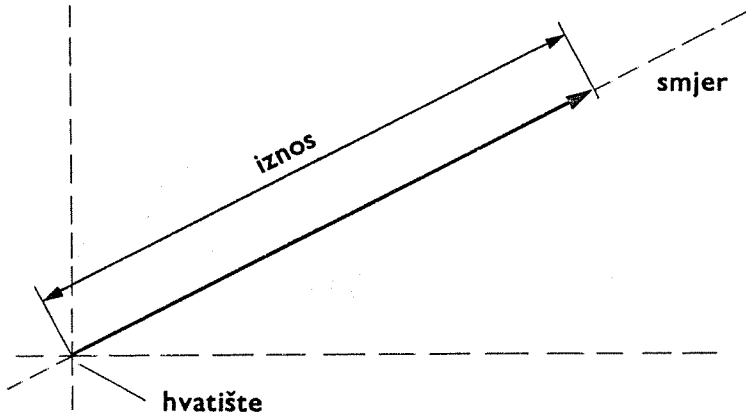


$$V = \pi \cdot h^2 \left(r - \frac{h}{3} \right)$$

$$A = \pi \cdot 2 \cdot r \cdot h$$

$$A = \frac{\pi}{4} (s^2 + 4h^2)$$

A_M : Oplošje plašta
 A_0 : Ukupno oplošje

Fizikalne veličine		DIN 1301/10.78
Veličine	Objašnjenja	Primjeri
Skalari	Za jednoznačno određenje potrebno je navođenje: <ul style="list-style-type: none">● brojčane vrijednosti i● jedinice	masa, vrijeme, rad
Vektori	Za jednoznačno određenje potrebni su: <ul style="list-style-type: none">● brojčana vrijednost● jedinica● smjer u prostoru ili u ravni● smjer (smjer vrtnje) <div></div>	sila \vec{F} , brzina \vec{v} jakost električnog polja \vec{E}

Osnovne veličine i osnovne jedinice			
Osnovna veličina	Znak	Naziv jedinice	Znak jedinica
duljina	l	metar	m
masa	m	kilogram	kg
vrijeme	t	sekunda	s
jakost električne struje	I	amper	A
termodinamička temperatura	T	kelvin	K
količina tvari	n	mol	mol
jakost svjetla	I_v, I_v	kandela	cd

Decimalni višekratnici jedinica					
množitelj	predmetak	znak predmetka	množitelj	predmetak	znak predmetka
10^{-18}	ato	a	10^1	deka	da
10^{-15}	femto	f	10^2	hekto	h
10^{-12}	piko	p	10^3	kilo	k
10^{-9}	nano	n	10^6	mega	M
10^{-6}	mikro	μ	10^9	giga	G
10^{-3}	mili	m	10^{12}	tera	T
10^{-2}	centi	c	10^{15}	peta	P
10^{-1}	deci	d	10^{18}	eksa	E

Jedinicama slični nazivi i oznake			
Veličine	Naziv jedinice	Znak jedinice	Primjedba
Razine i mjere u dojavnoj tehnici i akustici	neper bel decibel	Np B dB	1 Np = (20/ln 2) dB \approx 8,69 dB 1 dB = (ln 10/20) Np \approx 0,115 Np
Razina glasnoće	fon	fon	DIN 45630; dio 1. JUS A.A1.029
Glasnoća	son	son	DIN 45630; dio 1. JUS A.A1.029
binarna odluka, sadržaj odluke, sadržaj informacije, redundancija, kapacitet spremnika podataka	bit byte	bit byte	DIN 44300; JUS A.F0.001 DIN 66205; dio 3. JUS A.F0.001

Znakovi i jedinice			
		DIN 1301/10.78 DIN 1304/02.78	
		JUS A.A1.023, 025, 027, 029	
Znak veličine	Značenje	Oznaka SI-jedinice	Naziv jedinice, primjedba
Kut			
α, β, γ	ravninski kut	rad	radijan, 1 rad = 1 m/m 1 puni kut = 2π rad gon: gon = $(\pi/200)$ rad stupanj: $1^\circ = (\pi/180)$ rad minuta: $1' = (1/60)^\circ$ sekunda: $1'' = (1/60)'$
φ Ω, ω	kut faznog pomaka prostorni kut	rad sr	steradian, 1 sr = 1 m ² /m ²
Duljine i njihove potencije			
l b h δ r d s λ A, S S, q V, τ ϑ, η	duljina širina visina, dubina nadmorska visina polumjer, radijus promjer duljina puta i krivulje valna duljina ploha, površina, ploština poprečni presjek, površina poprečnog presjeka volumen, obujam relativna promjena volumena	m m m m m m m m m ² m ² m ³ 1	metar, 1 morska milja = 1852 m kvadratni metar 1 a = 10 ² m ² , 1 ha = 10 ⁴ m ² kubni metar 1 l (litar) = 1 dm ³ $\vartheta = \Delta V/V$
Vrijeme i prostor			
t T τ, T f, ν ω n ω, Ω α ν, u c a g	vrijeme, vremenski razmak, trajanje trajanje periode vremenska konstanta frekvencija, frekvencija perioda kružna frekvencija, kutna frekvencija brzina vrtnje, frekvencija okretaja kutna brzina kutno ubrzanje brzina brzina rasprostiranja vala ubrzanje mjesno ubrzanje sile teže	s s s Hz s ⁻¹ s ⁻¹ rad/s rad/s ² m/s m/s m/s ² m/s ²	sekunda, min, h (sat), d (dan) herc, 1 Hz = 1 s ⁻¹ , $f = 1/T$ $\omega = 2\pi f$ 1 min ⁻¹ = (1/60) s ⁻¹ 1 km/h = 1/3,6 (m/s)
Mehanika			
m ρ, ρ_m F G, F_G f, G M p, I L p σ ε E μ, f W, A E, W E_p, W_p E_k, W_k P η	masa gustoća, na volumen svedena masa sila težina gravitacijska konstanta zakretni moment količina gibanja, impuls moment kol. gibanja, moment impulsa tlak normalno naprezanje rastezanje, relativna promjena duljine modul elastičnosti koeficijent trenja rad energija potencijalna energija kinetička energija snaga korisnost	kg kg/m ³ N N N·m ² /kg ² N·m kg·m/s kg·m ² /s Pa N/m ² 1 N/m ² 1 J J J J W 1	kilogram, 1 t (tona) = 1 Mg 1 g/cm ³ = 1 kg/dm ³ = 1 Mg/m ³ njutn, 1 N = 1 kg·m/s ² paskal, 1 Pa = 1 N/m ² , 1 bar = 10 ⁵ Pa $\varepsilon = \Delta l/l$ $E = \sigma/\varepsilon$ $\mu = F_R/F_N$, F_R : sila trenja džul, 1 J = 1 N·m = 1 W·s 1 Wh = 3,6 kWh, eV (elektronvolt) vat, 1 W = 1 J/s

Znakovi i jedinice		DIN 1301/10.78 DIN 1304/02.78		JUS A.A1.028
Znak veličine	Značenje	Znak veličine	Naziv jedinice, primjedba	
Elektricitet i magnetizam				
Q	Električni naboj, količina elektriciteta	C	kulon, $1 C = 1 A \cdot s$, $1 A \cdot h = 3,6 kC$	
e	Elementarni naboj	C		
D	Gustoća električnog toka, dielektrični pomak	C/m^2		
P	Električna polarizacija	C/m^2		
φ	Električni potencijal	V	volt, $1 V = 1 J/C$	
U	Električni napon, razlika potencijala	V		
E	Jakost električnog polja	V/m	$1 V/mm = 1 kV/m$	
C	Električni kapacitet	F	farad, $1 F = 1 C/V$, $C = Q/U$	
ε	Permitivnost (dielektričnost)	F/m	U zagradi: linearni dielektrik	
ε_0	Apsolutna dielektričnost	F/m	dielektrična konstanta vakuumu	
ε_r	Relativna permitivnost (relativna dielektričnost)	1	U zagradi: linearni dielektrik	
I	Jakost električne struje	A	amper	
J, S	Gustoća električne struje	A/m^2	$1 A/mm^2 = 1 MA/m^2$, $J = I/A$	
Θ	Električno protjecanje	A		
V	Magnetski napon	A		
H	Jakost magnetskog polja, uzbuda	A/m	$1 A/mm = 1 kA/m$	
Φ	Magnetski tok	Wb	veber, $1 Wb = 1 V \cdot s$	
B	Magnet. indukcija, gustoća magn. toka	T	tesla, $1 T = 1 Wb/m^2$, $B = \Phi/A$	
L, L_{mn}	Induktivnost, samoinduktivnost	H	henri, $1 H = 1 Wb/A$	
μ	Permeabilnost	H/M	$\mu = B/H$	
μ_0	Apsolutna permeabilnost	J/m	permeabilnost vakuumu	
μ_r	Relativna permeabilnost	1	$\mu_r = \mu/\mu_0$	
M, H_i	Jakost magnetizacije	A/M	$1 A/mm = 1 kA/m$, $M = B/\mu_0 - H$	
R_m	Magnetski otpor, reluktancija	H^{-1}		
Λ	Magnetska vodljivost, permeancija	H		
R	Djelatni električni otpor, rezistencija	Ω	om, $1 \Omega = 1 V/A$	
G	Djelatna el. vodljiva vrijednost, konduktancija	S	simens, $1 S = 1 \Omega^{-1}$, $G = 1/R$	
ρ	Električna otpornost, specifični električni otpor	$\Omega \cdot n$	$1 \mu\Omega \cdot cm = 10^{-8} \Omega \cdot m$ $= 10^{-6} \Omega \cdot m$	
γ, σ, κ	Električna vodljivost	S/m	$\gamma = 1 \rho$	
X	Jalovi otpor, reaktancija	Ω		
B	Jalova vodljivost, susceptancija	S	$B = 1/X$	
Z	Impendancija (kompl. impendancija)	Ω	Elektrotehnika: Prividni otpor	
Y	Admitancija (kompl. admitancija)	Ω^{-1}	Elektrotehnika: Prividna vodljivost	
Z, Γ	Valni otpor	Ω		
W	Energija, rad	J		
P	Snaga	W		
P, P_p	Djelatna (aktivna) snaga	W		
C, P_q	Jalova snaga	W	Energetska tehnika: var (var)	
S, P_s	Prividna snaga	W	Energetska tehnika: VA (voltamper)	
φ	Kut faznog pomaka	rad		
δ	Kut gubitaka	rad		
λ	Faktor snage	1	$\lambda = P/S$, Elektrotehnika: $\lambda = \cos \varphi$	
d	Faktor gubitka	1		
k	Faktor distorzije	1		
p	Broj pari polova	1		
N, w	Broj zavoja	1		
Akustika				
p	Zvučni tlak	Pa	Pascal	
v	Titrajna brzina zvuka	m/s		
c	Brzina zvuka	m/s		
P_a, P	Zvučna snaga	W		
L_p	Razina zvučnog tlaka		navodi se u dB	
R	Zvučna izol. moć, zvučna mjera izol.		navodi se u dB	
L_N, L_s	Razina glasnoće		navodi se u fonu	
N, S	Glasnoća		navodi se u sonu	

Znakovi i jedinice		DIN 1301/10.78 DIN 1304/02.78		JUS A.A1.028
Znak veličine	Značenje	Znak veličine	Naziv jedinice, primjedba	
Termodinamika i prijenos topline				
T, Θ $\Delta T = \Delta t = \Delta \vartheta$ t, ϑ	temperatura, termodinamička temp. razlika temperature Celzijeva temperatura	K K $^{\circ}\text{C}$	kelvin stupanj Celzijusa $t = T - T_0$, $T_0 = 273,15 \text{ K}$	
α, α_l α_v, γ	koeficijent toplinskog rastezanja koeficijent prostornog toplinskog rastezanja	K^{-1} K^{-1}		
Q Φ, Q	toplina, množina topline toplinski tlak	J W	džul	
R_{th} Λ_{th}	toplinski otpor toplinska vodljivost	K/W W/K		
ρ_{th} λ	specifični toplinski otpor toplinska vodljivost (koeficijent toplinske vodljivosti)	$\text{K} \cdot \text{m}/\text{W}$ $\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$		
α, h	toplinska prijelaznost (koeficijent prijelaza topline)	$\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$		
k	toplinska prohodnost (koeficijent prolaza topline)	$\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$		
a C	temperaturna provodnost toplinski kapacitet	m^2/s J/K		
c H_0 H_u	specifični toplinski kapacitet specifična ogrjevna moć specifična ogrjevna vrijednost	J/(kg · K) J/kg J/kg		
Svjetlost				
I, I_v Φ, Φ_v η Q, Q_v L, L_v E, E_v H, H_v c_0 ε f n D ε ρ α	svjetlosna jakost svjetlosni tok svjetlosno iskorišćenje svjetlosna množina svjetlosna gustoća rasvijetljenost osvjetljenje brzina svjetlosti u vakuumu kut zračenja žarišna daljina indeks loma vrijednost loma leće fakktor emisije faktor refleksije faktor absorpcije	cd lm lm/W lm · s cd/m^2 lx lx · s m/s rad m 1 m^{-1} 1 1 1	kandela lumen, $1 \text{ lm} = 1 \text{ cd} \cdot \text{sr}$ $1 \text{ lm} \cdot \text{h} = 3600 \text{ lm} \cdot \text{s}$ luks, $1 \text{ lx} = 1 \text{ lm}/\text{m}^2$ dioptrijska, $1 \text{ dpt} = 1 \text{ m}^{-1}$	
Fizikalne konstante				
Konstanta		Znak	Brojčana vrijednost i jedinica	
Permitivnost vakuumu		ε_0	$8,86 \cdot 10^{-12} \text{ As/Vm}$	
Permeabilnost vakuumu		μ_0	$1,257 \cdot 10^{-6} \text{ Vs/Am}$	
Elementarni električni naboj		e	$1,6021 \cdot 10^{-19} \text{ As}$	
Brzina svjetlosti u vakuumu		c_0	$2,99792 \cdot 10^8 \text{ m/s}$	
Masa mirovanja elektrona		m_e	$0,9109 \cdot 10^{-27} \text{ g}$	
Masa mirovanja protona		m_p	$1,6725 \cdot 10^{-24} \text{ g}$	
Masa mirovanja neutrona		m_n	$1,6748 \cdot 10^{-24} \text{ g}$	
Stefan-Boltzmannova konstanta		k	$1,380 \cdot 10^{-23} \text{ Ws/K}$	
Planckova konstanta		h	$6,625 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$	
Gravitacijska konstanta		f	$6,67 \cdot 10^{-14} \text{ m}^3/(\text{g} \cdot \text{s}^2)$	
Ubrzanje slobodnog pada		g	$9,80665 \text{ m/s}^2$	
Apsolutna nula termodinamičke temperature		T_0	$-273,15 \text{ }^{\circ}\text{C}$	
Loschmidtova konstanta		L	$6,025 \cdot 10^{23} \text{ molekula/mol}$	

Oznake, indeksi

DIN 1304/02.78
JUS A.A1.028

Oznaka	Značenje	Primjeri
0	nula, vakuum, prazan hod	φ_0 : nulti fazni kut, n_0 : brzina vrtnje u praznom hodu
1	jedan, primar, ulaz	U_1 : primarni napon, P_1 : ulazna snaga
2	dva, sekundar, izlaz	U_2 : sekundarni napon, P_2 : izlazna snaga
v	vanjski	D_v : vanjski promjer
aps	apsolutni	u_{aps} : apsolutna permeabilnost
amb	ambijentni, okolni	p_{amb} : okolni tlak
an	anodni	U_{an} : anodni napon
as	asinkroni	n_{as} : asinkrona brzina vrtnje
z	zalet	I_z : zaletna struja
d	gušenje	f_d : vlastita frekvencija kod gušenja
din	dinamički	p_{din} : dinamički tlak
ef	efektivni	B_{ef} : efektivna vrijednost magnetske indukcije
el	električni	W_{el} : električni rad
en	energetski	L_{en} : gustoća zračenja
Z	Zemlja, uzemljenje	I_z : struja uzemljenja
p	polje, uzbuda	I_p : uzbudna struja
fin	kraj (finis)	α_{fin} : potpuni otklon
G	generator	P_G : snaga generatora
gl	glavni	Φ_{gl} : glavni magnetni tok
hid	hidraulički	p_{hid} : hidraulički tlak
H	histereza	P_H : gubici zbog histereze
id	idealno	δ_{id} : idealni zračni prostor
ind	induciran	U_{ind} : inducirani napon
k	kratki spoj	I_k : struja kratkog spoja
kat	katodni	I_{kat} : katodna struja
kin	kinetički	E_{kin} : kinetična energija
lim	granična vrijednost (limes)	ϑ_{lim} : granična temperatura
zr	zrak	B_{zr} : indukcija zračnog raspora
mag	magnetski	W_{mag} : magnetska energija
maks	maksimalni	α_{maks} : maksimalni otklon
meh	mehanički	E_{meh} : mehanička energija
min	minimalni	α_{min} : minimalni otklon
n	opći broj, normirana vrijednost	ω_n : kružna frekvencija n -te harmonične komponente
N	nazivna vrijednost, normiran	p_N : nazivna struja
o	otvoreno, prazni hod	Z_o : impendancija praznog hoda
or	izvor, origo	U_{or} : izvorni napon
p	djelatni	P_p : djelatna snaga
par	paralelni	R_{par} : paralelni otpor
ph	faza	c_{ph} : fazna brzina
pot	potencijalni	E_{pot} : potencijalna energija
imp	impuls	f_{imp} : frekvencija pulzacija
q	jalov	P_q : jalova snaga
rel	relativni	μ_{rel} : relativna permeabilnost
R	omski otpor	U_R : djelatna komponenta izmjeničnog napona
T	trenje	F_r : sila trenja
s	prividno	P_s : prividna snaga
ser	serija	R_{ser} : otpor serijskog spoja
st	stator	d_{st} : promjer statora
sin	sinkrono	n_{sin} : sinkroni broj obrtaja
t	trenutna vrijednost, vremenska ovisnost	P_t : trenutna vrijednost snage
th	toplina, termički	R_{th} : toplinski otpor
tot	totalan	μ_{tot} : totalna permeabilnost
g	gubitak	P_g : gubitak snage
w	djelatni	P_w : djelatna snaga
X	induktivni otpor	U_x : jalova komponenta izmjeničnog napona
dop	dopušteno	v_{dop} : dopuštena brzina
δ	zračni raspor	B_δ : indukcija zračnog raspora
σ	rasipanje	O_σ : magnetski rasipni tok

Masa i sila

Masa, sila i težina

DIN 1305/5.77

JUS A.A1.035

	Masa	Sila	Težina
Znak veličine	m	F	F_G, G
Znak jedinice	kg	N (Newton), $1 \text{ N} = 1 \text{ kg} \cdot \text{m/s}^2$	N, $1 \text{ N} = 1 \text{ kg} \cdot \text{m/s}^2$
Definicija	<p>Fizikalna masa m je svojstvo tijela koje se očituje u pružanju otpora promjeni stanja gibanja (ili mirovanja) u kojem se tijelo nalazi kao i u privlačenju drugih tijela (gravitacija).</p> <p>Masa nije ovisna o mjestu na kojem se tijelo nalazi.</p>	<p>Fizikalna sila F može se opisati kao produkt mase m tijela i ubrzanja a, koje je ostvareno djelovanjem sile F:</p> $F = m \cdot a$	<p>Težina G je produkt mase m tijela i (zemljinog) ubrzanja slobodnog pada.</p> $G = m \cdot g$ <p>Težina ovisi o mjestu na kojem se tijelo nalazi.</p>

Primjeri:

Mjesto	Masa u kg	Ubrzanje slobodnog pada u $\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$	Težina u N
Ekvator (Zemlja)	100	9,78	978
Pol (Zemlja)	100	9,84	984
Mond	100	1,62	162
Jupiter	100	25,99	2599

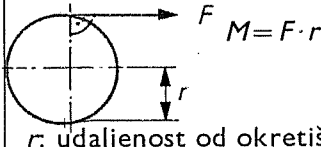
Sastavljanje sila

	Pravac djelovanja	Prikaz crtežom	Rezultantna sila F_R
$\alpha = 0^\circ$	isti		$F_R = F_1 + F_2$
$\alpha = 180^\circ$	isti		$F_R = F_2 - F_1$
$\alpha = 90^\circ$	međusobno okomiti		$F_R = \sqrt{F_1^2 + F_2^2}$ $\text{tg } \beta = \frac{F_1}{F_2}$
α proizvoljan	proizvoljan		$F_R = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 - 2 F_1 \cdot F_2 \cdot \cos(180^\circ - \alpha)}$ $\text{tg } \beta = \frac{F_1 \cdot \sin \alpha}{F_2 + F_1 \cdot \cos \alpha}$

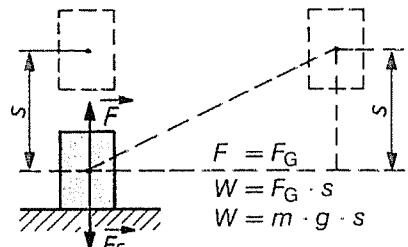
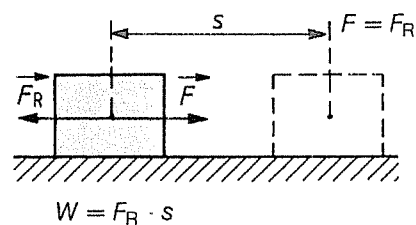
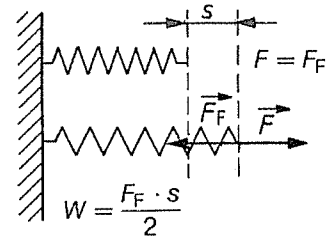
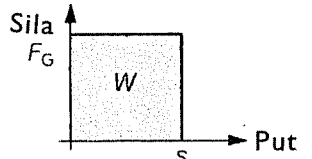
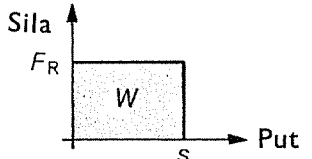
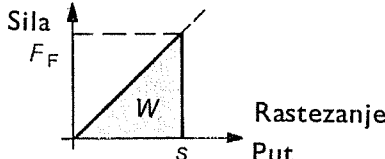
Rastavljanje sila

<p>Rastavljanje u komponente</p>	<p>\vec{F}_{1x} i \vec{F}_{1y} su komponente od F_1 u zadanog koordinatnog sustava.</p> $F_{1x} = F_1 \cdot \cos \alpha$ $F_{1y} = F_1 \cdot \sin \alpha$
----------------------------------	--

Mehanički rad, snaga i zakretni moment

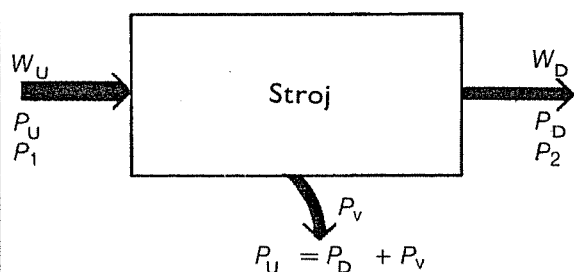
	Rad	Snaga	Zakretni moment
Znak veličine	W	P	M
Znak jedinice	J (džul) N m (njutnmetar) W s (vatsekunda)	W (vat) $\frac{N \cdot m}{s}$	N m
Definicija	Mehanički rad je izvršen kada na nekom putu s na tijelo djeluje sila F .	Snaga je kvocijent rada W i vremena t . $P = \frac{W}{t}$ sa $W = F \cdot s$ i $v = \frac{s}{t}$ $P = F \cdot v$	Zakretni moment nastaje kad sila djeluje izvan okretišta  $M = F \cdot r$ r : udaljenost od okretišta

Primjeri za mehanički rad

Rad dizanja	Rad trenja	Rad napete opruge
Uvjet: F i v su konstantni	Uvjet: F i v su konstantni	Uvjet: elastična opruga $F \sim s$, $D = \frac{F}{s}$
		
		

Korisnost

Pojedinačna korisnost



P_V : gubitak snage

Korisnost je jednaka kvocijentu dobivenog rada W_u (snage) i utrošenog rada W_d (snage)

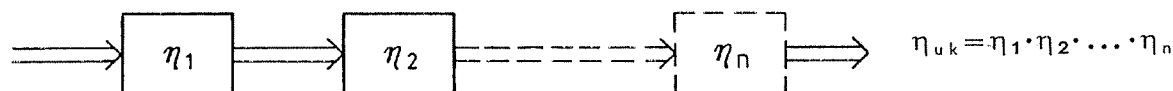
$$\eta = \frac{W_D}{W_U}; \quad \eta = \frac{P_D}{P_U};$$

$$\eta = \frac{P_2}{P_1}$$

$$W_v = W_U - W_D; \quad P_v = P_U - P_D$$

Podaci kao broj ili u postocima.
 $\eta = 0,82 \hat{=} 68\%$

Ukupna korisnost



Mehanička energija

Znakovi veličina: E , W

Znakovi jedinica: N m (njutnmetar), W s (vatsekunda), J (džul) $1 \text{ N m} = 1 \text{ W s} = 1 \text{ J}$

Pretvaranje rada u energiju

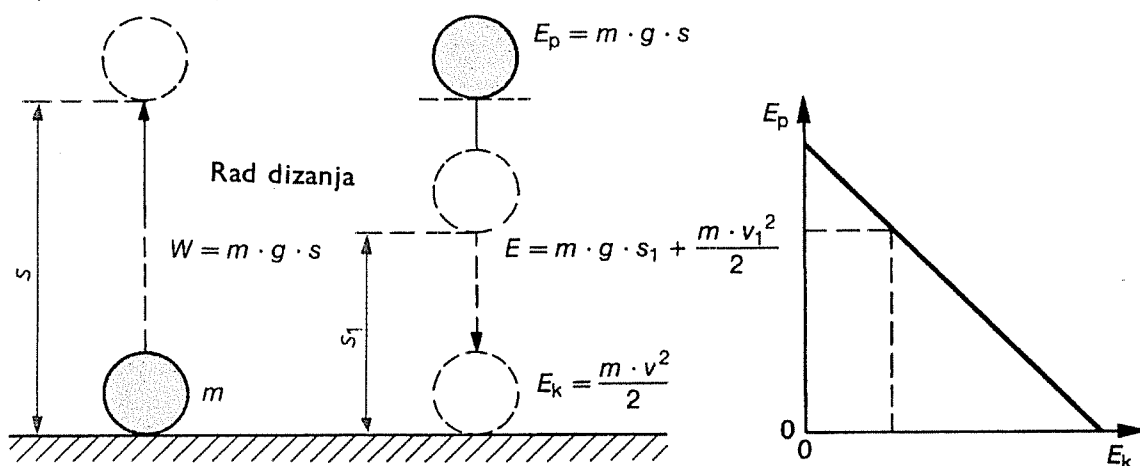
Rad	→ Energija	$W = E$
Rad dizanja	→ Energija položaja	$E_p = m \cdot g \cdot s$
Rad napete opruge	→ Energija napinjanja, potencijalna energija	$E_s = \frac{F \cdot s}{2}$
Rad pri ubrzanju	→ Energija gibanja, kinetička energija	$E_k = \frac{m \cdot v^2}{2}$

Održanje energije

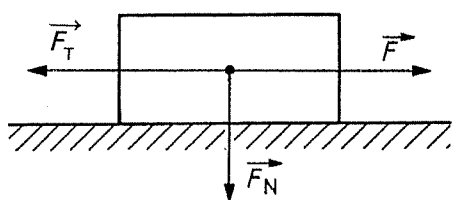
Kad se energije pretvaraju zbroj je uvijek konstantan.

$$E_p + E_k = \text{konstanta}$$

Primjer: Rad dizanja



Trenje



$$\vec{F}_T = \mu \cdot F_N$$

\vec{F}_T : Sila trenja
 μ : Koeficijent trenja
 F_N : Normalna sila

Sila trenja ne ovisi o veličini
 dodirne površine.

Trenje mirovanja

Trenje mirovanja nastupa prije nego se tijelo giblje.

Trenje klizanja

Trenje klizanja nastupa kad kad tijela jedno po drugom klizu.

Trenje kotrljanja

Trenje kotrljanja nastaje kad se tijelo kotrlja na drugom tijelu.

Primjeri koeficijenata trenja

Tvari	Koeficijent trenja mirovanja	Koeficijent trenja klizanja		Koeficijent trenja kotrljanja
		suho	tekuće	
Klizni ležaj	0,1	—	0,03	0,001
Čelik na čeliku	0,3	0,2	0,04	
Kožni remen na čeliku	0,5	0,3	0,05	
Guma na asfaltu	0,6	0,03	—	0,02 ... 0,03
Zid na betonu	0,8	0,7	0,3	
	1,0	0,8	—	

Poluge i koloturi

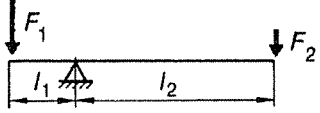
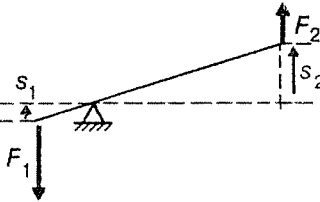
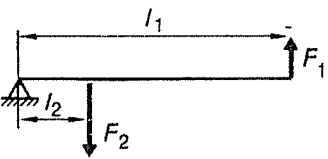
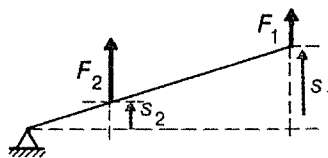
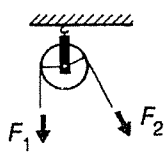
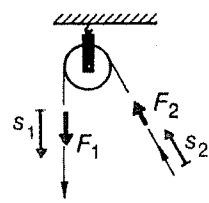
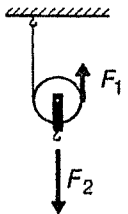
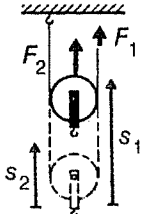
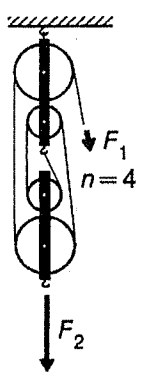
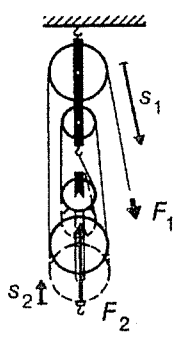
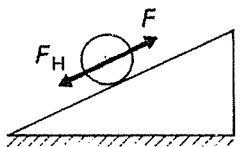
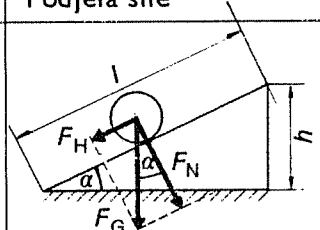
Pri zanemarivanju trenja vrijedi:

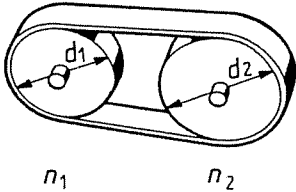
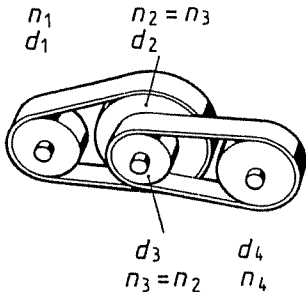
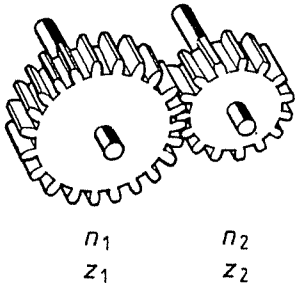
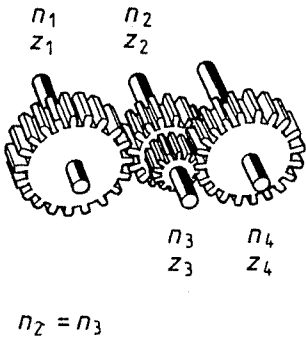
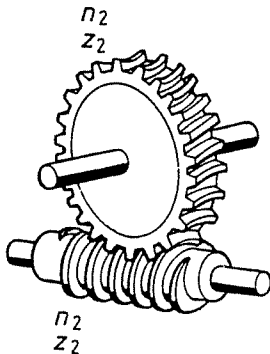
Primljeni rad (energija) = Predani rad (energija)

$$W_1 = W_2$$

$$F_1 \cdot l_1 = F_2 \cdot l_2$$

$$M_1 = M_2$$

Stroj	Ravnoteža momenata	Rad
Dvostrana poluga s nejednakim krakovima	 $F_1 \cdot l_1 = F_2 \cdot l_2$	 $F_1 \cdot s_1 = F_2 \cdot s_2$
Jednostrana poluga s nejednakim krakovima	 $F_1 \cdot l_1 = F_2 \cdot l_2$	 $F_1 \cdot s_1 = F_2 \cdot s_2$
Nepomični kolotur	 $F_1 = F_2$	 $F_1 \cdot s_1 = F_2 \cdot s_2$
Pomični kolotur	 $F_1 = \frac{F_2}{2}$	 $F_1 \cdot s_1 = F_2 \cdot s_2$
Koloturnik	 $F_1 = \frac{F_2}{n}$	 $F_1 \cdot s_1 = F_2 \cdot s_2$
	Uvjet ravnoteže	Podjela sile
Kosina	 $F_H = F$	 $F_H = \frac{F_G \cdot h}{l}$

Pogoni (zagoni)			
Opis	Prikaz	Razjašnjenja	Formule
Remenski pogon (zagon)		d_1 : Promjer pogonskog kotača n_1 : Broj okretaja pogonskog kotača i : Prijenosni omjer d_2 : Promjer gornjeg gonjenog kotača n_2 : Broj okretaja gonjenog kotača	$i = \frac{n_1}{n_2}$ $i = \frac{d_2}{d_1}$ $d_1 \cdot n_1 = d_2 \cdot n_2$
Remenski pogon, dvostruki prijenos		i_{uk} : Ukupni prijenosni omjer i_1, i_2 : Pojedinačni prijenosni omjeri	$i_{uk} = i_1 \cdot i_2$ $i_{uk} = \frac{n_1}{n_4}$ $i_{uk} = \frac{d_2 \cdot d_4}{d_1 \cdot d_3}$ $n_4 = n_1 \frac{d_1 \cdot d_3}{d_2 \cdot d_4}$
Zupčani pogon, jednostruki prijenos		z : broj zubaca z_1 : Broj zubaca pogonskog zupčanika z_2 : Broj zubaca gonjenog zupčanika	$i = \frac{n_1}{n_2}$ $i = \frac{z_2}{z_1}$ $n_1 \cdot z_1 = n_2 \cdot z_2$
Zupčani pogon, dvostruki prijenos		i_{uk} : Ukupni prijenosni omjer	$i_{uk} = i_1 \cdot i_2$ $i_{uk} = \frac{n_1}{n_4}$ $i_{uk} = \frac{z_2 \cdot z_4}{z_1 \cdot z_3}$ $n_4 = n_1 \frac{z_1 \cdot z_3}{z_2 \cdot z_4}$
Pužni pogon			$i = \frac{n_1}{n_2}$ $i = \frac{z_2}{z_1}$ $n_1 \cdot z_1 = n_2 \cdot z_2$

Gibanja

Znakovi veličina i jedinice

s: put, udaljenost

[s] = m, km

t: vrijeme

[t] = s, min, h

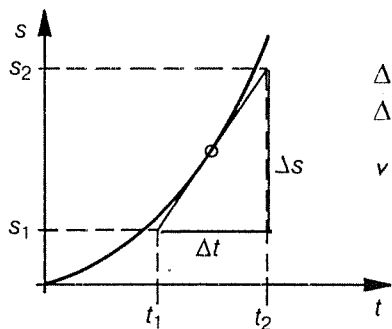
v: brzina

[v] = $\frac{m}{s}$; $\frac{km}{h}$; $\frac{m}{min}$; $1 \frac{km}{h} = 3,6 \frac{m}{s}$; $1 \frac{m}{s} = 60 \frac{m}{min}$

a: ubrzanje

[a] = $\frac{m}{s^2}$

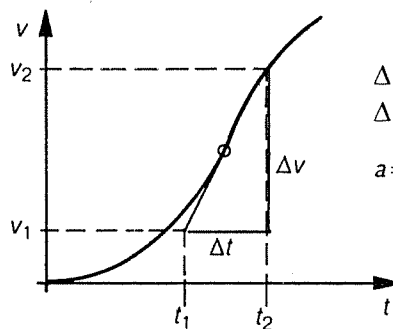
Opći odnosi



$$\Delta s = s_2 - s_1$$

$$\Delta t = t_2 - t_1$$

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$$



$$\Delta v = v_2 - v_1$$

$$\Delta t = t_2 - t_1$$

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

Posebni slučajevi

	Jednoliko pravocrtno gibanje	Jednoliko ubrzano gibanje	
	U jednakim vremenima prevaljuje se jednaki put.	U jednakim vremenima prevaljuju se nejednaki putevi.	
		pozitivno ubrzanje	negativno ubrzanje
put			
brzina			
ubrzanje			

Slobodni pad

(jednoliko ubrzano gibanje u vakuumu)

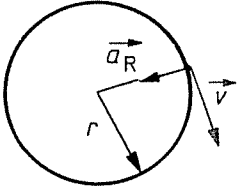
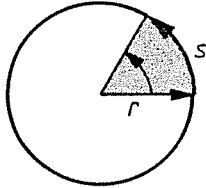
$$s = \frac{g \cdot t^2}{2}$$

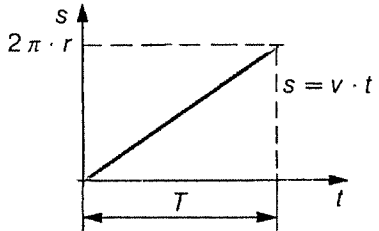
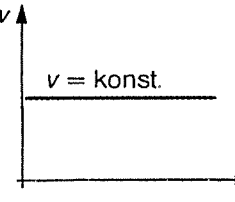
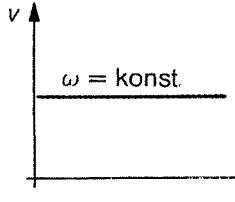
$$v = g \cdot t; \quad v = \sqrt{2g \cdot s}$$

g: ubrzanje sile teže

$$g = 9,81 \frac{m}{s^2}$$

Jednoliko kružno gibanje

Brzina v 	Iznos brzine se ne mijenja T : vrijeme jednog okreta $2\pi \cdot r$: put kod jednog okreta Smjer brzine se stalno mijenja. Zbog toga nastaje centripetalno ubrzanje \vec{a}_r . Ono je stalno usmjereno prema središtu.	$v = \frac{s}{t}$ $v = \frac{2\pi \cdot r}{T}$ $\vec{a}_r = \frac{v^2}{r}$
Kutna brzina ω 	α_G : Kut u kutnoj mjeri α_B : kut u lučnoj mjeri U vremenu T prijeđen je puni kut od 360 (2π) ω : kutna brzina $[\omega] = \frac{1}{s}$	$\alpha_B = \frac{s}{r}$ $\frac{\alpha_G}{\alpha_B} = \frac{360}{2\pi}$ $\omega = \frac{2\pi}{T}$

Put	Brzina	Kutna brzina
	 $v = \frac{2\pi \cdot r}{T}$ $n = \frac{1}{T}$ $v = d \cdot \pi \cdot n$ $v = \frac{\omega \cdot d}{2}$	 $\omega = \frac{2\pi}{T}$ $n = \frac{1}{T}$ $\omega = 2\pi \cdot n$

Snaga i zakretni moment

općenito: $P = \omega \cdot M$

$$P = 2\pi \cdot \eta \cdot M$$

$$P = \frac{n \cdot M}{9549}$$

P u kW

M u Nm

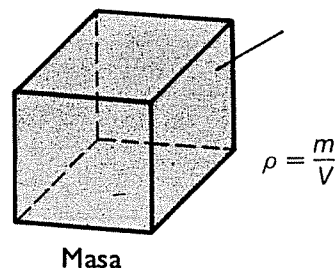
n u $\frac{1}{\text{min}}$

Gustoća, specifični volumen

DIN 1306/12.71

Gustoća ρ neke tvari je kvocijent mase m i volumena V

Jedinica: $\frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$; $\frac{\text{kg}}{\text{dm}^3}$; $\frac{\text{Mg}}{\text{m}^3}$



Sila uzgona

Na svako tijelo potopljeno u tekućinu djeluje sila uzgona koja je jednaka težini tijelom istisnute tekućine.

F_U : sila uzgona

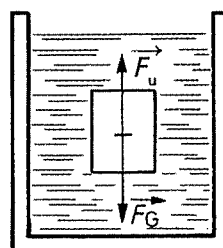
ρ_t : gustoća tekućine

V : volumen uronjenog tijela

g : ubrzanje sile teže

F_G : težina tijela

m_t : masa tekućine



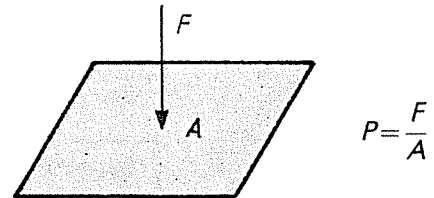
$$F_U = m_t \cdot g$$

$$\rho_t = \frac{m_t}{V}$$

$$F_U = \rho_t \cdot g \cdot V$$

Tlak

p : tlak	$[p] = \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$	$1 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} = 1 \text{ Pa (paskal)}$
F : sila	$[F] = \text{N}$	$1 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} = 10^{-5} \text{ bar}$
A : površina	$[A] = \text{m}^2$	$1 \text{ bar} = 10^5 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$

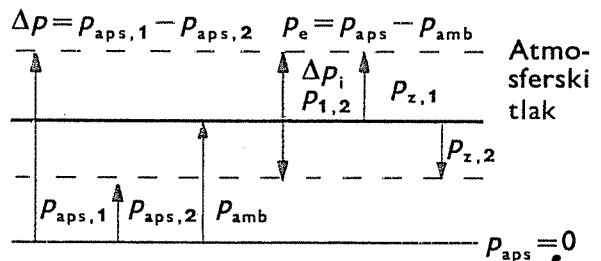


Podaci o atmosferskom tlaku

DIN 1314/02.77

JUS A.A1.025

p_{aps} :	apsolutni tlak (tlak nasuprot tlaku u vakuumu)
p_{amb} :	apsolutni atmosferski tlak
$\Delta p, p_1, p_2$:	razlika tlakova, diferencijalni tlak
p_2 :	atmosferska razlika tlakova pretlak (pozitivan ili negativan)



Preračunavanje starih jedinica za tlak

$1 \frac{\text{kp}}{\text{cm}^2} = 1 \text{ at} = 98\,066,5 \text{ Pa} = 0,980\,665 \text{ bar}$
$1 \text{ Torr} = \frac{1 \text{ atm}}{760} = 133,322 \text{ Pa} = 1,33322 \text{ mbar}$
$1 \text{ atm} = 101\,325 \text{ Pa} = 1,01325 \text{ bar}$

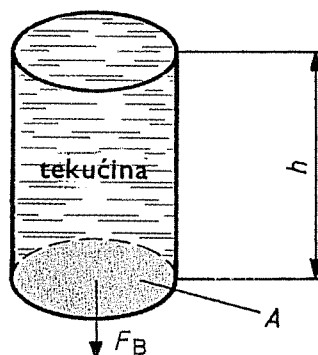
$$1 \text{ mm Hn} = 133,322 \text{ Pa} = 1,33322 \text{ mbar}$$

$$1 \text{ mm V.S.} = 9806,65 \text{ Pa} = 98,0665 \text{ mbar}$$

V.S.: vodeni stupac

Hidrostatski tlak

p :	hidrostatski tlak
h :	visina stupca tekućine
ρ :	gustoća tekućine
g :	ubrzanje sile teže
A :	površina podloge
F_B :	sila na podlogu

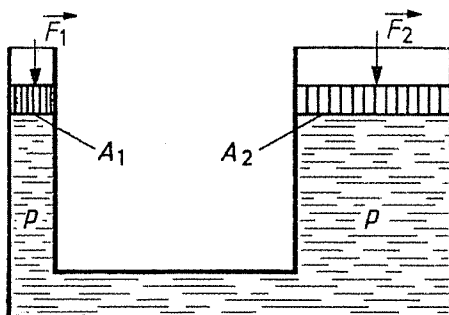


$$p = \rho \cdot g \cdot h$$

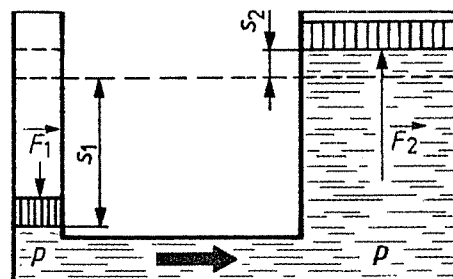
$$F_B = \rho \cdot g \cdot h \cdot A$$

Hidrauličke naprave

Ravnoteža tlaka



Ostvareni tlak



$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2} \quad \frac{F_1}{F_2} = \frac{A_1}{A_2}$$

$$F_1 \cdot s_1 = F_2 \cdot s_2$$

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{s_2}{s_1}$$

Toplina

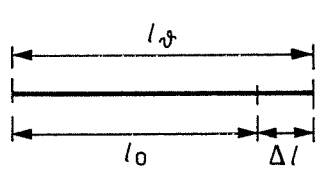
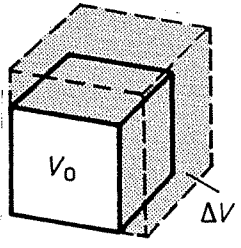
Temperatura najniža temperatura $\vartheta_0 = -273,15 \text{ }^{\circ}\text{C} = 0 \text{ K}$ DIN 13 346/10.79 JUS A.A1.026

Temperatura	Kelvinova temperatura	Celsiusova temperatura	Fahrenheitova temperat.
Znak veličine	T	t, ϑ	t, ϑ
Znak jedinice	K (kelvin)	$^{\circ}\text{C}$ (stupanj celzija)	$^{\circ}\text{F}$ (stupanj Fahrenheit)
Jedinica temperaturne razlike	1 K (kelvin)	1 K (kelvin)	—
Povezanost	$0 \text{ K} = -273 \text{ }^{\circ}\text{C}$ $273 \text{ K} = 0 \text{ }^{\circ}\text{C}$ $373 \text{ K} = 100 \text{ }^{\circ}\text{C}$		$\vartheta_F = \frac{9}{5} \vartheta_C + 32^{\circ}$ $\vartheta_C = (\vartheta_F - 32^{\circ}) \frac{5}{9}$

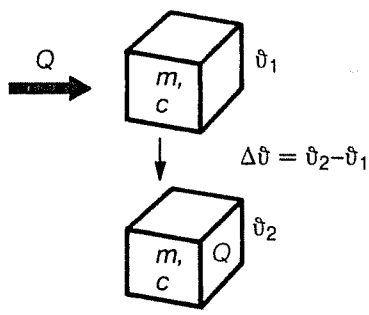
Mjerenje temperature

Tekućinski termometar sa živom	$-30 \text{ }^{\circ}\text{C} \dots 280 \text{ }^{\circ}\text{C}$	Segerov čunj	$220 \text{ }^{\circ}\text{C} \dots 2000 \text{ }^{\circ}\text{C}$
Tekućinski termometar sa živom i plinskim punjenjem	$-30 \text{ }^{\circ}\text{C} \dots 750 \text{ }^{\circ}\text{C}$	Metalni rastezni termometar	$-20 \text{ }^{\circ}\text{C} \dots 500 \text{ }^{\circ}\text{C}$
Tekućinski termometar s alkoholom	$-110 \text{ }^{\circ}\text{C} \dots 50 \text{ }^{\circ}\text{C}$	Električni otporski termometar	$-250 \text{ }^{\circ}\text{C} \dots 1000 \text{ }^{\circ}\text{C}$
Termička boja	$150 \text{ }^{\circ}\text{C} \dots 600 \text{ }^{\circ}\text{C}$	Boje temperature žarenja	$500 \text{ }^{\circ}\text{C} \dots 3000 \text{ }^{\circ}\text{C}$
		Plinski termometar	$-272 \text{ }^{\circ}\text{C} \dots 2800 \text{ }^{\circ}\text{C}$

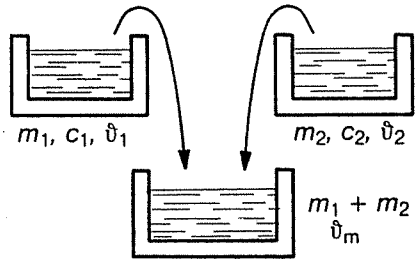
Toplinsko rastezanje

linearno rastezanje	Volumno rastezanje
 <p> l_0 : početna duljina Δl : promjena duljine l_1 : krajnja duljina $\Delta \vartheta$: promjena temperature α : koeficijent duljinskog rastezanja </p> <p> $\Delta l = l_0 \cdot \alpha \cdot \Delta \vartheta$ $l_1 = l_0 + \Delta l$ $l_1 = l_0 (1 + \alpha \cdot \Delta \vartheta)$ </p> <p>$[\alpha] = \frac{1}{\text{K}}$</p>	 <p> V_0 : početni volumen ΔV : promjena volumena V_1 : krajnji volumen $\Delta \vartheta$: promjena temperature γ : koeficijent volumenskog rastezanja </p> <p> $\Delta V = V_0 \cdot \gamma \cdot \Delta \vartheta$ $V_1 = V_0 + \Delta V$ $V_1 = V_0 (1 + \gamma \cdot \Delta \vartheta)$ </p> <p>$\gamma \approx 3\alpha$ $[\gamma] = \frac{1}{\text{K}}$</p>

Količina topline Q

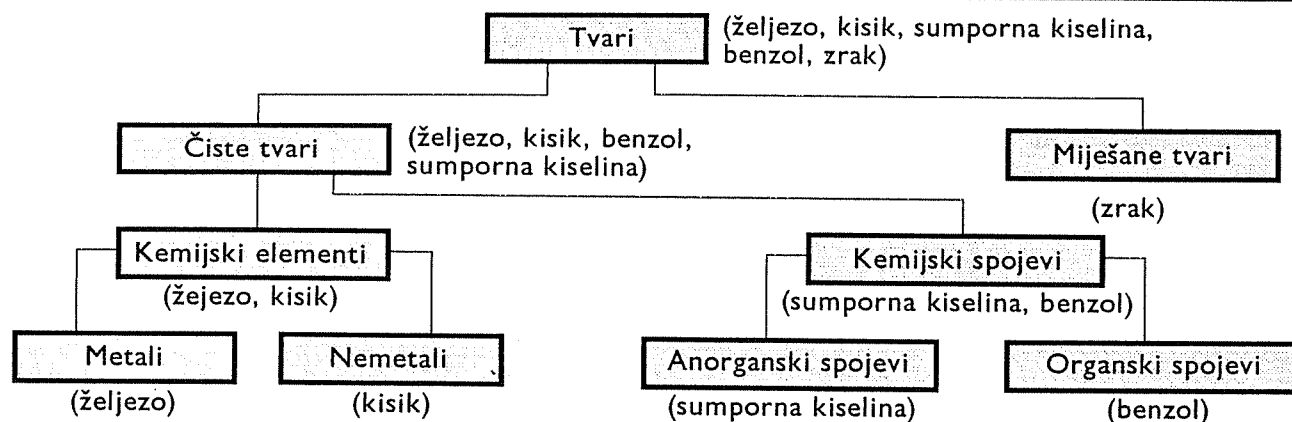
$Q = m \cdot c \cdot \Delta \vartheta$ Q : količina topline $[Q] = \text{J}$ (džul) m : masa $\Delta \vartheta$: promjena temperature c : specifični toplinski kapacitet $[c] = \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$	<p>Tijelu privedena ili od ovog predana količina topline ovisna je o umnošku mase, specifičnog toplinskog kapaciteta i promjene temperature tijela.</p>	
---	---	---

Miješanje

<p>predana količina topline = primljena količina topline</p> $Q_1 = Q_2$ $m_1 \cdot c_1 (\vartheta_1 - \vartheta_m) = m_2 \cdot c_2 (\vartheta_m - \vartheta_2)$ $\vartheta_m = \frac{m_1 \cdot c_1 \cdot \vartheta_1 + m_2 \cdot c_2 \cdot \vartheta_2}{m_1 \cdot c_1 + m_2 \cdot c_2}$ ϑ_m : temperatura miješanja	
---	--

Osnove kemije

Podjela tvari



Struktura atoma

Atomska jezgra		Elektronska ljuska atoma
Protoni	Neutroni	Elektroni
Električki pozitivna čestica. Protoni određuju svojstva elementa. Broj protona = atomski broj = redni broj	Električki neutralne čestice. Broj neutrona može biti različit za atomske jezgre istog elementa (izotopi).	Električki negativne čestice. Kod neutralnog atoma broj protona jednak je broju elektrona.

Energetske razine elektrona

Oznaka energetske razine	Najveći broj elektrona	Podjela elektrona po ljuskama	Oznake elektrona po ljuskama
K	2	2	1s
L	8	2 6	2s 2p
M	18	2 6 10	3s 3p 3d
N	32	2 3 10 14	4s 4p 4d 4f

Relativna atomska masa A

$$A = \frac{\text{masa neutralnog atoma}}{\frac{1}{12} \text{ mase atoma ugljika } ^{12}\text{C}}$$

Relativna atomska masa iznosi $1,6605 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$

Kemijski spojevi

Oksidi	sastoje se od jednog elementa i kisika. Primjeri: CO_2 , CaO , Al_2O_3 (ugljični dioksid, kalcijev oksid, aluminijev oksid)
Kiseline	odavaju pozitivno nabijene ione vodika (protone) Primjeri: H_2SO_4 , HCl , HNO_3 (sumporna kisel., klorovodična kisel. (solna), dušična kisel.
Baze	primaju pozitivno nabijene ione vodika (protone) Primjeri: NaOH , KOH , Ca(OH)_2 (natrijev hidroksid, kalijev hidroksid, kalcijev hidroksid)
Lužine	su vodene otopine baza, (natrijeva lužina, kalijeva lužina, kalcijev hidroksid)
Soli	sastoje se od pozitivnih iona metala (odn. amonijskih iona) i negativnih iona kiselinskog ostatka. Primjeri: CuSO_4 , NaCl , NaNO_3 (bakreni sulfat, natrijev klorid, natrijev nitrat)

Osnove kemije

Kemijske oznake i načini pisanja

	Atom klora	Ion klorida	Molekula vodika	Molekula natrijevog klorida
bez navoda vanjskih elektroda	Cl	Cl ⁻	H ₂	NaCl
s navodom vanjskih elektrona	: $\ddot{\text{Cl}}$:	[: $\ddot{\text{Cl}}$:] ⁻	H:H ili H-H	[Na] ⁺ [: $\ddot{\text{Cl}}$:] ⁻

Primjeri



Spojevi

	Metalna veza	Ionska veza	Atomska veza
Opaske	Privlačenje između (pozitivnih) trupova atoma i slobodnih elektrona	Privlačenje suprotno nabijenih iona.	Zajednički elektronski parovi.
Sastav	Trupovi atoma i slobodni elektroni tvore metalni kristal.	Ioni metala i ioni nemetala tvore ionski kristal.	Atomi nemetala tvore molekulu.
Primjeri	Na	NaCl	Cl ₂

Kemijske reakcije

Reakcija	Cink + solna kiselina → cinkov klorid + vodik $\cdot \text{Zn} \cdot + 2\text{H}-\ddot{\text{Cl}}: \rightarrow [\text{Zn}]^{2+} [:\ddot{\text{Cl}}:]_2^- + \text{H}-\text{H}$			
Čestice	Atomi (ioni u metalnoj rešetci)	Molekule	Ioni u ionskoj rešetci	Molekule
Veza	Metalna veza	Atomska veza	Ionska veza	Atomska veza

Nazivi anorganskih spojeva (primjeri)

Element	Oznaka	Naziv soli	Formula soli
fluor	florid	kalcijev florid	CaF ₂
klor	klorid	natrijev klorid	NaCl
brom	bromid	srebrni bromid	AgBr
jod	jodid	natrijev jodid	NaJ
kisik	oksid	ugljični dioksid	SO ₂
sumpor	sulfid	željezo (II)-sulfid	FeS
dušik	nitrid	natrijev nitrid	Na ₃ N
ugljik	karbid	kalcijev karbid	CaC ₂

Kiseline

Ion kiselinog ostatka

Naziv	Formula	Naziv	Znak
klorovodična kiselina (solna kiselina)	HCl	kloridni ion	Cl ⁻
dušična kiselina	HNO ₃	nitratni ion	NO ₃ ⁻
sumporna kiselina	H ₂ SO ₄	sulfatni ion	SO ₄ ²⁻
ugljična kiselina	H ₂ CO ₃	karbonatni ion	CO ₃ ²⁻
fosforna kiselina	H ₃ PO ₄	fosfatni ion	PO ₄ ³⁻

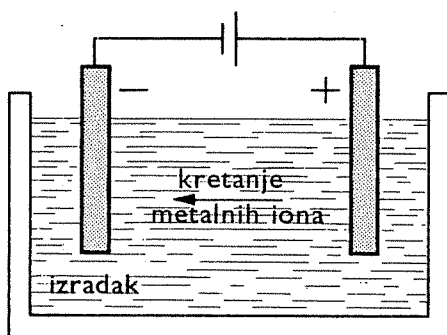
Baze

Ioni baznog ostatka

Naziv	Formula	Naziv	Znak
kalijev hidroksid	KOH	hidroksidni ion	OH ⁻
natrijev hidroksid	NaOH	hidroksidni ion	OH ⁻
kalcijev hidroksid	Ca(OH) ₂	hidroksidni ion	OH ²⁻

Izlučivanje tvari elektrolizom (galvanizacija)

Izlučivanje tvari elektrolizom



Korisnost (iskorištenje struje)
katodna korisnost

$$\eta = \frac{m}{c \cdot I \cdot t}$$

Korisnost je vrlo ovisna o uređaju.

Gubici nastaju zbog:

- popratnih reakcija (npr. izlučivanje vodika)
- sastava tekućine
- zagrijavanja tekućine

Izračunavanje mase (Faradayev zakon)

$$m = c \cdot I \cdot t$$

m : masa

c : elektrokemijski ekvivalent

$$[c] = \frac{\text{mg}}{\text{As}} \cdot \frac{\text{g}}{\text{Ah}} \quad 1 \frac{\text{mg}}{\text{As}} = \frac{3,6 \text{ g}}{\text{Ah}}$$

I : jakost struje

t : vrijeme

Gustoća struje j

$$j = \frac{I}{A} \quad A: \text{površina}$$

$$[j] = \frac{\text{A}}{\text{dm}^2}$$

Debljina sloja s

$$s = \frac{m}{A \cdot \rho} \quad s = \frac{c \cdot I \cdot t}{A \cdot \rho}; \quad s = \frac{c \cdot j \cdot t}{\rho}$$

ρ : gustoća

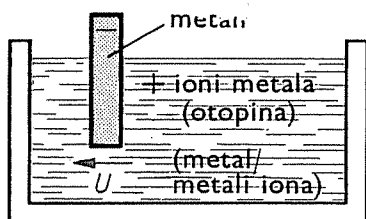
Metal	Valencija	Gustoća $\rho \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$	Elektrokemijski ekvivalent $\frac{\text{g}}{\text{A} \cdot \text{h}}$
Al aluminij	III	2,698	0,3356
Pb olovo	II	11,337	3,8654
Cd kadmij	II	8,642	2,0969
Cr krom	III	7,2	0,6467
Cr krom	VI	7,2	0,3233
Fe željezo	II	7,87	1,0419
Au zlato	I	19,3	7,3490
Au zlato	III	19,3	2,4497
Co kobalt	II	8,9	1,0994
Cu bakar	I	8,96	2,3707
Cu bakar	II	8,96	1,1854
Mg magnezij	II	1,741	0,4535
Mn mangan	II	7,43	1,0249
Ni nikal	II	8,91	1,0954
Pt platina	IV	21,5	1,8195
Se selen	IV	4,792	0,7365
Ag srebro	I	10,50	4,0247
Zn cink	II	7,13	1,2197
Sn kositar	II	7,29	2,2142
Sn kositar	IV	7,29	1,1071

Naponi rastvaranja nekih kiselina, baza i soli

1N — otopina	Napon u V	1N — otopina	Napon u V
HCl	1,36	AgNO ₃	0,70
H ₂ SO ₄	1,67	CuSO ₄	1,49
HNO ₃	1,69	NiSO ₄	2,09
NaOH	1,69	CdSO ₄	2,03
KOH	1,67	ZnSO ₄	2,35

Naponski red elemenata (standardni potencijal)

Nastanak potencijala



Kao referentna elektroda za podatke o naponu (standardni potencijal) upotrebljava se vodikova elektroda H/H^+

Standardni potencijali važnih metala (zrakom zasićena voda, pH 6; 25 °C)

Metal	Potencijal u V
zlat	+0,306
srebro	+0,194
novo srebro NS 6218	+0,161
srebrni lem 4500	+0,156
Bronca SnBz 8	+0,156
mjed SoMs 70	+0,153
mjed Ms 63	+0,145
ugljik	+0,140
nikal Ni 99,6	+0,116
Cr-čelik	+0,007
Cr-Ni-čelik (V2A)	-0,084
Aluminij Al 99,5	-0,169
cinkov lem LSn 90	-0,258
olovo Pb 99,9	-0,283
strojno željezo GG-18	-0,389
cink Zn 99,975	-0,807
GD Zn Al 4	-0,853

Standardni potencijali (teoretske vrijednosti)

Element	Reakcija na elektrodi	Potencijal u V
litij	$Li \rightarrow Li^+ + e$	-3,02
kalij	$K \rightarrow K^+ + e$	-2,92
kalcij	$Ca \rightarrow Ca^{2+} + 2e$	-2,89
natrij	$Na \rightarrow Na^+ + e$	-2,84
magnezij	$Mg \rightarrow Mg^{2+} + 2e$	-2,34
aluminij	$Al \rightarrow Al^{3+} + 3e$	-1,67
mangan	$Mn \rightarrow Mn^{2+} + 2e$	-1,05
cink	$Zn \rightarrow Zn^{2+} + 2e$	-0,76
krom	$Cr \rightarrow Cr^{3+} + 3e$	-0,71
sumpor	$S^{2-} \rightarrow S + 2e$	-0,51
željezo	$Fe \rightarrow Fe^{2+} + 2e$	-0,41
kadmij	$Cd \rightarrow Cd^{2+} + 2e$	-0,40
kobalt	$Co \rightarrow Co^{2+} + 2e$	-0,27
nikal	$Ni \rightarrow Ni^{2+} + 2e$	-0,25
kositar	$Sn \rightarrow Sn^{2+} + 2e$	-0,41
olovo	$Pb \rightarrow Pb^{2+} + 2e$	-0,125
željezo	$Fe \rightarrow Fe^{3+} + 3e$	-0,036
vodik	$\frac{1}{2} H_2 \rightarrow H^+ + e$	$\pm 0,000$
kositar	$Sn \rightarrow Sn^{3+} + 4e$	+0,050
bakar	$Cu \rightarrow Cu^{2+} + 2e$	+0,345
bakar	$Cu \rightarrow Cu^+ + e$	+0,52
jod	$J_2 \text{ čvrsti} + 2e \rightarrow 2I^-$	+0,536
živa	$2 Hg \rightarrow Hg_2^{2+} + 2e$	+0,798
srebro	$Ag \rightarrow Ag^+ + e$	+0,80
živa	$Hg \rightarrow Hg^{2+} + 2e$	+0,80
platina	$Pt \rightarrow Pt^{2+} + 2e$	+1,2
klor	$Cl_2 \text{ (plin)} + 2e \rightarrow 2Cl^-$	+1,358
zlat	$Au \rightarrow Au^{3+} + 3e$	+1,42
zlat	$Au \rightarrow Au^+ + e$	+1,7
fluor	$F_2 \text{ (plin)} + 2e \rightarrow 2F^-$	+2,85

Zaštitne mjere protiv korozije

Zaštita izborom prikladnih tvari

Zaštitne mjere na materijalima

Zaštita elektrokemijskim postupcima

zaštitni slojevi

metalna prevlaka

nemetalna prevlaka

usporivači korozije

fizikalni (adsorpcija na površinu)

kemijski (kemijska reakcija s površinom metala)

galvansko kromiranje

oblaganje umjetnom tvari

adsorpcija koloida

prevlačenje plemenitim metalom

potrošna anoda

izvor strane struje

anoda od neplemenitog metala (Zn, Mg, Al)

utjecajem napona objekt postaje katoda

Osnovne veličine i formule u elektrotehnici

Veličina	Prikaz	Veličina i zna- kovi veličina	Jedinice i zna- kovi jedinica	Formula
Napon		Napon U	volt V	$U = \frac{W}{Q}$
		Naboj Q	kulon C amper- sekunda As	
		Rad W	vatsekunda Ws, VAs	
Električni napon između dvije točke električnog polja jednak je kvocijentu izvršenog rada pomaka i pokretanog naboja.				
Jakost struje		Jakost struje I	amper A	$I = \frac{Q}{t}$
		Vrijeme t	sekunda s 1 As = 1 C	
Amper je jakost vremenski nepromjenljive struje kroz dva ravna, paralelna i beskonačno duga vodiča, međusobno razmaknuta za 1 m, između kojih u zrakopraznom prostoru, svaki metar dvostrukog voda djeluje silom od $2 \cdot 10^{-7}$ N.				
Gustoća struje		Gustoća struje J	amper po kvadratnom metru A/m ²	$J = \frac{I}{q}$
		Površina presjeka q	kvadratni metar m ²	
Jakost struje, napon, otpor i vodljivost		Otpor R	om Ω $1 \Omega = \frac{V}{A}$	$I = \frac{U}{R}$
		Vodljivost G	siemens S $1 S = \frac{A}{V}$	$G = \frac{1}{R}$ $I = G \cdot U$
Električni rad		Električni rad W	vatsekunda Ws, VAs 1 kWh = $3,6 \cdot 10^6$ Ws 1 Nm = 1 Ws = 1 J	$W = U \cdot I \cdot t$ $W = P \cdot t$
Električna snaga		Električna snaga P	vat W, VA	$P = \frac{W}{t}$ $P = U \cdot I$ $P = I^2 \cdot R$ $P = \frac{U^2}{R}$

Nazivni naponi i nazivne struje

Nazivni naponi ispod 100 V (usp. str. 136)

DIN 40 001/4.57

Prednostne vrijednosti u V	2	4	6	12	24	40	42 ¹⁾	60	80	
Područja primjene	Nazivni naponi u V									
Rasvjetni uređaji: suhi članci	1,5	2,5	3,5							
Rasvjetni uređaji: akumulatori, generatori, transformatori	2	2,5	4	6	8	12	24	40	42 ¹⁾	60 80
Električno trošilo napajano iz transformatora za zvonce	2	4	6							
Električne igračke	2	4	6	20	24					
Obrtnički mali motori	12	24	40	42 ¹⁾	60					
Akumulatorna vozila: električna kolica, vozila i prenosnika	24	40	80							
Akumulatorna vozila: jamske lokomotive	60	72	80	96						
Elektrotermički aparati	12	24	40							
Elektromedicinski aparati	2	2,5	3,5	4	6	8	12			
Dojavni i daljinski upravljački uređaji	1,5	2	4	6	12	20	24	40	48	60 80
Zaštitni i regulacijski uređaji	24	60								

¹⁾ kod izmjeničnog napona također 42 V

Nazivni naponi od 100 V do 280 kV

DIN 40 002/4.73

Istosmjerni napon		Izmjenični napon 50 Hz			Jednofazni izmjenični napon 16 ² / ₃ Hz	
u V	u kV	u V	u kV		u V	u kV
110	1,2	100 ¹⁾	1	25	100 ¹⁾	1
220	1,5	125	3	30	200	15
440	3	220 ²⁾	5	60	220	110
600		380 ³⁾	6	110		
750		500	10	220		
		660	15	380		
			20			

Debelo otisnute vrijednosti su prednostne vrijednosti ¹⁾ Samo za naponski transformator

²⁾ Kao linijski napon nema prednostnu vrijednost

³⁾ Linijski napon u trofaznom sustavu

Nazivne struje u A

DIN 40 003/3.69

JUS N.A3.301











1	1,25	1,6	2	2,5	3,15	4	5	6,3	8
10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80
100	125	160	200	250	315	400	500	630	800
1 000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000
10 000									

Mogu se, prema potrebi umjesto 1,6 A; 3,15 A; 6,3 A i 8 A predvidjeti vrijednosti 1,5 A; 3 A; 6 A i 7,5 A, odnosno 10-, 100- i 1000 puta povećane vrijednosti.

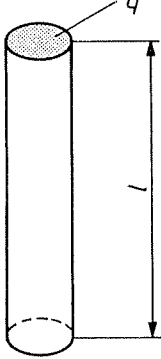
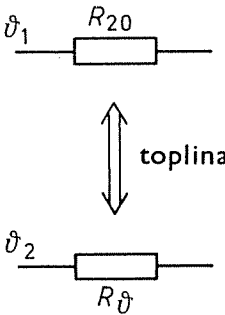
Označavanje napona i struja

DIN 40710/9.66

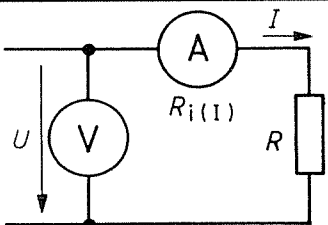
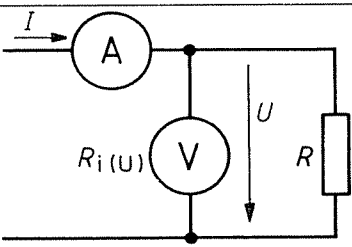
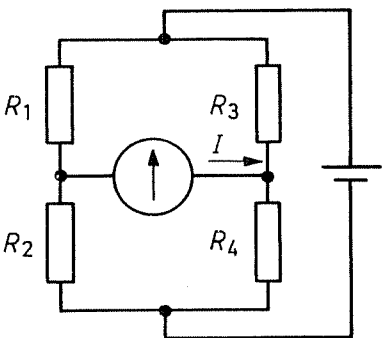
JUS N.A3.002

Znak	Naziv	Znak	Naziv	Znak	Naziv
—	Istosmjerna struja općenito		Istosmjerna ili izmjenična struja	 ili 	Modulirana izmjenična struja, općenito
---	Istosmjerna struja po izboru		Mješovita struja		Pravokutni impuls
~	Izmjenična struja, općenito		Izmjenična struja tonske frekvencije		Trokutni impuls
~ 2 kHz	Izmjenična struja s navođenjem frekvencije		Izmjenična struja visoke frekvencije	1 ~ 16 ² / ₃ Hz	Jednofazna izmjenična struja, npr. 16 ² / ₃ Hz
~	Tehnička izmjenična struja, jednako opterećenje vodiča ili faznih namota		Izmjenična struja najviše frekvencije	2 ~	Dvofazna izmjenična struja
				n ~	n-fazna izmjenična struja

Električni otpor

Opis	Prikaz	Veličine i znakovi	Znakovi jedinica	Formule
Otpor vodiča		R : otpor l : duljina q : poprečni presjek ρ : specifični otpor κ : specifična vodljivost	Ω m m^2, mm^2 $\Omega \cdot m, \frac{\Omega \cdot mm^2}{m}$ $1 \frac{\Omega \cdot mm^2}{m} =$ $1 \frac{\mu\Omega \cdot m}{S \cdot m}$ $\frac{m}{mm^2}, \frac{mm^2}{m}$ $1 \frac{S \cdot m}{mm^2} = 1 \frac{\mu S}{m}$	$R = \frac{\rho \cdot l}{q}$ $\kappa = \frac{1}{\rho}$ $R = \frac{l}{\kappa \cdot q}$
Otpor i temperatura		ΔR : promjena otpora R_{20} : otpor kod 20 °C α, β : koeficijent temperature $\Delta \vartheta$: promjena temperature R_{ϑ} : otpor kod zagrijavanja	Ω Ω $\frac{1}{K}, K^{-1}$ $\frac{1}{K^2}, K^{-2}$ K Ω	$\vartheta < 100 ^\circ C$ $\Delta R =$ $R_{20} \cdot \alpha \cdot \Delta \vartheta$ $R_{\vartheta} = R_{20} + \Delta R$ $R_{\vartheta} =$ $R_{20} (1 + \alpha \cdot \Delta \vartheta)$ $\vartheta > 100 ^\circ C$ $R_{\vartheta} = R_{20} (1 +$ $\alpha \cdot \Delta \vartheta + \beta \cdot \Delta \vartheta^2)$

Mjerenje električnih otpora

Spoj s naponskom pogreškom (za velike otpore)		U : izmjereni napon I : izmjerena jakost struje $R_{i(I)}$: otpor ampermetra	V A Ω	$R = \frac{U - I \cdot R_{i(I)}}{I}$
Spoj sa strujnom pogreškom (za male otpore)		U : izmjereni napon I : izmjerena jakost $R_{i(U)}$: otpor voltmetra	V A Ω	$R = \frac{U}{I - \frac{U}{R_{i(U)}}}$
Mosni spoj (Wheatstoneov most)		R_1, R_2, R_3, R_4 : Otpori mjernog mosta	Ω	uravnotežen most $\frac{R_1}{R_2} = \frac{R_3}{R_4}$ $I = 0$

Spojevi s otporima

Predznaci i smjerovi struje i napona

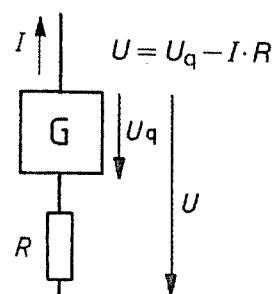
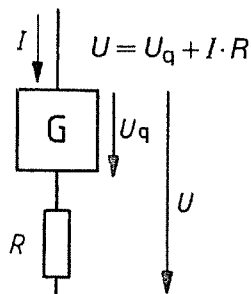
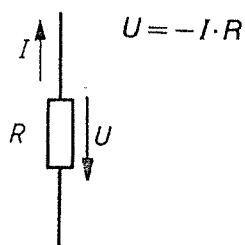
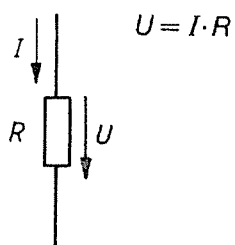
DIN 5489/11.68

Isti referentni smjer

Različit referentni smjer

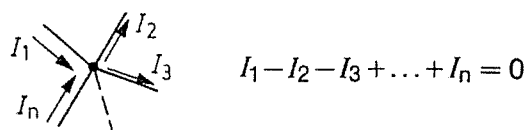
Sustav strelica za trošilo

Sustav strelica za generator



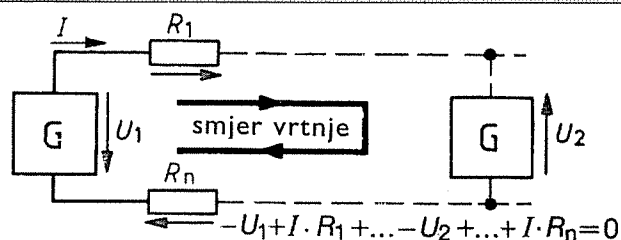
Prvi Kirchhoffov zakon (zakon čvorišta)

Zbroj svih struja u svakom čvorištu jednak je nuli



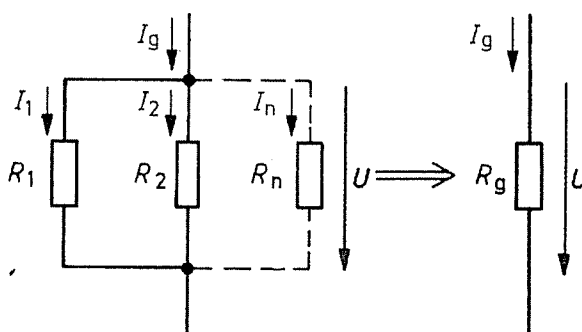
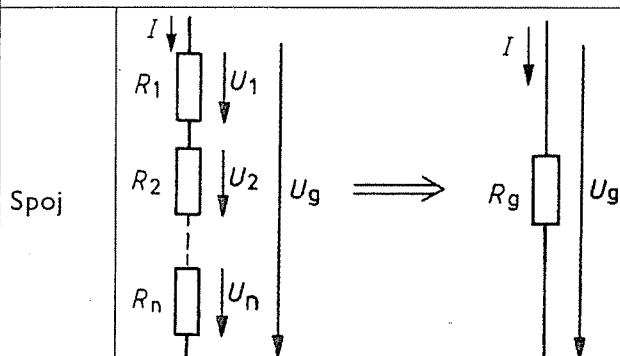
Drugi Kirchhoffov zakon (zakon petlje)

Zbroj svih dionih napona uzduž jednog zatvorenog puta (po volji odabranih smjerova obilaženja) jednak je nuli



Serijski spoj

Paralelni spoj



Napon $U_g = U_1 + U_2 + \dots + U_n$

Svi otpori leže na istom naponu U

Jakost struje Kroz sve otpore prolazi ista struja I

$I_g = I_1 + I_2 + \dots + I_n$

Otpori i vodljivost $R_g = R_1 + R_2 + \dots + R_n$

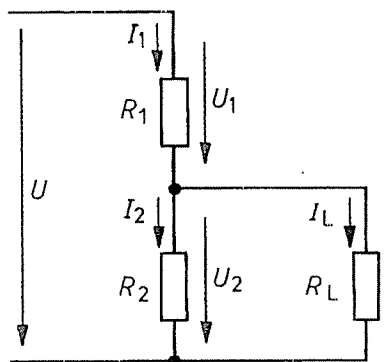
$\frac{1}{R_g} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}$
 $G_g = G_1 + G_2 + \dots + G_n$

Odnosi $\frac{U_1}{U_2} = \frac{R_1}{R_2}; \frac{U_1}{U_n} = \frac{R_1}{R_n}; \frac{U_1}{U_g} = \frac{R_1}{R_g}; \dots$

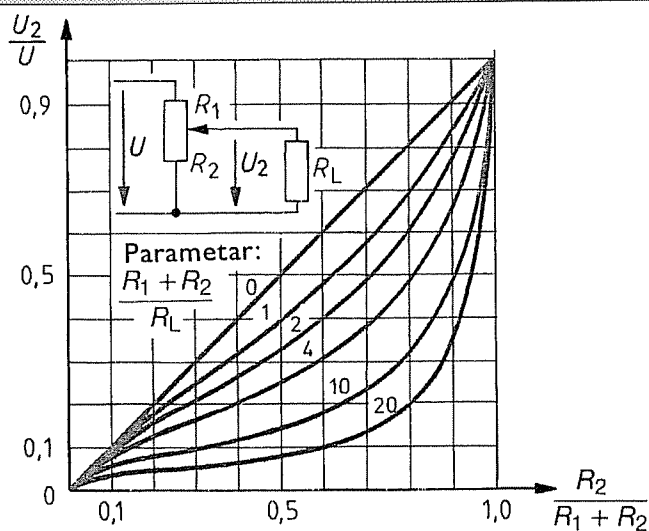
$\frac{I_1}{I_2} = \frac{R_2}{R_1}; \frac{I_1}{I_n} = \frac{R_n}{R_1}; \frac{I_1}{I_g} = \frac{R_g}{R_1}; \dots$

Spojevi s otporima

Opterećeno djelilo napona

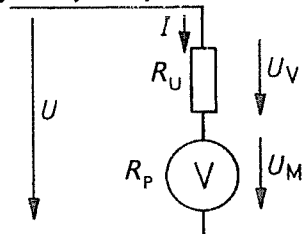


$$\frac{U_2}{U} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \left(\frac{R_L}{R_L + R_1 \cdot R_2 / (R_1 + R_2)} \right)$$



Proširenje mjernog opsega

Mjerenje napona



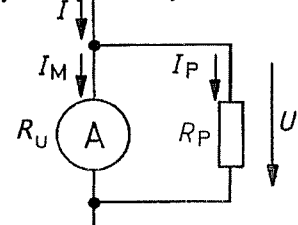
n : faktor proširenja mjernog opsega
 R_p : predotpor
 R_U : unutarnji otpor
 U_M : napon na mjernom sustavu pri potpunom odklonu
 I : struja kroz mjerni sustav pri potpunom odklonu

$$n = \frac{U}{U_M}$$

$$R_p = \frac{U - U_M}{I}$$

$$R_p = (n - 1) R_M$$

Mjerenje struje



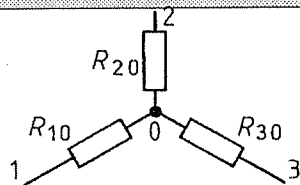
n : faktor proširenja mjernog napona
 R_p : paralelni otpor
 R_u : unutarnji otpor
 U : napon na mjernom sustavu pri potpunom odklonu
 I_M : struja kroz mjerni sustav pri potpunom odklonu

$$n = \frac{I}{I_M}$$

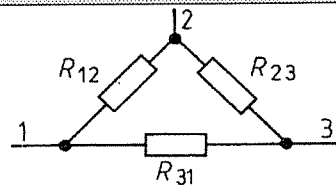
$$R_p = \frac{U}{I - I_M}$$

$$R_p = \frac{R_M}{(n - 1)}$$

Pretvorba zvijezda-trokut



pretvorba



$$R_{12} = \frac{R_{10} \cdot R_{20}}{R_{30}} + R_{10} + R_{20}$$

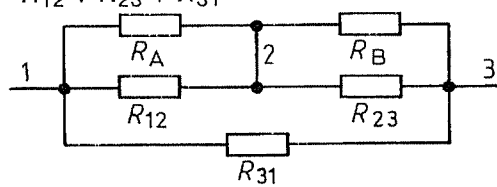
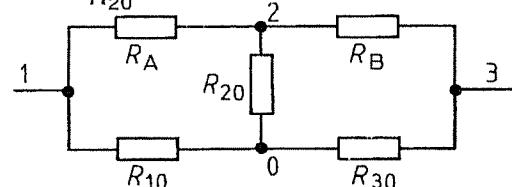
$$R_{23} = \frac{R_{20} \cdot R_{30}}{R_{10}} + R_{20} + R_{30}$$

$$R_{31} = \frac{R_{10} \cdot R_{30}}{R_{20}} + R_{10} + R_{30}$$

$$R_{10} = \frac{R_{12} \cdot R_{31}}{R_{12} + R_{23} + R_{31}}$$

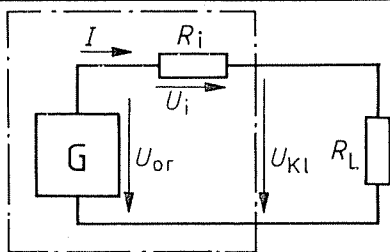
$$R_{20} = \frac{R_{23} \cdot R_{31}}{R_{12} + R_{23} + R_{31}}$$

$$R_{30} = \frac{R_{12} \cdot R_{23}}{R_{12} + R_{23} + R_{31}}$$



Spojevi s naponskim izvorima

Naponski izvor s unutrašnjim otporom



U_{or} : napon praznog hoda
 U_{KL} : napon na stezaljkama
 ΔU : promjena napona
 R_i : unutrašnji otpor
 R_L : opterećni otpor
 I_k : struja kratkog spoja
 ΔI : promjena struje

$$U_{or} = U_i + U_{KL}$$

$$I = \frac{U_{or}}{R_i + R_L}; \quad I_k = \frac{U_{or}}{R_i}$$

$$R_i = \frac{U_i}{I}; \quad R_i = \frac{\Delta U}{\Delta I}$$

Prilagođenje

Prilagođenje struje, $R_L \ll R_i$

$$I \approx \frac{U_{or}}{R_i}$$

$$U_{KL} \approx \frac{U_{or} \cdot R_L}{R_i}$$

$$P_L \approx 0$$

Prilagođenje napona, $R_L \gg R_i$

$$I \approx \frac{U_{or}}{R_L}$$

$$U_{KL} \approx U_{or}$$

$$P_L \approx 0$$

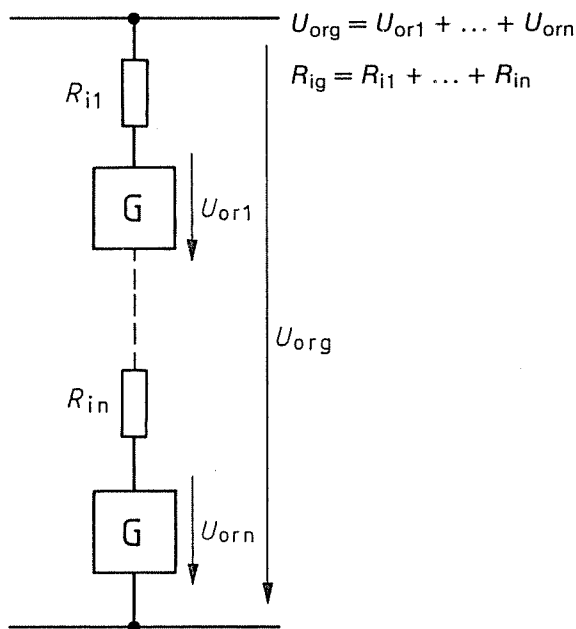
Prilagođenje snage, $R_L = R_i$

$$I = \frac{U_{or}}{2R_i}; \quad I = \frac{U_{or}}{2R_L}$$

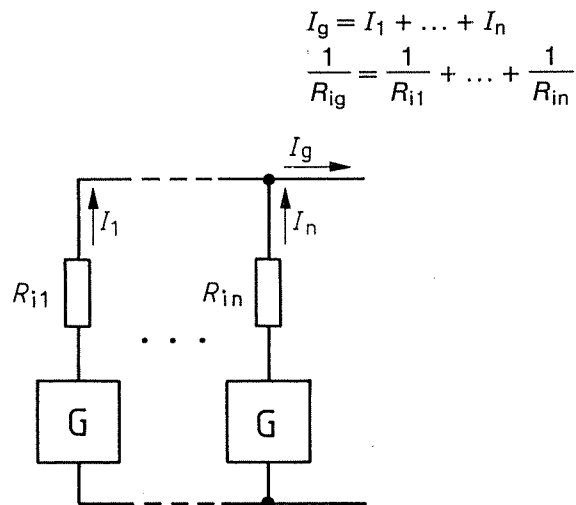
$$U_{KL} = \frac{U_{or}}{2}$$

$$P_L = \frac{U_{or}^2}{4R_i}; \quad P_i = \frac{U_{or}^2}{4R_L}$$

Serijski spoj

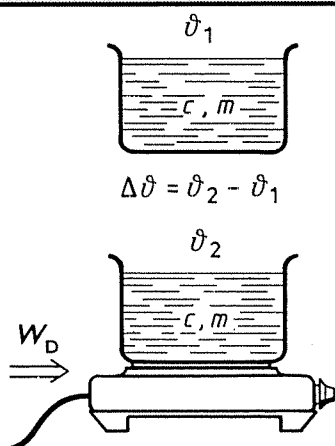


Paralelni spoj



Kod različitih napona praznog hoda teku između naponskih izvora struje izjednačenja.

Toplinska korisnost



W_U : utrošen (priveden) električni rad
 W_D, Q : dobivena (predana) količina topline
 $\Delta \theta$: promjena temperature
 c : specifični toplinski kapacitet
 η_{th} : toplinska korisnost
 t : vrijeme
 m : masa (npr. vode)

$$W_U = P \cdot t \quad [W_D] = W_s$$

$$[P] = W$$

$$[t] = s$$

$$W_D = Q = m \cdot c \cdot \Delta \theta$$

$$[Q] = J$$

$$[m] = kg$$

$$[c] = \frac{J}{kg \cdot K}$$

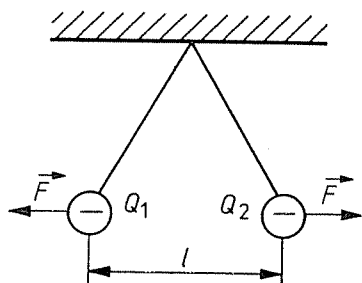
$$[\Delta \theta] = K$$

$$\eta_{th} = \frac{W_P}{W_D}$$

$$P = \frac{\Delta \theta \cdot c \cdot m}{\eta_{th} \cdot t} \quad [\eta] = 1$$

Električno polje, kondenzator

Sila među nabojima (Coulombov zakon)



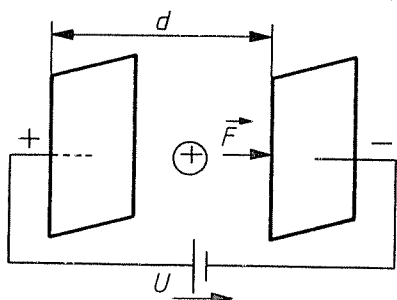
F : sila među nabojima
 Q_1, Q_2 : naboji
 ϵ : dielektričnost
 ϵ_0 : dielektričnost vakuumu
 ϵ_r : relativna dielektričnost
 l : udaljenost naboja

$$F = \frac{Q_1 \cdot Q_2}{4\pi\epsilon \cdot l^2}$$

$$\epsilon = \epsilon_0 \cdot \epsilon_r \quad [\epsilon_r] = 1$$

$$\epsilon_0 = 8,86 \cdot 10^{-12} \frac{\text{As}}{\text{Vm}}$$

Jakost električnog polja



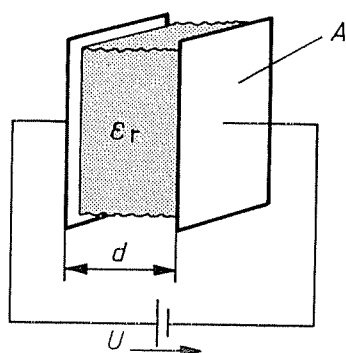
E : jakost električnog polja
 F : sila na naboj u polju
 Q : naboj u polju
 U : napon između ploča
 d : udaljenost ploča

$$E = \frac{F}{Q} \quad [E] = \frac{\text{N}}{\text{C}}$$

$$1 \text{ C} = 1 \text{ As}$$

$$F = \frac{U}{d} \quad [E] = \frac{\text{V}}{\text{m}}$$

Kondenzator i kapacitet



C : kapacitet kondenzatora
 Q : naboj kondenzatora
 U : napon između ploča kondenzatora
 ϵ : dielektričnost
 ϵ_0 : dielektričnost vakuumu
 ϵ_r : relativna dielektričnost
 A : površina ploče
 d : razmak ploča
 W : spremljena energija kondenzatora

$$C = \frac{Q}{U} \quad [C] = \frac{\text{As}}{\text{V}}$$

$$1 \frac{\text{As}}{\text{V}} = 1 \text{ F (Farad)}$$

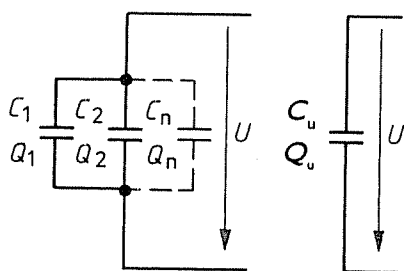
$$C = \frac{\epsilon \cdot A}{d}$$

$$\epsilon = \epsilon_0 \cdot \epsilon_r \quad [\epsilon_r] = 1$$

$$\epsilon_0 = 8,86 \cdot 10^{-12} \frac{\text{As}}{\text{Vm}}$$

$$W = \frac{C \cdot U^2}{2} \quad [W] = \text{VAs}$$

Paralelni spoj kondenzatora



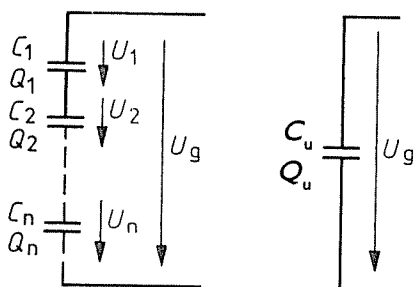
$Q_1 \dots Q_n$: naboji pojedinačnih kondenzatora
 $C_1 \dots C_n$: kapaciteti pojedinačnih kondenzatora
 Q_u : naboj ukupnog kapaciteta
 C_u : ukupni kapacitet

$$Q = C \cdot U$$

$$Q_u = Q_1 + Q_2 + \dots + Q_n$$

$$C_u = C_1 + C_2 + \dots + C_n$$

Serijski spoj kondenzatora



$Q_1 \dots Q_n$: naboji pojedinačnih kondenzatora
 $C_1 \dots C_n$: kapaciteti pojedinačnih kondenzatora
 Q_u : naboj ukupnog kapaciteta
 C_u : ukupni kapacitet
 $U_1 \dots U_n$: pojedinačni naponi
 U_u : ukupni napon

$$Q = C \cdot U$$

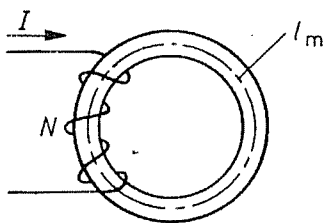
$$Q_u = Q_1 = Q_2 = \dots = Q_n$$

$$C_u = U_1 + U_2 + \dots + U_n$$

$$\frac{1}{U_u} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots + \frac{1}{C_n}$$

Magnetsko polje

Jakost magnetskog polja

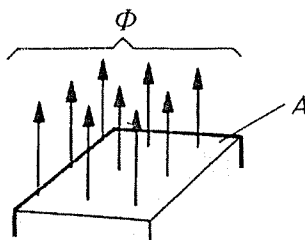


H : jakost magnetskog polja
 I : jakost struje
 N : broj zavoja
 l_m : srednja duljina silnica
 Θ : magnetska uzbuda

$$H = \frac{I \cdot N}{l_m} \quad [H] = \frac{A}{m}$$

$$\Theta = I \cdot N \quad [\Theta] = A$$

Magnetska indukcija



B : magnetska indukcija
 Φ : magnetski tok
 A : površina

$$B = \frac{\Phi}{A} \quad [\Phi] = Vs$$

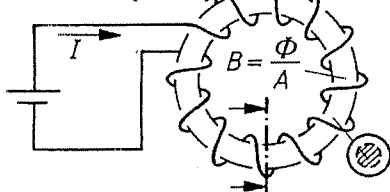
$$1 Vs = 1 Wb \text{ (Weber)}$$

$$[B] = \frac{Vs}{m^2}$$

$$1 \frac{Vs}{m^2} = 1 T \text{ (Tesla)}$$

Veza između jakosti magnetskog polja i magnetske indukcije

Vakuum (zrak)

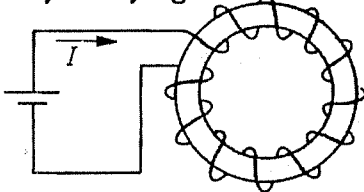


μ_0 : magnetska permeabilnost
 vakuuma
 Karakteristi-
 ka magneti-
 ziranja zraka

$$B = \mu_0 \cdot H$$

$$\mu_0 = 1,257 \cdot 10^{-6} \frac{Vs}{Am}$$

Željezna jezgra

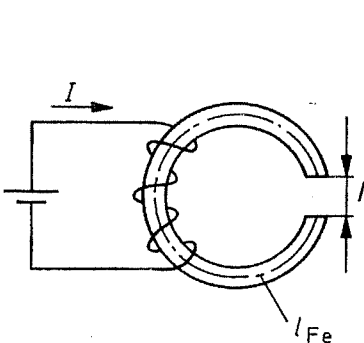


μ_r : relativna permeabilnost
 μ : permeabilnost
 Karakteristi-
 ka magneti-
 zacije željeza

$$B = \mu \cdot H$$

$$\mu = \mu_0 \cdot \mu_r \quad [\mu_r] = 1$$

Magnetski krug sa zračnim rasporom



R_m : magnetski otpor
 Λ : magnetska vodljivost
 R_{mu} : ukupni magnetski otpor
 R_{mFe} : magnetski otpor željeza
 R_{mz} : magnetski otpor zračnog
 raspora
 Θ_u : ukupna magnetska uzbuda
 H_{Fe}, l_{Fe} : veličine željezne jezgre
 H_z, l_z : veličine zračnog
 raspora

$$R_m = \frac{\Theta}{\Phi} \quad [R_m] = \frac{A}{Vs}$$

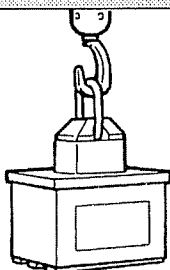
$$1 \frac{A}{Vs} = \frac{1}{H} \text{ (1/henry)}$$

$$\Lambda = \frac{1}{R_m} \quad \Delta = \frac{Vs}{A}$$

$$R_{mg} = R_{mFe} + R_{mz}$$

$$\Theta_u = H_{Fe} \cdot l_{Fe} + H_z \cdot l_z$$

Nosiva sila magneta



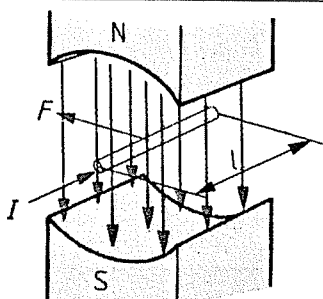
F : sila
 B : gustoća magnetskog toka
 A : površina
 μ_0 : magnetska permeabilnost
 vakuuma

$$F = \frac{B^2 \cdot A}{2\mu_0}$$

$$\mu_0 = 1,257 \cdot 10^{-6} \frac{Vs}{Am}$$

Magnetsko polje

Strujom protjecani vodič u magnetskom polju

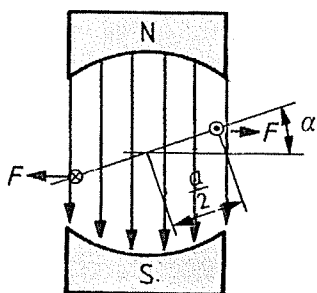


F : sila na vodič
 I : jakost struje
 l : duljina vodiča u magnetskom polju
 z : broj vodiča

$$F = B \cdot I \cdot l \cdot z$$

$$[F] = N$$

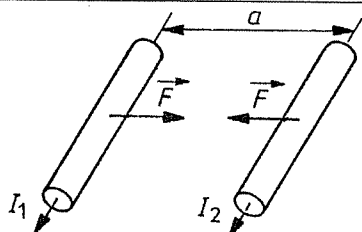
Svitak u magnetskom polju



M : zakretni moment
 a : duljina svitka

$$M = \frac{F \cdot a \cdot \sin \alpha}{2}$$

Sila između strujom protjecanih vodiča

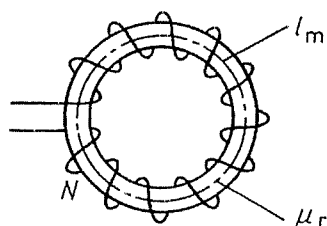


F : sila između vodiča
 l : duljina vodiča
 a : razak vodiča
 I_1, I_2 : jakost struje
 μ_0 : magnetska permeabilnost vakuumu

$$F = \frac{\mu_0 I_1 \cdot I_2 \cdot l}{2\pi \cdot a}$$

$$\mu_0 = 1,257 \cdot 10^{-6} \frac{Vs}{Am}$$

Induktivnost svitka



L : induktivnost
 N : broj namota
 A : površina svitka
 μ_0 : magnetska permeabilnost vakuumu
 μ_r : relativna permeabilnost
 μ : permeabilnost
 l_s : srednja duljina silnica
 W : energija svitka

$$L = \frac{\mu \cdot N^2 \cdot A}{l_m} \quad [L] = \frac{Vs}{A}$$

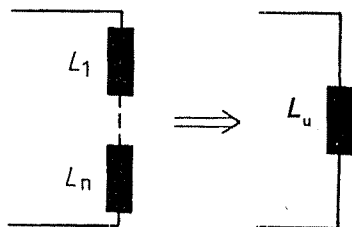
$$1 \frac{Vs}{A} = 1H$$

$$\mu = \mu_0 \cdot \mu_r \quad [\mu_r] = 1$$

$$\mu_0 = 1,257 \cdot$$

$$W = \frac{L \cdot I^2}{2}$$

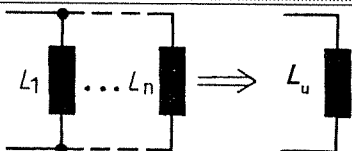
Serijski spoj svitaka



$L_1 \dots L_n$: pojedinačne induktivnosti
 L_u : ukupna induktivnost

$$L_u = L_1 + \dots + L_n$$

Paralelni spoj svitaka



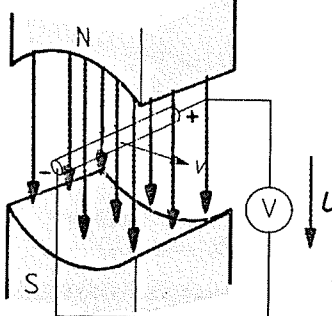
$L_1 \dots L_n$: pojedinačne induktivnosti
 L_u : ukupna induktivnost

$$\frac{1}{L_u} = \frac{1}{L_1} + \dots + \frac{1}{L_n}$$

Napon indukcije

Indukcija gibanja

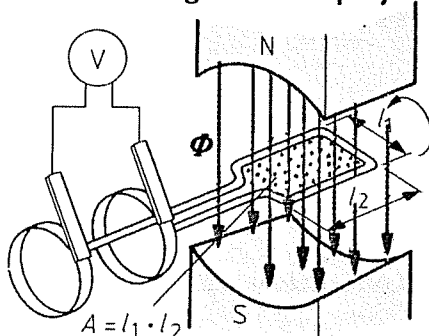
Vodič u magnetskom polju



U : napon indukcije
 B : gustoća magnetskog toka
 l : duljina vodiča u magnetskom polju
 v : brzina vodiča
 z : broj vodiča

$$U = B \cdot l \cdot v \cdot z$$

Svitak u magnetskom polju



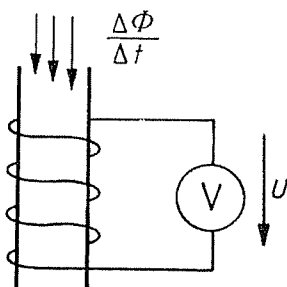
U : napon indukcije
 N : broj zavoja
 $\Delta\Phi$: promjena toka
 Δt : promjena vremena

$$U = N \cdot \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$$

$$U = -N \cdot \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$$

(Predznak ovisi o odabranom smjeru)

Indukcija mirovanja



U : napon indukcije
 N : broj zavoja
 $\Delta\Phi$: promjena toka
 Δt : promjena vremena

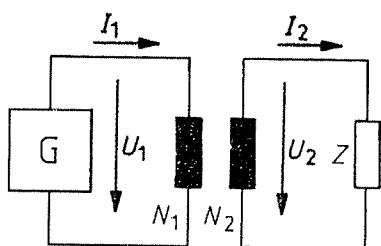
$$U = N \cdot \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$$

$$U = -N \cdot \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$$

(Predznak ovisi o odabranom smjeru)

Jednofazni transformatori

Prijenosni omjeri



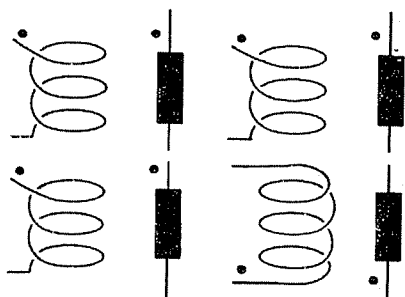
U_1 : primarni napon
 U_2 : sekundarni napon
 I_1 : primarna jakost struje
 I_2 : sekundarna jakost struje
 N_1 : broj zavoja primara
 N_2 : broj zavoja sekundara
 Z_1 : impedancija primara
 Z_2 : impedancija sekundara
 P : prijenosni omjer

$$\frac{U_1}{U_2} \approx \frac{N_1}{N_2}; \quad P = \frac{N_1}{N_2}$$

$$\frac{I_1}{I_2} \approx \frac{N_2}{N_1}$$

$$\frac{Z_1}{Z_2} \approx \left(\frac{N_1}{N_2}\right)^2$$

Točka namota



L : ukupna samoindukcija
 L_1 : samoindukcija
 L_2 : samoindukcija
 M : međusobna induktivnost dvaju svitaka

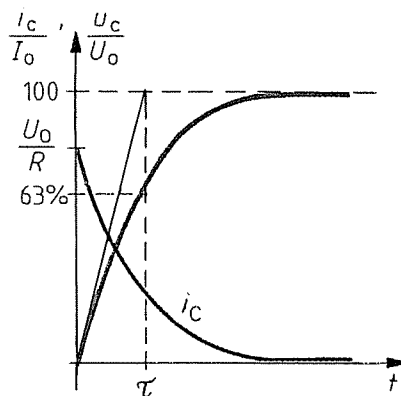
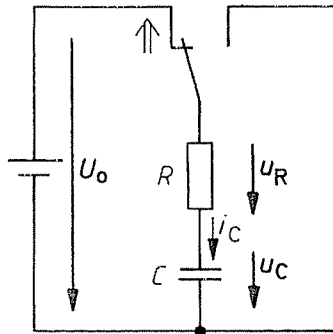
$$L = L_1 + L_2 + 2M$$

$$L = L_1 + L_2 - 2M$$

Prijelazne pojave kondenzatora i svitaka

Kondenzator

Punjenje



$$\tau = R \cdot C \quad [\tau] = s$$

$$e = 2,718...$$

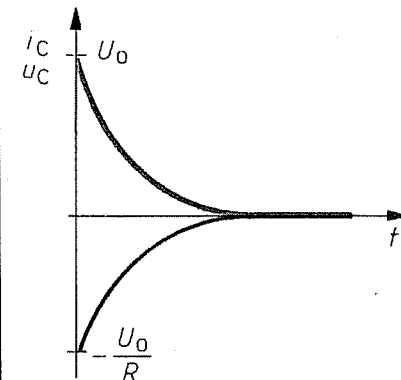
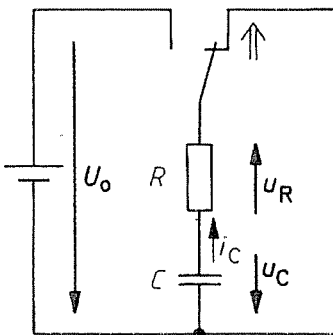
$$u_C = U_0 \cdot e^{-\frac{t}{\tau}}$$

$$i_C = \frac{U_0}{R} (1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$$

kod $t \approx 5\tau$
Kondenzator nabijen
(99,993% od U_0)

τ : vremenska konstanta
 u_C : napon na kondenzatoru
 i_C : struja u serijskom spoju

Izbijanje



$$\tau = R \cdot C \quad [\tau] = s$$

$$e = 2,718...$$

$$u_C = U_0 \cdot (1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$$

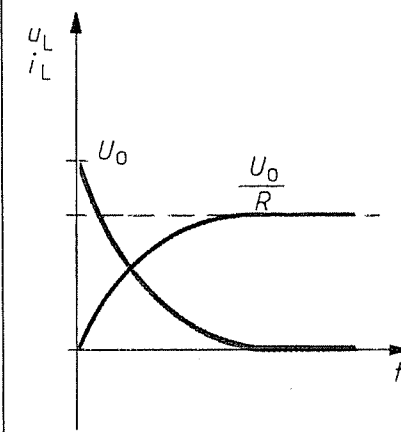
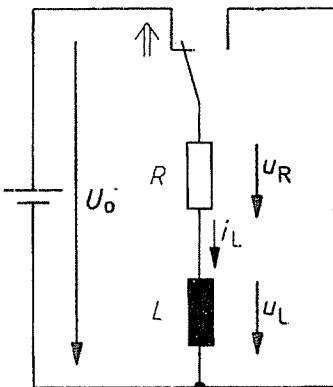
$$i_C = \frac{U_0}{R} e^{-\frac{t}{\tau}}$$

kod $t \approx 5\tau$
Kondenzator izbijen

τ : vremenska konstanta
 u_C : napon na kondenzatoru
 i_C : struja u serijskom spoju

Induktivnost

Uklapanje



$$\tau = \frac{L}{R} \quad [\tau] = s$$

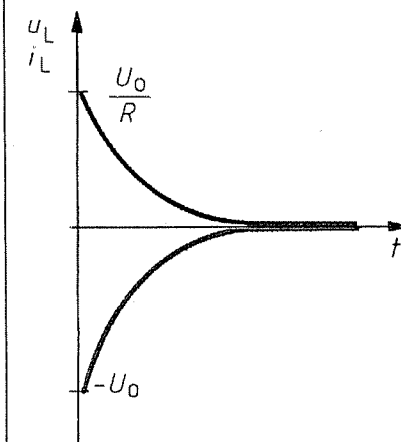
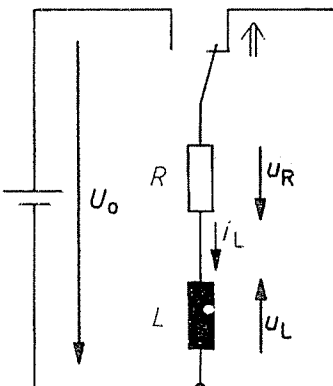
$$e = 2,718...$$

$$u_L = U_0 e^{-\frac{t}{\tau}}$$

$$i_L = \frac{U_0}{R} (1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$$

τ : vremenska konstanta
 u_L : napon na induktivnosti
 i_L : struja u serijskom spoju

Isklapanje



$$\tau = \frac{L}{R} \quad [\tau] = s$$

$$e = 2,718...$$

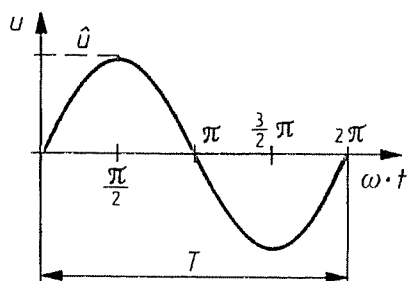
$$u_L = U_0 e^{-\frac{t}{\tau}}$$

$$i_L = \frac{U_0}{R} (1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$$

τ : vremenska konstanta
 u_L : napon na induktivnosti
 i_L : struja u serijskom spoju

Izmjenični napon i izmjenična struja

Sinusoidan izmjenični napon



u, i : trenutne vrijednosti
 \hat{u}, \hat{i} : maksimalne vrijednosti, vršne vrijednosti
 f : frekvencija
 T : trajanje periode
 ω : kružna frekvencija
 p : broj pari polova
 n : broj okretaja

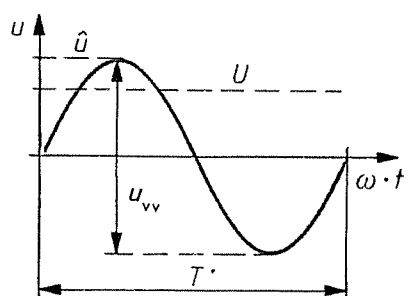
$$u = \hat{u} \sin \omega \cdot t$$

$$\omega = 2\pi \cdot f \quad [\omega] = \frac{1}{s}$$

$$f = \frac{1}{T} \quad [f] = \text{Hz}$$

$$t = p \cdot n$$

Vršne i efektivne vrijednosti



\hat{u}, \hat{i} : maksimalne vrijednosti, vršne vrijednosti, amplitude
 U, I : efektivne vrijednosti
 također: U_{ef} i I_{ef}
 u_{vv}, i_{vv} : vrijednosti između vrhova

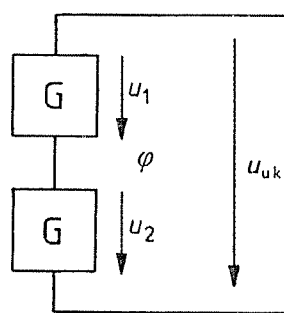
$$U = \frac{\hat{u}}{\sqrt{2}}$$

$$I = \frac{\hat{i}}{\sqrt{2}}$$

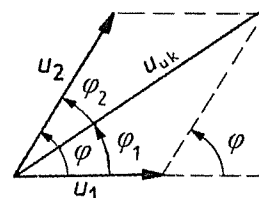
$$\hat{u}_{vv} = 2 \cdot \hat{u}$$

$$\hat{i}_{vv} = 2 \cdot \hat{i}$$

Zbrajanje fazno pomaknutih napona i struja



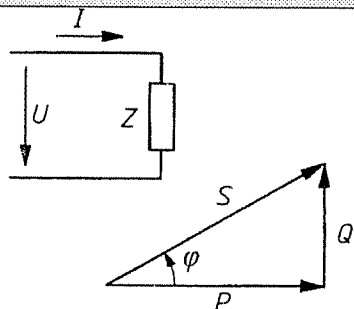
$\varphi_1, \varphi_2, \varphi$: kut faznog pomaka
 \hat{u}_1, \hat{u}_2 : vršne vrijednosti pojedinačnih napona
 \hat{u}_{uk} : vršna vrijednost ukupnog napona



$$u_{uk}^2 = u_1^2 + u_2^2 - 2 \cdot u_2 \cdot u_1 \cos (180^\circ - \varphi)$$

$$\text{tg } \varphi_1 = \frac{u_1 \cdot \sin \varphi}{u_2 + u_1 \cdot \cos \varphi}$$

Snage u krugu izmjenične struje



S : prividna snaga
 P : djelatna snaga
 Q : jalova snaga
 $\cos \varphi$: faktor snage (djelatne)
 $\sin \varphi$: faktor jalove snage

$$S = U \cdot I \quad [S] = \text{V} \cdot \text{A}$$

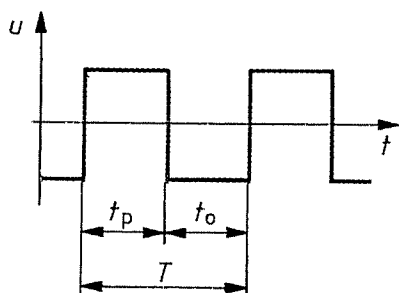
$$\sqrt{P^2 + Q^2}$$

$$P = U \cdot I \cdot \cos \varphi \quad [P] = \text{W}$$

$$\cos \varphi = \frac{P}{S}$$

$$Q = U \cdot I \cdot \sin \varphi \quad [Q] = \text{var}$$

Pravokutni signali



t_p : trajanje impulsa
 t_o : trajanje pauze
 T : trajanje perioda
 f : frekvencija
 D : omjer impuls-pauza
 V : omjer pauza-impuls

$$T = t_p + t_o$$

$$f = \frac{1}{T}$$

$$D = \frac{t_p}{T} \quad V = \frac{1}{D}$$

Oznake točaka i vodiča u sustavu

Strujni sustav	Dio	Vanjske točke, vanjski vodiči		Nultočka, nulvodič, zvjezdište, neutralni vodič	Referentno uzemljenje	Uzemljen zaštitni vodič	Nulvodič sa zaštitnom funkcijom ³⁾
Sustav istosmjerne struje	Mreža	Polaritet		M	E	PE	—
		pozitivni: L +	negativni: L +				
m-fazni sustav	Mreža	prednostni način: L1, L2, L3...Lm		N			
		dopušteno također: 1, 2, 3...m ¹⁾ ²⁾					
Trofazni sustav	Mreža	prednostni način: L1, L2, L3					
		dopušteno također: 1, 2, 3 ¹⁾ ²⁾					
		dopušteno također: R, S, T ²⁾					
	Pogonsko sredstvo	općenito: U, V, W ²⁾				—	

¹⁾ kad nije moguća zamjena

²⁾ numeriranje ili redoslijed slova u smislu slijeda faza

³⁾ prema DIN 40108 također i nulvodič

Primjeri oznaka u formulama za napon

Vrsta napona	Strujni sustav		Oznake u formuli za napon
Naponi vanjskog vodiča	Sustav istosmjerne struje		$U^1), U_{L+}, U_{L-}$
	m-fazni sustav		$U_{12}, U_{23}, U_{34} \dots U_{m1}$
	Trofazni sustav		U_{12}, U_{23}, U_{31}
	Trofazna struja $\left\{ \begin{array}{l} \text{generatori} \\ \text{motori} \\ \text{transformatori} \end{array} \right.$		U_{UV}, U_{VW}, U_{WU}
Napon i vanjski vodič — nulvodič	Sustav istosmjerne struje		U, U_{L+M}, U_{M-L}
Fazni napon	m-fazni sustav	spoj zvijezda	$U_{1N}, U_{2N}, U_{3N} \dots U_{mN}$
	trofazni sustav		U_{1N}, U_{2N}, U_{3N}
	trofazna struja $\left\{ \begin{array}{l} \text{generatori} \\ \text{motori} \\ \text{transformatori} \end{array} \right.$		U_{UN}, U_{VN}, U_{WN}
Napon nultočke	Sustav istosmjerne struje		Napon zvjezdlišta
Napon zvjezdlišta	m-fazni sustav	spoj zvijezda	U_{NE}
	trofazni sustav		
Napon vanjski vodič — uzemljenje	Sustav istosmjerne struje		U_{L+E}, U_{L+E}
	m-fazni sustav		$U_{1E}, U_{2E}, U_{3E} \dots U_{mE}$
	Trofazni sustav		U_{1E}, U_{2E}, U_{3E}

¹⁾ u prikazima dodatno sa strelicom smjera od + prema —

Strujni sustav

DIN 40108/5.78

Primjeri oznaka u formulama za struju

Vrsta struja	Strujni sustav		Oznaka u formulama za struje
Struje vanjskog vodiča	—	Sustav istosmjerne struje	$I^1), I_L +, I_L -$
	Fazne struje	m-fazni sustav	$I_1, I_2, I_3, \dots I_m^1)$
		Trofazni sustav	$I_1, I_2, I_3^1)$
	—	Tro-fazna { generatori motori transform.	Spoj zvijezda $I_u, I_v, I_w^1)$
	Kružni tok struja	m-fazni sustav	Prstenasti spoj (poligonski) $I_{12}, I_{23}, I_{34}, \dots I_{m1}$
	Linijske struje	Trofazni sustav	I_{12}, I_{23}, I_{31}
Struja neutralnog vodiča	—	Tro-fazna { generatori motori transform.	Spoj trokut I_{UV}, I_{VW}, I_{WU}
	Sustavi istosmjerne struje		$I_M^1)$
	m-fazni sustav	Spoj zvijezda	$I_N^1)$
Struja nulvodiča	trofazni sustav		$I_N^1)$
Struja uzemljenja	—	—	$I_E^1)$

¹⁾ u prikazu dodatno sa strelicom smjera

Prijenos trofazne struje

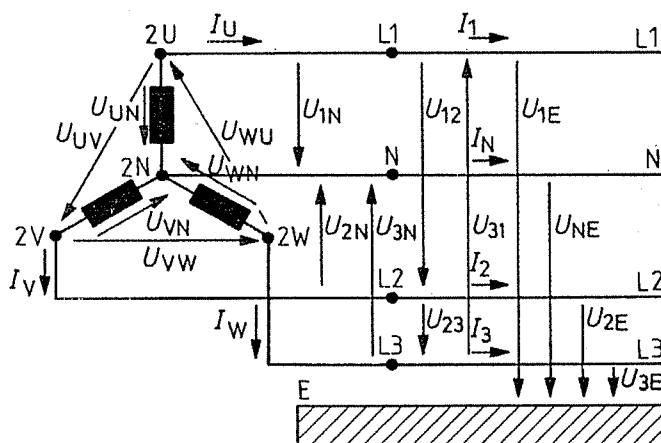
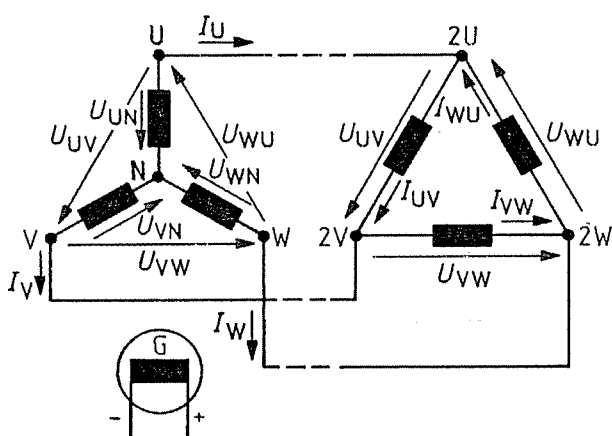
DIN 40108/5.78

Podjela

Trofazni generator s istosmjernom uzбудom

Trofazni transformator u ΔY -spoju

Razdjelna mreža



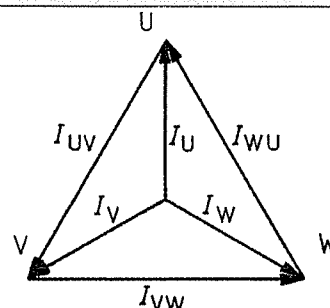
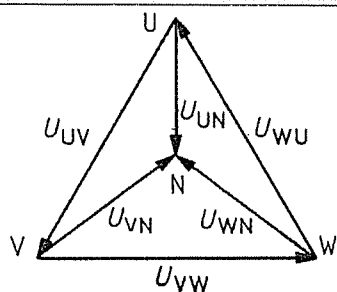
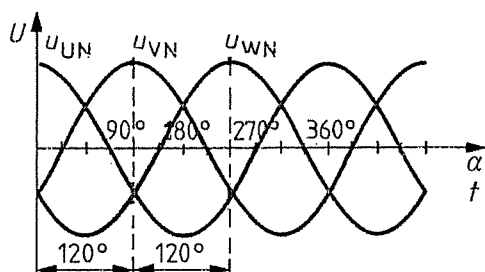
Fazni odnosi

Vektorski dijagram

Linijski dijagram

Naponi $U_{WN} = \sqrt{3} \cdot U_{UN}$

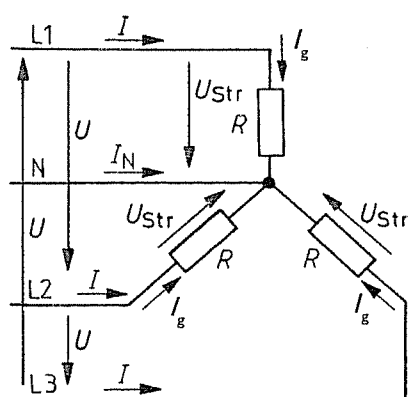
Struje $I_{WU} = \sqrt{3} \cdot I_U$



Spoj zvijezda-trokut u trofaznoj mreži

Spoj zvijezda sa simetričnim opterećenjem

$$I_N = 0$$



U_g : fazni napon
 U : linijski napon
 I_g : fazna struja
 I : linijska struja
 S : prividna snaga
 P : djelatna snaga
 B : jalova snaga
 $\cos \varphi$: faktor snage

$$U_g = \frac{U}{\sqrt{3}}$$

$$I = I_g$$

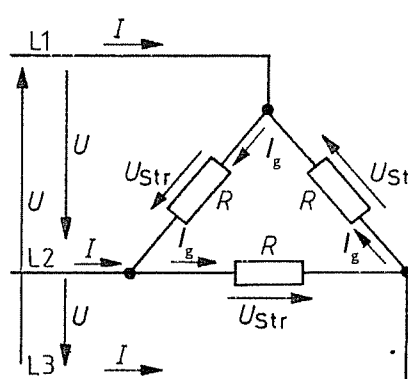
$$S = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \quad [S] = \text{Va}$$

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

$$P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \varphi \quad [P] = \text{W}$$

$$Q = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \sin \varphi \quad [Q] = \text{var}$$

Spoj trokut sa simetričnim opterećenjem



U_g : fazni napon
 U : linijski napon
 I_g : fazna struja
 I : linijska struja
 S : prividna snaga
 P : djelatna snaga
 B : jalova snaga
 $\cos \varphi$: faktor snage

$$U = U_g$$

$$I = \sqrt{3} \cdot I_g$$

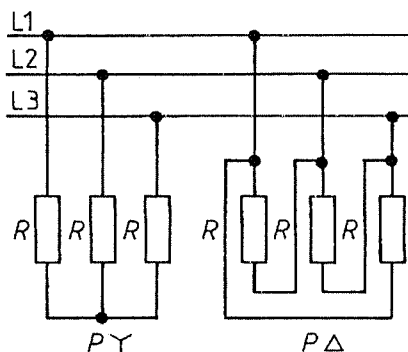
$$S = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \quad [S] = \text{VA}$$

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

$$P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \varphi \quad [P] = \text{W}$$

$$Q = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \sin \varphi \quad [Q] = \text{var}$$

Veza između spoja zvijezda i spoja trokut kod jednakog linijskog napona



P_Y : djelatna snaga u spoju zvijezda
 P_Δ : djelatna snaga u spoju trokut

$$\frac{P_Y}{P_\Delta} = \frac{1}{3}$$

Poremećeni trofazni spojevi

Spoj zvijezda

Spoj trokut

jednog vanjskog vodiča ili jedne faze

lspad
dva vanjska vodiča ili dvije faze

jedne faze

jednog vanjskog vodiča

dvije faze

lspad
jedne faze i jednog vanjskog vodiča

sa N
 $P = \frac{2}{3} P_{or}$

bez N
 $P = \frac{1}{2} P_{or}$

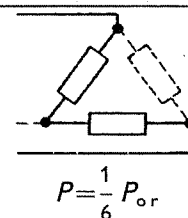
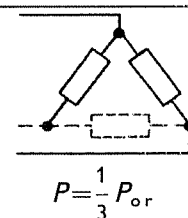
sa N
 $P = \frac{1}{3} P_{or}$

bez N
 $P = 0$

$P = \frac{2}{3} P_{or}$

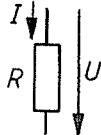
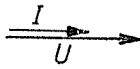
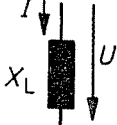
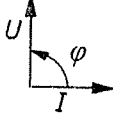
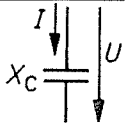
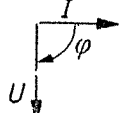
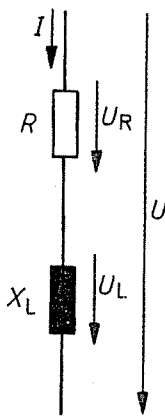
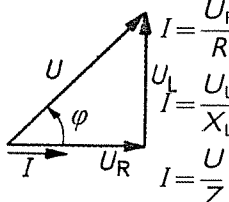
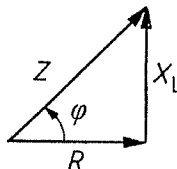
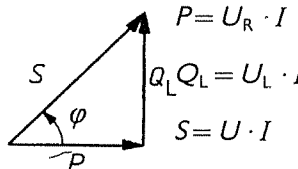
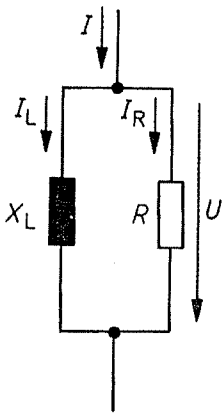
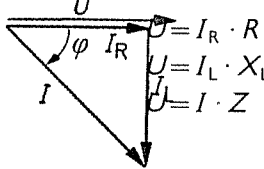
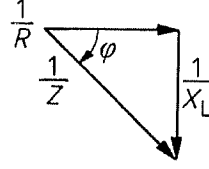
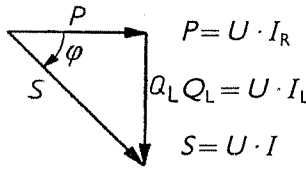
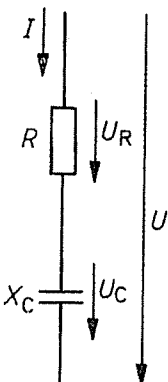
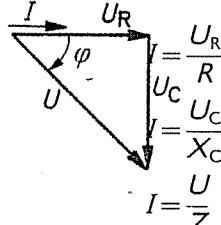
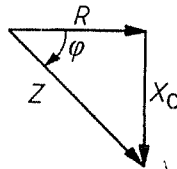
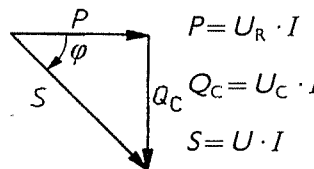
$P = \frac{1}{2} P_{or}$

$P = \frac{1}{3} P_{or}$

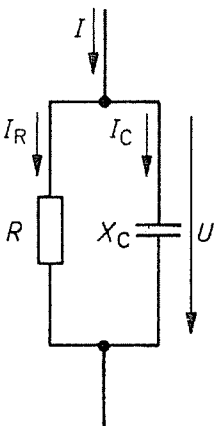
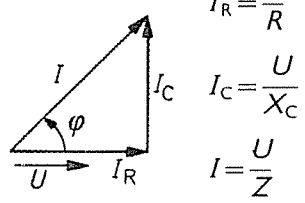
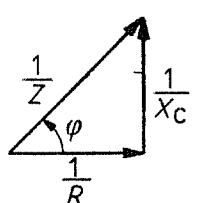
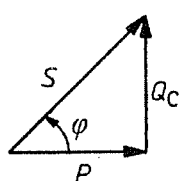
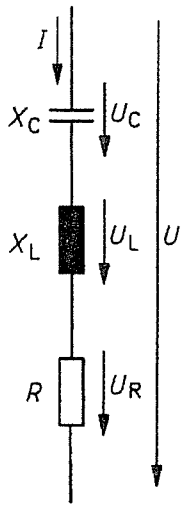
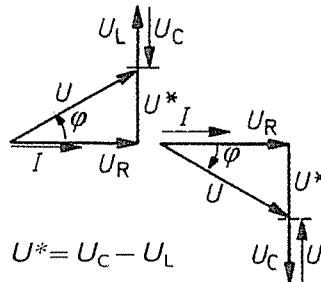
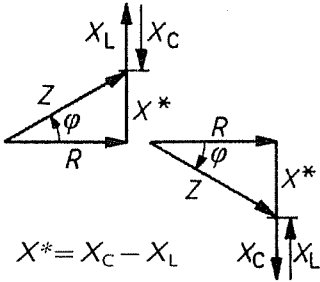
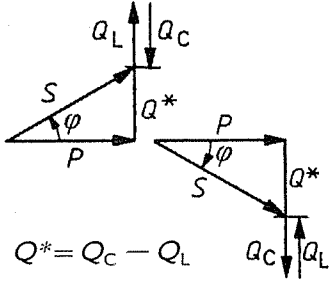
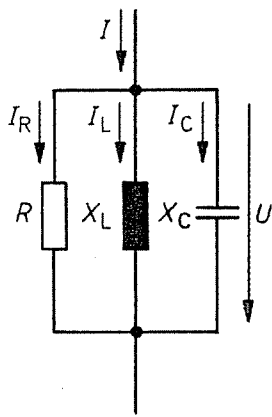
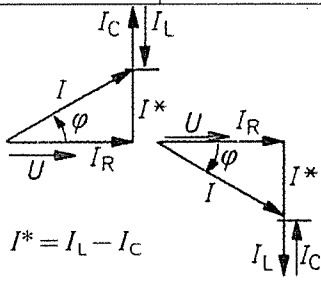
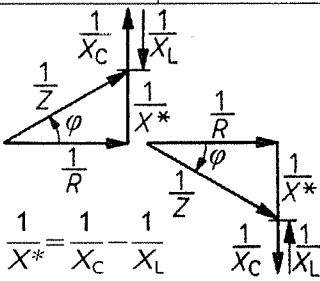
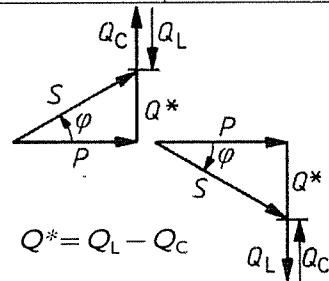


P : snaga u slučajnom poremećaju P_{or} : izvorna (početna) snaga

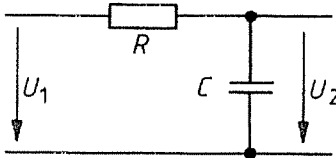
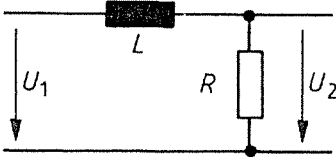
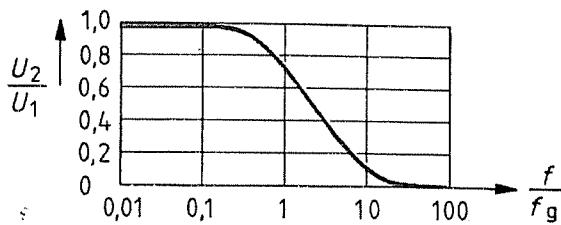
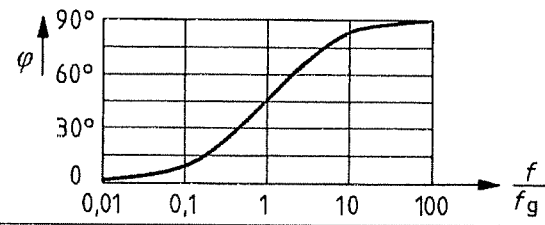
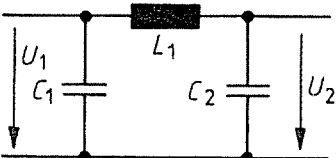
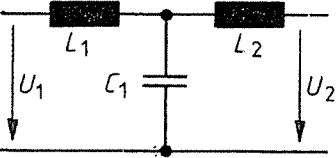
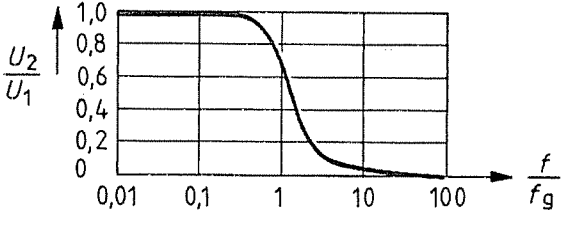
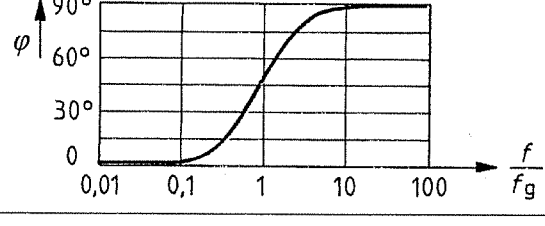
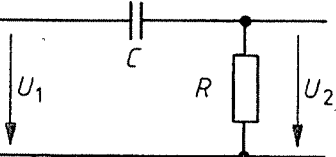
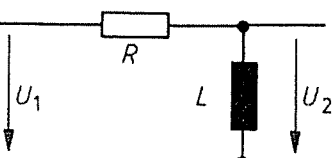
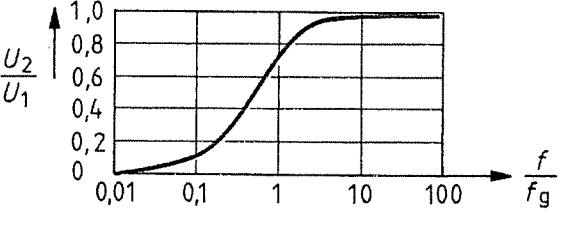
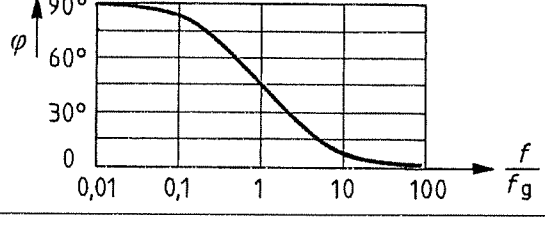
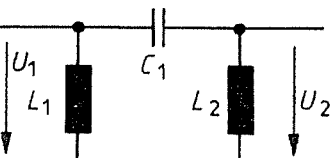
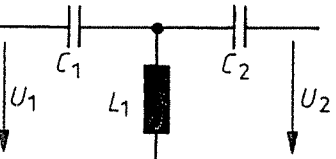
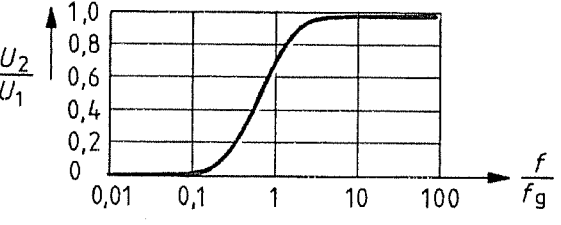
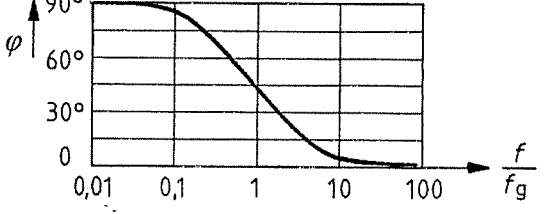
Otpori u krugu izmjenične struje

Spoj	Jakost struje i napon	Otpor i vodljivost	Snaga
	 $I = \frac{U}{R}$ $\varphi = 0^\circ$	$R = \frac{U}{I}$	$P = U \cdot I$ $P = I^2 \cdot R$ $P = \frac{U^2}{R}$
	 $I = \frac{U}{X_L}$ $\varphi = 90^\circ$ $(induktivni)$	$X_L = 2\pi \cdot f \cdot L$ $X_L = \omega \cdot L$	$Q_L = U \cdot I$
	 $I = \frac{U}{X_C}$ $\varphi = 90^\circ$ $(kapacitivni)$	$X_C = \frac{1}{2\pi \cdot f \cdot C}$ $X_C = \frac{1}{\omega \cdot C}$	$Q_C = U \cdot I$
	 $I = \frac{U_R}{R}$ $I = \frac{U_L}{X_L}$ $I = \frac{U}{Z}$ $U^2 = U_R^2 + U_L^2$ $\tan \varphi = \frac{U_L}{U_R}$ $\sin \varphi = \frac{U_L}{U}; \cos \varphi = \frac{U_R}{U}$	 $Z^2 = R^2 + X_L^2$ $\tan \varphi = \frac{X_L}{R}$ $\sin \varphi = \frac{X_L}{Z}; \cos \varphi = \frac{R}{Z}$	 $P = U_R \cdot I$ $Q_L = U_L \cdot I$ $S = U \cdot I$ $S^2 = P^2 + Q_L^2$ $\tan \varphi = \frac{Q_L}{P}$ $\sin \varphi = \frac{Q_L}{S}; \cos \varphi = \frac{R}{Z}$
	 $I^2 = I_R^2 + I_L^2$ $\tan \varphi = \frac{I_L}{I_R}$ $\sin \varphi = \frac{I_L}{I}; \cos \varphi = \frac{I_R}{I}$	 $Y^2 = G^2 + B_L^2$ $\left(\frac{1}{Z}\right)^2 = \left(\frac{1}{R}\right)^2 + \left(\frac{1}{X_L}\right)^2$ $\tan \varphi = \frac{R}{X_L}$ $\sin \varphi = \frac{Z}{X_L}; \cos \varphi = \frac{Z}{R}$	 $P = U \cdot I_R$ $Q_L = U \cdot I_L$ $S = U \cdot I$ $S^2 = P^2 + Q_L^2$ $\tan \varphi = \frac{Q_L}{P}$ $\sin \varphi = \frac{Q_L}{S}; \cos \varphi = \frac{P}{S}$
	 $I = \frac{U_R}{R}$ $I = \frac{U_C}{X_C}$ $I = \frac{U}{Z}$ $U^2 = U_R^2 + U_C^2$ $\tan \varphi = \frac{U_C}{U_R}$ $\sin \varphi = \frac{U_C}{U}; \cos \varphi = \frac{U_R}{U}$	 $Z^2 = R^2 + X_C^2$ $\tan \varphi = \frac{X_C}{R}$ $\sin \varphi = \frac{X_C}{Z}; \cos \varphi = \frac{R}{Z}$	 $P = U_R \cdot I$ $Q_C = U_C \cdot I$ $S = U \cdot I$ $S^2 = P^2 + Q_C^2$ $\tan \varphi = \frac{Q_C}{P}$ $\sin \varphi = \frac{Q_C}{S}; \cos \varphi = \frac{P}{S}$

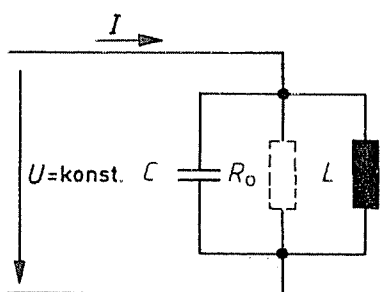
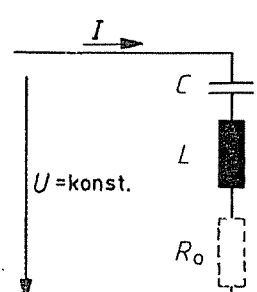
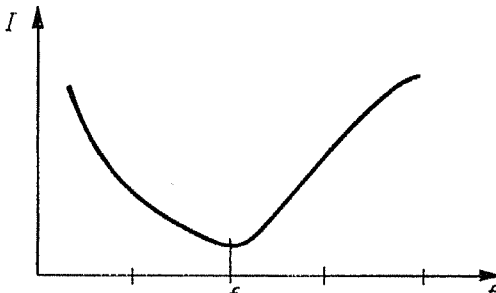
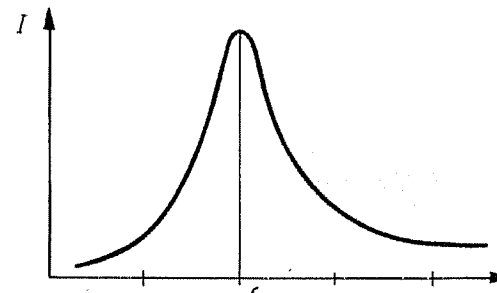
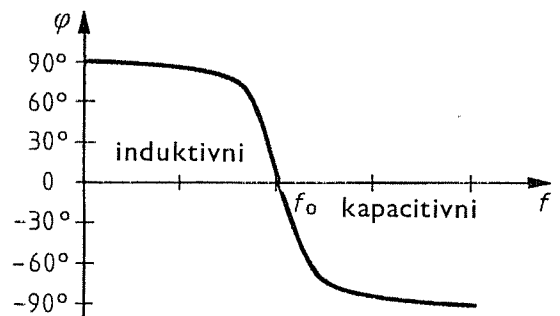
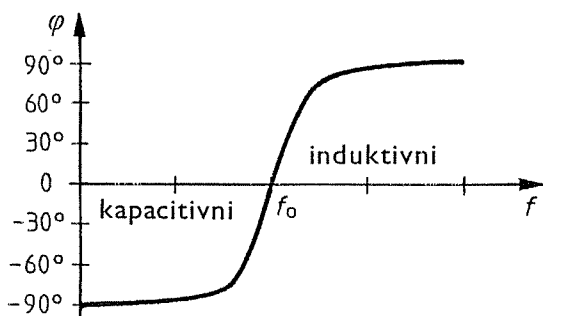
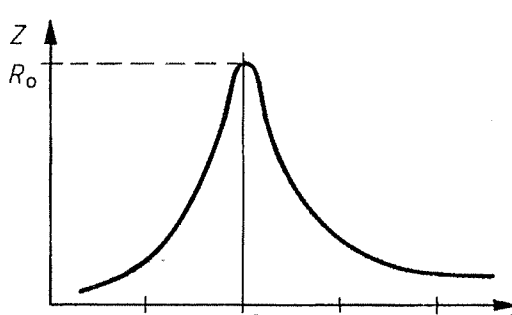
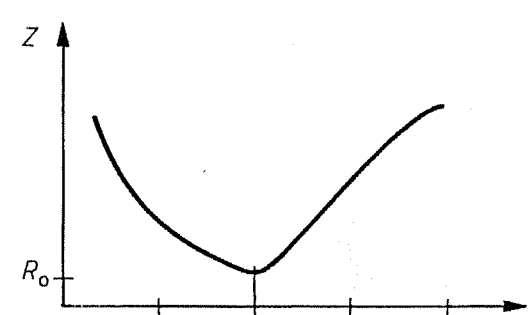
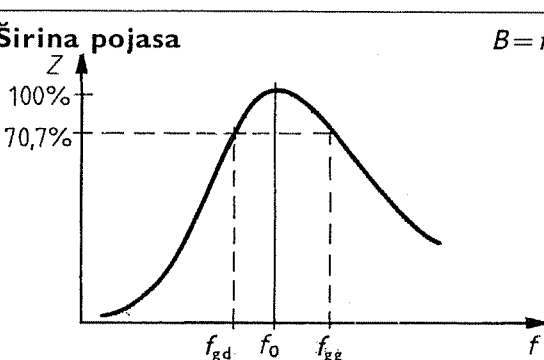
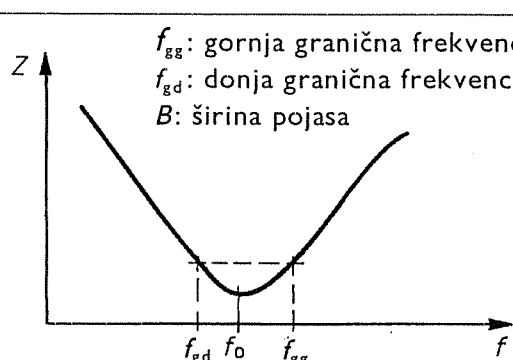
Otpori u krugu izmjenične struje

Spoj	Jakost struje i napon	Otpor i vodljivost	Snaga
	 $I_R = \frac{U}{R}$ $I_C = \frac{U}{X_C}$ $I = \frac{U}{Z}$ $I^2 = I_R^2 + I_C^2$ $\operatorname{tg} \varphi = \frac{I_C}{I_R}$ $\sin \varphi = \frac{I_C}{I}$ $\cos \varphi = \frac{I_R}{I}$	 $Y^2 = G^2 + B_C^2$ $\left(\frac{1}{Z}\right)^2 = \left(\frac{1}{R}\right)^2 + \left(\frac{1}{X_C}\right)^2$ $\operatorname{tg} \varphi = \frac{R}{X_C} \quad \sin \rho = \frac{Z}{X_C}$ $\cos \varphi = \frac{R}{Z}$	 $P = I_R \cdot U$ $Q_C = I_C \cdot U$ $S = I \cdot U$ $S^2 = P^2 + Q_C^2$ $\operatorname{tg} \varphi = \frac{Q_C}{P}$ $\sin \varphi = \frac{Q_C}{S}$ $\cos \varphi = \frac{P}{S}$
	$U_L > U_C$ $U_L < U_C$  $U^* = U_C - U_L$ $U^2 = U_R^2 + U^{*2}$ $\operatorname{tg} \varphi = \frac{U^*}{U}$ $\sin \varphi = \frac{U^*}{U}; \quad \cos \varphi = \frac{U_R}{U}$	$X_L > X_C$ $X_L < X_C$  $X^* = X_C - X_L$ $Z^2 = R^2 + X^{*2}$ $\operatorname{tg} \varphi = \frac{X^*}{R}$ $\sin \varphi = \frac{X^*}{R}; \quad \cos \varphi = \frac{R}{Z}$	$Q_L > Q_C$ $Q_L < Q_C$  $Q^* = Q_C - Q_L$ $S^2 = P^2 + Q^{*2}$ $\operatorname{tg} \varphi = \frac{Q^*}{P}$ $\sin \varphi = \frac{Q^*}{S}; \quad \cos \varphi = \frac{P}{S}$
	$I_C > I_L$ $I_C < I_L$  $I^* = I_C - I_L$ $I^2 = I_R^2 + I^{*2}$ $\operatorname{tg} \varphi = \frac{I^*}{I_R}$ $\sin \varphi = \frac{I^*}{I}; \quad \cos \varphi = \frac{I_R}{I}$	$X_C < X_L$ $X_L > X_L$  $\frac{1}{X^*} = \frac{1}{X_C} - \frac{1}{X_L}$ $Y^2 = G^2 + B^{*2}$ $\left(\frac{1}{Z}\right)^2 = \left(\frac{1}{R}\right)^2 + \left(\frac{1}{X^*}\right)^2$ $\operatorname{tg} \varphi = \frac{R}{X^*}$ $\sin \varphi = \frac{Z}{X^*}; \quad \cos \varphi = \frac{Z}{R}$	$Q_C > Q_L$ $Q_C < Q_L$  $Q^* = Q_C - Q_L$ $S^2 = P^2 + Q^{*2}$ $\operatorname{tg} \varphi = \frac{Q^*}{P}$ $\sin \varphi = \frac{Q^*}{S}; \quad \cos \varphi = \frac{P}{S}$

Filtarski spojevi

Spoj	Granična frekvencija f_g	Krivulja propuštanja i fazni pomak
Niski propust  $f_g = \frac{1}{2\pi R \cdot C}$	 $f_g = \frac{R}{2\pi L}$	 
Niski propust  $C_1 = C_2 = C$ $f_g = \frac{1}{2\pi \sqrt{L_1 \cdot C}}$	 $L_1 = L_2 = L$ $f_g = \frac{1}{2\pi \sqrt{L \cdot C_1}}$	 
Visoki propust  $f_g = \frac{1}{2\pi R \cdot C}$	 $f_g = \frac{R}{2\pi L}$	 
Visoki propust  $L_1 = L_2 = L$ $f_g = \frac{1}{2\pi \sqrt{L \cdot C_1}}$	 $C_1 = C_2$ $f_g = \frac{1}{2\pi \sqrt{L_1 \cdot C}}$	 

Titrajni krugovi

	Paralelni titrajni krug	Serijski titrajni krug
Spoj		
Jakost struje		
Fazni odnos		
Otpor		
Rezonancija	$X_L = X_C$ $f_0 = \frac{1}{2\pi \sqrt{L \cdot C}}$	
Širina pojasa	$B = f_{gg} - f_{gd}$	
Formule		

Prigušenje, prijenos i razina

Faktori prigušenja i prijenosa

Spoj	Faktor prigušenja D	Faktor prijenosa, faktor pojačanja T
<p>Ulaz Izlaz</p>	Faktor prigušenja struje $D_i = \frac{I_1}{I_2}$	Faktor prijenosa struje $T_i = \frac{I_2}{I_1}$
	Faktor prigušenja napona $D_u = \frac{U_1}{U_2}$	Faktor prijenosa napona $T_u = \frac{U_2}{U_1}$
	Faktor prigušenja snage $D_p = \frac{P_1}{P_2}$	Faktor prijenosa snage $T_p = \frac{P_2}{P_1}$

Mjere prigušenja i prijenosa

Spoj (pojedinačni član)	Mjera prigušenja a	Mjera prijenosa, mjera pojačanja $-a$
<p>Ulaz Izlaz</p>	Mjera prigušenja snage $a_p = \lg \frac{P_1}{P_2}$ B B: Bel $a_p = 10 \cdot \lg \frac{P_1}{P_2}$ dB dB: deci Bel	Mjera prijenosa snage $-a_p = 10 \lg \frac{P_2}{P_1}$ dB
	Mjera prigušenja napona $a_u = 20 \cdot \lg \frac{U_1}{U_2}$ dB $R_1 = R_2$	Mjera prijenosa napona $-a_u = 20 \cdot \lg \frac{U_2}{U_1}$ dB $R_1 = R_2$
	Mjera prijenosa snage $a_i = 20 \cdot \lg \frac{I_1}{I_2}$ dB $R_1 = R_2$	Mjera prijenosa struje $-a_i = 20 \cdot \lg \frac{I_2}{I_1}$ dB $R_1 = R_2$

Prijenosni lanac	Mjera ukupnog prigušenja odnosno mjera ukupnog prijenosa
	$a_{uk} = a_1 + a_2 + \dots + a_n$ (Pripaziti na predznak)

Veza između faktora prigušenja i mjera prigušenja

Mjera prigušenja u dB	a	0	1	3	6	10	20	30	40
Faktor prigušenja snage	D_p	1	1,26	2	4	10	100	1000	10000
Faktor prigušenja napona	D_u	1	1,12	1,41	2	3,16	10	3,16	100

Apsolutna razina L_{aps}

	Razina 0 dB je kod snage $P_o = 1$ mW ili napona $U_o = 775$ mV P_o : referentna snaga U_o : referentni napon	$L_{aps} = 10 \lg \frac{P}{P_o}$ dBm $L_{aps} = 20 \lg \frac{U}{U_o}$ dBu
--	---	--

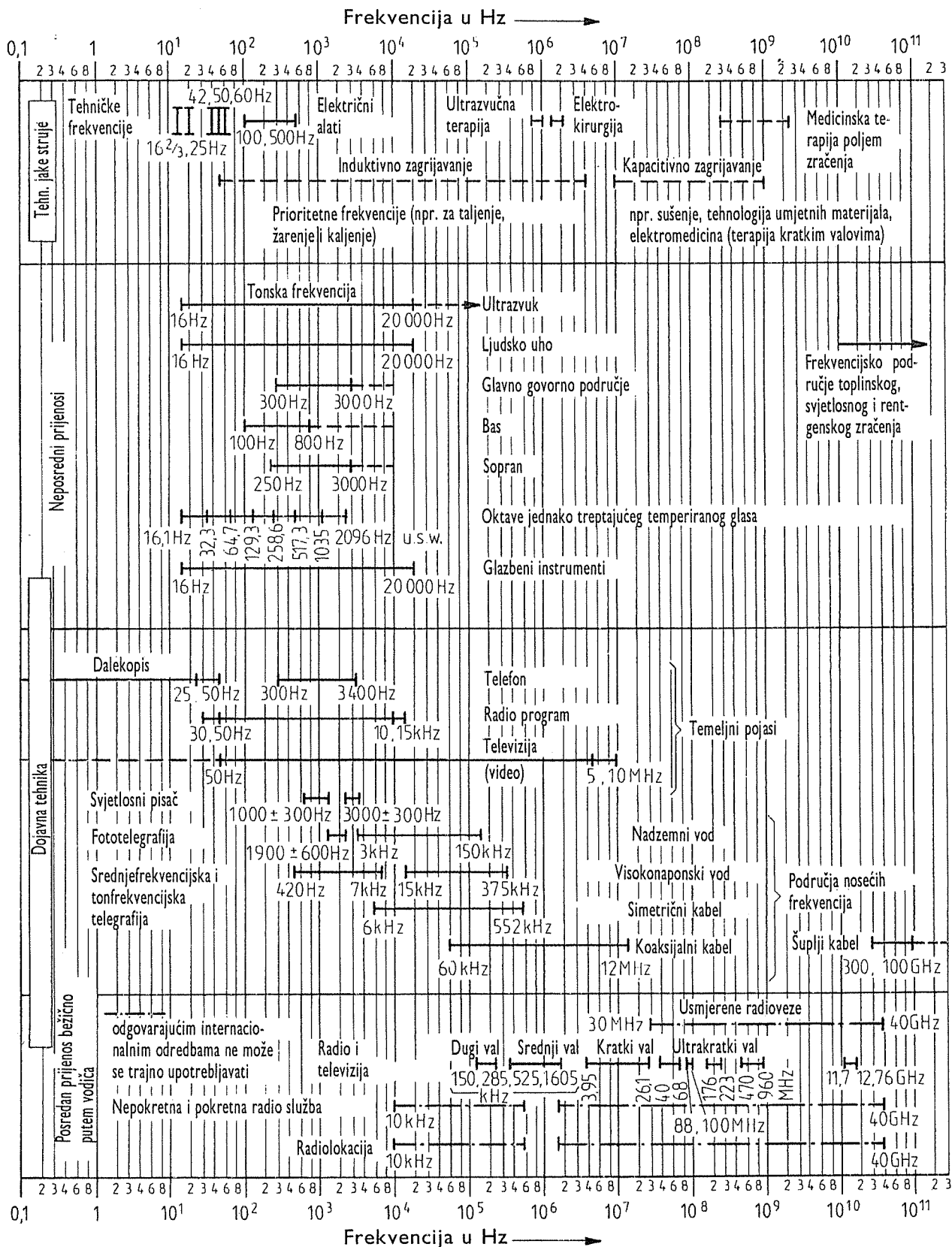
Relativna razina L_r

Bilo koja referentna vrijednost npr. antenska tehnika s $R_L = 75$	$U_o = 1 \mu V$ (dBμV) $U_o = 1 V$ (dBV) $P_o = 1 W$ (dBW) $P_o = 10^{-15} W$ (dBf)	$L_{r,U} = 20 \lg \frac{U}{1 \mu V}$ dBμV
---	--	---

Frekvencijska i valna područja

Elektromagnetski spektar

c : brzina rasprostiranja elektromagnetskih valova
 $c = \lambda \cdot f$ $c = 299\,792,5 \pm 0,1$ km/s $c \approx 300\,000$ km/s
 λ : valna duljina f : frekvencija



Sastavni dijelovi

Klase primjene (klasifikacije) i podaci o pouzdanosti sastavnih elemenata u telekomunikacijama i elektronici	54
Sastav, svojstva i primjene linearnih slojnih otpornika	55
Označavanje otpornika i kondenzatora	56
Slojni zakretni otpornici	57
Temperaturno i naponsko ovisni otpornici	58
Karakteristične vrijednosti i označavanje kondenzatora	60
Označavanje priključaka kondenzatora do 1000 V	61
Područja primjene i karakteristični podaci o kondenzatorima	62
Značajke i svojstva MP-kondenzatora do 1000 V	63
Značajke i svojstva polariziranih aluminijskih elektrolitnih kondenzatora	63
Kondenzatori za pogon izbojnih svjetiljki	64
Kondenzatori za motore	64
Oznake poluvodiča (prema Pro Electronu)	65
Oblici kućišta za poluvodičke sastavne elemente (prema JEDEC-u) .	65
Diode	66
Okidne diode, UJT, PUT	67
Tiristori, trijaci	68
Bipolarni tranzistori	69
Tranzistori s efektom polja	70
Osnovni tranzistorski spojevi ...	71
Optoelektronički sastavni elementi	73
Transformator	74
Optoelektronički sprežnik (optokopler)	75
Sastavni elementi ovisni o magnetskom polju	76
Operacijska pojačala	77
Spojevi s operacijskim pojačalima	78

Klase primjene i podaci o pouzdanosti sastavnih elemenata u telekomunikacijama i elektronicima

DIN 40040/2.73 (IEC 721)

Primjer:

Klimatsko područje

donja granična temperatura

gornja granična temperatura

naprezanje vlagom

G

P

E

/

L

T

/

W

N

Z

Mehanička primjena

posebno opterećenje

(pojedinačni propis)

tlak zraka

mehaničko opterećenje

Pouzdanost:

kvocijent kvara (zastoja)

trajanje opterećenja

Donja granična temperatura		Gornja granična temperatura		Naprezanje vlagom				
1. Slovački znak	ϑ_{\min} u $^{\circ}\text{C}$	2. Slovački znak	ϑ_{\max} u $^{\circ}\text{C}$	3. Slovački znak	najveće vrijednosti relativne vlage u zraku			
A	slobodno	A	400	3. Slovački znak	godišnji prosjek ¹⁾	30 dana u godini ¹⁾	60 dana u godini ¹⁾	ostali dani ²⁾
B		B	350					
C		C	300					
D		D	250					
E	-65	E	200	A	$\leq 100\%$	—	—	—
F	-55	F	180					
G	-40	G	170	B	slobodan			
H	-25	H	155	C	$\leq 95\%$	100%	—	100%
J	-10	j	140	R	$\leq 90\%$	100%	—	95%
K	0	K	125	D	$\leq 80\%$	100%	—	90%
L	+5	L	110	E	$\leq 75\%$	95%	—	85%
Z	*)	M	100					
*) vidi pojedinačne propise proizvođača		N	90					
		P	85					
		C	80	F	$\leq 75\%$	95%	—	85%
		R	75	G	$\leq 65\%$	—	85%	75%
		S	70	H	$\leq 50\%$	—	75%	65%
		T	65	J	$\leq 50\%$			
		U	60	Z	vidi pojedinačni propis			
		V	55					
		W	50					
		Y	40					
		Z	*)					

¹⁾ Razdijeljeno preko godine

²⁾ Unutar održanja godišnjeg prosjeka

³⁾ Npr. može nastupiti kod kratkotrajnog otvaranja aparata instaliranih vani

Kvocijent kvara

4. Slovački znak	Kvocijent kvara sastavnog elementa u 10^9 sati rada	4. Slovački znak	Kvocijent kvara sastavnog elementa u 10^9 sati rada
D	0,1	P	10 000
E	0,3	Q	30 000
F	1	R	100 000
G	3	S	300 000
H	10	T	1 000 000
J	30	U	3 000 000
K	100	V	10 000 000
L	300	W	30 000 000
M	1000	Z	vidi pojedinačni propis
N	3000		

Klase primjene i podaci o pouzdanosti sastavnih elemenata u telekomunikacijama i elektronici

DIN 40040/2.73
(JUS N.N0.026)

Trajanje opterećenja					Tlak zraka		
5. slovčani znak	Trajanje opterećenja u satima				7. slovčani znak	donja granica tlaka u mbar do	odgovara pogonskoj visini u m iznad (NN) normalne nule
Q	300 000				N	840	1 000
R	100 000				R	700	2 200
S	30 000				S	600	3 500
T	10 000				T	530	4 300
U	3 000				U	300	8 500
V	1 000				V	85	16 000
W	300				W	44	20 000
Z	vidi pojedinačni propis				Y	20	26 000
Granične vrijednosti mehaničkog opterećenja					Z	vidi pojedinačni propis	
6. slovčani znak	titrajno opterećenje		udarno opterećenje		Posebno opterećenje		
	frekvencija u Hz 10 Hz do	ubrzanje u m/s ²	ubrzanje u m/s ²	vrijeme u ms	8. slovčani znak	primjeri	
Q	2000	500	1000	6	Z	prskanje vode, kiše, snijeg, zaleđivanje, svestrano prskanje, mlaz vode, tlačna voda	
R	2000	200	1000	6		suša, morski zrak, industrijski zrak, isparavanje izolacijske tvari u zatvorenim prostorijama	
S	2000	100	500	11		prašina, pješčana oluja	
T	500	100	300	18		plijesan, insekti	
U	55	50	300	18		sunčano zračenje, ostalo zračenje	
V	55	50	150	11			
W	55	20	150	11			
Z	vidi pojedinačni propis						

Sastav, svojstva i primjene linearnih slojnih otpornika

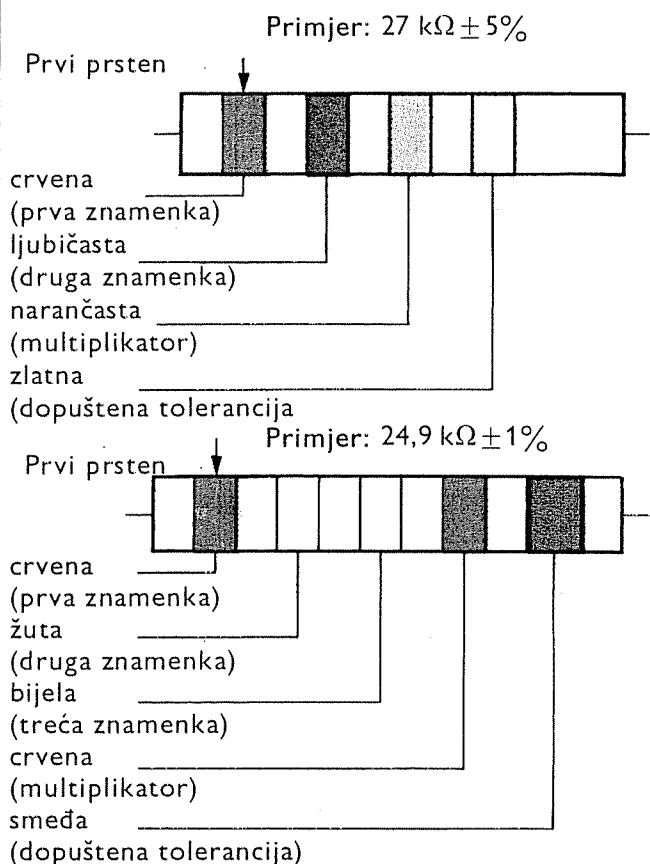
	Ugljen, C	Metal, Cr/Ni	Plemeniti metal, Au/Pt
proizvodni postupak	termičko raspadanje ugljikovodika	naparivanje u visokom vakuumu	redukcija soli plemenitih metala prženjem
specifični otpor	$3000 \cdot 10^{-6} \Omega \cdot \text{cm}$	$\approx 100 \cdot 10^{-6} \Omega \cdot \text{cm}$	$\approx 40 \cdot 10^{-6} \Omega \cdot \text{cm}$
debljina sloja	$10 \dots 30\,000 \cdot 10^{-9} \text{ m}$	$10 \dots 100 \cdot 10^{-9} \text{ m}$	$10 \dots 1000 \cdot 10^{-9} \text{ m}$
plošni otpor	$1 \dots 5000 \Omega$	$20 \dots 1000 \Omega$	$0,5 \dots 100 \Omega$
temperat. koeficijent	$-200 \dots -800 \cdot \frac{1}{K}$	$\pm 100 \cdot \frac{1}{K}$	$+250 \dots +350 \cdot \frac{1}{K}$
maksimalna temp. sloja	125 °C	175 °C	155 °C
promjena nakon 10 ⁴ sati skladištenja, odn. pri optereć. na 125 °C u %	-0,5 ... +1,5	-0,6 ... +1	-0,5
strujni šum	mali	vrlo malo	vrlo mali
nelinearnost	mali	vrlo mali	vrlo mali
DIN-norme	44052, 44055, 44053	44061	
primjene	tehnika posredovanja, tehnika podataka, telefonska tehnika, elektronika	za ekstremna klimatska i električka opterećenja, zrakoplovstvo i svemirska plovidba, mjerni instrumenti	kompensacija u tranzistorskim spojevima, visokootperetni otpornici sa sigurnosnim djelovanjem kod PTT

Označavanje otpornika i kondenzatora

Označavanje otpornika bojama

DIN 41429/11.79

JUS N.R3.011



Zbog izbjegavanja teškoća pri očitavanju, treba peti prsten biti 1,5 do 2 puta širi od ostalih prstena.

Niz nazivnih vrijednosti (E-niz, DIN 41426/3.71, JUS N.N0.011)

E 6	E 12	E 24
1,0	1,0	1,0
	1,2	1,1
		1,2
		1,3
1,5	1,5	1,5
		1,6
	1,8	1,8
		2,0
2,2	2,2	2,2
		2,4
	2,7	2,7
		3,0
3,3	3,3	3,3
		3,6
	3,9	3,9
		4,3
4,7	4,7	4,7
		5,1
	5,6	5,6
		6,2
6,8	6,8	6,8
		7,5
	8,2	8,2
		9,1

Ključ za boje

Označna boja	Vrijednost otpora u Ω		Dopušteno relativno odstupanje vrijednosti otpornika
	Brojevi	Multiplikator	
srebrna	—	10^{-2}	$\pm 10\%$
zlatna	—	10^{-1}	$\pm 5\%$
crna	0	10^0	—
smeđa	1	10^1	$\pm 1\%$
crvena	2	10^2	$\pm 2\%$
naranč.	3	10^3	—
žuta	4	10^4	—
zelena	5	10^5	$\pm 0,5\%$
plava	6	10^6	$\pm 0,25\%$
ljubičasta	7	10^7	$\pm 0,1\%$
siva	8	10^8	—
bijela	9	10^9	—
bez boje	—	—	$\pm 20\%$

Označavanje vrijednosti slovima

DIN 40825/4.73
JUS N.A4.051

predmetak	multiplikator	
p	pico	10^{-12}
n	nano	10^{-9}
μ	mikro	10^{-6}
m	mili	10^{-3}
R		10^0
k	kilo	10^3
M	mega	10^6
G	giga	10^9
T	tera	10^{12}

Primjeri za kondenzatore i otpornike

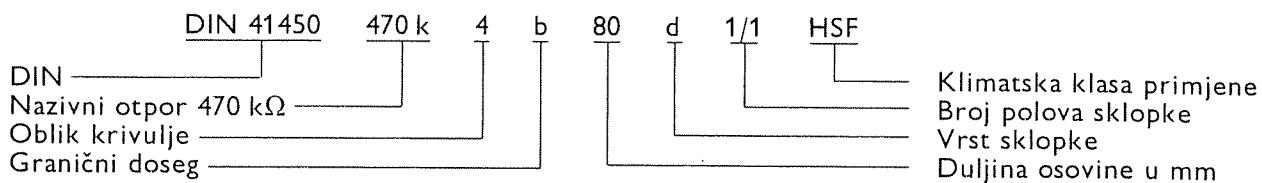
Vrijednost kapaciteta	Obilježavanje
0,33 μF	$\mu 33$
3,3 μF	3 $\mu 33$
33 μF	33 μ
330 μF	330 $\mu\text{m} 33$
3 300 μF	3m3
33 000 μF	33m
330 000 μF	330m
Vrijednost otpora	Obilježavanje
0,33 Ω	R33
3,3 Ω	3R3
33 Ω	33R
330 Ω	330R
0,33 k Ω	K33
3,3 k Ω	3K3
33 k Ω	33K
330 k Ω	330K
0,33 M Ω	M33
3,3 M Ω	3M3
33 M Ω	33M

Slojni zakretni otpornici

DIN 41450/2.77

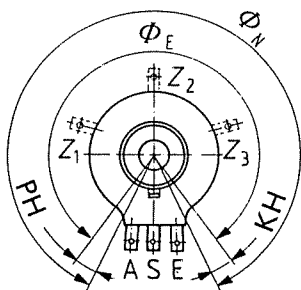
(JUS N.R3.501)

Primjer: Jednostruki slojni zakretni otpornik sa sklopkom



Kratice za vrste upravljanja	Vrsta sklopke	Broj	Oblik krivulje
d	Zakretna sklopka	1	linearan (lin)
s	Klizna sklopka	11	linearan s jednim odvojkom
f	Tlačna slijedna sklopka	12	linearan s dva odvojka
r	Tlačna cilindrična sklopka	13	linearan s tri odvojka
Kratice Vrste sklopke/Broj polova prema VDE 0630	Broj polova sklopke	2	ulazni eksponencijalni (+ e)
		3	silazni eksponencijalni (- e)
		4	naglašeno ulazni eksponencijalni (+ log)
		41	naglašeno ulazni eksponencijalni s jednim odvojkom
1/1	1	5	naglašeno silazni eksponencijalni (- log)
1/2	2	51	naglašeno silazni eksponencijalni s jednim odvojkom
Lemni priključci		6	S-krivulja
A: početni priključak	S: priključak kliznika	61	S-krivulja s jednim odvojkom
E: krajnji priključak	⊥: priključak za uzemljenje	7	rastuća krivulja s dvije linearne dionice voda
Žičani priključak		8	padajuća krivulja s dvije linearne dionice voda
Tiskani spoj		91	rastuća krivulja s dvije dionice voda i s jednim odvojkom
Položaj nosa zakretnog osigurača		92	rastuća krivulja s dvije dionice voda i s dva odvojka
ASE		93	rastuća krivulja s tri dionice voda i s dva odvojka

Označavanje priključaka
(otpornik bez sklopke)



Granični doseg

A: početni priključak
S: priključak kliznika
E: krajnji priključak

Φ_N: nazivni zakretni opseg
Φ_E: električni zakretni opseg
PH: početni kod
KH: krajnji kod
Z: odvojak

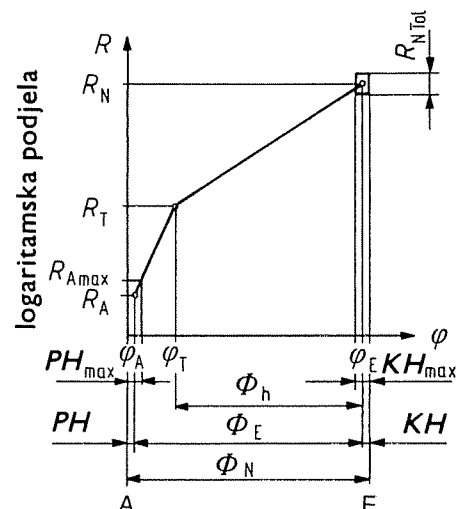
Primjer krivulje

Broj krivulje 4

Oblik krivulje

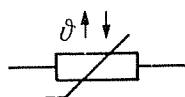
Povećano ulazna eksponencijalna krivulja (+ lg)

Grafički prikaz

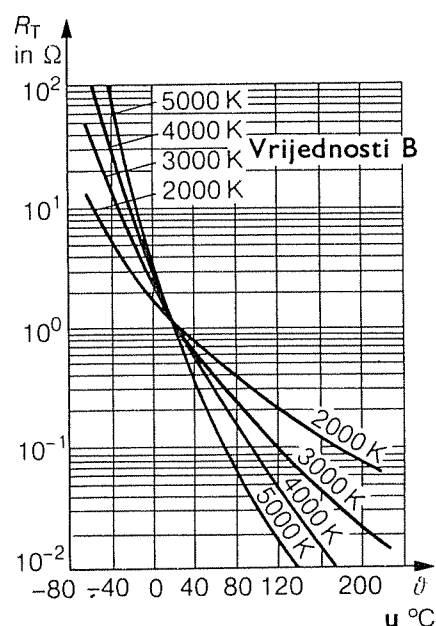


Temperaturno i naponski ovisni otpornici

Termistor DIN 4407/12.76
NTK-otpornik (negativni temperaturni koeficijent)



Termistori (NTK) su temperaturno-ovisni poluvodiči otpornici kojih vrijednosti otpora opadaju porastom temperature (Materijal: polikristalna keramika od miješanih oksida)



Temperaturni koeficijent α_R

$$\alpha_R = \frac{-B \cdot 100}{T^2} \quad [\alpha_R] = \frac{\%}{K} [T] = K$$

Vrijednost B

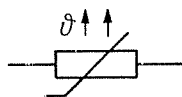
$$B = \frac{T_1 \cdot T_2}{T_2 - T_1} \ln \frac{R_1}{R_2}$$

R_1 : Vrijednost otpora u Ω kod T_1 u K (kelvinima)

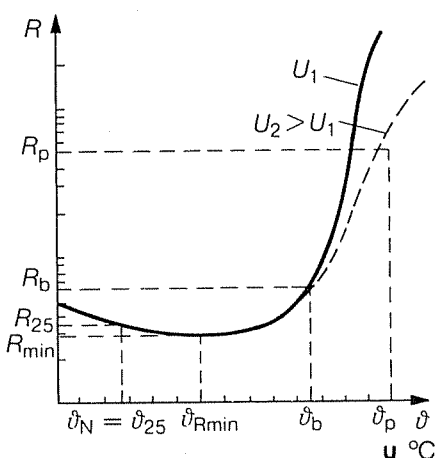
R_2 : Vrijednost otpora u Ω kod T_2 u K (kelvinima)

B: Vrijednost B je mjera za temperaturnu ovisnost termistora (NTK) u K (kelvinima), konstanta materijala

Termistor DIN 44080/10.83
PTK-otpornik (pozitivni temperaturni koeficijent)



Termistor (PTK) su temperaturno-ovisni otpornici kojih vrijednost otpora pri porastu temperature naglo poraste, čim se određena temperatura prekorači (Materijal: feroelektrična keramika npr. TiO_3)



R_N : Nazivna vrijednost otpora 25 °C

R_{min} : Najmanja vrijednost otpora

R_p : Vrijednost otpora pri najvećem dopuštenom naponu

α_R : Temperaturni koeficijent

β : Naponska ovisnost (vrijednost otpora termistora (PTK) je naponski ovisna)

Primjer:

$$R_{min} = 20 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\vartheta_{Rmin} = 50 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$R_b = 100 \Omega$$

$$\vartheta_b = 60 \text{ } ^\circ\text{C}$$

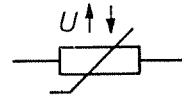
$$R_p \geq 50 \text{ k}\Omega$$

$$\vartheta_p = 110 \text{ } ^\circ\text{C}$$

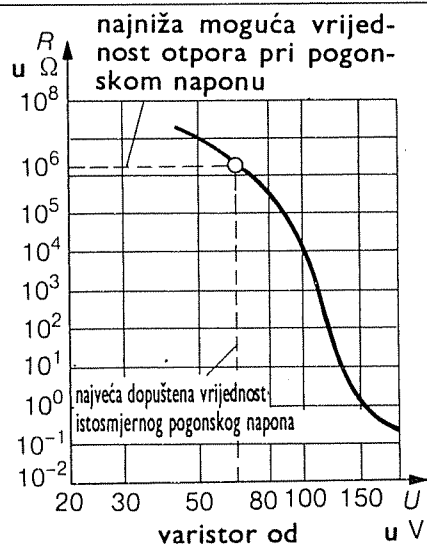
$$U_{max} = 30 \text{ V}$$

$$\alpha_R = 20 \text{ } \%/K$$

Varistor
VDR-otpornik (otpornik ovisan o naponu)



Varistori su otpornici kojih vrijednosti otpora opadaju porastom napona (Materijal: silicijev karbid, $\alpha < 5$, cinkov oksid, $\alpha < 30$)



varistor od cinkovog oksida

$$R = \frac{U^{1-\alpha}}{K}$$

K: elementarna konstanta u A, ovisna o geometriji

α : eksponent nelinearnosti

Karakteristične vrijednosti (primjeri)

$\alpha > 30$ kod ZnO (varistor od cinkovog oksida)

Pogonska temperatura: -40 °C...+85 °C

Pogonski napon: 14...1500 V

Vrijeme odziva: < 50 ns

Udarna struja: do 4000 A

Trajna opteretivost: 0,8 W

Temperaturno i naponski ovisni otpornici

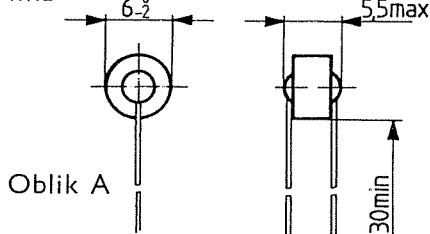
Termistor (NTK-otpornik)

Termistor (PTK-otpornik)

Varistori (naponski ovisni otpornici)

Izvedbeni oblici

Termistor (NTK) pločastog oblika



Oblik A

Oblik B

Ostale mjere kao i oblik A

Pogonski uvjeti

klimatska klasa primjene (s. 54)

FKF HKF HHH

donja granična temperatura -55°C -25°C -25°C

gornja granična temperatura 125°C 125°C 155°C

Nazivna vrijednost otpora

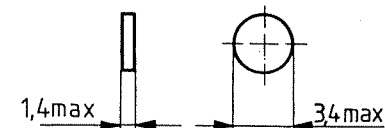
R_N kod 25°C (R_{25})

polazna temperatura: 10Ω do $100\text{k}\Omega$

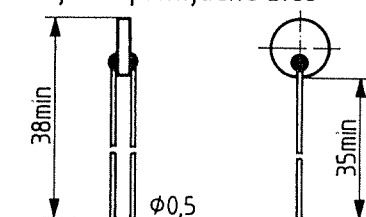
Dopušteno odstupanje od nazivnog otpora $\pm 10\%$, $\pm 20\%$

Opteretivost P_{max} kod 25°C : $0,6\text{ W}$

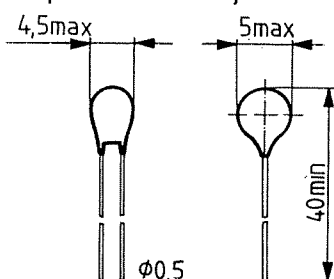
bez ovoja, metalizirane čelone strane



bez ovoja, radialne priključne žice



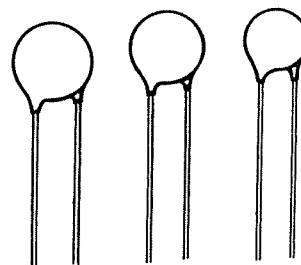
sa plastičnim ovojem



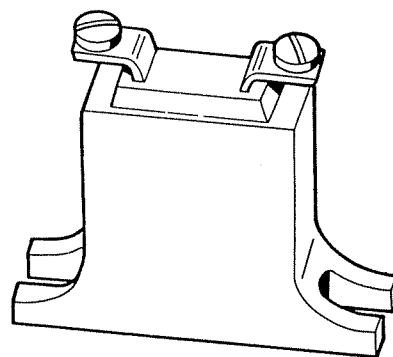
Polazna temperatura: $-30^{\circ}\text{C} \dots +180^{\circ}\text{C}$

Krajnja temp.: $+40^{\circ}\text{C} \dots +220^{\circ}\text{C}$

kružni oblik

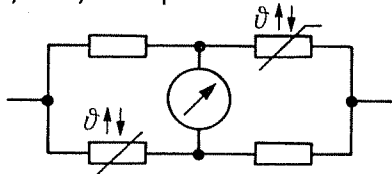


blokovski oblik

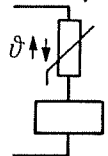


Primjene

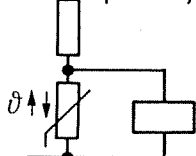
Mjerenje temperatura



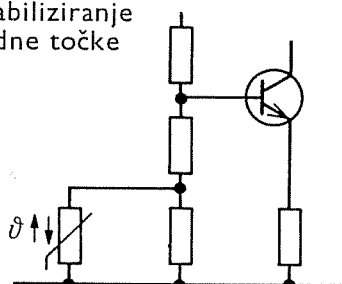
Usporeenje privlačenja



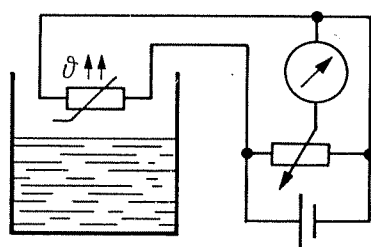
Usporeenje otpuštanja



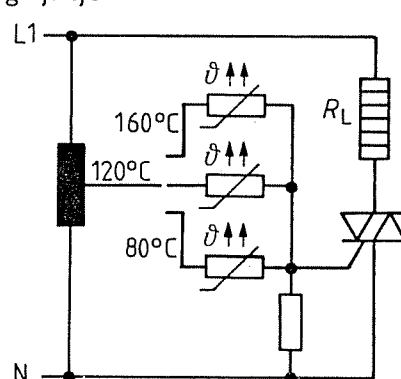
Stabiliziranje radne točke



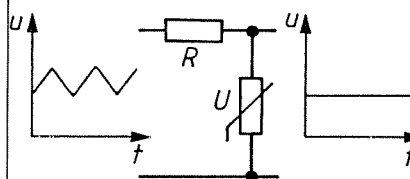
Osjetnik razine tekućine



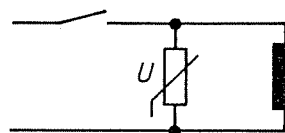
Regulacija temperature za grijanje



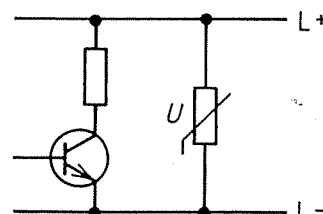
Stabilizacija napona



Apsorpcija energije uklapanja



Prenaponska zaštita poluvodičkih sklopova



Karakteristične vrijednosti i označavanje kondenzatora

DIN 41311/07.71
DIN 41312/06.67
DIN 41372/08.68

(JUS N.R2.005)
(JUS N.R0.020)

Nazivne vrijednosti: E-niz

Nazivni istosmjerni naponi u V za kondenzatore do 1000 V

Vrijednosti niza R5	Vrst kondenzatora						
	Papirni kondenzatori	MP-kondenzatori	Plastični folij. kondenzatori	Kondenzatori s tinjcem	Keramički kondenzatori	Al elektrolitni kondenzatori	Tantalni elektrolitni kondenz.
6,3							6,3
10						10	10
16							16
25						25	25
40	40				40		
63	63	63	63		63		
100	100	100	100		100	100	
160	160	160	160		160		
250	250	250	250	250	250	250	
400	400	400	400				
630	630	630	630		630		
1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	

Dopušteno odstupanje vrijednosti kapaciteta od nazivnog kapaciteta u %



%	Slovo				do 10 pF	do 10 pF		
±0,1	B				±0,1			
±0,3	C			±0,3				
±0,5	D			±0,5	±0,5			
±1	F			±1	±1	±1		
±2	G			±2	±2	±2		
±2,5	H			±2,5				
±5	J	±5		±5	±5	±5		±5
±10	K	±10	±10	±10	±10	±10		±10
±20	M	±20	±20	±20	±20	±20		±20
+ 20...- 0	W						+ 20...- 0	
+ 30...-10	C						+ 30...-10	
+ 30...-20	R						+ 30...-20	
+ 50...- 0	Y						+ 50...- 0	
+ 50...-10	T						+ 50...-10	+ 50...-10
+ 50...-20	S					+ 50...-20	+ 50...-20	+ 50...-20
+ 80...- 0	U						+ 80...- 0	
+ 80...-20	Z					+ 80...-20		
+100...-10	V						+100...-10	
+100...-20	—					+100...-20	+100...-20	

Skraćeno označavanje plastičnih folijskih kondenzatora

Primjer:	Slovčana oznaka		Vrsta dielektrika
M K C metalizirani ——— oblozi (ako je oblog od metalne folije: nema oznake)	C P S T U		polikarbonat polipropilen polistirol politereftalat celulozni acetat

Označavanje priključaka kondenzatora do 1000 V

DIN 41313/08.76
DIN 48505/07.61

Vrsta kondenzatora		Oblik izrade, kućište, priključci	Označavanje	
Papirni kondenzatori, kondezatori od metaliziranog papira i kondenzatori s folijom od plastike		Kućište: u obliku cilindra ili kvadra Priključci: aksijalne žične ili lemne zastavice	Vanjski oblog: crta (po obodu) Kondenz. od plast.: obojeni prstenovi za označavanje nazivnog napona	
		Kućište: u obliku cilindra ili kvadra Priključci: jednostrane žične ili lemne zastavice	Vanjski oblog: crta (po obodu)	
		Kućište: u obliku cilindra ili kvadra 0...20 N	Vanjski oblog Kućište ili poklopac	
Kondenzatori s tinjcem		Postoje svi oblici izvedbe	Vanjski oblog	
Keramički kondenzatori		Cijevasti kondenzatori, pločasti kondenzatori s aksijalnim ili radijalnim priključcima	Nutarnji oblog je obilježen obojenim znakom (temperaturni koeficijent). Tip A: bijela točka na vanjskom oblogu	
Aluminijski elektrolitni kondenzatori		Kućište: u obliku cilindra ili kvadra s jednostranim priključcima	Plus pol: +	
		Kućište: cilindrično s aksijalnim priključcima	Plus pol: + Minus pol: crta na obodu	
		Različiti oblici izvedbe i različiti priključci (vijčani priključak, lemne zastavice itd.)	Minus pol: — Plus pol: +, označni broj ili crvena boja	
Tantalni elektrolitni kondenzatori		Omot od plastične tvari s jednostranim žičanim priključcima (kapljasti oblik)	Plus pol: plus, dulja priključna žica	
		Kućište: u obliku cilindra ili kvadra s natpisom i aksijalnim priključcima	Plus pol: plus Minus pol: crta na obodu	
		Kućište: u obliku cilindra ili kvadra s jednostranim priključcima	Plus pol: plus ili posebnim oblikovanjem kućišta (usmjereni nos)	
Označavanje plast. kondezatora		Označavanje po DIN 48505 (priključci)		
		Vrst struje	Nepolarizirani kond.	Polarizirani kond.
Obojeni prsten	Nazivni napon	Istosmjerna struja	A—B, C—D...	+ i — odn. A—B, C—D...
plava	25 V	kraj zvijezde	A, B, C...	A, B, C...
žuta	63 V	srednja točka	MP	MP
crvena	160 V	Jednofazna struja	U—V	
zeleni	250 V	Dvofazna struja	linijska fazna	U, XY, V U—X, V—Y
ljubičasta	400 V	Trofazna struja	linijska	U, V, W
crna	630 V	fazna	U—X, V—Y, W—Z	
smeđa	1000 V	zvjezdaste odnosno neutralna točka	Mp	

Područje primjene i karakteristični podaci o kondenzatorima (pregled)				
Vrsta kondenzatora	VDE 0560 Dio ... DIN ...	Temperaturno područje u °C	Faktor gubitaka $\text{tg } \delta$ u 10^{-3}	Prednosna primjena
Papirni kondenzatori				
Papirni kondenzator	Dio 13 41140 ... 146, 41151 ... 153, 41156, 41159, 41161, 41168, 41169, 41177	−55 ... +125	50 Hz: 2 ... 2,7	Visokonaponski kondezator za filtriranje, udarni i potporni kondenzatori, osobito mogući za 50 Hz do 10 kHz, proizvoljno velike baterije za proizvoljno velike napone
Kondenzatori od metaliziranog papira za istosmjerni napon (s. 60)				
MP	Dio 14 41180, 41187, 41189, 41191, 41192, 41190 ... 195	−55 ... +85	50 Hz: 7 ... 8 1 kHz: 12	Tehnika elektrokomunikacije, vezni kondenzatori i kondenzatori za filtriranje, kondenzatori za filtriranje i visoki napon, udarni i potporni kondenzatori
Plastični kondenzatori (s. 60)				
MKU	Dio 18 i 21 41973	−55 ... +70/+85	1 kHz: 12 ... 15	Za istosmjerni napon, ali i za reducirani izmjenični napon, minijturna tehnika, visoke temperature, filtriranje, veze, otklonski stupnjevi televizora, osobito kondenzator s malo gubitaka, mnogi izvedbeni oblici (isto i u slojnoj izvedbi u mjerilu rastera).
MKT	44110 ... 113, 44121, 44122	−55/−40 ... +100	1 kHz: 5 ... 7	
MKC	44115, 44116, 41379	−55/−40 ... +85/+100	1 kHz:1 ... 3	
MKP	41973	−40 ... +85	1 kHz: 0,25	
MKS	41973			
Kondenzatori s malo gubitaka (s. 60)				
KS	41379 ... 381, 385, 387, 388, 390	−55/−10 ... +70	1 MHz: 0,4 ... 1	Kondenzatori u titrajnim krugovima za određivanje frekvencije, filtri, visoko izolirano vezanje i razvezivanje, minijturna tehnika, visoka temperatura (kondenzatori s tinjcem i stakleni kondezatori), blok-kondenzatori; mjerni kondenzatori, staklo: vrlo visoke stalnosti i otpornosti zračenja
MKS		−55 ... +70	1 kHz: 0,5 ... 1	
KP		−55/−25 ... +85	1 MHz: 0,3 ... 1	
Kondenzatori s tinjcem	Dio 19 41120, 41121	−40 ... +80	1 MHz: $\leq 0,2$ (< 1 nF)	
MKV		−55 ... +85	1 kHz: ca 1	
Stakleni kond.		−55 ... +125	1 MHz: $< 0,5$	
Keramički kondenzatori (s. 60) (JUS N.R2.301)				
NDK — kondenzator $\epsilon_r = 13 \dots 470$	Dio 17 41353, 41920, ... 924, 41928, 41930	−55/−25 ... +85/+125	1 MHz: 0,4 ... 1	U frekvencijski stabiliziranim krugovima za temperaturnu kompenzaciju, kondenzatori za filtre i visoki napon, impulsni kondenzatori, kao i „čip“
HDK — kondenzator $\epsilon_r = 700 - 50000$		−55/+10 ... +70/+125	1 kHz: 10 ... 20	Vezanje, filtriranje, visokonaponski i impulsni kondenzator, i kao „čip“
Elektrolitni kondenzatori				
Aluminijski elektrolitni kondenzator	Dio 15 i 16 41240 ... 245, 256 ... 259, 316 ... 318, 330, 332	−55/−25 ... +70/+125	50 Hz: 80 ... 300 (do 1000 μF)	Kondenzator za filtriranje, vezanje, izgladivanje, blok-kondenzator, motorni kondenzator, spremnik energije
Tantalski elektrolitski kondenzator	41350 ... 352, 355 ... 357	−55 ... +85 (+125)	120 Hz: $\leq 40 \dots 350$	Telekomunikacije, mjerna i regulacijska tehnika, „čip“ kondenzatori za hibridne spojeve, izgladivanje i vezanje

Značajke i svojstva MP kondenzatora do 1000 V

DIN 41180/02.04

Klase primjene (DIN 40040)		FPC	GPC	HSF	
Granična temperatura	donja	− 55 °C	− 40 °C	− 25 °C	
	gornja	+ 85 °C	+ 85 °C	+ 70 °C	
Dopušteno naprezanje vlagom	Najveća vrijed.	100 %	100 %	95 %	
	God. sr. vrijed.	> 80 %	> 80 %	≤ 75 %	
	Rošenje	da	da	ne	
Tolerancije	$C_N < 1 \mu F$	± 20 %			
	$C_N \geq 1 \mu F$	± 10 %			
	od 0 do 60 °C	približna vrijednost: ± 3 %			
$tg \delta_{max}$ pri 20 °C	C_N — područje	≤ 4 μF	> 4 ... 10 μF	> 10 ... 32 μF	> 32 ... 64 μF
	f= 50 Hz	$6 \cdot 10^{-3}$	$6 \cdot 10^{-3}$	$7 \cdot 10^{-3}$	$8 \cdot 10^{-3}$
	100 Hz	$7 \cdot 10^{-3}$	$7 \cdot 10^{-3}$	$8 \cdot 10^{-3}$	$9 \cdot 10^{-3}$
	300 Hz	$8 \cdot 10^{-3}$	$9 \cdot 10^{-3}$	$12 \cdot 10^{-3}$	$14 \cdot 10^{-3}$
	1 000 Hz	$10 \cdot 10^{-3}$	$12 \cdot 10^{-3}$	$17 \cdot 10^{-3}$	$25 \cdot 10^{-3}$
	4 000 Hz	$14 \cdot 10^{-3}$	$17 \cdot 10^{-3}$	$28 \cdot 10^{-3}$	—
	10 000 Hz	$17 \cdot 10^{-3}$	$20 \cdot 10^{-3}$	$35 \cdot 10^{-3}$	—
	Otpor izolacije (R_i za $C < 0,1 \mu F$ pri 20 °C	Pri isporuci	10 000 MΩ		
Nakon petogodišnjeg uskladištenja		8000 MΩ		6000 MΩ	
Dobrota izolacije ($R_i \cdot C$ za $C > 0,1 \mu F$ pri 20 °C)	Kod dopreme	1000 s (sekunda)			
	Nakon petogod. uskladištenja	800 s		600 s	
Norme za izvedbene oblike		DIN 41191 DIN 41192 DIN 41195 ... 98	DIN 41199	DIN 41196 DIN 41197	

Značajke i svojstva polariziranih alumijskih elektrolitnih kondenzatora

DIN 41230 (JUS N.R.2.521, 523)
DIN 41240
DIN 41322

Tip	Označavanje, obilježje																
I	Kondenzator za povišene zahtjeve u pogledu pogonske pouzdanosti i električkih vrijednosti.																
I A	Kondenzatori za filtriranje i vezanje, kondenzatori za odvođenje niskofrekventnih i visokofrekventnih struja.																
I B	Kondenzatori za često nabijanje i izbijanje, povišeni zahtjev na vremensku toleranciju kapaciteta.																
II	Kondenzatori za obične zahtjeve u pogledu pogonske pouzdanosti i električkih vrijednosti.																
II A	Kondenzatori odgovarajući tipu I A.																
II B	Kondenzatori odgovarajući tipu I B, s manjih zahtjevima.																
Tip	I				I						II A						
Klase primjene	HSF				HUF				HSF		GSF	GPF	HUF	HSF	HPF		
DIN	41230				41240						41332						
Nazivni napon U_s u V—	6	15	35	70	6	15	35	70	100	250	3	6	10	16	25	35	50
	100				350						63	100	160	250	350	450	
Vršni napon U_s u V	8	18	40	80	8	18	40	80	115	275	do 100 V: 1,15 U_N , iznad 100 V: 1,1 U_N						
	115				385												
tan δ_{max} pri 20 °C	50 Hz	0,15 ... 0,05 (≤ 1 mF)				0,20 ... 0,08 (≤ 1 mF)					0,30 ... 0,10 (≤ 1 mF)						
	50 Hz	> 1 mF: gornje se vrijednosti povećavaju za 0,01 za svaki 1 mF															
Pogonska preostala struja	$K_b^{(1)}$	$0,005 \frac{\mu A}{\mu F \cdot V}$				$0,01 \frac{\mu A}{\mu F \cdot V}$					$0,02 \frac{\mu A}{\mu F \cdot V}$						
	I_0	5 μA				5 μA					3 μA						
U_N u V	6	35	100		6	35	100	350			6,3	35	100	450			

¹⁾ Pogonska preostala struja $I_{pp} = K_p \cdot U_N \cdot C_N + I_0$ u μA pri 20 °C (približne vrijednosti) ako su U_N u V, te C_N u μF ukršteni.

Kondenzatori za pogon izbojnih lampi

DIN 48511

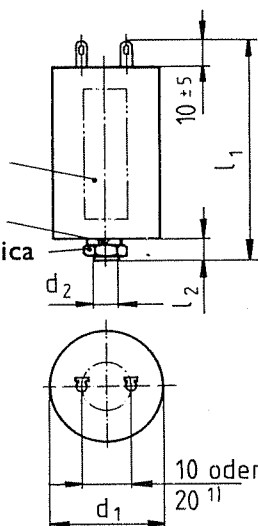
Paralelna kompenzacija: 220 V, 50 Hz, do 1,5 kvar

- B** papirni kondenzator, okrugli
C metalno-papirni kondenzator, okrugli

Polje za opis

Ozupčani kotač

Šesterostrana matica



l_1 : 102 mm ... 210 mm

d_1 : 30 ... 50 mm

d_2 : M 8- ili M 12- navoj

l_2 : 8 mm

Kondenzatori ne trebaju odgovarati slikovnim prikazima

Mjere u mm

¹⁾ prvenstveno 10 mm

Nazivni kapaciteti u μF , $\pm 10\%$

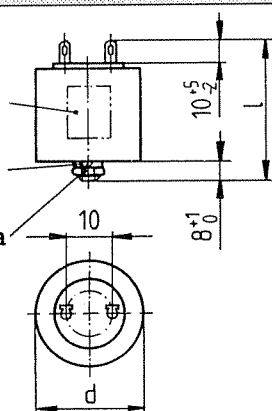
2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	6	7	8	9	10	12	13,5	16	18	20	25
---	-----	---	-----	---	-----	---	---	---	---	---	----	----	------	----	----	----	----

Serijska kompenzacija: 420 V, 50 Hz, do 1 kvar

Polje za opis
(zeleni natisak)

Ozupčani kotač
J8,2 po DIN 6797

Šesterostrana matica
BM8 DIN 439-04



Nazivni kapacitet
u μF
 $\pm 4\%$

Nazivni napon
 V_{\sim}

Oblik izvedbe X

d
max.

l
max.

3,6

4,4

5,7

420

40

130

160

Mjere u mm

Kondenzatori za motore

DIN 48501/07.68

Nazivni izmjenični naponi u V

Pogonski kondenzator	125	—	—	220	240	260	280	320	—	360	400	450	480	560
Kondenzator za pokretanje	—	160	210	—	240	—	280	320	330	360	400	—	—	—

Nazivni kapacitet u μF

Pogonski kondenzator	0,1	—	—	—	—	0,2	0,25	0,3	—	0,4	—	0,5	0,6	—	0,8	0,9
	1	1,2	1,4	1,6	1,8	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	6	7	8	9
	10	12	14	16	18	20	25	30	35	40	45	50	60	70	80	90
	100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Kondenzator za pokretanje	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5	—	—	—	—
	10	—	—	16	—	20	25	30	—	40	—	50	60	—	80	—
	100	—	—	160	—	200	250	320	—	400	—	500	—	—	—	—

Označavanje poluvodiča (prema „Pro Electron-u“)

Primjer:

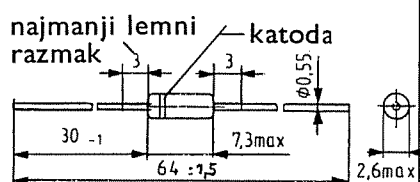
osnovni materijal B C X 70 Registrarski broj (2 ili 3 znamenke)
glavna funkcija _____ Uputa za komercijalnu upotrebu

1. Slova- čana oznaka	Osnovni materijal	2. Slova- čana oznaka	Značenje	2. Slova- čana oznaka	Značenje
A	germanij	A	dioda — općenito	N	svjetlosni vezni element
B	silicij	B	kapacitivna dioda	P	npr. fotodioda,
C	npr. galij-arsenid (energetski razmak $\geq 1,2$ eV)	C	NF-tranzistor	Q	fotoelement
D	npr. indij-antimonid (energetski razmak $\geq 0,6$ eV)	D	NF-tranzistor snage	R	npr. svjetlosna dioda
R	fotopoluvodički i halgeneratorski osnovni materijal	E	tunelska dioda	S	tiristor
		F	VF-tranzistor	T	sklopni tranzistor
		G	npr. oscilatorska dioda	U	npr. upravljivi ispravljač
		H	Hallova sonda polja	X	sklopni tranzistor snage
		K (M)	Hallov generator	Y	multiplikatorska dioda
		L	VF-tranzistor snage	Z	dioda snage
					Zenerova dioda

Kao treće slovo primjenjuje se X, Y ili Z kod komercijalnih sastavnih dijelova

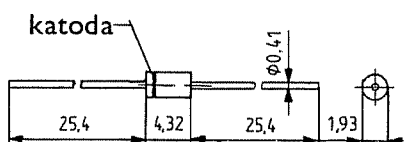
Oblici kućišta poluvodičkih sastavnih elemenata (prema JEDEC-u)

Stakleno kućište D0-7



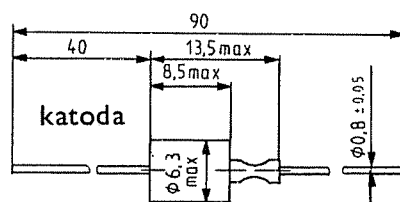
npr. germanijska univerzalna dioda AA 118

Stakleno kućište D0-35



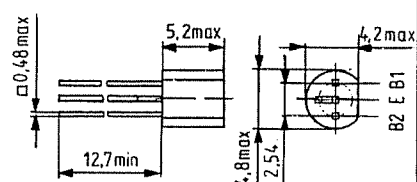
npr. silicijska univerzalna dioda BAY 61

Metalno kućište D0-13



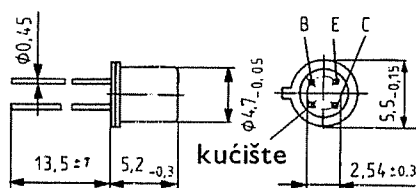
npr. Zenerova dioda 1,3 W
BZD 10 C9 V1

Plastično kućište T0-92



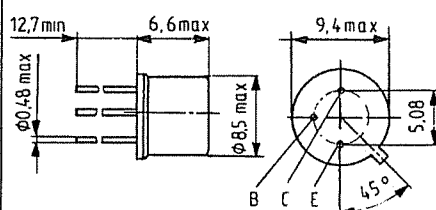
npr. jednoslojni (Unijunction) tranzistor 2N 4870

Metalno kućište T0-72



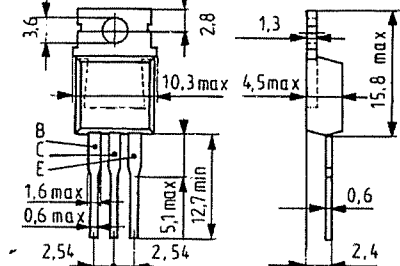
npr. silicijski VF tranzistor
BTF 66

Metalno kućište T0-39



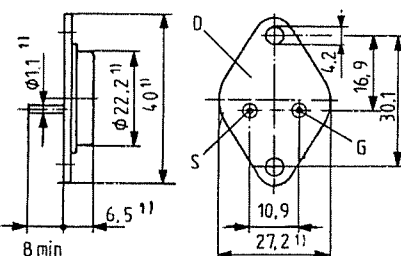
npr. silicijski NPN tranzistor
BC 140

Plastično kućište T0-220 s metalnom prirubnicom



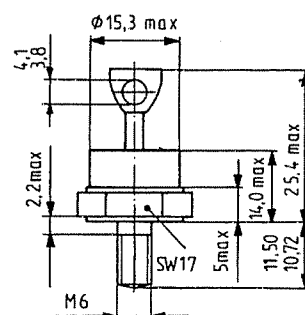
kolektor spojen s montažnom prirubnicom
npr. silicijski NPN Darlingtonski tranzistor BD 649

Metalno kućište T0-3



npr. MOS-tranzistor snage
BUZ 232

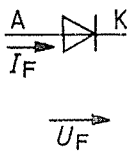
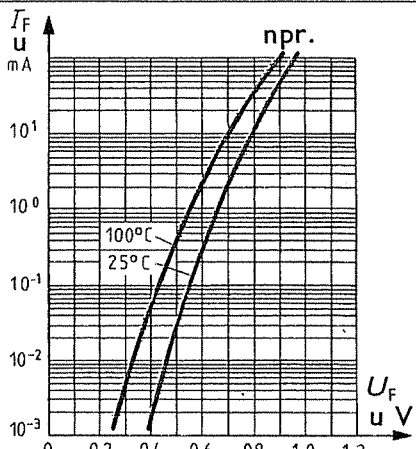
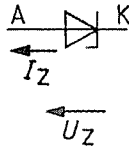
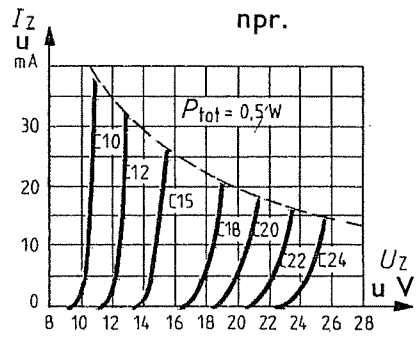
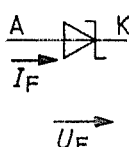
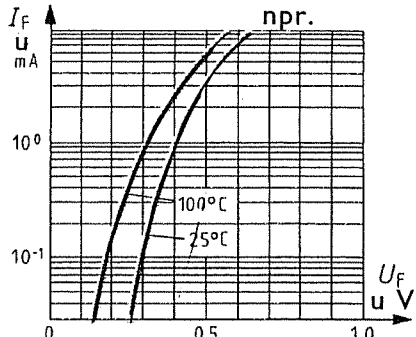
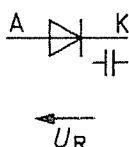
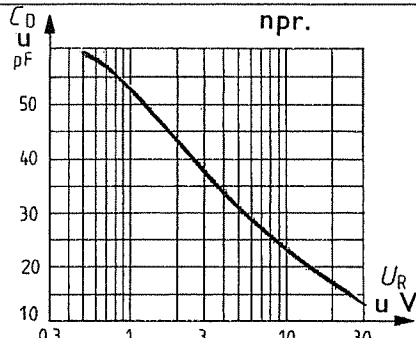
Metalno kućište D0-5 (sa M6)



npr. brza ispravljačka dioda
BYW 92

¹⁾ Po JEDEC-u za diode 1N..., a za tranzistore 2N... s četvero-znamenkastim registracijskim brojem.

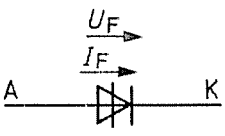
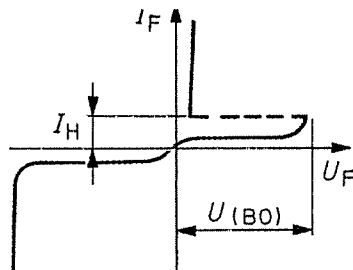
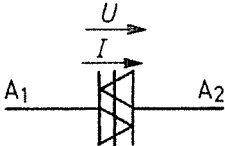
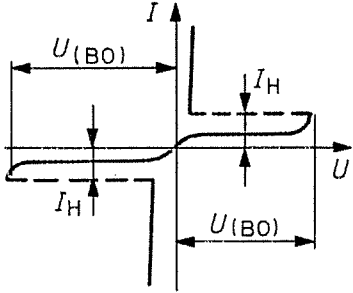
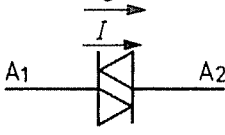
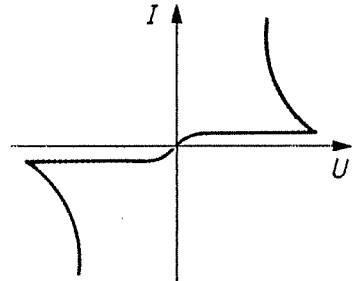
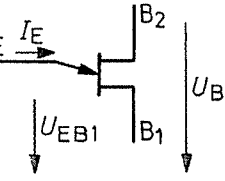
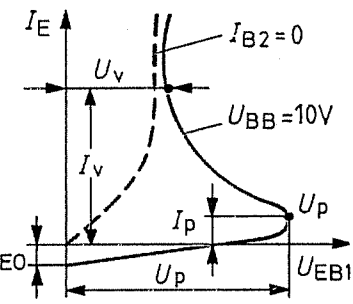
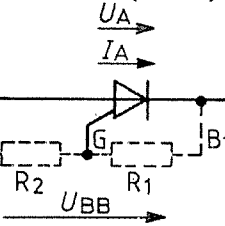
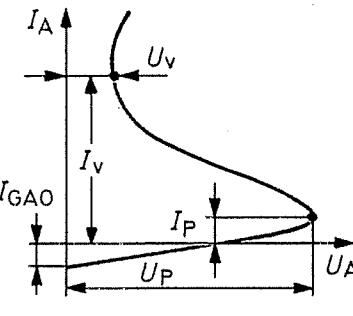
Diode

Spojni simboli	Karakteristične krivulje	Karakteristične vrijednosti	Primjene
Dioda 	 <p>Karakteristika vođenja $I_F = f(U_F)$ pri $\vartheta_u = 25^\circ\text{C}$ odnosno 100°C</p>	Germanijske diode $U_{TO} = 220\text{ mV} \dots 400\text{ mV}$ $U_{RM} \leq 110\text{ V}$ $I_F \leq 150\text{ mA}$ $I_R \leq 300\text{ }\mu\text{A}$ $R_{thJU} \leq 400\text{ }\frac{\text{K}}{\text{W}}$ $\vartheta_u = -55^\circ\text{C} \dots +75^\circ\text{C}$ Silicijske diode $U_{TO} = 0,6\text{ V} \dots 0,8\text{ V}$ $U_{RM} = 30\text{ V} \dots 3,5\text{ kV}$ $I_F = 150\text{ mA} \dots 750\text{ A}$ $I_R = 0,5\text{ mA} \dots 50\text{ mA}$ $\vartheta_u = -40^\circ\text{C} \dots +150^\circ\text{C}$	Germanijske diode: – Univerzalna dioda u VF području uvjetovano malim kapacitetom zapornog sloja – Sklopna dioda – Uparena kao par faznog diskriminatora u otklon-skopu dijelu televizora Silicijske diode: – Ispravljačke diode do najvećih snaga – Diodna sklopka, npr. zaštita od pogrešnog polariteta – Granična dioda za male napone
Zenerova dioda 	 <p>Stabilizacijske karakteristike $I_Z = f(U_Z)$</p>	Stabilizacijski efekt kod rada u zapornom smjeru $U_Z = 1,8\text{ V} \dots 200\text{ V}$ $P_{tot} \leq 50\text{ W}$ $\vartheta_u \leq 150^\circ\text{C}$ Pri $U_Z \leq 5,1\text{ V}$ negativni, a pri $U_Z \geq 5,1\text{ V}$ pozitivni temperaturni koeficijent.	– Stabilizacija, odnosno, ograničavanje istosmjernih napona – Protu-serijski spoj Zenerove i normalne diode prema referentnim diodama s posebno malom temperaturnom ovisnošću – TAZ diode (Transient Absorption Zener) za zaštitu od prevelikih prenapona
Schottkyjeva dioda (spojni simbol nije normiran) 	 <p>Karakteristika vođenja $I_F = f(U_F)$</p>	Vrijeme sklapanja 1 ns $U_{TO} < 300\text{ mV}$ $U_{RM} \leq 70\text{ V}$ $I_F < 80\text{ A}$ $I_R < 200\text{ nA}$ $\vartheta_u = -65^\circ\text{C} \dots +125^\circ\text{C}$	– Ekstremno brze diodne sklopke u VF i mikrovalnoj tehnici $f > 15\text{ GHz}$ – Integrirani sklopovi digitalne tehnike – Ispravljač u SMPS-u (Switch Mode Power Supply) prekidnom načinu rada
Kapacitetska dioda 	 <p>Karakteristika kapaciteta $C_P = f(U_R)$</p>	Diodni kapacitet C_D opada s porastom zapornog napona $C_D \leq 60\text{ pF}$ $U_{RM} = 30\text{ V}$ $I_F = 100\text{ mA}$ $\vartheta_u = -55^\circ\text{C} \dots +125^\circ\text{C}$	– Kapaciteti titrajnog kruga u VF tehnici – Ugodivi sklopovi – Vezni elementi u filtrima s namjestivom širinom pojasa

U_{TO} : napon praga, U_F : napon vođenja; U_{RM} : maksimalni zaporni napon, U_Z : Zennerov napon, I_F : struja vođenja, I_R : zaporna struja, ϑ_{amp} : temperatura okoline, R_{thJU} : toplinski otpor između zapornog sloja i okoline.

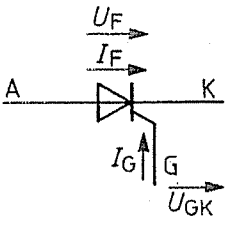
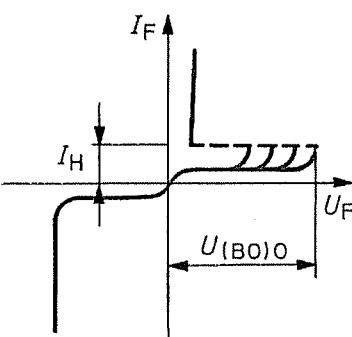
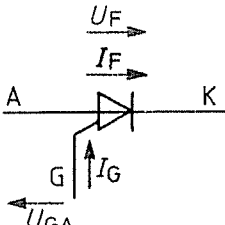
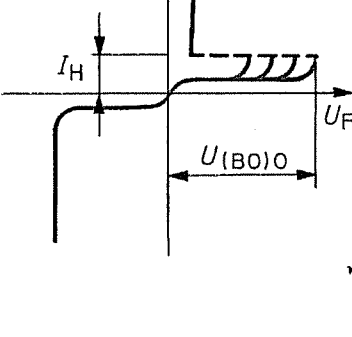
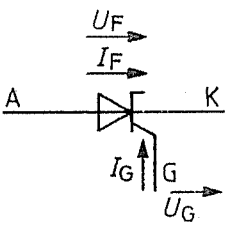
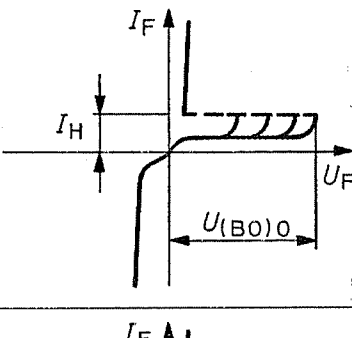
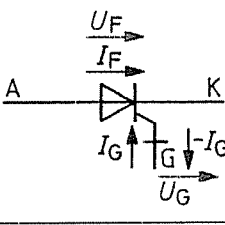
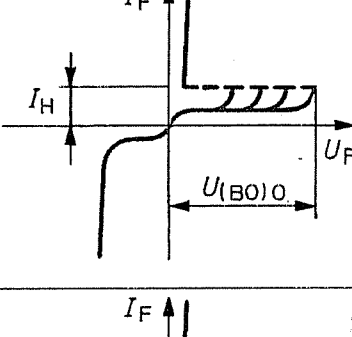
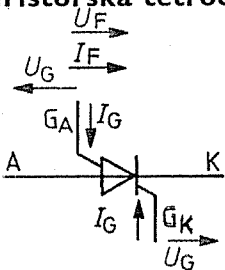
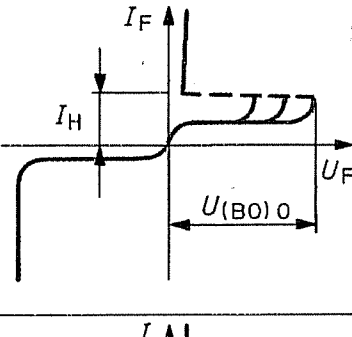
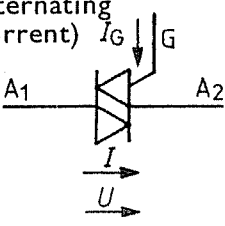
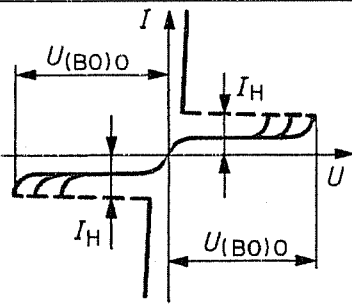
Okidne diode, UJT, PUT

DIN 41785 T2/6.76

Spojni simbol	Karakteristična krivulja	Svojstva	Primjena, karakt. vrijed.
Tiristorska dioda (četveroslojna dioda) 		Nakon prekoračenja prekretnog napona $U_{(BO)}$ u propusnom smjeru ponaša se kao ispravljačka dioda (naponski ovisna sklopka).	Okidanje struje paljenja u tiristorskim sklopovima, element vremenskih sklopova. Prekretni napon od 20 ... 200 V, $I_{F \text{ maks}}$ 30 A Struja pridržavanja I_u od 15 ... 45 mA.
Dvosmjerna tiristorska dioda (peteroslojna dioda) 		Karakteristika kao antiparalelno spojene četveroslojne diode.	Okidanje struje paljenja za trijake. Prekretni napon do 10 V. Struja pridržavanja ispod 5 mA. Struja vođenja oko 200 mA.
Dvosmjerna dioda, dijak (diac: diode alternating current) 		Neprekinut prijelaz u probojno područje. Visoki propusni napon.	Okidanje struje paljenja za trijake. Prekretni naponi oko 35 V. Propusna struja jako ovisna o duljini impulsa. Maksimalni gubitak snage oko 300 mW.
Jednoslojni tranzistor UJT, (isto i dioda s dvije baze) 		S porastom napona U_{EB1} preokreće se zaporna struja. Pri prekretnom naponu U_P postaje spoj emiter-B1 vodljiv.	Upravljanje trijaka i tiristora, RC-generatori. Naponi: maks 30 V. Strje: maks 50 mA.
Programirajući jednoslojni tranzistor (PUT) 		Sastav kao anodno-upravljivi tiristor. Spajanjem s R_2 i R_1 dobiva se djelovanje namjestivog (I_P , I_V) UJT.	Upravljanje trijaka i tiristora, RC generatori. Naponi: 40 V. Struje: 150 mA.

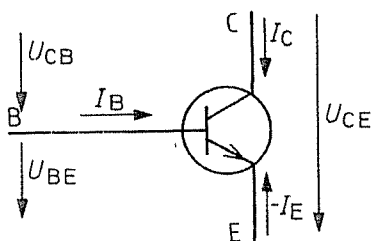
A, A₁, A₂: Anoda, glavni priključci
 G, G_A, G_K: Upravljački priključak (gate) upravljiv preko anode ili katode
 K: Katoda
 I_F, I_G: Struja vođenja, struja vrata (gate)
 I_{GAO}, I_{EO}: Zaporna struja pri otvorenoj anodi (PUT) odnosno otvorenom emiteru (UJT)
 I_H: Struja pridržavanja, najmanja struja I_F pri kojoj tiristor još vodi

I_P, I_V: Struja u točki maksimuma odnosno u točki minimuma
 U_(BO): Prekretni napon
 U_{(BO)O}: Multi prekretni napon (prekretni napon pri otvorenim vratima (gate))
 U_F: Napon vođenja
 U_P, U_V: Napon maksimuma odnosno minimuma
 P_{tot}: Maksimalni gubitak snage

Tiristori, Trijaci		DIN 41785 T3 JUS N.R1.600	
Spojni simbol	Karakteristična krivulja	Svojstva	Primjena, karakt. vrijedn.
Tiristor s P-vratima 		Tiristorska trioda — upravljiva s katodne strane — nevođenje u zapornom smjeru	Usmjerivači sve do najvećih snaga. Od 100 V ... 4000 V. Struje ovisno o vrsti izrade, do maks 1000 A kod vodom hlađenih plastičnih tiristora.
Tiristori s N-vratima 		Tiristorska trioda — upravljiva s anodne strane — nevođenje u zapornom smjeru	Područje malih snaga Pri spajanju s djelilom napona kao i PUT (vidi str. 67).
Zaporno vodljivi tiristor 		Karakteristika u propusnom smjeru kao kod tiristora s P-vratima, karakteristika u zapornom smjeru kao kod diode.	Izmjenjivač s komponentom jalovog opterećenja (dioda za povratno napajanje je izlišna). Napon ≤ 2500 V. Struja ≤ 1000 A.
Isklopljivi tiristor (GTO, gate-turn-off) 		Tiristorska trioda — upravljiva s katodne strane — zapiranje I_F s negativnom strujom vrata I_G	Istosmjerni postavnik sve do područja srednjih snaga. Napon ≤ 1200 V. Struja ≤ 400 A.
Tiristorska tetroda 		Upravljanje — s katodne strane i — anodne strane moguće — nevođenje u zapornom smjeru	Univerzalni rasklopni zadaci u području male snage.
Dvosmjerni tiristor trijak (triac: triode alternating current) 		— Karakteristika poput antiparalelnog spojenja tiristora — Paljenje s pozitivnom ili negativnom strujom vrata neovisno o polaritetu anode.	Fazno-rezno upravljanje, elektronički relej i sklopnik u području male srednje snage. Naponi do 1200 V, struje do oko 300 A.

Bipolarni tranzistori

NPN tranzistor



$$I_E = I_C + I_B$$

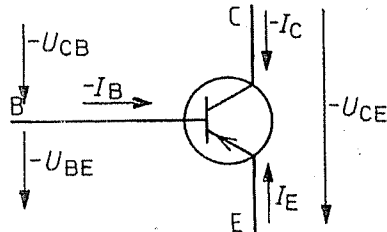
$$U_{CE} = U_{CB} + U_{BE}$$

$$\beta = \frac{I_C}{I_B}$$

$$P_{tot} = U_{CE} \cdot I_C + U_{BE} \cdot I_B$$

$$P_{tot} \approx U_{CE} \cdot I_C$$

PNP tranzistor



Označavanje tranzistorskih preostalih struja i zapornih napona

3. Indeksna slova	Značenje
0	Neimenovana elektroda je otvorena, npr. U_{CE0}
R	Između drugoimenovane i neimenovane elektrode je otpornik npr. I_{CER}
S	Između drugoimenovane i neimenovane elektrode je kratki spoj, npr. I_{CES}
V	Između drugoimenovane i neimenovane elektrode je zaporni napon, npr. I_{CEV}

Primjer tranzistorskih svojstava: Silicijski NPN epitaksijalni planarni NF tranzistor BC 140

Posebna obilježja:

- gubitak snage 3,7 W
- komplementaran s BC 160
- kućište TO 39, kolektor vezan s kućištem
- težina maks 1,5 g

Apsolutne granične vrijednosti:

$$U_{CES} = 80 \text{ V}$$

$$U_{CEO} = 40 \text{ V}$$

$$U_{EBO} = 7 \text{ V}$$

$$I_C = 1 \text{ A}$$

$$I_C = 100 \text{ mA}$$

$$P_{tot} = 650 \text{ mW pri } t_{amb} \leq 45^\circ \text{C}$$

$$P_{tot} = 3,7 \text{ W pri } U_{CE} \leq 7 \text{ V i } t_{kuć} \leq 45^\circ \text{C}$$

$$\vartheta_j = 175^\circ \text{C}$$

Toplinski otpori

$$R_{thJA}: \text{maks } 200 \frac{\text{K}}{\text{W}}$$

$$R_{thJC}: \text{maks } 35 \frac{\text{K}}{\text{W}}$$

Statističke karakteristike ($t_{amb} = 25^\circ \text{C}$)

$$I_{CES} = 10 \dots 100 \text{ mA pri } U_{CE} = 60 \text{ V}$$

$$U_{(BR)CEO} = 80 \text{ V pri } I_C = 100 \mu\text{A}$$

$$U_{(BR)EBO} = 7 \text{ V pri } I_E = 100 \mu\text{A}$$

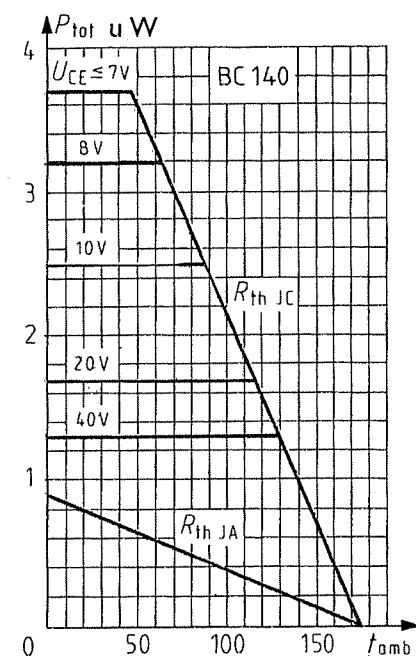
$$U_{BE} = 1,2 \text{ V pri } U_{CE} = 1 \text{ V i } I_C = 1 \text{ A}$$

Dinamičke karakteristike ($t_{amb} = 25^\circ \text{C}$)

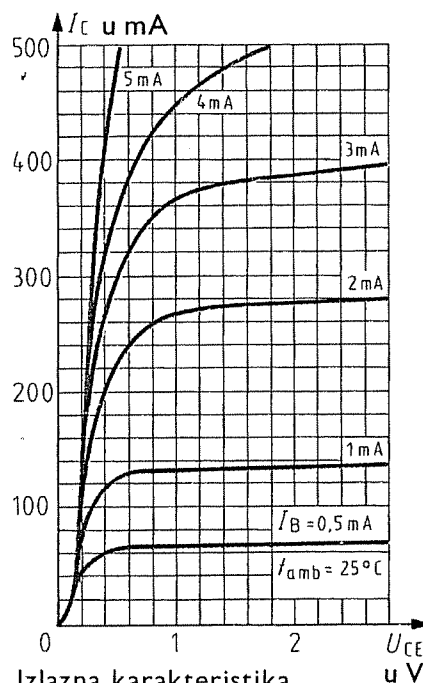
$$f_T = 50 \text{ MHz}$$

$$C_{CBO} \leq 25 \text{ pF}$$

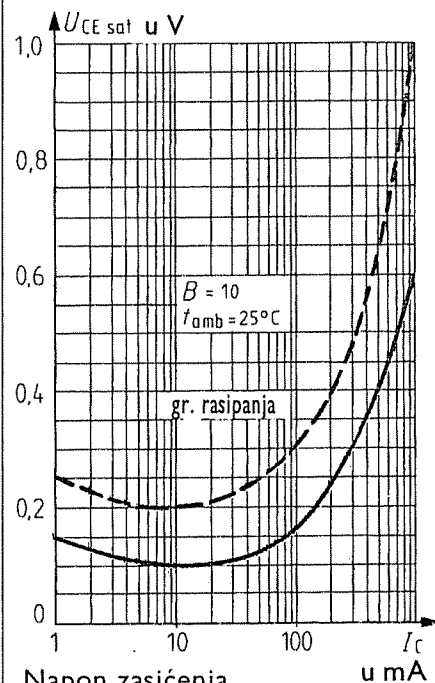
$$C_{EBO} = 80 \text{ pF}$$



Dopušten ukupni gubitak snage u ovisnosti o temperaturi okoline



Izlazna karakteristika $I_C = f(U_{CE})$ s I_B kao parametrom



Napon zasićenja $U_{CE sat} = f(I_C)$ pri $B = 10$ i $t_{amb} = 25^\circ \text{C}$

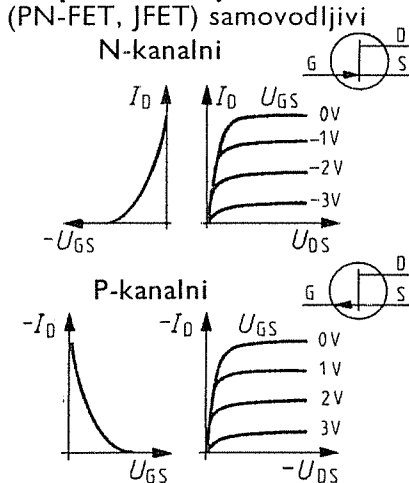
B : istosmjerno pojačanje, P_{tot} : ukupni gubitak snage, ϑ_j : temperatura zapornog sloja, t_{amb} : temperatura okoline, f_T : tranzitna frekvencija, R_{thJA} , R_{thJC} : toplinski otpor između zapornog sloja i okoline (kućišta).

Tranzistori s efektom polja (FET)

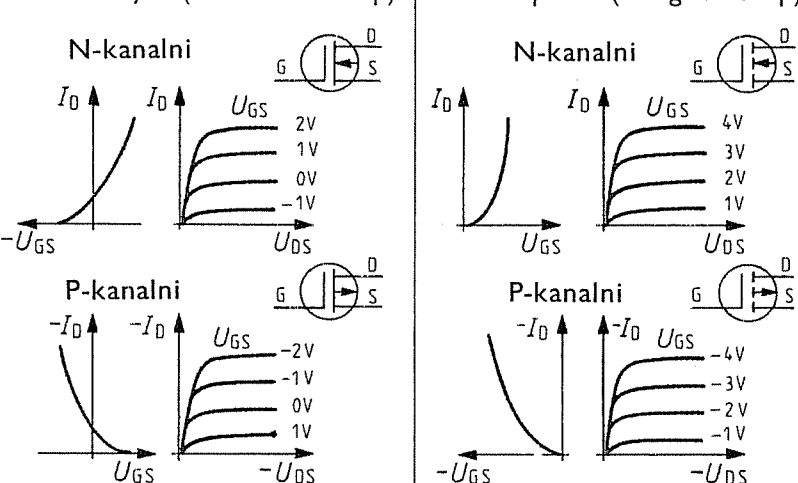
FET (unipolarni tranzistori)

- radnom strujom I_D upravlja elektrostatsko polje između zasuna (G) i uvoda (S)
- ističu se po tome što se upravljaju praktički bez potroška snage i imaju bitno viši ulazni otpor od bipolarnih tranzistora

Tranzistori s efektom polja i zapornim slojem (PN-FET, JFET) samovodljivi



Tranzistori s efektom polja i izolirajućim slojem (JGFET) samovodljivi (osiromašeni tip) samozaporni (obogaćeni tip)



U elektronici snage primjenjuju se FET specijalne poluvodičke strukture kao npr. V-MOS, U-MOS, HEX-MOS.

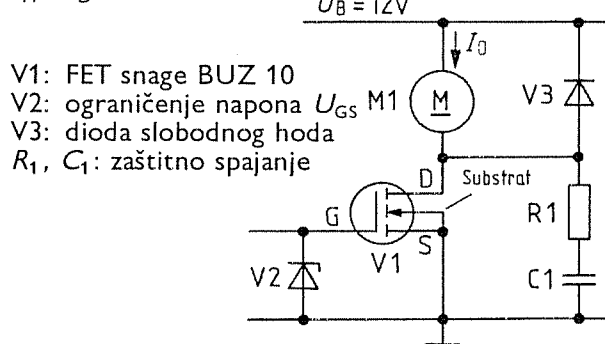
Prednosti:

- visoka rasklopna snaga i sigurnost od preopterećenja
- jednostavno paralelno spajanje više tranzistora radi povećanja snage
- vrlo velika brzina preklapanja
- vrlo visoke granične frekvencije

Primjene:

- SMPS (Switch mode Power Supply) dijelovi rasklopne mreže
- istosjerni postavnici i sklopke
- VF-generatori za indukcijsko grijanje
- svemirska tehnika i obrada podataka

Primjer: Regulator vožnje sa strujom motora $I_M = I_D = 12 \text{ A}$



Primjer:

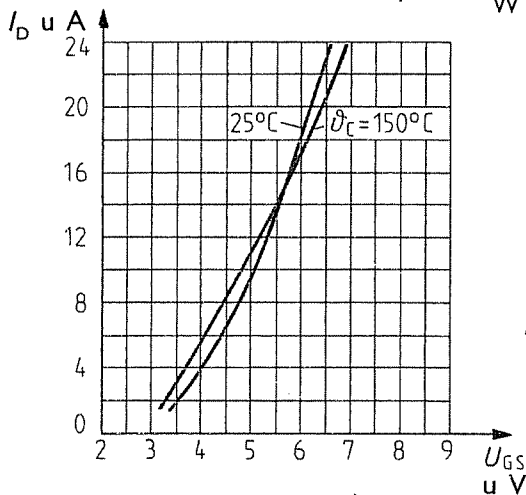
Karakteristike JG-FET-a BUZ 10 (N-kanalni obogaćeni tip)

Apsolutni granični podaci: $U_{DS} = 50 \text{ V}$; $U_{GS} = \pm 20 \text{ V}$; $I_D = 12 \text{ A}$; $I_{DM} = 24 \text{ A}$; $P_{tot} = 45 \text{ W}$; $\vartheta_c = 150^\circ \text{ C}$

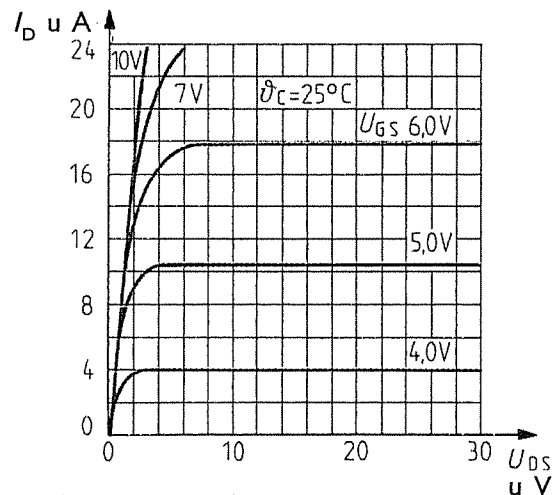
Dinamičke karakteristike: $g_{21} = 4,85$ pri $I_D = 6 \text{ A}$ i $U_{DS} = 25 \text{ V}$, $r_{DS} < 0,1 \Omega$ pri $I_D = 6 \text{ A}$
 $t_{uk} = 80 \text{ ns}$; $t_{iz} = 180 \text{ ns}$

Kućiste:

TO-220; $R_{thJC} = 2,0 \frac{\text{K}}{\text{W}}$



Karakteristika upravljanja $I_D = f(U_{GS})$



Izlazna karakteristika $I_D = f(U_{DS})$

U_{DS} : Napon između odvoda (D) i uvoda (S); U_{GS} : Napon između zasuna (G) i uvoda (S); I_D, I_{DM} : Struja odvoda, max.; g_{21} : prijenosna strmina; r_{DS} : diferencijalni izlazni otpor; t_{uk}, t_{iz} : uklopno odnosno isklopno vrijeme; R_{thJC} : toplinski otpor između zapornog sloja i kućišta; P_{tot} : maks. gubitak snage; ϑ_c : temp. kućišta.

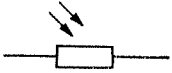
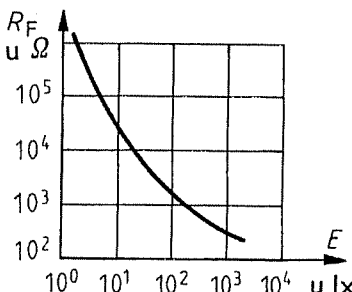
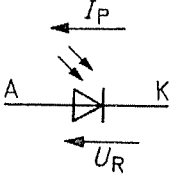
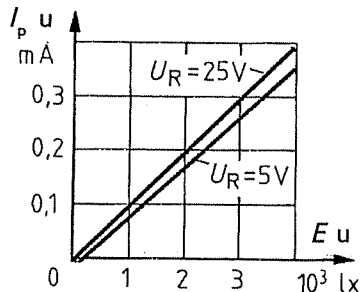
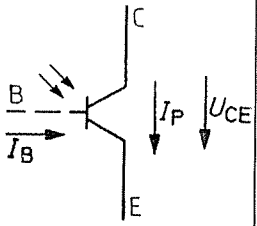
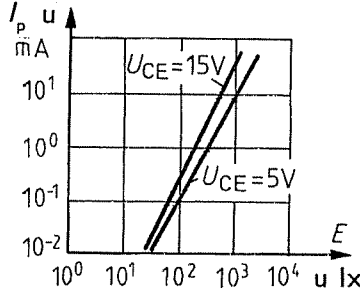
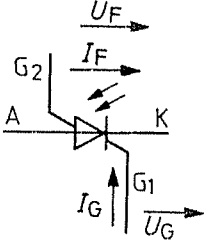
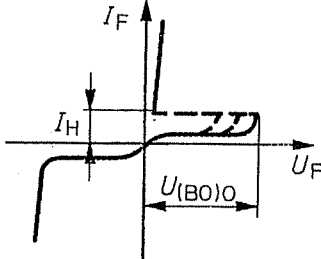
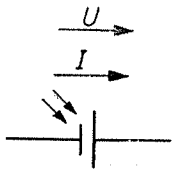
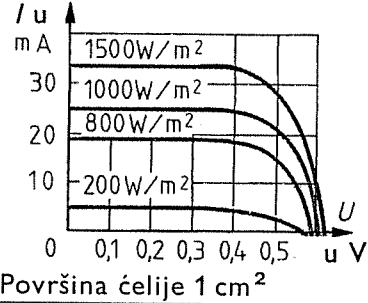
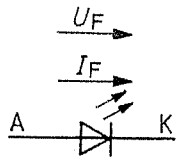
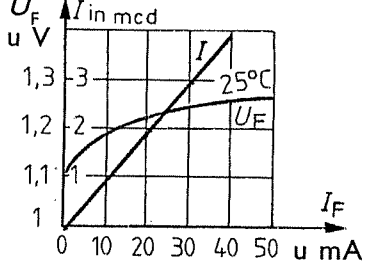
Osnovni tranzistorski spojevi

Vrsta tranz. Osnovni spoj	Bipolarni s NPN-strukturom		Unipolarni s N-kanalnom strukturom			
	Spoj sa zajedničkim emiterom	Spoj sa zajedničkim kolektorom	Spoj sa zajedničkom bazom	Spoj sa zajedničkim uvodom (S)	Spoj sa zajedničkim odvodom (D)	Spoj sa zajedničkim zasunom (G)
Ulazni otpor ¹⁾	$r_e = r_{BE} \parallel R_1 \parallel R_2$ 20 Ω ... 5 kΩ	$r_e = (r_{BE} + \beta R_E) \parallel R_1 \parallel R_2$ 10 kΩ ... 200 kΩ	$r_e = \frac{r_{BE}}{\beta} \parallel R_E$ 10 ... 200 Ω	$r_e \approx R_1 \parallel R_2$ 1 MΩ ... 10 MΩ	$r_e \approx R_1 \parallel R_2$ 5 MΩ ... 20 MΩ	$r_e \approx R_S + \frac{1}{S}$ 100 ... 500 Ω
Izlazni otpor ¹⁾	$r_a = r_{CE} \parallel R_C \approx R_C$ 5 kΩ ... 100 kΩ	$r_a \approx \frac{r_{BE} + R_L}{\beta} \parallel R_L$ 10 Ω ... 200 Ω	$r_a = r_{CE} \parallel R_C \approx R_C$ 50 kΩ ... 1 MΩ	$r_a \approx R_D$ 2 kΩ ... 20 kΩ	$r_a \approx \frac{1}{S}$ 100 Ω ... 1 kΩ	$r_a \approx R_D$ 20 kΩ ... 2 MΩ
Pojačanja ¹⁾ $V_p = V_u \cdot V_i$	$V_u = -\frac{\beta}{r_{BE}}$ 100 ... 1000 $V_i \approx \beta$; 20 ... 500	$V_u \approx 1$ $V_i \approx \beta$ 20 ... 500	$V_u \approx \beta \frac{R_C}{r_{BE}}$ 100 ... 1000 $V_i \approx 1$	$V_u \approx -S \cdot R_D$ 5 ... 20 $V_i \rightarrow \infty$	$V_u \approx 1$ $V_i \rightarrow \infty$	$V_u \approx S \cdot R_D$ 5 ... 20 $V_i \approx 1$
Fazni pomak	$\varphi = 180^\circ$	$\varphi = 0^\circ$	$\varphi = 0^\circ$	$\varphi = 180^\circ$	$\varphi = 0^\circ$	$\varphi = 0^\circ$
Primjene	<ul style="list-style-type: none"> Univerzalni spoj za naponsko i strujno pojačanje u NF i VF području 	<ul style="list-style-type: none"> NF ulazno pojačalo Transformator impedancije 	<ul style="list-style-type: none"> Spojevi oscilatora VF pojačalo 	<ul style="list-style-type: none"> Uobičajeni spoj pojačala u NF i VF području 	<ul style="list-style-type: none"> Pretpojačalo Transformator impedancije 	<ul style="list-style-type: none"> Jer je veliki otpor između zasuna i kanala neiskorišten, spoj se primjenjuje samo u posebnim slučajevima npr. u mjeriteljima i antenskim pojačalima s prilagođenjem snage
¹⁾ Dane vrijednosti mogu u pojedinom slučaju biti vidno podbačene ili prekoračene r_e : ulazni otpor r_{BE} : dinamičko ulazni otpor V_u : dinamičko naponsko pojačanje β : tranzistorsko-dinamičko pojačanje r_a : izlazni otpor r_{CE} : izlazni dinamički otpor V_i : dinamičko strujno pojačanje φ : fazni pomak između u_A i u_E R_L : otpor tereta S : strmina, 1 mS ... 50 mS V_p : pojačanje snage						

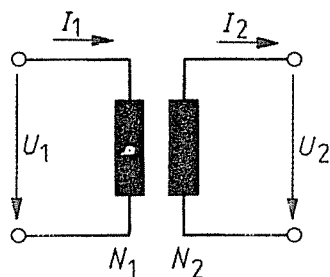
Osnovni tranzistorski spojevi

Oznaka	Darlingtonov spoj	Diferencijalno pojačalo	Protutakno pojačalo	Tranzistor kao sklopka		
Spoj				Djelatno opterećenje	Induktivno opterećenje	Kapacitivno opterećenje
Svojstva	$B' = B_1 \cdot B_2$ $r'_{BE} \approx 2 r_{BE1}$ $U_{BE} = U_{BE1} + U_{BE2}$ $\beta' = \beta_1 \cdot \beta_2$ $r'_{CE} \approx r_{RC2} \parallel \frac{r_{CE1}}{\beta_2}$ <ul style="list-style-type: none"> Upravljački tranzistor V_1 i tranzistor snage V_2 omogućavaju strujno pojačanje od $\beta < 10^3$ 	$-U_{A1} = V_u \cdot U_{E1}$ $-U_{A2} = V_u \cdot U_{E2}$ $U_{A12} = U_{A1} - U_{A2}$ $U_D = U_{E1} - U_{E2}$ $U_{A12} = -V_u \cdot U_D$ <ul style="list-style-type: none"> Jenaki tranzistori sprečavaju utjecaj pomicanja radne točke na napon U_{A12} (istofazno pojačanje nula) Visoki ulazni otpor Veliko naponsko pojačanje 	$v_u \approx 1; v_i \approx \beta$ $\varphi = 0^\circ$ $P_{RL \max} = \frac{1}{2} \frac{U_B^2}{R_L}$ <ul style="list-style-type: none"> Spoj zajedničkog kolektora s dva komplementarna tranzistora Pozitivni ulazni napon upravlja V_1, a negativni s V_2 	Radni pravac	Radna karakteristika	Radna karakteristika
Primjene	<ul style="list-style-type: none"> Upotreba u mrežnim ispravljačima i pojačalima snage Kao komplementarni Darlingtonov spoj s $U_{BE} = U_{BE1}$ i $r'_{BE} = r_{BE1}$ 	<ul style="list-style-type: none"> Tehnika pojačanja Mjerna i regulacijska tehnika Ulazni stupanj operacionog pojačala (str. 77) 	<ul style="list-style-type: none"> Pojačalo snage u B i AB pogonu Postoje i integrirane izvedbe 	Spajanje <ul style="list-style-type: none"> signalnih svjetiljki istosmjernih postavnik digitalnih sklopova kao pojačala snage 	Spajanje <ul style="list-style-type: none"> releja vlačnih magneta istosmjernih motora 	<ul style="list-style-type: none"> impulsni ispravljači s konenzatorima za filtriranje relaksacijski sklopovi
$U_{CE \text{ sat}}$: napon zasićenja između kolektora i emitera U_D : Ulazni napon u diferencijalnom pojačalu		U_{A12} : Izlazni napon u diferencijalnom pojačalu P_D, P_S : disipacija provođenja, disipacija pri prekopčanju			t_u, t_{12} : vrijeme uključ. odn. isklj. ostale fiz. vel. na strani 71.	

Optoelektronički sastavni dijelovi

Spojni simbol	Tipična karakteristika	Svojstva	Primjena, karakteristič. vrijed.
Fotootpornik (LDR, Light-Dependent-Resistor) 		Pasivni sastavni dio <ul style="list-style-type: none"> osjetljiv s obzirom na osnovni materijal od 0,5...8 μm (ultra-violetno do infracrveno područje) najviša svjetlosna osjetljivost vrlo trom pri promjeni svjetloće 	<ul style="list-style-type: none"> primjena u istosmjernim i izmjeničnim strujnim krugovima mjerenje rasvjetljenosti, sklopka za zatamnivanje radni napon do više 100 V opteretivost do 500 mV
Fotodioda 		<ul style="list-style-type: none"> rad u zapornom smjeru malena svjetlosna osjetljivost vrlo kratko vrijeme odziva struja je približno proporcionalna rasvjetljenosti 	<ul style="list-style-type: none"> mjerni zadaci naponi do 25 V gubitak do maks. 150 mW granična frekvencija do oko 500 MHz
Fototranzistor 		<ul style="list-style-type: none"> način rada kao fotodioda s pojačalom, stoga 100 do 500 puta veća osjetljivost namještanje radne točke priključkom na bazu tranzistora 	<ul style="list-style-type: none"> fotoelektrični prijemnici u nadzornim i regulacijskim krugovima naponi do 30 V gubitak snage do 200 mW granična frekvencija oko 0,5 MHz
Fototiristor 		Paljenje <ul style="list-style-type: none"> strujom vratiju svjetlosnim impulsom Gašenje <ul style="list-style-type: none"> snižavanjem struje pridržavanja negativnim impulsom na anodnom priključku 	<ul style="list-style-type: none"> za područje malih snaga, gubitak snage do 500 mW visokonaponska tehnika, paljenje preko svjetlovoda, ≤ 4000 V, ≤ 10 A
Solarna ćelija (fotoelement) 		Aktivni sastavni dio snage koja se oduzima ovisi o: <ul style="list-style-type: none"> intenzitetu svjetla temperaturi ćelije veličini aktivne površine 	<ul style="list-style-type: none"> dobivanje energije iz sunčeve svjetlosti serijski i paralelni spoj omogućavaju snage u kW-području (solarni generatori) veličina ćelija Ø100 m napon praznog hoda < 600 mV
Svjetleća dioda (LED, Light Emitting Diode) 		<ul style="list-style-type: none"> emisija svjetlosti u području vođenja robustna, dugi životni vijek, male dimenz. neznačajni zaporni napon može se modulirati do 20 MHz potreban je predotpor crvena, žuta, zelena, plava, infracrvena 	<ul style="list-style-type: none"> pokazivanje, prikazivanje znakova i brojeva davač u optoelektroničkim (svjetlosnim) veznim elementima, svjetlovodi, infracrveno upravljanje struje vođenja do 100 mA

Transformator



$$n = \frac{N_1}{N_2}$$

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{N_2}{N_1} = \frac{U_2}{U_1}$$

$$n^2 = \frac{Z_1}{Z_2}$$

Važna svojstva

- vjerno prenošenje oblika strujnih i naponskih impulsa male snage
- odjeljivanje potencijala
- presmjerenje potencijala
- promjena impedancije

n : odnos broja zavoja

Z_1 : ulazna impedancija (izmjenični otpor)

Z_2 : izlazna impedancija (izmjenični otpor)

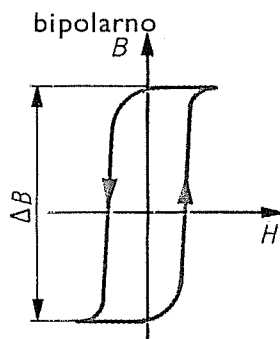
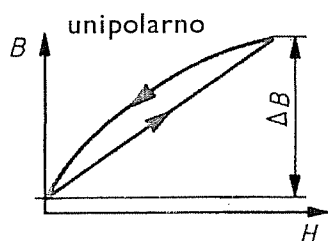
Impulsni transformator

Primjena

Upravljanje

- tranzistora
- tiristora
- trijaka

Vrsta pogona



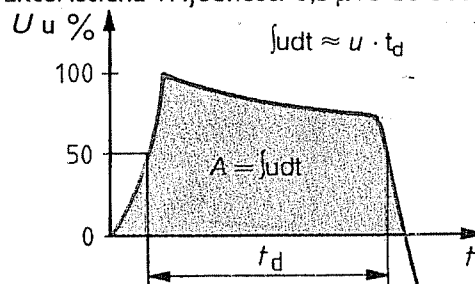
Karakteristične veličine

n : kod kupovnih impulsnih transformatora čvrsto je zadan obično: 1:1, 1:1:1, 1:2

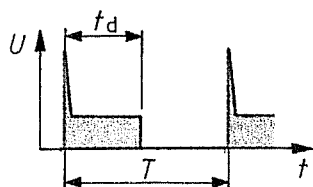
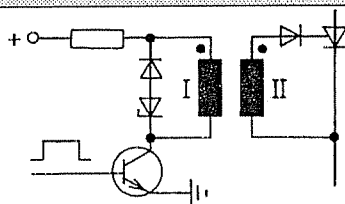
ΔB : raspon indukcije

$\int u dt$: naponsko-vremenska površina (integral po vremenu) (prenosivi produkt amplitude napona U i trajanja impulsa t_d kod unipolarnog pogona)

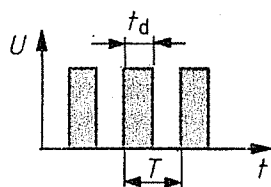
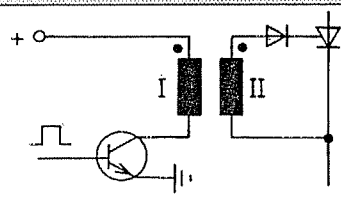
Karakteristična vrijednost: 0,5 $\mu V s$ do 5000 $\mu V s$



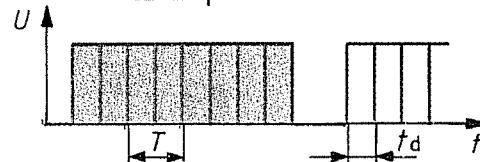
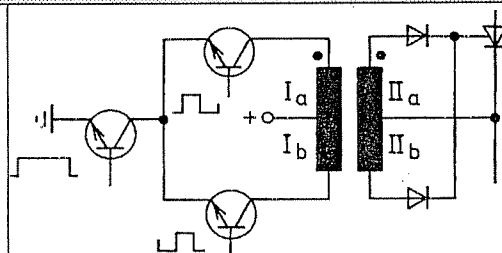
Primjeri: Transformator za upravljanje tiristorom (principne sheme)



Dugi impuls, unipolarno



Nizovi impulsa, unipolarno



Nizovi impulsa, bipolarno

Transformator snage

Primjena:

Taktom upravljani izvori struje (SMPS vidi još na str. 203) s radnom frekvencijom do oko 200 kHz

Prenosiva snaga:

$$P \approx C \cdot f \cdot \Delta B \cdot A_N \cdot A_e \cdot S$$

$C=1$ u protutaknom — provodnom radu

$C=0,6$ u jednotaktnom akumulacijskom radu

$$C = \frac{1}{2\sqrt{p}}$$
 u jednotaktnom provodnom radu

$p = t_1 \cdot f$ (omjer preklapanja)

f : frekvencija preklapanja

ΔB : raspon indukcije (vidi gore)

A_N : presjek svitka

f_{Cu} : faktor punjenja bakra

A_e : efektivni magnetski presjek

Optoelektronički (svjetlosni) vezni element

Karakteristične veličine

CTR: faktor veze, također omjer prijenosa struje, (CTR: Current-Transfer-Ratio)

$$CTR = \frac{I_C}{I_F} \text{ (u \% pri } I_F = 10 \text{ mA) i } U_{CE} = 5 \text{ V}$$

U_{10} : ispitni naponi izolacije (max ≈ 6 kV)

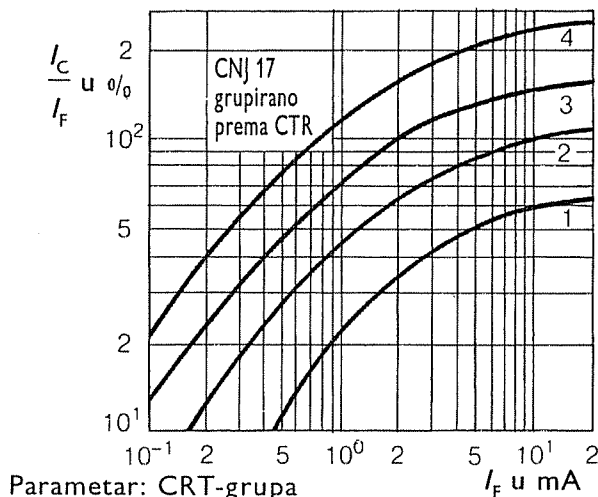
I_F : diodna struja vođenja (max ≈ 80 mA)

I_C : kolektorska struja (max ≈ 100 mA)

f_c : granična frekvencija (tipično 250 kHz)

Primjer:

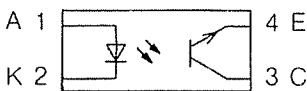
faktor veze $I_C/I_F = f(I_F)$ pri $T_u = 25^\circ\text{C}$, $U_{CE} = 5$ V



Izvedbe

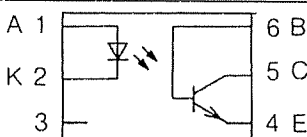
obična: DIL kućište

Sklop

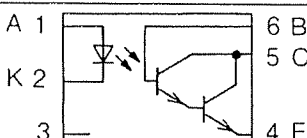


Osobitost

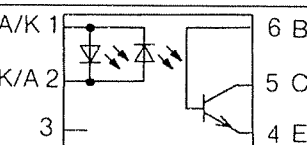
Priključak baze ne postoji



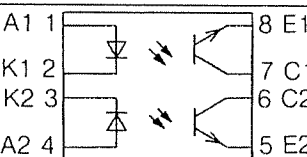
Priključak baze postoji. Sa R_{BE} moguće je povišenje granične funkcije.



Darlingtonov fototranzistor $I_C/I_F > 500\%$

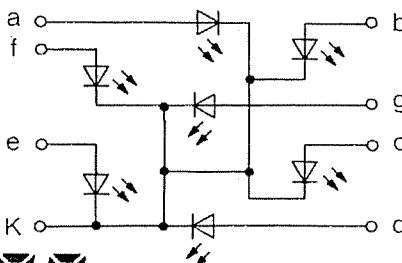
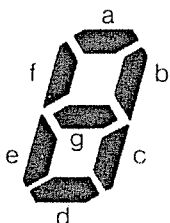


Antiparalelno spojena luminiscentna dioda. (Prijenos izmjeničnog napona.)



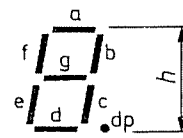
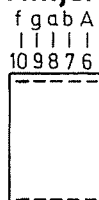
Mogućnost dvokanalnog prijenosa.

7-segmentno pokazivanje

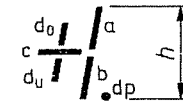
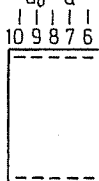
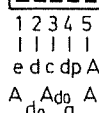


0123456789

Primjer označavanja priključaka (izvoda)



A: zajednička anoda
dp: decimalna točka



A: zajednička anoda
dp: decimalna točka

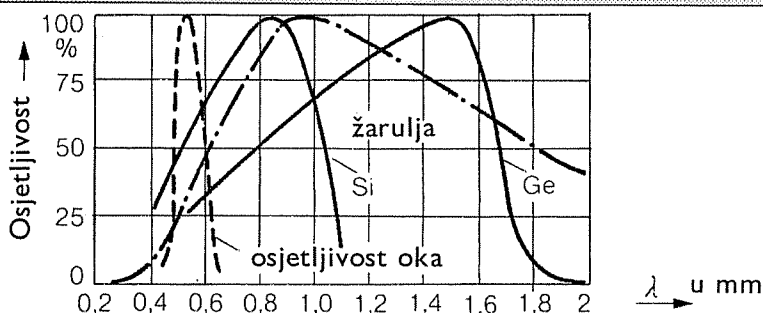


Visine znaka u mm			Boja	Napon vođenja	Tipična segmentna struja u mA
jednoznam.	višeznam.				
7	14	2,8	crvena	1,6	10
10	18	3,8	žuta	1,9	5
11	20	10	zelena	1,9	5
13,5			narandžasta	1,9	5

Spektalna osjetljivost

Relativna osjetljivost svjetlosno osjetljivog prijemnika u usporedbi sa spektralnom emisijom žarulje od 2850 K

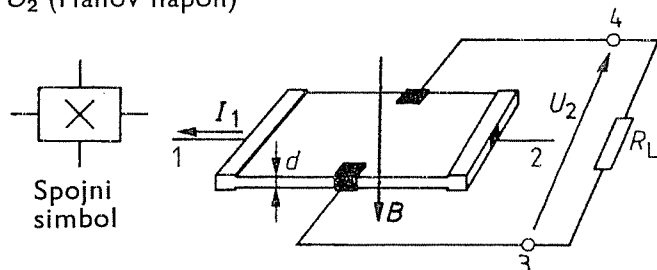
Općenito vrijedi za optoelektroničke dijelove od germanija i silicija



Sastavni dijelovi ovisni o magnetskom polju

Hallov generator

Hallov efekt: Kroz pločicu od poluvodiča koja se nalazi u magnetskom polju protiče upravljačka struja I_1 . Na priključima 3 i 4 javlja se napon U_2 (Hallov napon)



Karakteristične veličine:

- Hallov napon praznog hoda U_{20} : Napon U_2 pri $R_L = \infty$, nazivna indukcija (npr. 1T) i nazivna upravljačka struja I_{1N} .

$$U_{20} = \frac{R_h}{d} \cdot I_1 \cdot B \text{ u V} \quad \text{Tipične vrijednosti: } 50 \dots 1000 \text{ mV}$$

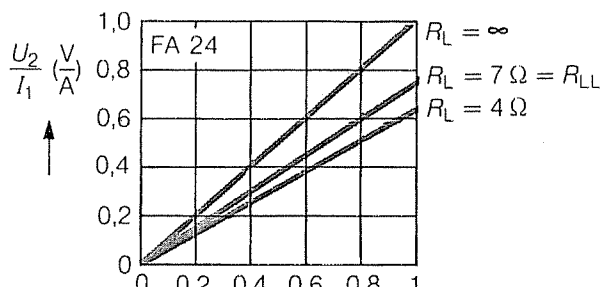
- Hallova konstanta R_h : konstanta ovisna o materijalu i obliku

- Indukciona osjetljivost K_{BO} :
$$K_{BO} = \frac{U_{20}}{I_{1N} \cdot B} \text{ u } \frac{\text{V}}{\text{AT}} \quad \text{Tipične vrijednosti: } 0,5 \dots 100 \frac{\text{V}}{\text{AT}}$$

- Upravljačka nazivna struja I_{1N} , Tipične vrijed.: 10 ... 400 mA

- Zaključni otpor za linearno prilagođenje R_{LL} : Otpor R_L se postiže pri linearnosti između Hallo-

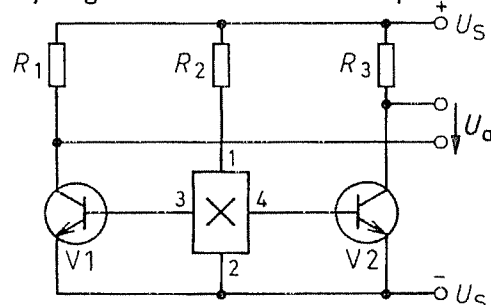
vog napona reduciranog na upravljačku struju U_2/I_1 i upravljačkog polja.



Linearno prilagođenje s R_L B u T

Prilagođenje:

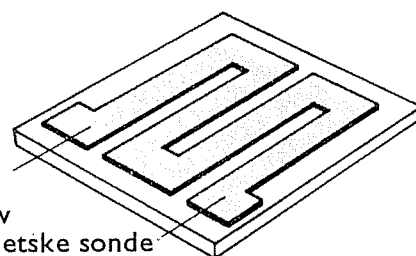
- Mjerenje polja
- Regulacija polja
- Davanje signala
- Multiplikacija
- Mjerenje polja pri niskim temperaturama



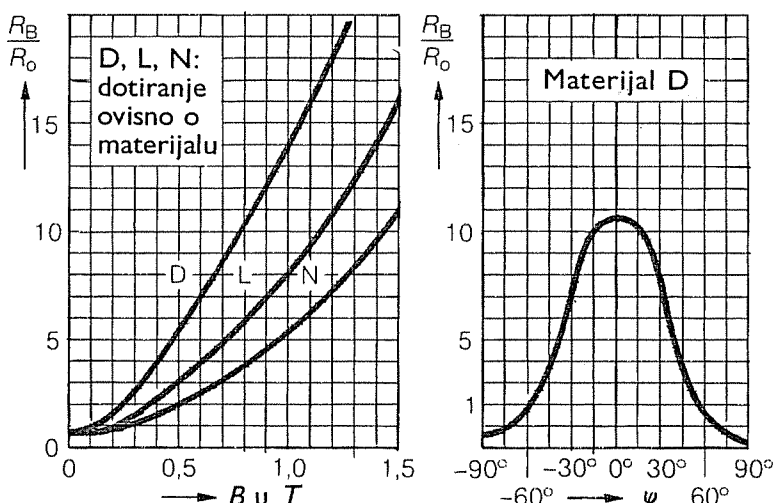
Diferencijsko pojačalo s Hallovim generatorom

Magnetske sonde

Vrijednost otpora poluvodičkog materijala se povećava porastom magnetskog polja bilo kojeg polariteta. Pod uticajem polja struktura materijala djeluje na skretanje strujnih staza. Kod konstantne jakosti polja struja i napon su linearni.



Sastav magnetske sonde



Omjer otpora $R_B/R_0 = f(\varphi)$
 φ : Kut nagiba magnetskog polja

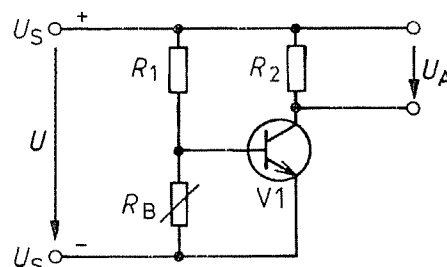
Omjer otpora $R_B/R_0 = f(B)$ (poluvodički materijal D)

Karakteristične veličine:

- Osnovni otpor R_0 : otpor ploče u magnetskom polju bez utjecaja magnetskog polja
- Otpor R_B u magnetskom polju: otpor pri okomitom djelovanju magnetskog polja

Primjena:

- Snimanje brzine i smjera vrtnje
- Davač kuta
- Potenciometar



Operacijsko pojačalo

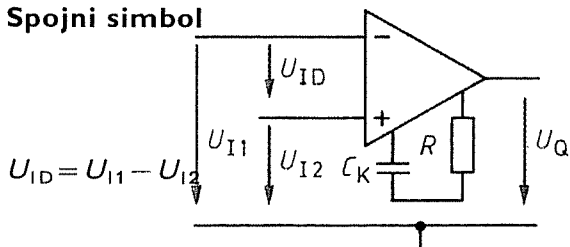
Sastav

Operacijska pojačala sadrže diferencijalno i jedno pridodamo pojačalo s više stupnjeva

Područja primjene

Industrijska elektronika, regulacijska tehnika
NF-tehnika

Spojni simbol



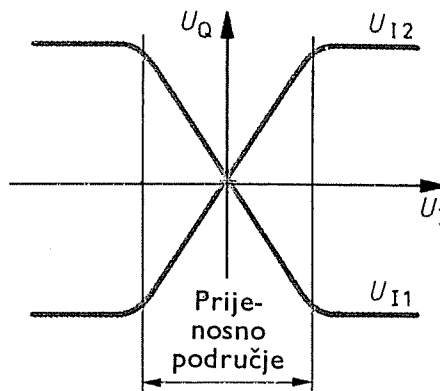
Prikaz: jednopolno, bez priključaka za napojni napon

–: invertirajući ulaz

+: neinvertirajući ulaz

C, R: kompenzacija frekvencije

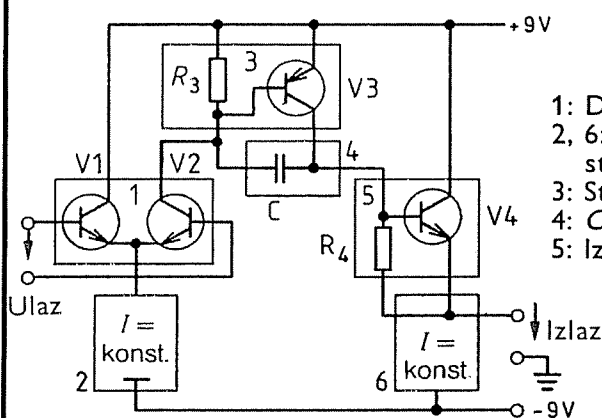
U_{ID} : diferencijalni ulazni napon



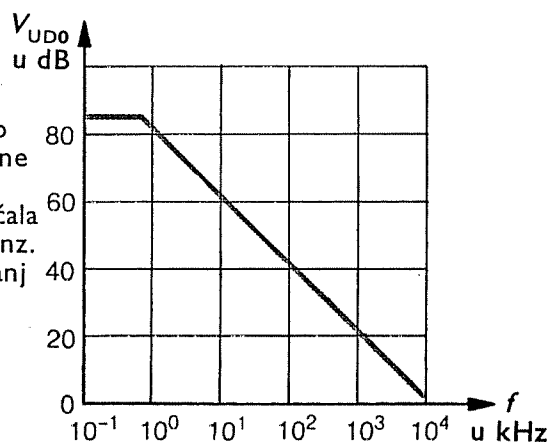
Prijenosna karakteristika

Frekvencijsko ponašanje

- Zbog unutarnjeg zakreta faze pri visokim frekvencijama postoji sklonost osciliranju.
- Zbog toga je nužno pomoću C_K i R smanjivati pojačanje za 20 dB/dekadi (često je to već u sklopu izvedeno).



- 1: Dif. pojačalo
- 2, 6: Izvor stalne struje
- 3: Stupanj pojačala
- 4: C za kompenz.
- 5: Izlazni stupanj



Blokovska shema spoja

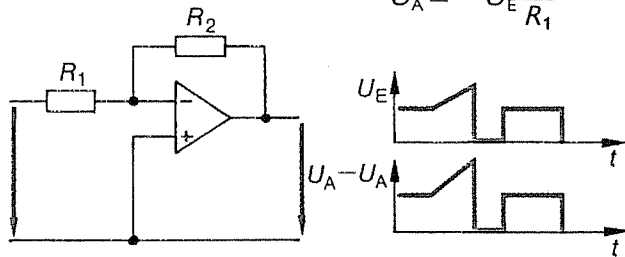
Kompenzacija frekvencije

Pojam, simbol u formuli	Definicija	Oznaka	Tip. vrijednosti
Ulazni nulti napon (input-offset-voltage) U_{I0}	Razlika napona, koju se mora priključiti na ulaze, da bi izlazni napon bio nula	$U_{I0} = U_{I1} - U_{I2}$ pri $U_0 = 0V$ i otporu generatora $R_G = 50 \Omega$	maks. $\pm 6 mV$
Istofazni ulazni napon (common mode input voltage) U_{IC}	Aritmetička srednja vrijednost ulaznih napona, ako je izlazni napon jednak nuli	$U_{IC} = \frac{U_{I1} + U_{I2}}{2}$	
Ulazna nulta struja (input-offset-current) I_{I0s}	Razlika ulaznih struja u radnom području ako je izlazna struja jednaka nuli	$I_{I0s} = I_{I1} - I_{I2}$	80 nA
Ulazna struja mirovanja (input-bias-current) I_I	Srednja statistička ulazna struja koja je potrebna za rad računskog pojačala	$I_I = \frac{I_{I1} + I_{I2}}{2}$	80 nA
Pojačanje razlike napona praznog hoda (open-loop-voltage-gain) v_{UD0}	Pojačanje razlike ulaznog napona bez protusprege	$v_{UD0} = \frac{U_C}{U_{ID}}$ $= 20 \log \frac{U_C}{U_{ID}}$ u dB	80 dB
Pojačanje istofaznog napona praznog hoda (common-mode-voltage-gain) v_{UC0}	Omjer između izlaznog napona prema istofaznom ulaznom naponu	$v_{UC0} = \frac{U_C}{U_{IC}}$	

Sklopovi s operacijskim pojačalima

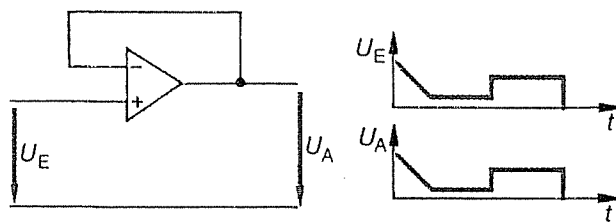
Invertirajuće pojačalo

$$U_A = -U_E \frac{R_2}{R_1}$$



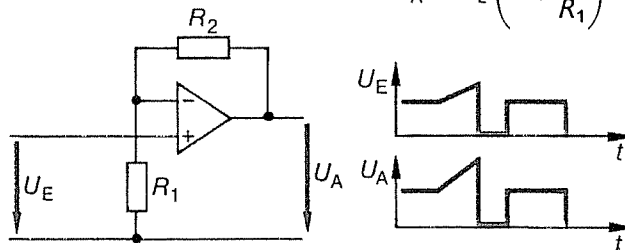
Transformator (pretvarač) impedancije

$$U_A = U_E$$



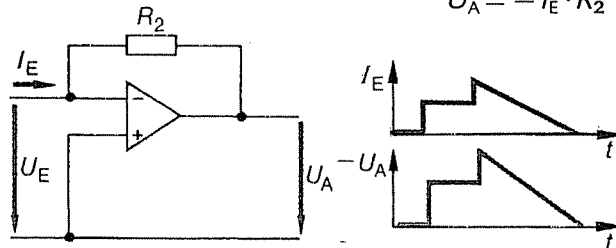
Neinvertirajuće pojačalo

$$U_A = U_E \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right)$$



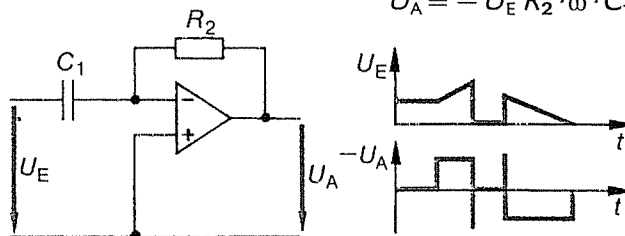
Strujno-naponski pretvarač

$$U_A = -I_E \cdot R_2$$



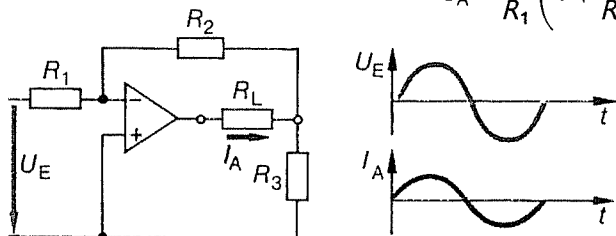
Derivator (visoki propust)

$$U_A = -U_E R_2 \cdot \omega \cdot C_1$$



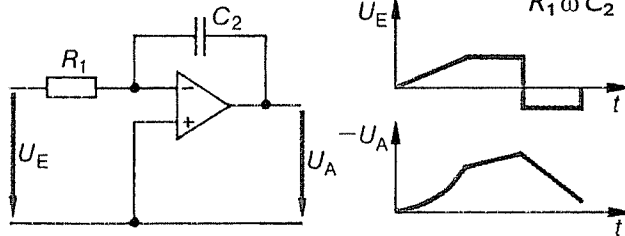
Naponsko-strujni pretvarač

$$I_A = \frac{U_E}{R_1} \left(1 + \frac{R_2}{R_3}\right)$$

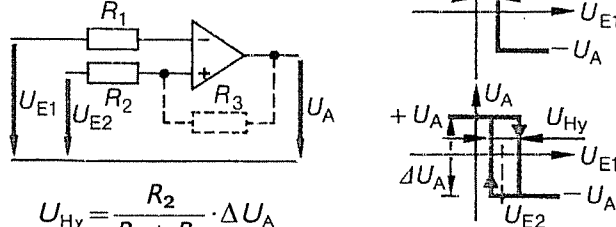


Integrator (niski propust)

$$U_A = -U_E \frac{1}{R_1 \omega C_2}$$

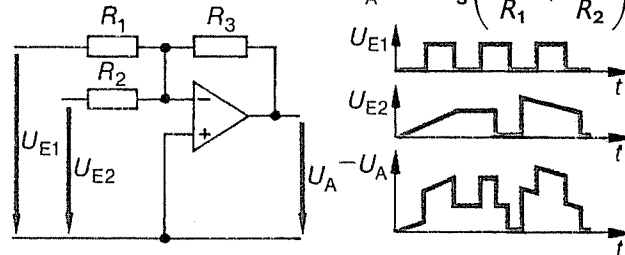


Naponski komparator, sa i bez histereze

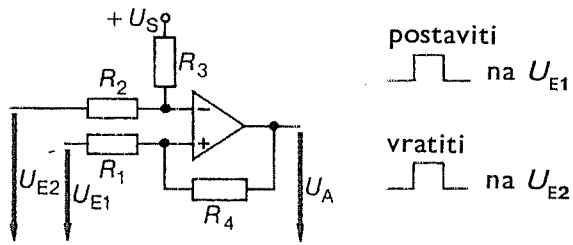


Sumirajuće pojačalo

$$U_A = -R_3 \left(\frac{U_{E1}}{R_1} + \frac{U_{E2}}{R_2} \right)$$

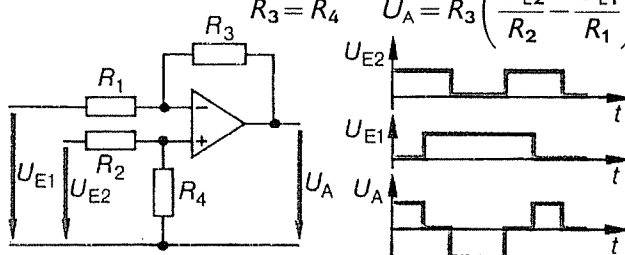


Bistabilni multivibrator

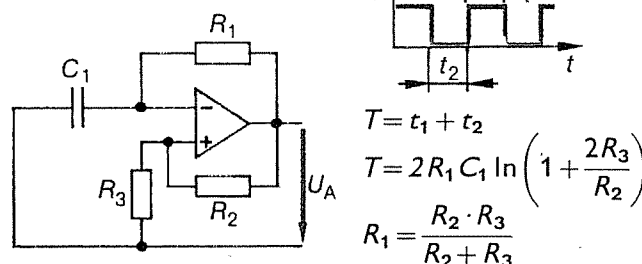


Diferencijalno pojačalo

$$U_A = R_3 \left(\frac{U_{E2}}{R_2} - \frac{U_{E1}}{R_1} \right)$$



Astabilni multivibrator



Električni strojevi

Simboli u formulama	80
---------------------------	----

Rotacioni električni strojevi

Trofazni asinkroni strojevi	81
Sinkroni strojevi	82
Istosmjerni motori	83
Istosmjerni generatori	84
Izmjenični motori	85
Specijalni motori	86
Pokretanje trofaznih motora	87
Pokretanje istosmjernih motora i trofaznih motora kolutnim rotorom	88
Vrste hlađenja električnih strojeva .	89
Zaštita motora	90
Održavanje električnih strojeva ..	91
Označavanje priključaka i smjera vrtnje rotacionih električnih strojeva	92
Upravljanje brzinom vrtnje	93
Polnopreklopivi trofazni motori ..	94
Kočenje motora	95
Natpisne pločice za električne strojeve	96
Namoti za istosmjerne strojeve ..	97
Statorski namoti za trofazne strojeve	100
Rotorski namoti za trofazne motore	101
Kriterij za izbor motora	101
Vrste kvarova motora	102
Pogonske vrijednosti trofaznih kaveznih motora s površinskim hlađenjem	103

Pogonske vrijednosti asinkronih motora	104
Standardne mjere za trofazne kavezne motore (s površinskim hlađenjem) (oblik izvedbe IM B3)	105
Standardne mjere za trofazne kavezne motore s unutrašnjim hlađenjem (oblik izvedbe IM B3) ..	106
Nazivni naponi i ispitni naponi električnih strojeva	107
Strojni slogovi	107
Vrste pogona rotacionih električnih strojeva	108
Kratice za oblike izvedbe i postavljanje strojeva	109

Transformatori

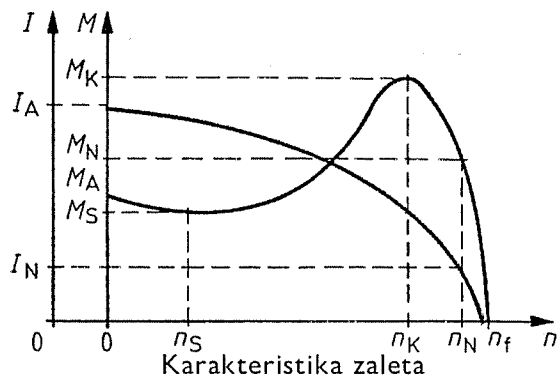
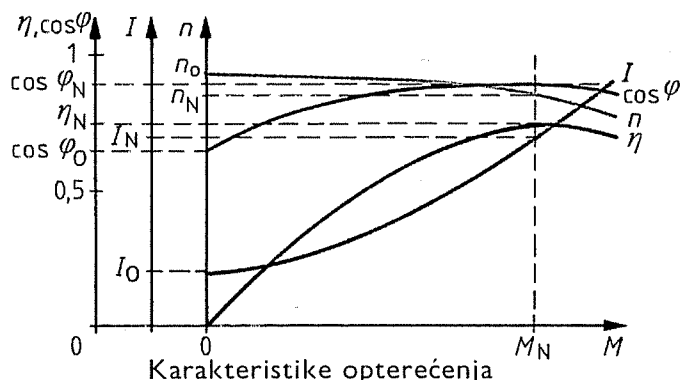
Jednofazni transformatori	111
Trofazni transformatori. Pojmovi, karakteristične vrijednosti, spojevi	112
Trofazni transformatori	113
Upotrebljavane spojne grupe, svojstva spojeva	113
Paralelno spajanje transformatora snage	114
Vrste hlađenja transformatora ...	114
Ispitivanje transformatora snage	114
Označavanje priključaka transformatora	115
Natpisna pločica transformatora ..	115
Specijalni transformatori	116

Oznake u formulama

DIN 1304/ 2.78
DIN 40121/12.75

Oznake u formulama	Značenje	Oznake u formulama	Značenje	Oznake u formulama	Značenje
U	Napon na stezaljkama	R_i	Unutrašnji otpor	P, P_{od}	Predana snaga
U_N	Nazivni napon	R_a	Otpor namota armature	P_{do}	Dovedena snaga
U_o	Napon praznog hoda (generator) odn, protunapon (motor)	R_p	Otpor namota pomoćnog pola	P_g	Snaga gubitaka
U_a	Napon na namotu armature	R_k	Otpor kompenzacijskog namota	$P_{g Fe}$	Snaga gubitaka u željezu
U_f	Napon na uzбудnom namotu	R_f	Otpor uzbudnog namota	$P_{g Cu}$	Snaga gubitaka u namotu
U_1	Primarni napon	$R_{f, ser}$	Otpor serijskog uzbudnog namota	Q_C	Kapacitivna jalova snaga
U_2	Sekundarni napon	$R_{f, par}$	Otpor paralelnog uzbudnog namota	Q_{CB}	Kapacitivna jalova snaga pogonskog kondenzatora
U_K	Napon kratkog spoja	R_{cu}	Otpor namota	$\cos \varphi_N$	Faktor nazivne snage
u_K	Napon kratkog spoja u % nazivnog napona	R_{Fe}	Nadomjesni otpor za gubitke u željezu	$\cos \varphi_o$	Faktor snage praznog hoda
I	Primljena struja (motor) odn. predana struja (generator)	X_L	Induktivna reaktancija	φ_{ind}	Kut faznog pomaka (induktivnog)
I_N	Nazivna struja	X_{Li}	Unutrašnja induktivna reaktancija	φ_{kap}	Kut faznog pomaka (kapacitivnog)
I_o	Struja praznog hoda	X_C	Kapacitivna reaktancija	n	Brzina vrtnje rotora
I_A	Zaletna struja	X_δ	Rasipna reaktancija	n_f	Brzina vrtnje okretnog polja
I_a	Struja u namotu armature	Φ_{ser}	Magnetski tok serijskog uzbudnog namota	n_s	Brzina vrtnje u sedlu
I_f	Struja u uzbudnom namotu	Φ_{par}	Magnetski tok paralelnog uzbudnog namota	n_N	Nazivna brzina vrtnje
I_1	Struja u primarnom namotu	S_1	Prividna snaga transformatora 1	n_k	Prekretna brzina vrtnje
I_2	Struja u sekundarnom namotu	S_2	Prividna snaga transformatora 2	n_s	Asinkrona brzina vrtnje
I_{kd}	Trajna struja kratkog spoja	S_{1N}	Nazivna prividna snaga transformatora 1	n_o	Brzina vrtnje u praznom hodu
I_s	Udarana struja kratkog spoja	S_{2N}	Nazivna prividna snaga transformatora 2	s	Klizanje
t_A	Zaletno vrijeme	S_{uk}	Ukupna prividna snaga	$s\%$	Klizanje u %
t_B	Trajanje opterećenja			f_{rot}	Frekvencija napona rotora
t_{st}	Vrijeme mirovanja			f_{str}	Frekvencija napona statora
t_r	Relativno trajanje aktivnosti			M_A	Zaletni zakretni mom.
t_s	Trajanje ciklusa			M_N	Nazivni zakretni mom.
t_{Br}	Vrijeme kočenja			M_k	Prekretni zakretni moment
t_L	Vrijeme praznog hoda			M_s	Zakretni moment u sedlu
C_A	Kapacitet zaletnog kondenzatora			T_p	Polni korak
C_B	Kapacitet pogonskog kondenzatora			N	Broj zavoja
Z	Impedancija			n_p	Prijenosni omjer
Z_s	Impedancija petlje				

Trofazni asinkroni motori



$$n_f = \frac{f}{p}$$

$$n_s = n_1 - n$$

$$s = \frac{n_1 - n}{n_1}$$

$$s_{\%} = \frac{n_f - n}{n_1} \cdot 100\%$$

$$f_{rot} = s \cdot f$$

$$\eta = \frac{P}{P_{do}}$$

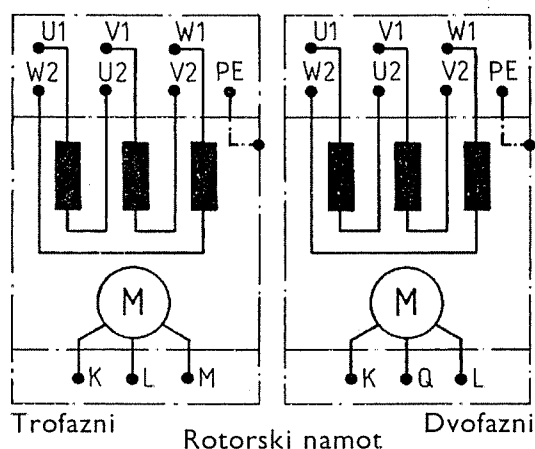
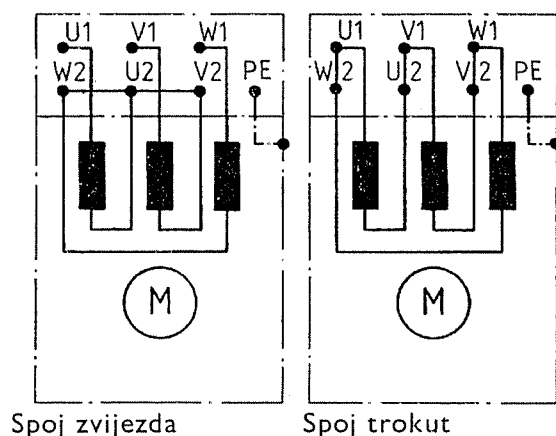
$$P_{do} = U \cdot I \cdot \sqrt{3} \cdot \cos \varphi$$

$$P = P_{od} = U \cdot I \cdot \sqrt{3} \cdot \cos \varphi \cdot \eta$$

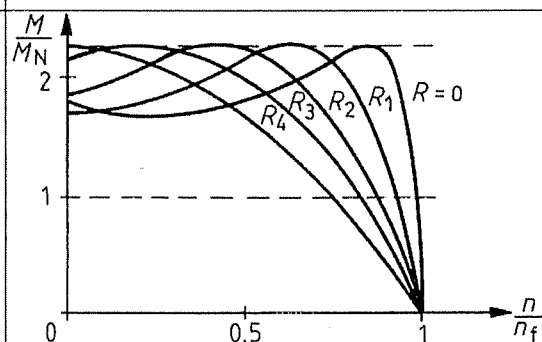
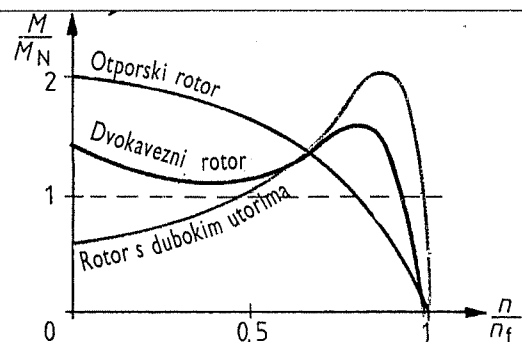
Motor s kratko spojenim rotorom

Motor s kolutnim rotorom

Spoj



Karakteristike zaleta



$$\frac{I_A}{I_N}$$

3...7

1,5...2,5

$$\frac{M_A}{M_N}$$

0,5...3

1...3

Svojstva

- robusan
- bez održavanja
- kompaktan
- loš zalet
- problematično upravljanje broja okret.
- tvrda karakteristika brzine

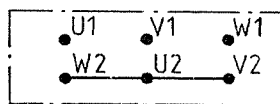
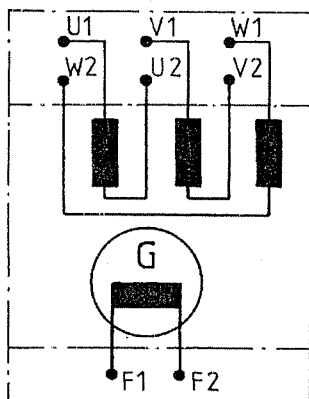
- relativno bez održavanja
- dobar zalet
- tvrda karakteristika brzine
- upravljanje brojem okretaja moguće je pomoću otpora u krugu armature

Primjene

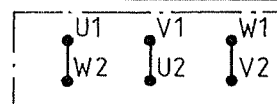
- alatni strojevi
- male dizalice
- strojevi za preradu
- poljoprivredni strojevi

- dizalice
- teški zalet
- strojevi s velikom zamašnom masom
- veliki alatni strojevi

Sinkroni strojevi



Spoj zvijezda



Spoj trokut

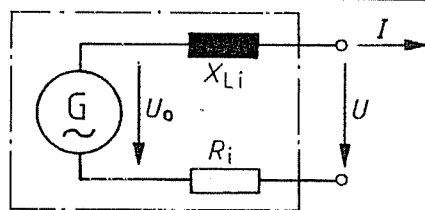
Generator:

$$f = n \cdot p$$

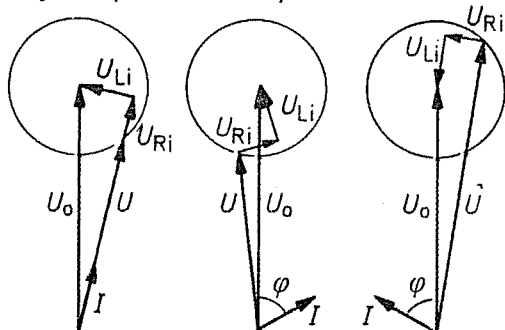
Motor:

$$n = \frac{f}{p}$$

Trofazni sinkroni generator

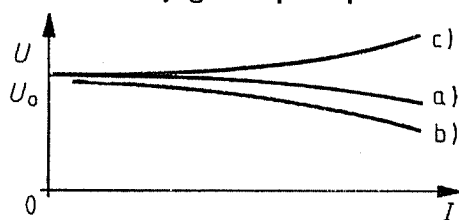


Jednopolna nadomjesna shema



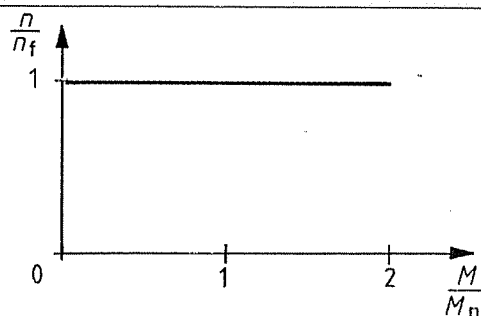
a) omksi teret b) induktivni teret c) kapacitivni teret

Vektorski dijagram pri opterećenju

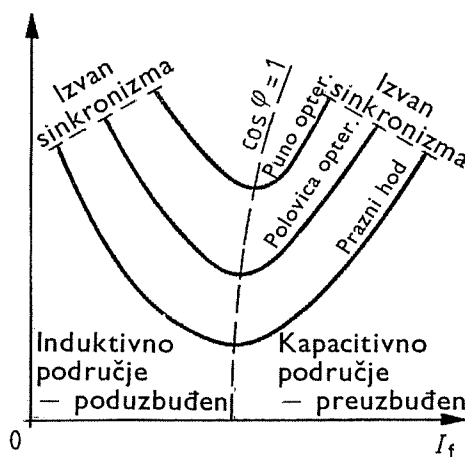


Karakteristika opterećenja

Trofazni sinkroni motor



Karakteristika broj okretaja – zakretni moment



Ovisnost ulazne struje o opterećenju i uzbuđnoj struji

Karakteristike

Svojstva

Primjene

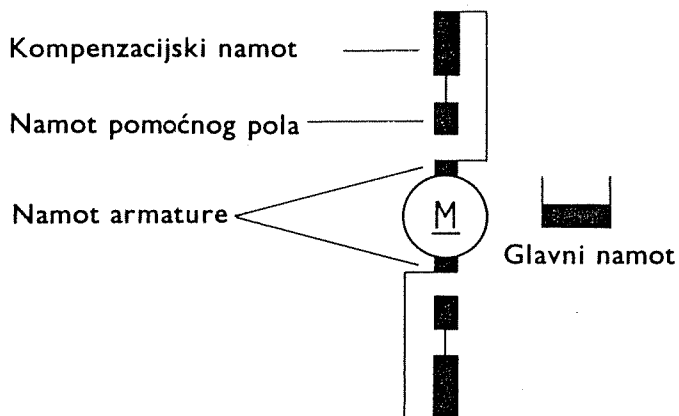
- Napon na stezaljkama ovisan o brzini vrtnje i vrsti tereta
- Frekvencija ovisna o brzini vrtnje i o broju pari polova

- Proizvodnja trofazne struje u elektranama i pojedinačnim pogonima
- Sigurnosni električni agregat

- Samozalet moguć samo s dodatnim zaletnim kavezim namotom ili kratkim spojem uzbuđnog namota
- Brzina vrtnje ovisna o frekvenciji, ali neovisna o opterećenju
- Pri preopterećenju ispada iz koraka
- Udio jalove struje upravljiv uzbuđnom strujom (kompensator faze)

- Stapni kompresor
- Pretvarački agregat
- Strojni pogon s visokom konstantnosti brzine vrtnje
- Kompensator faze

Istosmjerni motori



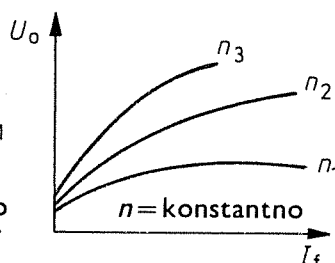
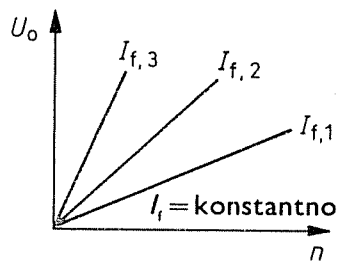
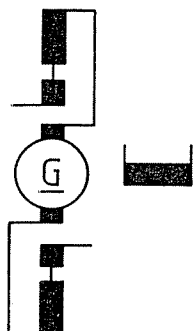
$$P_{do} = U \cdot I_a + U_f \cdot I_f$$

$$\eta = \frac{P}{U \cdot I + U_f \cdot I_f}$$

$$R_i = R_a + R_p + R_K$$

	Nezavisno uzbuđeni motor	Poredni motor	Serijski motor	Kompaundni motor
Osnovni spoj (nacrtan bez namota pomoćnih polova i kompenzacijskog namota)				
Karakteristike				
Zaletna struja	$I_A = \frac{U}{R_i}$	$I_A = \frac{U}{R_i} + \frac{U}{R_f}$	$I_A = \frac{U}{R_l + R_f}$	$I_A = \frac{U}{R_i + R_{f, ser}} + \frac{U}{R_{f, par}}$
Svojstva	<ul style="list-style-type: none"> Neznatna promjena brzine vrtnje pri promjeni tereta Upravljanje brzinom vrtnje pomoću napona armature ili uzbuđnom strujom 		<ul style="list-style-type: none"> Veliki zaletni zakretni moment Brzina vrtnje ovisna o teretu U praznom hodu event. pobjegne Upravljanje brzinom vrtnje promjenom napona ili promjenom uzbuđne struje 	
Primjene	<ul style="list-style-type: none"> Upravljanje brzinom vrtnje pomoću Leonardovog pretvarača ili upravljanih ispravljača 		<ul style="list-style-type: none"> Alatni strojevi Transportni uređaji 	
	<ul style="list-style-type: none"> Električna vozila Dizalice Pokretači u motornim vozilima 		<ul style="list-style-type: none"> Ovisno o kompaundiranju ima pretežno serijsko ili paralelno ponašanje Pri protukompaundiranju nestabilnost 	
	<ul style="list-style-type: none"> Alatni strojevi Pogon zamašnih masa npr. preša, štanca, škara Pogon valjaonica 			

Istosmjerni generatori



$$P = P_{od} = U \cdot I$$

$$P_{do} = P_{meh}$$

$$\eta = \frac{U \cdot I}{P_{meh}}$$

Karakteristike praznog hoda

	Nezavisno uzbuđeni gener.	Poredni generator	Serijski generator	Kompaundni generator
Osnovni spoj (nacrtan bez namota pomoćnih polova i kompenza- cijskog namota)				
Karakteristike				
Napon na stezaljkama	$U = U_o - I \cdot R_i - U_U$	$U = \frac{U_o - I \cdot R_i - U_B}{1 + \frac{R_i}{R_f}}$	$U = U_o - I(R_i + R_f) - U_B$	$U = U_o - I_a(R_i + R_f) - U_B$
Napon praznog hoda	$U_o = f(n, I_f)$	$U_o = f(n, I_f)$	$U_o = f(n, I)$	$U_o = f(n, \Phi_{set} + \Phi_{par})$
Svojstva	<ul style="list-style-type: none"> • U opada neznatno pri porastu I • U se namješta pomoću n i I_f • Nije siguran na kratki spoj 	<ul style="list-style-type: none"> • U opada pri porastu I • U se namješta pomoću n i I_f • Siguran na kratki spoj 	<ul style="list-style-type: none"> • U raste s porastom I do područja zasićenja a zatim jako pada • U namjestiv pomoću paralelnog otpora za razvijanje polja 	<ul style="list-style-type: none"> • Kompaundiranje: U gotovo neovisan o I • Nadkompaundiranje: U raste s porastom I • Podkompaundiranje: U pada s porastom I • Protukompaundiranje: U brzo pada na OV s porastom I
Primjene	<ul style="list-style-type: none"> • Električni uređaji za opskrbu u nuždi • Pomoćni uzбудnik (trajnom uzbuđom) 	<ul style="list-style-type: none"> • Električni uređaj za opskrbu u nuždi • Glavni uzбудnik • Pojedinačni pogoni 	<ul style="list-style-type: none"> • Neznatno praktično značenje 	<ul style="list-style-type: none"> • Glavni uzбудnik • Za jako promjenljiva opterećenja

Izmjenični motori

	Trofazni motori na jednofazni napon	Izmjenični (jednofazni) motor s pomoćnim namotom		
		S kondenzatorom	S induktivitetom	S otporom
Spoj				
Karakteristike	<p> $U=220\text{ V}, C_B=70 \frac{\mu\text{F}}{\text{kW}} \cdot P$ $U=380\text{ V}, C_B=20 \frac{\mu\text{F}}{\text{kW}} \cdot P$ $C_A=2 \cdot C_B$ </p>	<p> $Q_{CB}=1 \frac{\text{kvar}}{\text{kW}} \cdot P$ $C_A=3 \cdot C_B$ </p>		
Svojstva	Tvrda karakteristika brzine, loša korisnost	Tvrda karakt. brzine, sa C_A veliki zaletni zakretni moment	Tvrda karakt. brzine, nepovoljan zalet, neznatan $\cos \varphi$	Tvrda karakteristika brzine, jednostavna izvedba
Primjene	Građevinski strojevi	El. kuć. aparati kao str. za pranje rub. itd.	Rijetka primjena	El. kuć. aparati kao str. za pranje rub. itd.
	Izmjenični motor bez pomoćne faze	Motor s rascijep-ljenim polovima	Repulzijski motor	Univerzalni motor
Spoj				
Karakteristike				
Svojstva	Treba ga pokrenuti	Tvrda karakteristika brzine, jednostavna izvedba, loša korisnost	Karakteristika serijskog spoja	Karakteristika serijskog spoja
Primjene	Prigodice za građevinske strojeve	Za male snage npr. za električne kućanske aparate	Tekstilni strojevi	Električni kućanski aparati, električni pokretni alati

Specijalni motori

Vrsta motora	Linearni motor	Cilindrični motor	Trofazni kolektorski motori		Motor s prigonom (usp. str. 337)	Koračni motor	Motor s pločastim rotorom	Sitni motori		
			Poredni motor	Serijski motor				Sinkroni motor	Motor s ras-cijepljenim polovima	Univerzal-ni motor
Način rada	Princip indukcijskih motora	Motor s kratko spojenim rotorom	Motori s trofaznim statorskim namotom i istosmjernim rotorom		Asinkroni istosjerni motori	Digitalni upravljački nalozi pretvaraju se u (kutne) korake	Princip asinkronog ili istosmjernog motora	Sinkroni motor s rotorom s trajnim magnetima	Motor s ras-cijepljenim polovima s kaveznim rotorom	Serijski motor za istosmjerni izmjenični napon
Obilježje	Linearno pogonsko gibanje	Rotor je učvršćen, kućište se okreće oko osovine kao remenica	Tvrda karak-teristika brzine, brzina vrtnje upravljiva pomakom četkica ili naponom rotora	Meka karak-teristika brzine, brzine, brzina vrtnje upravljiva pomakom četkica	Motori s prigradenim prigonom, čvrsti prije-nos ili izvršni prigon	Osovina se okreće u kutnim koracima, koračno gibanje u oba smjera vrtnje	Brzi zalet i kratko vrijeme kočenja, kompaktna izvedba	Izmjenični motor s pomoćnom fazom, kompaktna izvedba, eventualni prigon	Samo jedan smjer vrtnje, tvrda karak-teristika brzine, brzina vrtnje simetrična i asimetrična izvedba	Meka karak-teristika brzine, brzina vrtnje upravljiva
Područje snage	oko 10 W ... nekoliko MW	0,1 kW ... 20 kW	nekoliko kW do nekoliko MW		nekoliko W ... oko 100 kW	do nekoliko 100 W	400 W ... 10 kW	1 W ... 3 W	0,5 W ... 25 W	10 W ... 500 W
Područje brzine vrtnje	Linearna brzina $v = 2 \text{ pf}$	Pojasna brzina $v = 0,1 \text{ m/s} ... 3 \text{ m/s}$	Upravljačko područje do 1:3 oko sinkrone brzine vrtnje		Odgovarajući prijenosni omjer ili reduksijski prijenos		1 000 min ⁻¹ ... 13 000 min ⁻¹	375 min ⁻¹ ... 500 min ⁻¹	1 300 min ⁻¹ ... 2 700 min ⁻¹	7 000 min ⁻¹ ... 28 000 min ⁻¹
Korisnost	do 60 %	70 % ... 90 %	50 % ... 80 %		manja nego bez prigona	oko 45 %	70 % ... 90 %	oko 10 %	10 % ... 30 %	oko 50 %
Primjeri primjene	Pumpe za vodljive tekućine, pogone vozila	Pogon za transportne vrpce	Dizalica, pumpe, ventilatori, preše	Tekstilni strojevi, strojevi za papir, valjaonica	Alatni strojevi	U uređajima za upravljanje i regulaciju za izvršne članove	Upravljanja brzinom vrtnje kao pogoni s velikom dinamikom	Regulacijska tehnika, vremenski releji, sklopni satovi	Uredski strojevi, kućanski aparati, ventilatori	Kućanski aparati, mali alati

Pokretanje trofaznih motora

Maksimalna snaga trofaznih motora u kW pri priključivanju na 380 V mrežu¹⁾

Z_s u Ω	Nadzemna mreža				Kabelska mreža			
	Kavezni motori		Motori s kolutnim rotorom		Kavezni motori		Motori s kolutnim rotorom	
	Izravno uključivanje		Spoj ∇ i Δ 3×380 V	3×380 V	Izravno uključivanje		Spoj ∇ i Δ 3×380 V	3×380 V
	1×220 V	3×380 V			1×220 V	3×380 V		
0,10	2,0	5,5	11	15	3,0	5,5	11	15
0,20	1,4	5,5	11	15	1,4	5,5	11	15
0,40	1,1	4	11	15	1,4	5,5	11	15
0,60	0,5	3	9	11	11	5	11	15
0,80	0,5	2,5	6,8	11	0,5	3,5	11	15
1,00	0,5	2	5,5	7,5	0,5	3	11	11
1,20	0,5	1,5	5	6	0,5	2,5	7,5	11

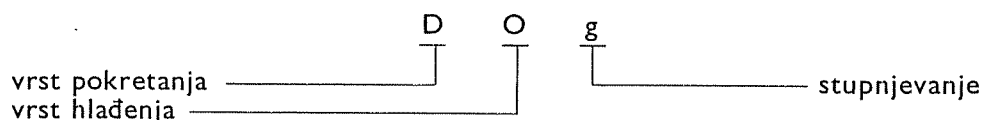
Vrst mot.	Vrst pokr.	Spoj	Svojstva	Primjena
Kavezni motor	Pred-otpor-nici		$I_A \triangleq U$ $M_A \triangleq U^2$	Rijetko
	Spoj zvijezda-trokut		$I_A = \frac{1}{3} \cdot I_N$ $M_A = \frac{1}{3} \cdot M_N$ Struja namještanja = nazivna struja I_N	Teški zalet
			$I_A = \frac{1}{3} \cdot I_N$ $M_A = \frac{1}{3} \cdot M_N$ Struja namještanja = 0,58 I_N	Normalni zalet
				Predugi zalet
	Trans-forma-tor za pokre-tanje		$I_A \triangleq U$ $M_A \triangleq U$ Relativno skup	Snage, visoko-naponski motori
	Kratko-spoj-ni sklop		Samo da se smanji zakretni moment	Tekstilni strojevi
Motor s ko-lutnim roto-rom	Rotor-ski pokre-tač		Mala zaletna struja, veliki zaletni zakretni moment, upravljanje brzine vrtnje moguće s otporima	Veliki alat-ni strojevi, pumpe, dizalice

¹⁾ Preuzeto iz tiskanog doslovnog teksta Tehničkih uvjeta za priključke, Udruženje njemačkih elektrana, Pokrajinska grupa Nordrhein-Westfalen, stanje 1979.

Pokretač za istosmjerne motore i trofazne motore s kolutnim rotorom

DIN 46 062/11.70
VDE 0 660, T 301/9.82
(JUS N.P6.300)

Primjer:



Slovo	Značenje	Slovo	Značenje
G	istosmjerni pokretač	g	grubo stupnjevanje
D	trofazni pokretač	n	normalno stupnjevanje
L	zračno hlađenje	f	fino stupnjevanje
O	uljno hlađenje		

Koeficijent teškoće pokretanja $f(k)^1$

$I_N (I_{er})$ — nazivna struja rotora

$$I_m = \frac{1}{2} (I_1 + I_2) \quad I_m - \text{srednja struja pokretanja}$$

$$f = \frac{I_m}{I_N} \quad I_1 - \text{uklopna struja prije prespajanja}$$

$$I_2 - \text{vršna struja nakon prespajanja (kratkog spajanja)}$$

f	Vrst zaleta
0,7	Zalet s polovičnim opterećenjem
1,4	Zalet s punim opterećenjem
2,0	Teški zalet

Nazivni naponi za istosmjerne pokretače

Normirane vrijednosti: 110 V, 220 V, 440 V, 600 V

Karakteristična vrijednost pokretača k_a za trofazne pokretače i pridruženu karakterističnu vrijednost rotora k (odnosno pridruženu impedanciju rotora Z_f)¹⁾

$$k_a \approx 1,4 \frac{k}{f}$$

$$k = \frac{U_N}{\sqrt{3} \cdot I_N}$$

$$\left(Z_f = \frac{U_{er}}{\sqrt{3} \cdot I_{er}} \right)^1$$

$U_N (U_{er})^1$ napon mirovanja rotora

$I_N (I_{er})^1$ nazivna struja rotora

Zalet s polovičnim opterećenjem $f=0,7$

k_a u Ω	1		1,25	1,6	2	2,5	3,2	4	5	6,3	8	10	12,5	16
k u Ω	0,45	0,56	0,71	0,9	1,1	1,4	1,8	2,2	2,8	3,6	4,5	5,6	7,1	9

Zalet s punim opterećenjem $f=1,4$

k_a u Ω	0,63	0,8	1	1,25	1,6	2	2,5	3,2	4	5	6,3	8	10	
k u Ω	0,56	0,71	0,9	1,1	1,4	1,8	2,2	2,8	3,6	4,5	5,6	7,1	9	11

Teški zalet $f=2,0$

k_a u Ω	0,4		0,5	0,63	0,8	1	1,25	1,6	2	2,5	3,2	4	5	6,3
k u Ω	0,45	0,63	0,8	1	1,25	1,6	2	2,5	3,2	4	5	6,3	8	10

Primjer: Pokretač s karakterističnom vrijednošću pokretača $k_a=1,6 \Omega$ pri punom se opterećenju upotrebljava za motore s karakterističnom vrijednosti otpora $k=1,4 \Omega \dots 1,8 \Omega$

Podaci za naručivanje:

- DIN 46062
- označavanje
- snaga motora
- koeficijent teškoće pokretanja
- nazivni napon (istosmjerna struja)
- vrijednost pokretača (trofana struja)

Tvrtke traže eventualno dodatne podatke:

- ostali podaci o rotoru
- vrijeme pokretanja
- broj pokretanja
- trajanje pokretanja
- dodatne izvedbe
- vrst i karakteristika zakretnog momenta radnog stroja
- momenti tromosti odn. zamašni moment svih pomoćnih dijelova

Primjer: • Pokretač DIN 46062 DOg za 160 kW, zalet s punim opterećenjem, $k_a=1,6 \Omega$
• Pokretač DIN 46062 DLn za 63 kW, zalet s polovičnim opterećenjem, $U=440$ V

Pri propisanom pokretanju mora pokretač ostati u određenom položaju pokretanja sve dok struja pokretanja više ne pada, odnosno dok brzina vrtnje motora više ne raste.

¹⁾ Prema VDE 0660 dio 301/9, 1982 moraju se primijeniti u zgradama dani pojmovi i simboli.

Pokretači za istosmjerne motore i trofazne motore s kolutnim rotorom

DIN 46 062/11.70
VDE 0 660; dio 301/9.82

Broj predstupnjeva i stupnjeva pokretanja, dodjela snage

- **Pokretači s grubim stupnjevanjem** imaju barem polovicu broja stupnjeva pokretanja danih u sljedećoj tablici. No ne zahtijevaju se predstupnjevi.
- **Normalno stupnjevani pokretači** imaju barem onaj broj predstupnjeva i stupnjeva pokretanja danih u tablici.
- **Fino stupnjevani pokretači** imaju barem dvostruki broj stupnjeva pokretanja i najmanje jednak broj predstupnjeva danih u tablici.

Snage motora u kW			Vrijeme pokre- tanja t_a u s	Broj pokreta- nja z	Čestina pokretanja h		Broj				
Zalet s punim optereć.	Zalet s polovič. optereć.	Teški zalet			Hlađenje zrakom u h^{-1}	Hlađenje uljem u h^{-1}	pred- stupnjeva m	stupnjeva pokreta- nja m_2			
2,5	5	1,7	6	4	6	3	0.	3			
4	8	2,8	7								
6,3	12,5	4,4	8								
10	20	7	9								
16	31	11	10	3	4	2	1	4			
25	50	17	12								
40	80	28	14			1			5		
63	125	44	16								
100	200	70	19	2	2	0,6	1	5			
160	315	110	22						0,4		6
250	500	175	25								
400	800	280	30			0,2		7			
630	1250	440	35								
1000	2000	700	40								

Vrste hlađenja električnih strojeva

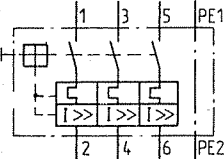
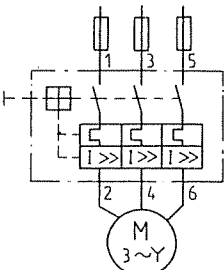
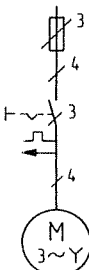
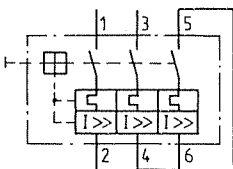
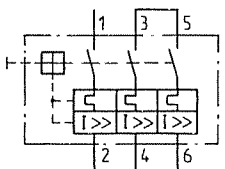
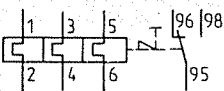
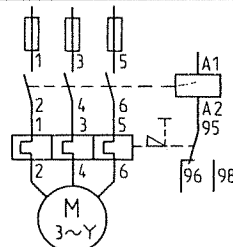
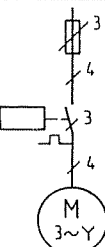
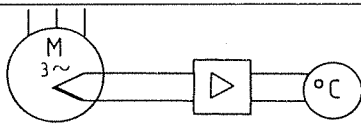
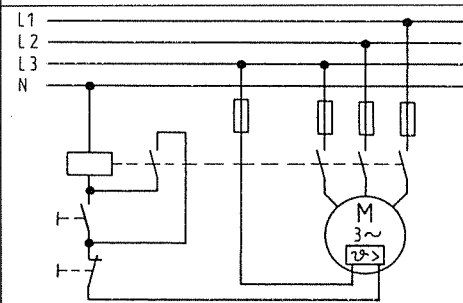
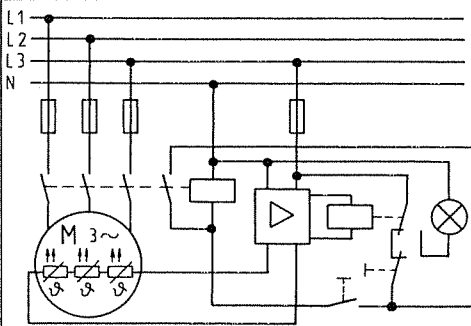
Podjela:

prema postanku

- **prirodno hlađenje**
Hlađenje radijacijom i gibanjem zraka bez ventilatora
- **vlastito hlađenje**
Hlađenje ventilatorom kojega tjera stroj
- **nezavisno hlađenje**
Hlađenje ventilatorom kojega tjera stroj ili se umjesto zraka primjenjuje neko drugo rashladno sredstvo

Prema načinu djelovanja

- **nutarnje hlađenje**
Predaja topline na rashladno sredstvo koje struji
- **površinsko hlađenje**
Toplina se s površine stroja predaje rashladnom sredstvu
- **optočno hlađenje**
Toplina se preko međurashladnog sredstva i izmjenjivala topline predaje zraku
- **hlađenje tekućinom**
Kroz strojeve struji rashladna tekućina ili su u nju uronjeni
- **neposredno hlađenje vodiča**
 - **neposredno hlađenje plinom**
Kroz vodiče i svitke struji rashladni plin
 - **neposredno hlađenje tekućinom**
Isto kao i prethodno, samo se upotrebljava rashladna tekućina
- Može se kombinirati i više vrsta hlađenja.

Zaštita motora		VDE 0530, dio 1/11. 72
Vrsta kvara	Opasnost za	Zaštitni uređaj
Spoj s masom	Čovjek i životinja	Zaštitne mjere prema VDE 0100, dio 410, vidi strane 158...162
Kratki spoj	Motorski dovod Motorska sklopka odn. sklopnik Motorska zaštitna sklopka odn. relej Namot motora	Rastalni osigurači Zaštitni automat voda Učinska sklopka
Preopterećenje	Motorski dovod	Rastalni osigurač, zaštitni automat, voda, učinska sklopka
	Motor	Zaštita motora, termička zaštita motora
<p>Motori se mogu iz pogonski toplog stanja opteretiti 2 min sa $1,5 I_N$. Između dva ciklusa preopterećenja mora biti 45 min normalnog pogona.</p> <p>Zahtjevi motorske zaštite</p> <ul style="list-style-type: none"> • s nazivnom strujom trajno preopteretiv • mora biti termomodel motora • struja namještanja promjenljiva • mora nadzirati struju u svim strujnim stazama 		
Vrst zaštite	Spojevi	Osobitosti
Motorska zaštitna sklopka 	 	 <p>Spoj pri dvopolnom opterećenju</p>  <p>Spoj pri jednopolnom opterećenju</p>
Motorski zaštitni relej 	 	<p>Pri upravljanjima s davačima trajnog kontakta moraju motorski zaštitni releji biti opremljeni mehaničkim zaporom za ponovno uključivanje, jer inače kod ohlađivanja metala dolazi do automatskog ponovnog uključivanja. Zapor se pomoću tipke za poništavanje može ponovno ukinuti.</p>
Termička zaštita motora (potpuna zaštita motora)		Otporski termometri Nadziru temperature namota i ležaja.
		Termostat Bimetalni temperaturni osjetnik s isklonim ili uklopnim kontaktom ugrađeni su u namot. Ovi uključuju motorski sklopnik.
		Termistorska zaštita motora Poluvodički temperaturni osjetnici ugrađeni u namot motora, djeluju na okidnu spravu koja uključuje motorski sklopnik.

Zaštita motora

VDE 0530, dio 1/11. 72

Pridjeljivanje osigurača i vodova (polaganje prema grupi 3, vidi str. 155) za trofazne motore 380 V¹⁾

P u kW	Neposredno uklapanje		Zalet zvijezda-trokut ²⁾		Kolutni rotor ²⁾	
	Osigurač u A	Presjek vodiča	Osigurač u A	Presjek voda	Osigurač u A	Presjek voda
0,25	4	1,5	—	—	—	—
0,37	4	1,5	—	—	—	—
0,55	6	1,5	—	—	—	—
0,75	6	1,5	—	—	—	—
1,1	10	1,5	—	—	—	—
1,5	10	1,5	—	—	—	—
2,2	16	1,5	—	—	—	—
3	20	1,5	—	—	—	—
4	25	2,5	16	1,5	—	—
5,5	35	4	20	1,5	—	—
7,5	50	6	25	2,5	50	6
11	63	10	35	4	50	6
15	80	16	50	6	63	10
18,5	100	25	63	10	80	16
22	125	35	80	16	100	25

¹⁾ Zaletno vrijeme ≤ 5 s, zaletna struja $\leq 6 \times I_N$, maksimalno 3 sklapanja na sat.

²⁾ Zaletno vrijeme ≤ 15 s, zaletna struja $\leq 2I$, maksimalno 10 sklapanja na sat.

Održavanje električnih strojeva

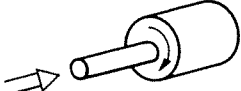
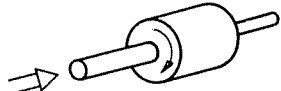
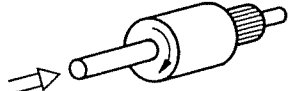
Učestalost	Vrst strojeva	Rad na održavanju
Tjedno	Kolektorski strojevi	Kontrolirati istrošenost i laganost hoda ugljenih četkica, te držača četkica i stanja komutatora
	Strojevi s kliznim ležajevima	Provjera razine ulja
	Strojevi s valjnim ležajevima	Opipati kućišta ležaja, paziti na vibracije i temperaturu
	Motori s kolutnim rotorom s dizaljkom za četkice	Kontrolirati papučicu kliznih koluta na kratko-spojnoj napravi
Mjesečno	Motori s kolutnim rotorom	Ispitati ugljene četkice, klizne kolute, nosioce četkica i dizača četkica i podiznu napravu četkica
Četvrtgodišnje	Svi strojevi	Ispitati priključne stezaljke, pritisak četkica
Četvrtgodišnje do polugodišnje	Svi strojevi	Kontrolirati stanje nečistoće i namota, centralno očistiti, ispitati namote, izolacije, otpor
	Kolektorski strojevi i taho generatori	Kontrolirati koncentričnost komutatora
	Strojevi s uljnim podmazivanjem na pritisak ili ispiranje	Ispitati uljni filter, optok ulja i brtvljenja
Godišnje	Svi strojevi	Temeljito čišćenje stroja, točna kontrola ležaja, namota i komutatora
1 do 2 godišnje ≈ 5000 h	Strojevi s kliznim ležajevima	Izmijeniti ulje u ležajevima, prije novog punjenja, benzinom isprati komore ležaja
1 do 3 godišnje ≈ 15000 h	Valjaonički strojevi bez regulatora količine masti	Isprati ležaje i ponovno podmazati, pripaziti na ispravne vrste masti

Općenito prilikom ponovnog podmazivanja uzeti u obzir propis za podmazivanje i zahtijevanu vrstu masti.

Oznake priključaka i smjera vrtnje rotacionih električnih strojeva

DIN 42 401 dio 1/ 9.76
DIN 42 401 dio 2/ 9.76
DIN 42 401 dio 3/11.76
JUS N.G0.010

VDE 0530 dio 8/2.83

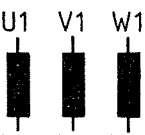
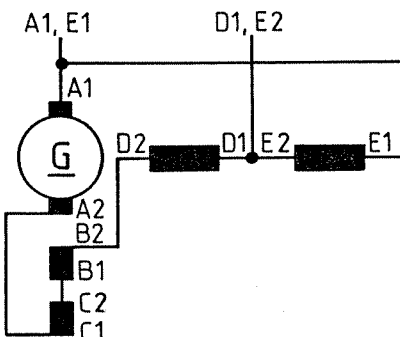
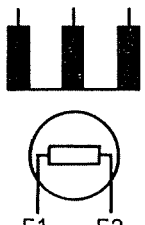
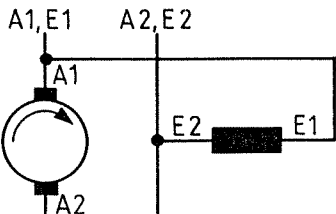
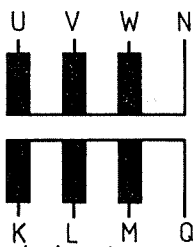
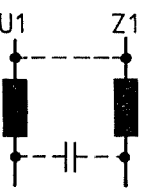
Vrsta osovine	Smjer pogleda	Vrtnja udesno
Jedan kraj osovine	Čeona strana kraja osovine	
Dva nejednaka kraja osovine	Čeona strana debljeg kraja osovine	
Dva jednaka kraja osovine	Čeona strana kraja osovine koja ne leži na strani komutatora ili kliznih kolotova, osim ako se drugačije ne ugovori	

Oznake priključaka;

- namotni dio: pridružiti latinična velika slova
- istosmjerni strojevi i jednofazni izmjenični kolektorski strojevi: A do J
- izmjenični strojevi bez komutatora: K do Z, izuzev 0
- početak, kraj i odvojke označiti slijedećim brojevima:

početak: 1
kraj: 2
odvojak: 3, 4

- prostorno odvojeni ili različitim strujnim sustavima pripadajući dijelovi namota sa sličnom zadaćom označiti sprijeda stavljenim brojevima
- brojeve izostaviti ako je isključena zabuna

Izmjenični strojevi bez komutatora		Istosmjerni strojevi	
Namot	Slovčana oznaka	Namot	Slovčana oznaka
primar ogranak 1 ogranak 2 ogranak 3 zvjezdište	U V W N	namot armature namot pomoćnog pola kompenzacijski namot serijski namot poredni namot neovisno uzbuđen namot pomoćni namot pomoćni namot (poprečna os)	A B C D E F H J
sekundar ogranak 1 ogranak 2 ogranak 3 zvjezdište	K L M Q		
Ostali	R, S, T, X, Y, Z		
Istosmjernom strujom protjecan	F		
Vrtnja udesno: abecedni redoslijed slova i vremenski slijed faza napona se podudaraju		Vrtnja udesno: kroz namot armature i uzbudni namot teče istosmjerna struja jednakog smjera.	
 Namot trofaznog asinkronog stroja		 Kompaundirani istosmjerni generator s kompenzacijskim namotom i namotom pomoćnih polova.	
 Sinkroni stroj		 Istosmjerni poredni stroj spojen za vrtnju udesno.	
 Motor s kolutnim rotorom			
 Izmjenični motor s pomoćnom fazom			

Upravljanje brzine vrtnje

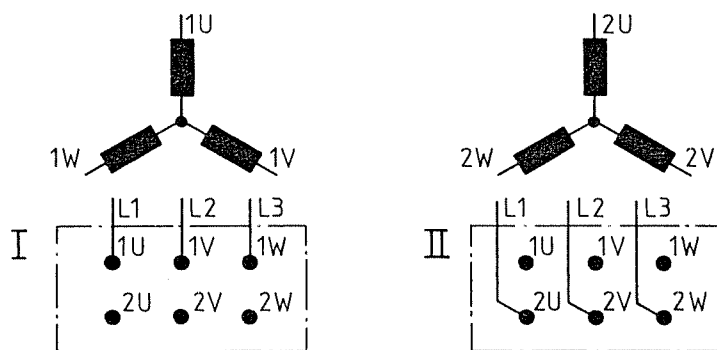
Vrsta upravljanja	Vrsta motora	Dodatni uređaji	Svojstva	Primjeri primjene
Prigon	moguć kod svih vrsti motora	prigrađen prigon	stalan prijenosni omjer, izvršni prigon, prijenos i redukcijski prijenos	alatni strojevi
		motori s prigonom	vidi str. 86	
Promjena broja polova $n_f = f/p$	asinkroni motori, sinkroni motori	odvojeni motori	do četiri različite stalne brzine vrtnje, vidi stranu 94	ventilator
		Dahlanderov spoj	omjer broja okretaja 1:2, vidi također stranu 94	
strojni pretvarač		stalna brzina vrtnje, frekvencije do 400 Hz	brusilica, strojevi za obradu drva	
Frekvencijsko upravljanje $n_f = f/p$		pretvarač frekvencije s međukrugom	vidi stranu 204, 205	vidi stranu 205
		neposredni pretvarač	vidi strane 204, 205	vidi stranu 205
Naponsko upravljanje	asinkroni motori	postavnik napona	$M \propto U^2$ brzina vrtnje upravljiva u opsegu od n_k do n	rijetko se upotrebljava
Doziranje napona	moguće kod svih motora	dvopoložajni regulator	regulator uključenjem i isključenjem održava radnu brzinu vrtnje	za male snage
Promjena otpora rotora	motori s kolutnim rotorom	rotorski pokretač	pokretač mora biti dimenzioniran za opterećenje, mali izvršni opseg	pogoni ventilatora i kompresora
Upravljanje U_a	istosmjerni motori	predotpornici	pokretač dimenzioniran za opterećenje, upravljiv samo ispod n_N	alatni strojevi, valjaoničke staze, bageri
		Leonardov slog	kontinuirano upravljanje brzinom vrtnje u oba smjera vrtnje	
		upravljani ispravljači	vidi strane 196 – 200	
Upravljanje I_1		regulator uzbuđe	izvršni opseg 1:1,5 do 1:4	
		upravljani ispravljač	manji gubici nego pri upravljanju pokretačem	
Upravljanje zasijecanjem	univerzalni motor	upravljanje trijacima	vidi stranu 207	električni alat, električni kućanski apar.
	istosmjerni motori (napajani iz ispravljača)	tiristorsko upravljanje	vidi strane 196 – 200	
Pomak četkica	repulzijski motor, Derijev motor		upravljanje brzine vrtnje u oba smjera vrtnje, pomakom četkica	tekstilni strojevi
	trofazni kolektorski morot			ventilator, kompresor, tiskarski strojevi

Polnopreklopivi trofazni motori (motori s više nazivnih brzina vrtnje)

$$n_i = \frac{f}{p} \quad n = n_1 \left(1 - \frac{s_{\%}}{100}\right)$$

Broj polova = 2 · p		2	4	6	8	10	12	16	20	24	32
Brzina vrtnje u min ⁻¹	16 $\frac{2}{3}$ Hz	1000	500	333	250	200	166	125	100	83,3	62,6
	50 $\frac{2}{3}$ Hz	3000	1500	1000	750	600	500	375	300	250	188
	60 Hz	3600	1800	1200	900	720	600	450	360	300	225

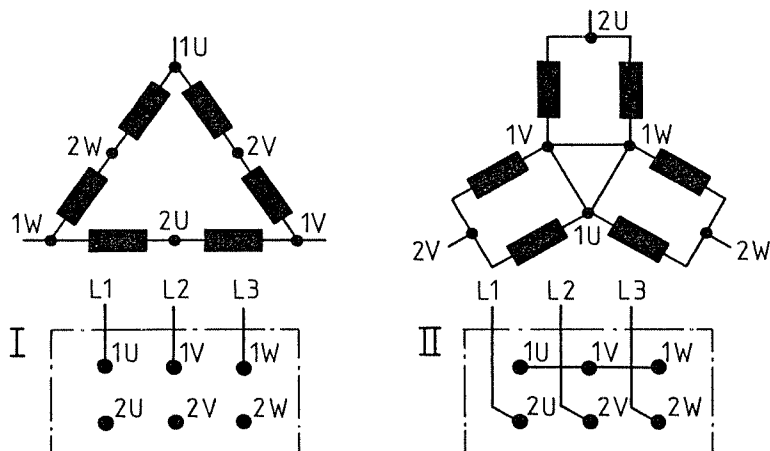
Dva odvojena namota – dvije brzine vrtnje



Strojevi imaju pri oba broja okretnih polja ili jednaki zakretni moment ili jednaku snagu

Kupovni strojevi	
Spoj	Broj polova = 2 p
λ / λ	6/2
	6/4
	8/2
	8/6
	12/2
	12/4

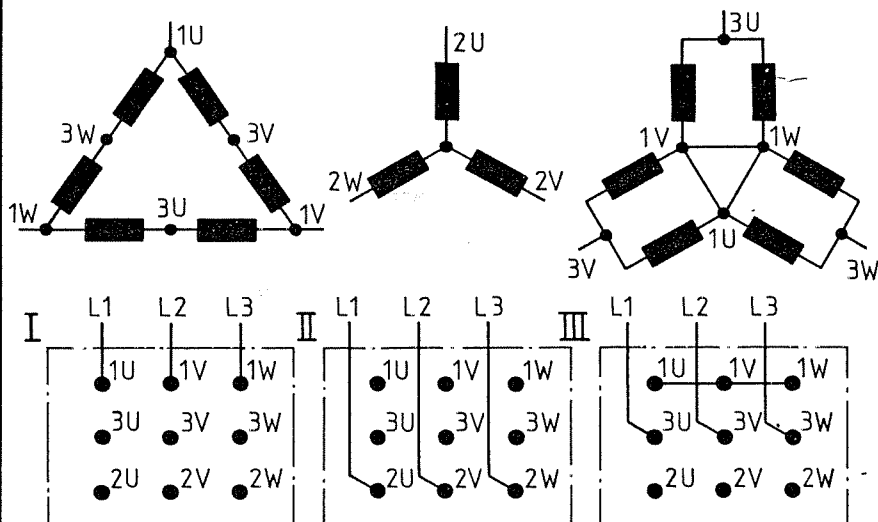
Dahlanderov spoj



$$\frac{P_{N, n \text{ maks}}}{P_{N, n \text{ min}}} = 1,5 \dots 1,8$$

Kupovni strojevi	
Spoj	Broj polova = 2 p
Δ / λ λ	4/2
	8/4
	12/6
λ / λ λ	4/2
	8/4
	12/6

Dva odvojena namota – tri brzine vrtnje



Kupovni strojevi	
Spoj	Broj polova = 2 p
Δ / λ / λ λ	8/ 6/4
	12/ 8/6
	16/12/8
λ / Δ / λ λ	6/ 4/2
	12/ 4/2
	12/ 8/4
	16/ 4/2
	20/ 4/2
	20/ 8/4
Δ / λ λ / λ	8/ 4/2
	12/ 6/2
	12/ 6/4
	16/ 8/2
	16/ 8/4
	16/ 8/6
	20/10/2
	20/10/4

Na ponašanje stroja utječe kod dvije brzine vrtnje Dahlanderov spoj, dok se na ostale može utjecati izvedbom

Kočenje motora

Vrst kočenja	Vrst stroja	Spoj/slika	Svojstva	Primjena																									
Mehaničko kočenje	Otkočnik		Mogu se ugraditi na sve motore, motor se kočenjem termički ne preopterećuje	Alatni strojevi male do srednje snage																									
	Kočioni motori		Motor se kočenjem termički ne opterećuje, velika čestina sklapanja	Alatni strojevi za bušenje, glodanje itd., dizalice																									
Protustrujno kočenje	Izmjenični istofazni motori		Visoko termičko opterećenje, velika sila na učvršćenju, jednostavno, nekomplikirano, velika struja motora, nema zaustavnog kočenja, osjetljiv	Dizalice, impulsni pogon																									
	Istosmjerni motori	<table><tr><td></td><td>R</td><td>O</td><td>↑L</td></tr><tr><td>A</td><td>X</td><td></td><td></td></tr><tr><td>B</td><td>X</td><td></td><td></td></tr><tr><td>C</td><td></td><td></td><td>X</td></tr><tr><td>D</td><td></td><td></td><td>X</td></tr><tr><td>E</td><td>X</td><td></td><td>X</td></tr><tr><td>F</td><td>X</td><td></td><td>X</td></tr></table>				R	O	↑L	A	X			B	X			C			X	D			X	E	X		X	F
	R	O	↑L																										
A	X																												
B	X																												
C			X																										
D			X																										
E	X		X																										
F	X		X																										
Rekuperativno kočenje	Izmjenični i trofazni motori	<p>Motorni pogon $n < n_f$</p> <p>Kočioni pogon $n > n_f$</p>	Nema zaustavnog kočenja	Željeznice pri vožnji nizbrdo kao dodatna kočnica																									
	Istosmjerni motori	<p>Motorni pogon</p> <p>Kočioni pogon</p>			Željeznice na istosmjerni pogon kao dodatna kočnica pri vožnji nizbrdo																								

Kočenje motora

Vrsta kočenja	Vrsta stroja	Spoj	Svojstva	Primjena																				
Otporsko kočenje	Istosmjerni motori	<table border="1"><tr><td></td><td>B</td><td>0</td><td>1</td></tr><tr><td>A</td><td></td><td></td><td>X</td></tr><tr><td>B</td><td>X</td><td></td><td></td></tr><tr><td>C</td><td></td><td></td><td>X</td></tr><tr><td>D</td><td>X</td><td></td><td></td></tr></table>		B	0	1	A			X	B	X			C			X	D	X			Motor radi kao generator s priključenim otporima, nema zaustavnog kočenja	Vozila (inercijska kočnica) dizalice (kočenje kod spuštanja)
	B	0	1																					
A			X																					
B	X																							
C			X																					
D	X																							
Kočenje istosmjernom strujom	Izmjenični i trofazni motori		Veliko termičko opterećenje, nema zaustavnog kočenja	Dizalice, željeznice																				

Natpisne pločice za električne strojeve

DIN 42 961/6.80

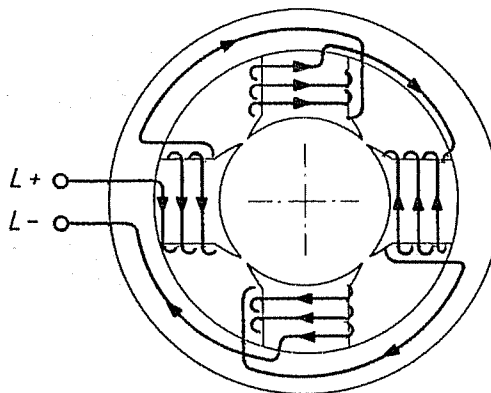
Red. br.		Objašnjenje
9		Nazivna snaga Aktivna snaga u kW za motore, istosmjerne i indukcijske generatore. Prividna snaga u kVA za sinkrogeneratore i kompenzatore faze
10		Jedinica snage npr. kW
11		Vrsta pogona
12		Faktor snage
13		Smjer vrtnje prema VDE 0530 dio 1
14		Nazivna brzina vrtnje u min ⁻¹
15		Nazivna frekvencija
16		Riječ „uzbuda“ za istosmj. i sinkr., a „rotor“ za asinkr. strojeve
17		Način spoja rotorskog namota (vidi polje 6)
18		Istosmjerni strojevi: uzbudni napon Sinkroni strojevi: uzbudni napon Motori s kolutnim rotorom: napon mirovanja rotora
19		Istosmjerni strojevi: uzbudna struja Sinkroni strojevi: uzbudna struja Motori s kolutnim rotorom: rotorska struja
20		Razred (klasa) izolacijskog materijala
21		Vrst zaštite prema DIN 40050
22		Masa u kg odnosno t
23		Broj i godina proizvodnje prema VDE propisima

Red. br.	Objašnjenje
1	Ime proizvođača
2	Oznaka tipa dopunjena veličinom i oblikom izvedbe
3	Vrsta struje: vidi DIN 40700 dio 4
4	Vrsta stroja npr. gen., mot. itd.
5	Tvornički broj
6	Oznaka načina spoja namota prema DIN 40710
7	Nazivni napon
8	Nazivna struja

Namoti istosmjernih strojeva

Statorski namot

- Uzbudni namot i namot pomoćnog pola izvedeni su kao cilindrični svici
- Uzbudni napon tako priključiti da nastane izmjenjujući slijed polova
- Namot pomoćnog pola spojiti u seriju s namotom armature, pri čemu pripaziti na ispravan slijed polova
- Kompenzacijski namot spojiti u seriju s namotom armature



Namoti rotora

Jednoslojni namot

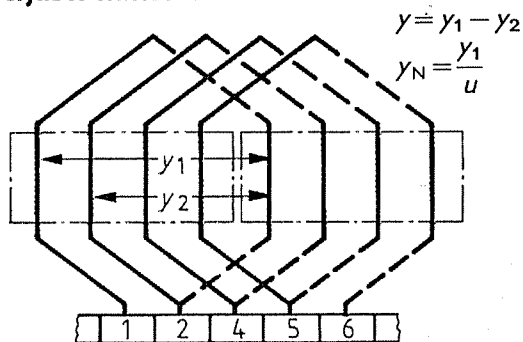
U svakom utoru leži samo jedna strana svitka

Dvoslojni namot

U svakom utoru leže dvije strane različitih svitaka

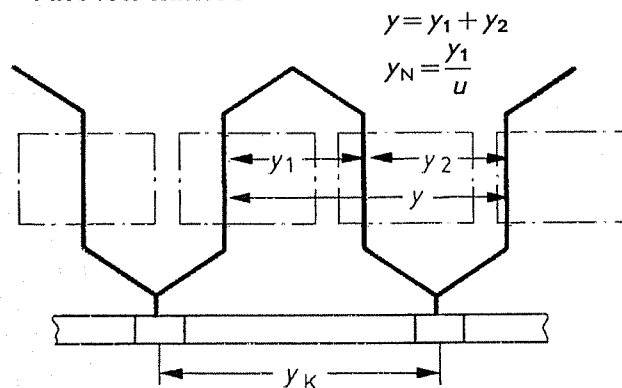
Simboli u form.	Značenje	Simboli u form.	Značenje
N	broj utora	y	Korak namota od prve strane svitka do prve strane sljedećeg svitka
u	broj strana svitaka po utoru	y_N	Korak namota je razmak između strana svitka mjeren brojem utora
t_p	polni korak	y_1	Korak namota mjeren od strane svitka do strane svitka
p	broj pari polova	y_2	Korak namota od druge do prve strane namota sljedećeg svitka
a	broj paralelnih grana namota		
k	broj kolektorskih lamela		
s	broj svitaka		
z	broj vodiča		
m	broj zavoja		

Petljasti namoti

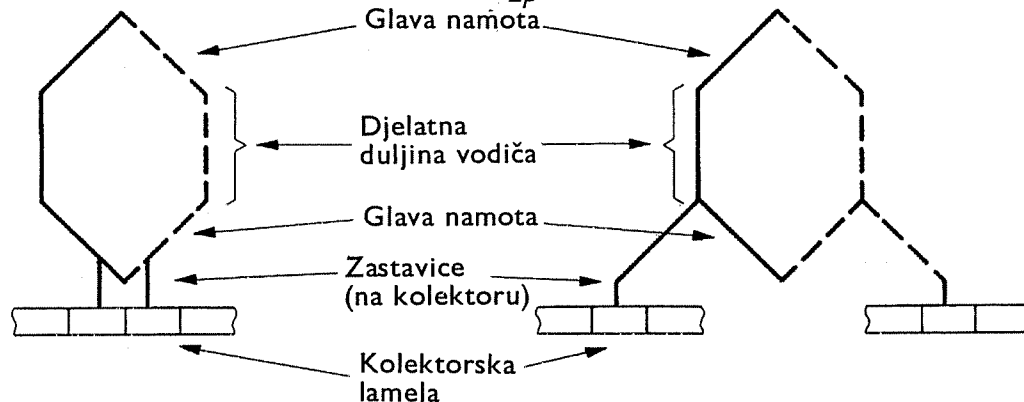


$$y_1 = \frac{k}{2p}$$

Valoviti namot



$$y_1 = \frac{k}{2p}$$



Namoti istosmjernih strojeva

Petljasti namot

$$2a = 2mp$$

Uvjeti simetrije:

$$\frac{N}{p}; \frac{s}{p}; \frac{k}{p} \text{ moraju biti cjelobrojni}$$

$$\text{Struja svitka} = \frac{I_a}{2 \cdot a}$$

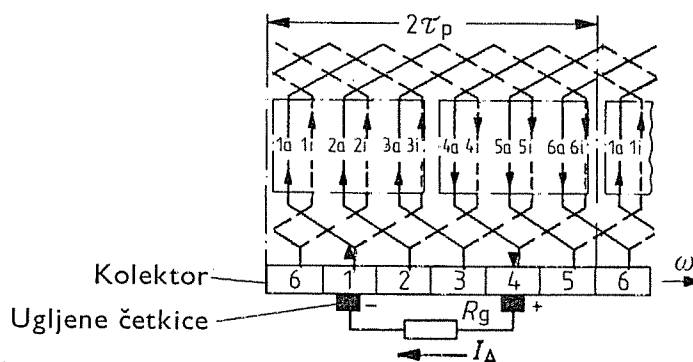
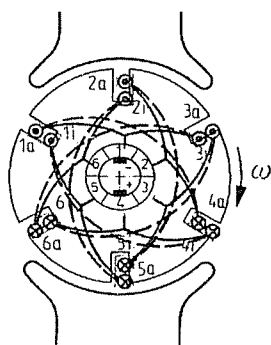
Primjeri za petljaste namote

Veličine

Crtež namota

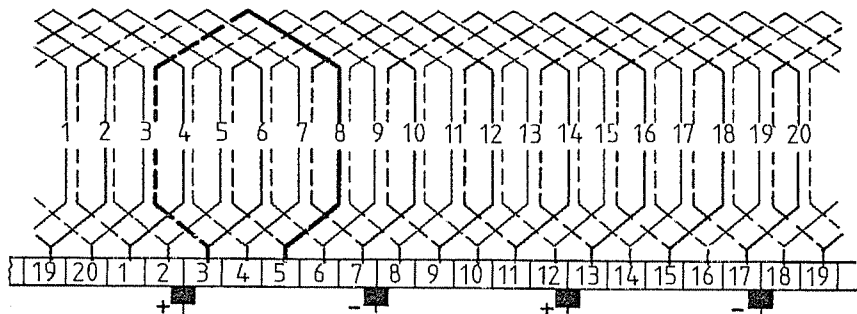
Namot cilindrične armature sa šest svitaka po jednom generatoru

$$\begin{aligned} N &= 6 \\ 2p &= 2 \\ \gamma &= 1 \\ \gamma_1 &= 3 \\ \gamma_2 &= 2 \\ \gamma_N &= 3 \\ u &= 1 \\ k &= s = 6 \end{aligned}$$



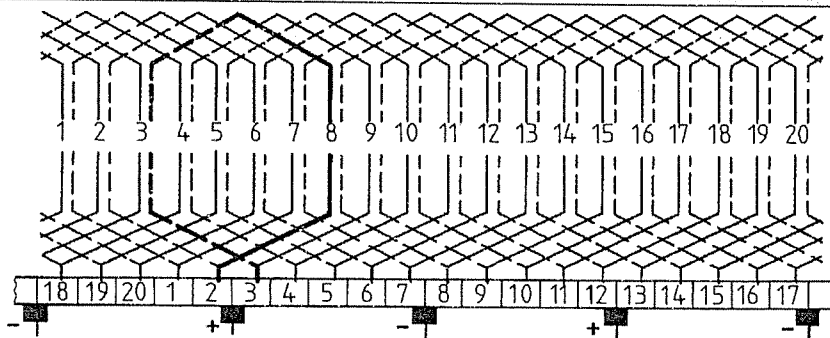
Namot armature generatora, nekrižani, $\gamma > 0$, γ_N cijeli broj

$$\begin{aligned} N &= 20 \\ 2p &= 4 \\ \gamma &= 2 \\ \gamma_1 &= 5 \\ \gamma_2 &= 3 \\ \gamma_N &= 5 \\ u &= 1 \\ k &= s = 20 \end{aligned}$$



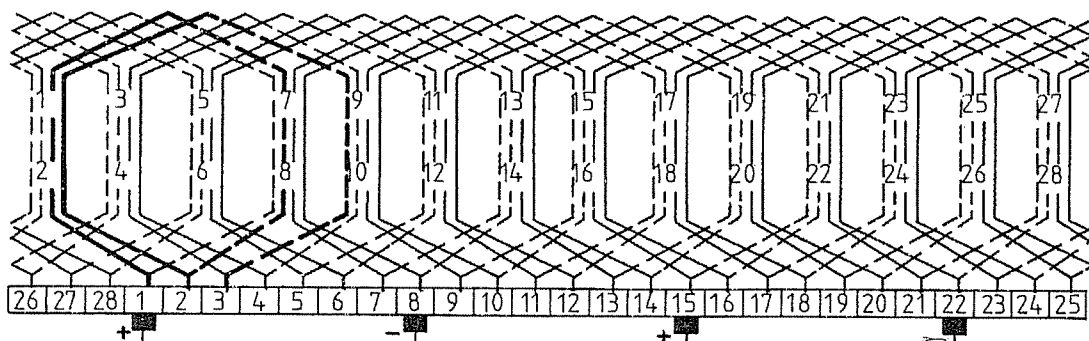
Namot armature motora, križani, $\gamma < 0$, γ_N cijeli broj

$$\begin{aligned} N &= 20 \\ 2p &= 4 \\ \gamma &= -1 \\ \gamma_1 &= 5 \\ \gamma_2 &= 6 \\ \gamma_N &= 5 \\ u &= 1 \\ k &= s = 1 \end{aligned}$$



Stepeničasti namot, nekrižani, $\gamma > 0$, γ_N racionalni broj

$$\begin{aligned} N &= 14 \\ 2p &= 4 \\ \gamma &= 1 \\ \gamma_1 &= 7 \\ \gamma_2 &= 6 \\ \gamma_N &= 3; 4 \\ u &= 2 \\ k &= s = 28 \end{aligned}$$



Namoti istosmjernih motora

Valoviti namoti

$$\text{Struja svitka } I_s = \frac{I_a}{2 \cdot a}$$

Nekrižani namoti:

$$k = p \cdot y + m$$

$$y = \frac{k + m}{p}$$

Križani namot:

$$k = p - m$$

$$y = \frac{k - m}{p}$$

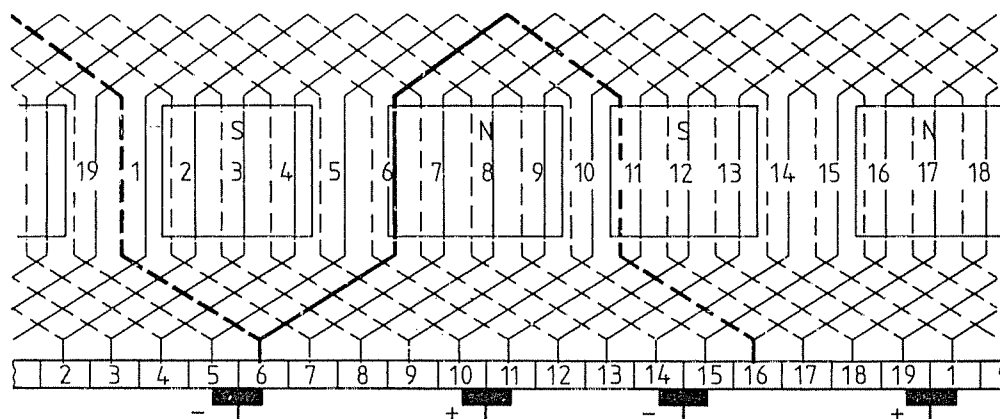
Primjeri za valovite namote

Veličine

Crtež namota

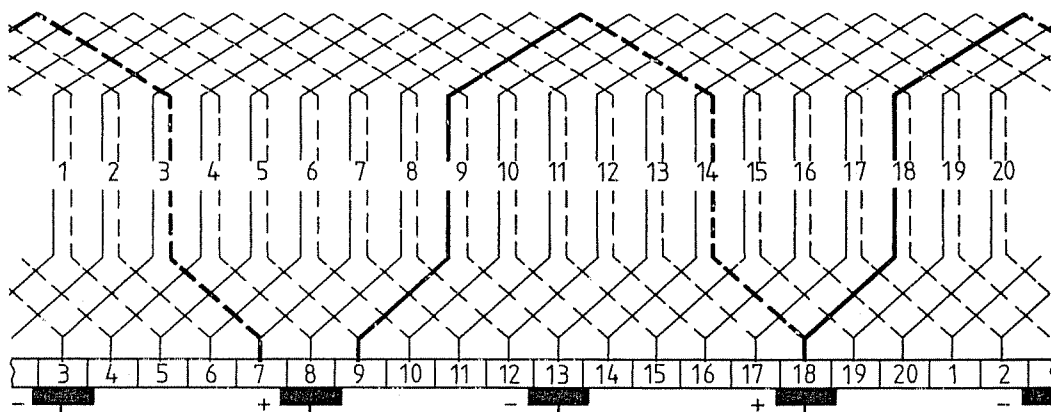
Jednovojni **motorni** namot, nekrižani

$N = 19$
 $2p = 4$
 $y = 10$
 $y_1 = 5$
 $y_2 = 5$
 $y_N = 5$
 $u = 1$
 $k = s = 19$



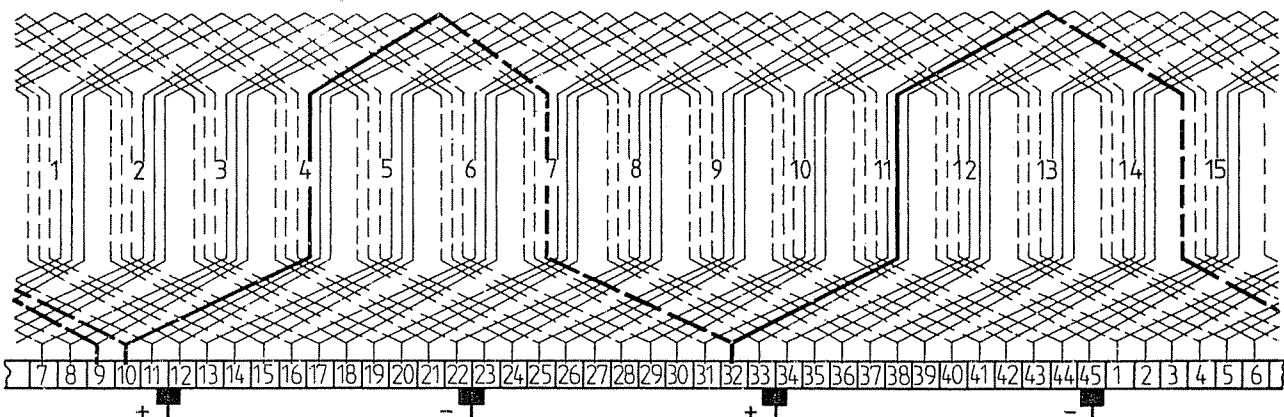
Dvovojni **generatorski** namot, nekrižani

$N = 20$
 $2p = 4$
 $y = 9$
 $y_1 = 5$
 $y_2 = 4$
 $y_N = 5$
 $u = 1$
 $k = s = 20$



Jednovojni **stepeničasti** namot, križani

$N = 15$; $2p = 4$; $y = 22$; $y_1 = 11$; $y_N = 3$; 4 ; 4 ; $u = 3$; $k = s = 45$



Statorski namoti za trofazne strojeve

Broj utora po polu i fazi $q = \frac{N}{2pm}$

Namot s cijelim brojem utora: q je cijeli broj
Namot s razlomljenim brojem utora: q je racionalan broj (razlomak)

Polni korak $\tau_p = \frac{N}{2p}$

Utorski korak $\tau_N = \frac{\pi d}{N}$

N : broj utora

m : broj faza namota

v : skraćenje koraka

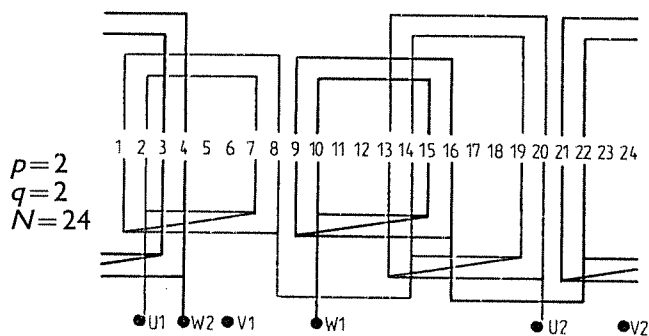
w : širina svitka u utorima

Korak svitka: $\gamma_N = \frac{N}{2p} = \tau_p$

pri skraćenju $\gamma_N = \tau_p = v = w$

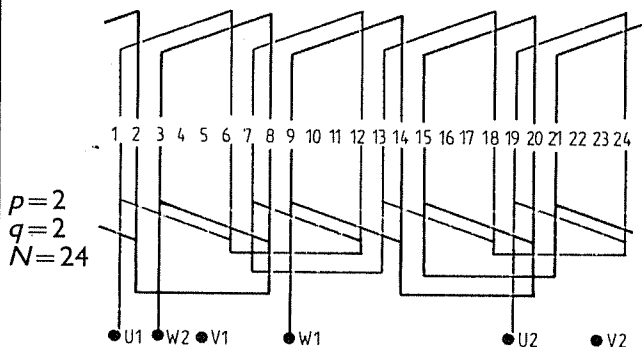
Primjeri

Dvoetažni namoti, svici nejednakog oblika



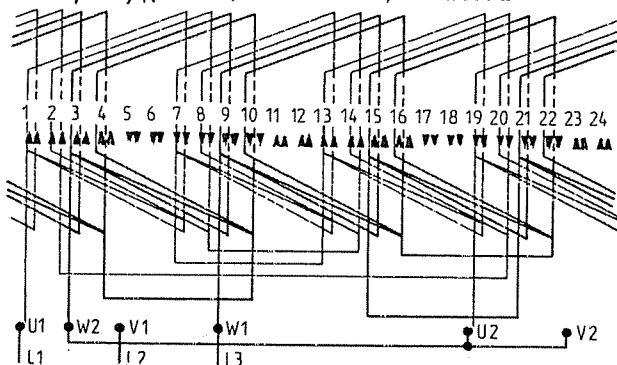
Glave namota
u 2 etaže

Troetažni namot, svici jednakog oblika

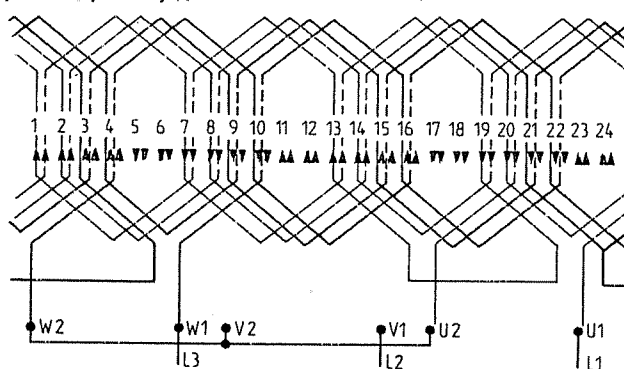


Glave namota
u 3 etaže

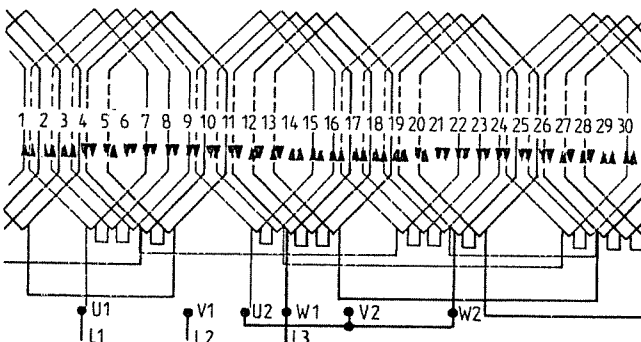
Petljasti namot s dvoslojnim svicima
 $p=2$, $q=2\gamma_N=1:7$, neskraćeni, 24 utora



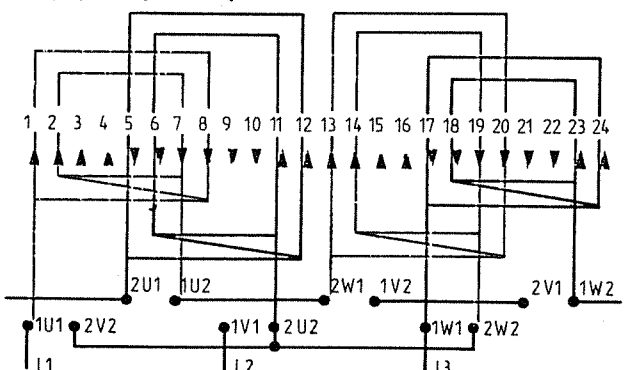
Valoviti namot s dvoslojnim svicima
 $p=2$, $q=2$, $\gamma_N=1:7$, neskraćeni, 24 utora



Skraćeni namot s razlomljenim brojem utora i dvoslojnim svicima $p=2$, $q=2\frac{1}{2}$, $v=1$, petljasti namot, 30 utora



Dvoetažni jednoslojni namot u Dahlanderovom spoju $p=2$, $q=2,24$ utora

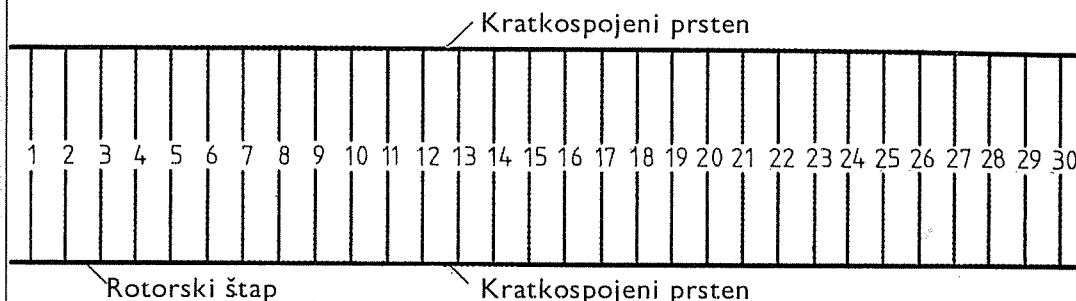


Rotorski namoti trofaznih motora

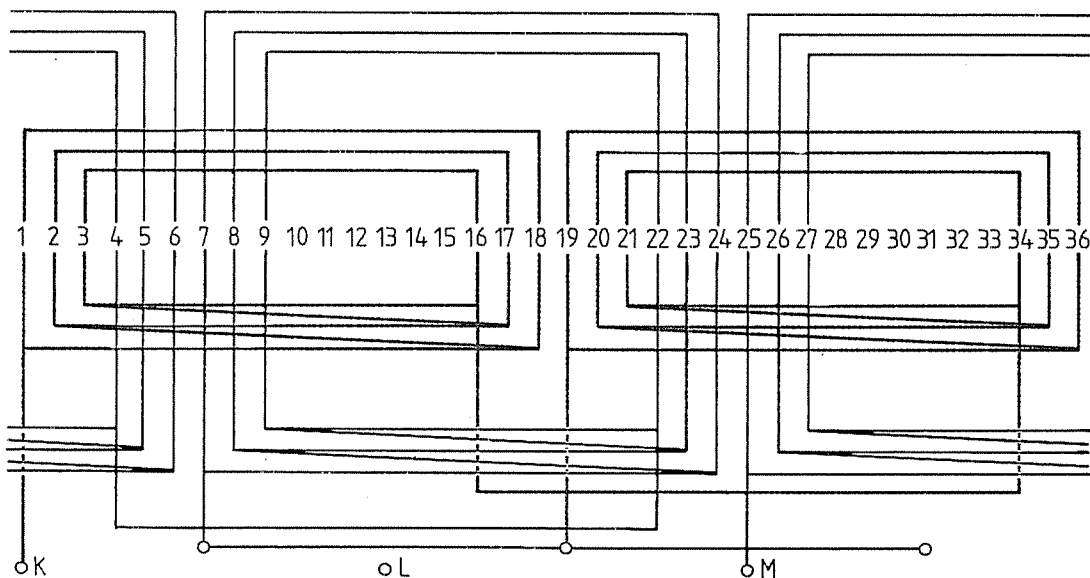
Rotor i stator imaju različite brojeve utora da bi dobili bolja zaletna svojstva

Primjer

**Kratko-
spojeni
namot**
 $p=2, N=30$



**Namot
kolutnog
rotora**
 $p=1,$
 $q=2 \cdot 3,$
korak svitka
1:18/16/14



Kriteriji za izbor motora

Preduvjeti	Mogućnost izvedbe	Preduvjeti	Mogućnosti izvedbe
Energetska razdjelna mreža	Trofazna mreža npr. 6 kV, 3/N 50 Hz 500 V, 3 ~ 50 Hz 380 V, 3/N 50 Hz Jednofazna izmjenična mreža npr. 15 kV, 16 $\frac{2}{3}$ Hz (željez- nička mreža) 220 V, 50 Hz Mali napon npr. 42 V, 50 Hz 24 V, 50 Hz Istosmjerna mreža npr. 150 V, 220 V, 260 V, 400 V, 460 V, 520 V, 600 V	Pogonsko ponašanje	Karakteristika brzine vrtnje pri promjeni opterećenja npr. meka karakteristika tvrda karakteristika karakteristika sinkronog motora
		Uklonni uveti	Način pokretanja, npr. otporski pokretač, pokretač zvijezda-trokut, transformator za pokretanje, stavljanje u pogon pod opterećenjem
		Vrste pogona	S1...S8
		Pogonski uvjeti	Vrsta zaštite, npr. IP44 Razred zaštite, npr. zaštite od eksplozije, vrst izvedbe npr. IMB3
Brzina vrtnje, opseg brzine vrtnje	nazivna brzina vrtnje, više nazivnih brzina vrtnje, opseg brzine vrtnje, vrsta upravljanja brzinom vrtnje	Dodatni uređaji	Elektronički pretvarač frekven- cije, strojni pretvarač frekven- cije, uređaji motorske zaštite, pokretačke sprave, priključni vodovi, vrst spojke, prigon, temelj
Snaga			

Vrste kvarova na strojevima			
Smetnje	Mogući uzroci		
	Kavezni motor	Motor s kolutnim rotorom	Istosmjerni motori
Motor se ne zalijeće, nema brujanja	Prekid dovoda Nema napona Ispao zaštitni aparat, namoti u kvaru		
		Pokretač ispao ili je oštećen	
			Ispao regulator uzbude
Motor se ne zalijeće, jako brujanje	Oštećen ležaj Jedan dovod prekinut npr. osigurač		
Motor se ne zalijeće pod opterećenjem	Preveliki protuzakretni moment Napon mreže nizak		
Motor se zalijeće na mahove			Prekid u pokretaču, kratki spoj namota armature, kratki spoj lamela
Pod opterećenjem motor ne povuče potpuno	Kvar u dovodu, preopterećenje		Položaj četkica pogrešan, napon pada
	Rotorski štapovi slomljeni, kratkospojni prsteni labavi	Prekidi u krugu rotora	
Motor se okreće prebrzo i koleba pri opterećenju			Položaj četkica pogrešan, prekinut krug uzbudne struje ili je prevelik predotpor, pogrešan spoj
Motor se u pogonu previše grije	Motor je preopterećen, napon je previsok ili prenizak, motor radi jednofazno, rotor struže o stator		Preopterećenje, kratki spojevi namota, hlađenje neispravno
Motor se zagrijava već u praznom hodu	Pogrešan spoj statorskog namota previsoki napon mreže, nedovoljno hlađenje pogrešan smjer vrtnje, ako je prikladan samo za jedan smjer		
Mjestimično zagrijavanje	Kratki spoj među zavojima prekidi u namotu		
Četkice iskre		Četkice loše priliježu, premali pritisak četkice, pogrešna četkica	
		Neokrugli klizni kolutovi	Neokrugli, izbrazdan kolektor, oštećene četkice Kratki spoj lamela, preopterećenje, previsoka brzina vrtnje
Motor prouzrokuje nenormalni šum	Električni razlozi (nestaju pri isključenju), oštećenje ležaja, oštećenje prigona, oštećenje na prijenosu energije, neuravnoteženosti, promjene u temelju, pogreška u zupčanom prigonu		

Pogonske vrijednosti trofaznih kaveznih motora s površinskim hlađenjem

Veličine izvedbe	P_N u kW	n min^{-1}	I_N pri 380 V u A	M_N u Nm	η u %	$\cos \varphi$	$\frac{I_A}{I_N}$	$\frac{M_A}{M_N}$	$\frac{M_K}{M_N}$	m u kg
$n_f = 3000 \text{ min}^{-1}$										
63	0,25	2765	0,71	086	66	0,81	4,3	2,3	2,3	4,1
71	0,55	2800	1,45	1,9	71	0,85	4,9	2,3	2,3	6,6
80	0,75	2850	1,83	2,5	74	0,84	6,0	2,4	2,3	8,2
80	1,1	2850	2,55	3,7	77	0,85	6,1	2,4	2,3	9,9
90S	1,5	2860	3,6	5,0	77	0,82	6,2	2,5	2,5	12,9
90L	2,2	2860	4,8	7,4	82	0,85	6,8	2,8	2,8	15,7
100L	3	2895	6,4	9,8	83	0,86	7,2	2,4	2,6	21
112M	4	2895	8,2	13	84	0,88	7,6	2,4	2,8	25
132S	5,5	2925	11,2	18	85	0,88	7,0	2,2	2,8	43
132S	7,5	2930	14,9	25	87	0,88	7,7	2,5	3,0	50
160M	11	2935	22,5	36	88	0,84	6,5	2,1	2,6	71
160M	15	2940	30	49	90	0,85	7,1	2,3	2,8	82
160L	18,5	2940	36	60	91	0,86	7,6	2,5	2,9	99
180M	22	2940	41	71	91,5	0,89	6,9	2,5	3,0	165
$n_f = 1500 \text{ min}^{-1}$										
71	0,25	1325	0,79	1,8	62	0,78	3,2	1,7	1,7	4,8
80	0,55	1400	1,47	3,7	71	0,80	4,7	2,3	2,4	8,0
80	0,75	1400	1,95	5,1	74	0,80	5,0	2,5	2,6	9,4
90S	1,1	1410	2,8	7,5	75	0,81	5,0	2,1	2,5	12,3
90L	1,5	1405	3,7	10	75	0,82	4,9	2,2	2,6	15,6
100L	2,2	1415	5,2	15	79	0,82	6,0	2,2	2,6	22
100L	3	1415	6,8	20	81	0,83	6,2	2,7	3,0	24
112M	4	1435	9,2	27	83	0,80	7,0	2,9	3,0	29
132S	5,5	1450	11,7	36	84	0,85	7,0	2,2	2,8	39
132M	7,5	1450	15,6	49	86	0,85	7,6	2,4	3,3	53
160M	11	1460	22,5	72	88	0,84	7,6	2,4	3,0	74
160L	15	1460	30	98	89	0,85	7,7	2,2	2,9	90
180M	18,5	1455	37	121	90,5	0,84	6,2	2,6	2,5	165
180L	22	1455	43	144	91,2	0,85	6,4	2,6	2,5	180
$n_f = 1000 \text{ min}^{-1}$										
71	0,25	860	0,88	2,7	60	0,72	3,0	2,0	2,0	6,3
80	0,55	900	1,84	5,8	63	0,72	3,2	2,0	2,1	9,4
90S	0,75	905	2,2	8,0	71	0,75	3,9	2,2	2,3	12,5
90L	1,1	900	3,1	12	72	0,75	4,1	2,4	2,4	15,7
100L	1,5	925	4,0	15	76	0,76	4,5	2,0	2,1	22
112M	2,2	940	5,9	22	77	0,73	5,1	2,2	2,5	25
132S	3	955	7,6	30	80	0,75	5,5	2,0	2,4	38
132M	4	960	9,5	40	83	0,76	6,2	2,4	2,8	43
132M	5,5	960	13,1	55	84	0,76	6,4	2,6	3,0	51
160M	7,5	965	18,1	74	84	0,75	6,4	2,3	3,0	73
160L	11	965	24,3	108	88	0,78	7,2	2,7	3,0	99
180L	15	970	31	148	89	0,83	5,7	2,6	2,4	170
200L	18,5	975	37,5	181	90	0,83	5,7	2,6	2,3	220
200L	22	975	44	215	90,5	0,84	5,7	2,6	2,3	235

Pogonske vrijednosti asinkronih motora

Polno preklapivi trofazni asinkroni motori u Dahladerovom spoju 380 V, 50 Hz
 $n_g = 1500/3000 \text{ min}^{-1}$ odnosno $n_f = 750/1500 \text{ min}^{-1}$

Veličina izvedbe	P_N u kW	n u min^{-1}	I_N u A	η u %	$\cos \varphi$	$\frac{I_A}{M_N}$	$\frac{M_A}{M_N}$	m u kg
90S	1,0 1,2	1430 2890	2,6 3,4	75 69	0,77 0,78	5,3 5,4	1,8 1,9	13
100L	2,0 2,6	1450 2850	4,9 5,6	78 79	0,80 0,90	6,6 5,9	2,1 2,2	21
132S	4,7 5,7	1450 2920	11 13	81 76	0,80 0,88	6,5 7,0	2,4 2,3	65
100L	0,7 1,4	710 1370	2,5 3,2	69 74	0,67 0,92	4,2 4,3	2,2 1,6	21
112M	1,6 2,9	700 1400	5,7 6,1	68 79	0,64 0,92	4,1 5,0	2,4 2,0	34
132M	3,5 6,0	710 1420	11 13	78 79	0,65 0,89	4,3 5,8	2,2 2,3	79

Trofazni motori s kolutnim rotorom 380 V, 50 Hz $n_f = 1500 \text{ min}^{-1}$ odnosno $n_f = 1000$

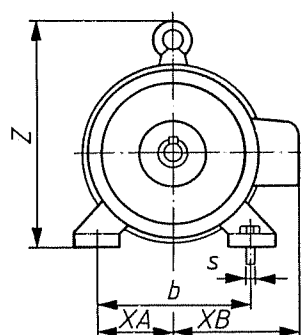
Veličina izvedba	P_N u kW	n u min^{-1}	I_N u A	η u %	$\cos \varphi$	$\frac{M_K}{M_N}$	U_{rot} u V	I_{rot} u A	m u kg
90S	0,75	1370	2,1	73	0,74	2,6	115	5,4	15,6
90L	1,1	1380	3,1	74	0,74	2,7	150	5,5	19,5
100L	2,2	1400	5,5	77	0,79	2,9	150	10,5	30
132S	4	1425	9,2	82	0,81	3,3	150	15	70
132M	5,5	1440	12,5	83	0,80	3,5	180	22	86,5
160M	7,5	1440	16	86	0,81	3,6	180	27	131
100L	0,75	900	2,2	73	0,72	2,0	80	6,0	27,5
100L	1,1	900	3,2	73	0,72	2,0	80	8,0	33,5
132S	2,2	910	5,9	77	0,74	2,5	80	16	61
132M	4	930	12	75	0,69	2,7	120	22	87
160M	5,5	930	16	76	0,70	2,7	150	24	132
160L	7,5	935	21	76	0,71	2,7	230	21	161

Jednofazni izmjenični motori s pogonskim kondenzatorom, 220 V, 50 Hz
 $n_f = 3000 \text{ min}^{-1}$ odnosno $n_f = 1500 \text{ min}^{-1}$

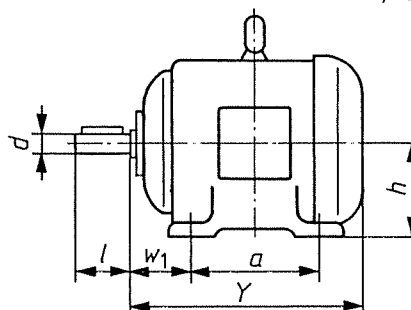
Veličina izvedba	P_N u kW	n u min^{-1}	I_N u A	$\cos \varphi$	$\frac{I_A}{I_N}$	$\frac{M_A}{M_N}$	C_B u μF	U_C u V	m u kg
63	0,120	2800	1,2	0,9	3,0	0,6	4	400	5
71	0,3	2760	2,4	0,98	3,0	0,45	10	400	7
71	0,5	2790	3,6	0,95	3,5	0,46	12	400	8
80	0,9	2800	6,2	0,95	4,0	0,35	20	400	11
90S	1,1	2740	7,4	0,97	3,4	0,38	30	400	14
90L	1,7	2700	11	0,97	3,5	0,35	40	400	17
63	0,12	1390	1,3	0,98	2	0,54	5	400	5
63	0,18	1390	1,85	0,86	2,8	0,51	6	400	5
71	0,3	1380	3	0,92	2,6	0,52	12	400	8
80	0,55	1380	4,2	0,91	3,3	0,64	16	400	11
90S	0,9	1370	6,0	0,97	3,3	0,38	30	400	14
90L	1,25	1380	8,5	0,95	3,8	0,42	40	400	17

Standardne mjere za površinsko hlađenje trofaznih kaveznih motora izvedbe IM B3

DIN 42 673, T. 1/4.83
T. 4/4.74



Podaci vrijede i za oblike izvedbe IM B6, IM B7, IM B8, IM V5, IM V6

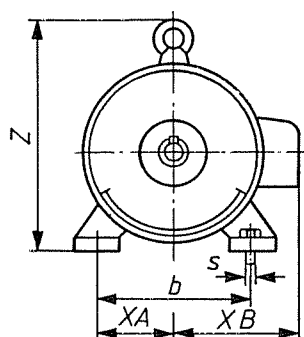


Veličina izvedbe	<i>h</i> u mm	<i>a</i> u mm	<i>b</i> u mm	<i>w</i> ₁ u mm	<i>s</i>	<i>XA</i> u mm	<i>XB</i> u mm	<i>Y</i> u mm	<i>Z</i> u mm
56	56	71	90	36	M 5	62	104	174	166
63	63	80	100	40	M 6	73	110	210	181
71	71	90	112	45	M 6	78	130	224	196
80	80	100	125	50	M 8	96	154	256	214
90S	90	100	140	56	M 8	104	176	286	244
90L		125						298	
100L	100	140	160	63	M10	122	194	342	266
112M	112	140	190	70		134	218	372	300
132S	132	140	216	89	M10	158	232	406	356
132M		178						440	
160M	160	210	254	108	M12	186	274	542	480
160L		254						562	
180M	180	241	279	121	M12	208	312	602	554
180L		279						632	
200L	200	305	318	133	M16	240	382	680	600
225S	225	286	356	149	M16	270	428	764	675
225M		311						764	
250M	250	349	406	168	M20	300	462	874	730
280S	280	368	457	190	M20	332	522	984	792
280M		419						1036	
315S	315	406	508	216	M20	372	576	1050	865
315M		457						1100	

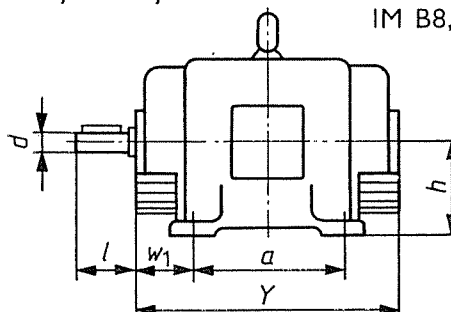
Veličina izvedbe	<i>d</i> × <i>l</i> u mm		Snaga u kW			
	3000 min ^{−1}	1500 min ^{−1}	3000 min ^{−1}	1500 min ^{−1}	1000 min ^{−1}	750 min ^{−1}
56	9 × 20		0,09/0,12	0,06/0,09	—	—
63	11 × 23		0,18/0,25	0,12/0,18	—	—
71	14 × 30		0,37/0,55	0,25/0,37	—	—
80	19 × 40		0,75/1,1	0,55/0,75	0,37/0,55	—
90S	24 × 50		1,5	1,1	0,75	—
90L			2,2	1,5	1,1	—
100L	28 × 60		3	2,2/3	1,5	0,75/1,1
112M			4	4	2,2	1,5
132S	38 × 80		5,5/7,5	5,5	3	2,2
132M			—	7,5	4/5,5	3
160M	42 × 110		11/15	11	7,5	4/5,5
160L			18,5	15	11	7,5
180M	48 × 110		22	18,5	—	—
180L			—	22	15	11
200L	55 × 110		30/37	30	18,5/22	15
225S	55 × 100	60 × 140	—	37	—	18,5
225M			45		30	22
250M	60 × 140	65 × 140	55		37	30
280S	65 × 140	75 × 140	75		45	37
280M			90		55	45
315S	65 × 140	80 × 170	110		75	55
315M			132		90	75

Standardne mjere za unutarnje hlađenje trofaznih kaveznih motora (oblik izvedbe IM B3)

DIN 42 672, T. 1/4.83
T. 4/4.74



Mjere vrijede i za oblike izvedbe IM B6, IM B7, IM B8, IM V5, IM V6.



Veličina izvedbe	$\begin{matrix} h \\ \text{u} \\ \text{mm} \end{matrix}$	$\begin{matrix} a \\ \text{u} \\ \text{mm} \end{matrix}$	$\begin{matrix} b \\ \text{u} \\ \text{mm} \end{matrix}$	$\begin{matrix} w_1 \\ \text{u} \\ \text{mm} \end{matrix}$	s	$\begin{matrix} XA \\ \text{u} \\ \text{mm} \end{matrix}$	$\begin{matrix} XB \\ \text{u} \\ \text{mm} \end{matrix}$	$\begin{matrix} Y \\ \text{u} \\ \text{mm} \end{matrix}$	$\begin{matrix} Z \\ \text{u} \\ \text{mm} \end{matrix}$	
160M	160	210	254	108	M12	212	304	566	440	
160L		254								
180M	180	241	279	121	M12	230	346	616	505	
180L		279								
200M	200	267	318	133	M16	258	388	680	570	
200L		305						746		
225M	225	311	356	149	M16	288	442	740	640	
250S	250	311	406	168	M20	316	490	790	710	
250M		349						820		
280S	280	368	457	190	M20	364	536	920	785	
280M		419						970		
315S	315	406	508	216	M24	396	586	990	865	
315M		457						1040		
Veličina izvedbe	$d \times l$ u mm			Snaga u kW						
	$3000 \frac{1}{\text{min}}$	$1500 \frac{1}{\text{min}}$	$3000 \frac{1}{\text{min}}$	$1500 \frac{1}{\text{min}}$	$1000 \frac{1}{\text{min}}$	$750 \frac{1}{\text{min}}$				
160M	48 × 110			15	11	7,5	5,5			
160L				18,5/22	15/18,5	11	7,5			
180M	55 × 110			30	22	15	11			
180L				37	30	18,5	15			
200M	60 × 140			45	37	22	18,5			
200L				55	45	30	22			
225M	60 × 140	65 × 140	75	55	37	30				
250S	65 × 140	75 × 140	90	75	45	37				
250M			110	90	55	45				
280S	65 × 140	80 × 170	—	110	75	55				
280M			132		90	75				
315S	70 × 140	90 × 170	160		110	90				
315M			200		132	110				

Nazivni naponi i ispitni naponi električnih strojeva

VDE 0 530, T. 1/11.73
JUS N.G0.15

Nazivni naponi							Ispitni naponi			
Istosmjerni motori napajani iz usmjerivača			Trofazni		Izmjenični			Vrsta stroja		Ispitni napon (efektivna vrijed.)
								$P \leq 1$ kW odn. 1 kVA ili $U < 100$ V			$2 U_N + 500$ V
Jedno-fazni priključ.	Trofazni priključak Kvad. IV Pog. I		Gen. 50 Hz	Mot. 50 Hz	Mot. 50 Hz	Gen. $16\frac{2}{3}$ Hz	Mot. $16\frac{2}{3}$ Hz	$P < 10$ MW odn. 10 MVA		$2 U_N + 1000$ V
								$P \geq 10$ MW odn. 10 MVA	$U \leq 10$ MW $U \leq 24$ kV	$2 U_N + 1000$ V Prema sporazumu
—	—	—	—	24 V	24 V	—	—	Istosmj. stroj. s nezav. uzbuđ. namot.		$2 U_i + 1000$ V ≥ 1500 V
115 V	—	—	130 V	125 V	—	—	—	Uzbuđni namot sinkronih strojeva		$10 U_N$ najmanje 1500 V najviše 3500 V
150 V	—	—	—	—	—	—	—	Namot rotora u motorima s kolutnim rotorom		$2 U_{rot. o} + 1000$ V ili $4 U_{rot. o} + 1000$ V
260 V	220 V	260 V	—	—	220 V	—	220 V	Uzbuđni spoj		$2 U_N + 1000$ V najmanje 1500 V
—	400 V	460 V	400 V	380 V	—	—	—	Strojni slogovi i instrumenti		Primjereno vrsti upotrebljenih strojeva i instrumenata
—	520 V	600 V	525 V	500 V	—	—	—			
—	—	—	695 V	660 V	—	—	—			
—	—	—	1,05 kV	1 kV	—	—	—			
—	—	—	3,15 kV	3 kV	—	—	—			
—	—	—	5,25 kV	5 kV	—	—	—			
—	—	—	6,3 kV	6 kV	—	6,5 kV	—			
—	—	—	10,5 kV	10 kV	—	—	—			
—	—	—	15,75 kV	15 kV	—	16,6 kV	—			
—	—	—	21 kV	20 kV	—	—	—			
—	—	—	25,2 kV	24 kV	—	—	—			

Strojni slogovi

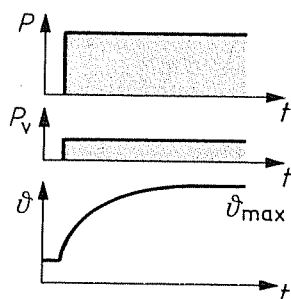
Strojni slogovi	Pogonski motor	Generator	Osobitosti	Primjena
Motor-generator	Kavezni motor ili sinkroni motor	Trofazni sinkroni generator	U generatoru se stvara trofazni izmjenični napon druge visine i frekvencije	Opskrba el. energijom trofaznih brzohodnih motora
		Izmjenični sinkroni generator	Trofazna struja opskrbe mreže pretvara se u željeznički izmjenični napon od 16 ² / ₃ Hz	Napajanje za željezničke mreže
		Istosmjerni generator	Istosmjerni generatori su robusniji od poluvodičkih uređaja za opskrbu el. energijom	Leonardov pretvarač, generator za zavarivanje
Asinkroni pretvarač frekvencija	Kavezni motor	Stroj s kolutnim rotorom		Opskrba električnom energijom trofaznih brzohodnih motora, npr. kao glodalice i brusilice

Vrste pogona rotacionih električnih strojeva

VDE 0530 dio 1/11.72

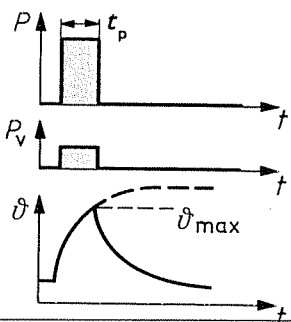
S1 Trajni pogon

Stroj se zagrije do maksimalne temperature ϑ_{\max} , koja tada postaje trajnom konačnom temperaturom.



S2 Kratkotrajni pogon

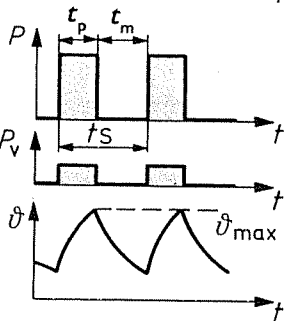
Konačna temperatura se ne postiže. Pauza koja slijedi dovoljna je za ohlađivanje.



S3 Isprekidani pogon bez utjecaja zaleta

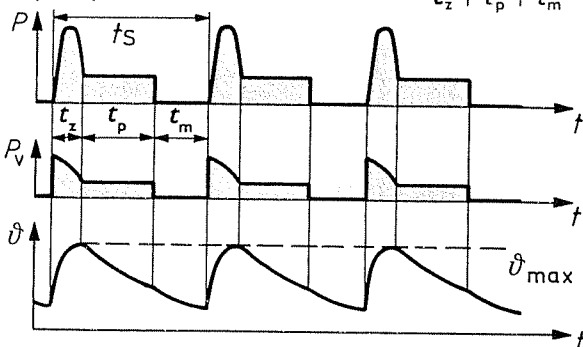
$$t_r = \frac{t_p}{t_p + t_m} \cdot 100\%$$

Pogon je sastavljen od niza istovrsnih ciklusa koji se sastoje od pogona s konstantnim opterećenjem i mirovanja.



S4 Isprekidani pogon s utjecajem zaleta

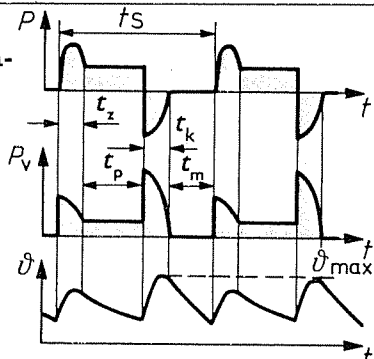
$$t_r = \frac{t_z + t_p}{t_z + t_p + t_m} \cdot 100\%$$



Pogon je sastavljen od niza istovrsnih ciklusa koji se sastoje od vremena zaleta, pogona s konstantnim opterećenjem i mirovanja.

S5 Isprekidani pogon s utjecajem zaleta i električnog kočenja

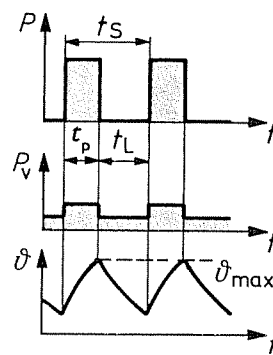
Istovrsni ciklusi sastoje se od vremena zaleta, vremena s konstantnim teretom i vremena kočenja.



S6 Trajni pogon s isprekidanim opterećenjem

$$t_r = \frac{t_p}{t_p + t_L} \cdot 100\%$$

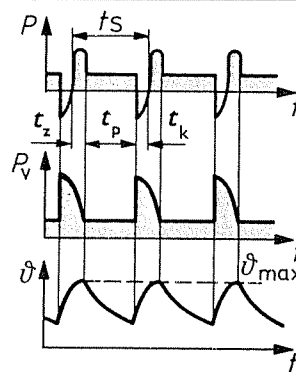
Istovrsni ciklusi sastoje se od vremena s konstantnim opterećenjem i vremena praznog hoda (L).



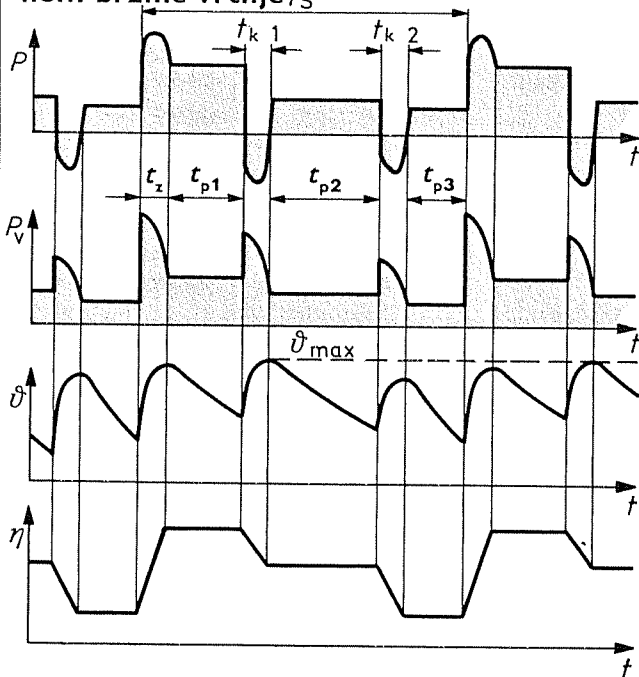
S7 Neprekidni pogon sa zaletom i električnim kočenjem

$$t_r = 100\%$$

Neprekidni pogon kojega se ciklus sastoji od vremena zaleta, pogona s konstantnim opterećenjem i vremena kočenja.



S8 Neprekidni pogon s periodičkom promjenom brzine vrtnje



$$t_{r1} = \frac{t_z + t_{p1}}{t_z + t_{p1} + t_{k1} + t_{p2} + t_{k2} + t_{p3}} \cdot 100\%$$

$$t_{r2} = \frac{t_{zr1} + t_{p2}}{t_z + t_{p1} + t_{k1} + t_{p2} + t_{k2} + t_{p3}} \cdot 100\%$$

$$t_{r3} = \frac{t_{zr2} + t_{p3}}{t_z + t_{p1} + t_{k1} + t_{p2} + t_{k2} + t_{p3}} \cdot 100\%$$

Svaki ciklus sadrži vrijeme s konstantnim opterećenjem i određenom brzinom vrtnje, zatim jedno ili više vremena s drugim opterećenjem kojima odgovaraju različite brzine vrtnje.

Kratica za izvedene oblike i montažu strojeva

DIN IEC 34, T. 7/4. 83

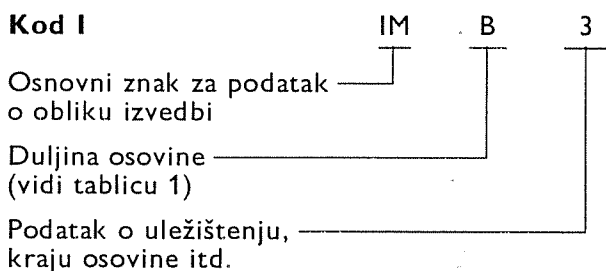
- Označavanje oblika izvedbe moguće je po kodu I i kodu II
- Kod II se primjenjuje samo kada kod I nije dovoljan

Primjer

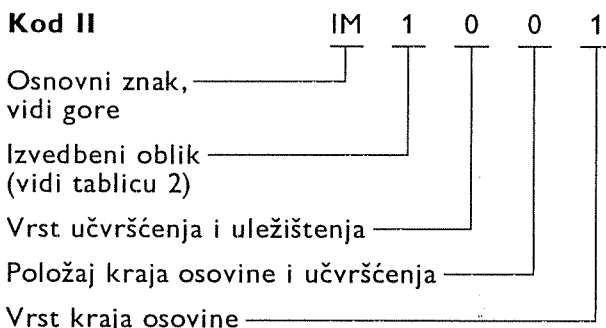
Označavanje po kodu I i kodu II stroja sa:

- vodoravnim položajem osovine
- dva ležajna štita i dolje postavljenim nogama
- slobodnim cilindričnim krajem osovine lijevo
- za montažu na temelj

Kod I



Kod II

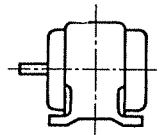
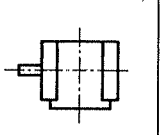
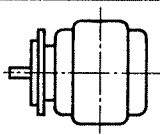
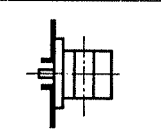
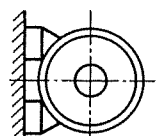
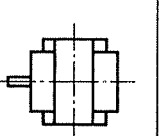
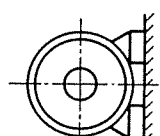
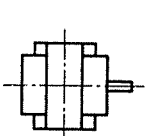
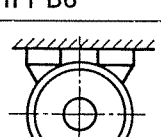
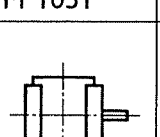
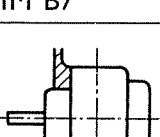
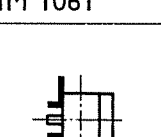
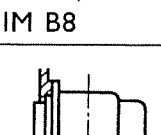
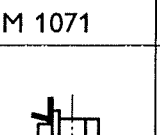
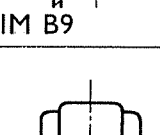
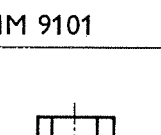


Tablica I

Slovo	Objašnjenje
B	Strojevi s ležajnim i vodoranom osovinom
V	Strojevi s ležajnim štitovima i uspravnom osovinom

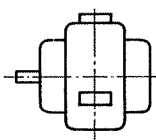
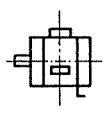
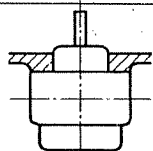
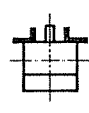
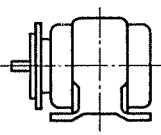
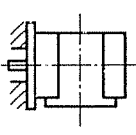
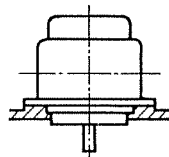
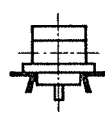
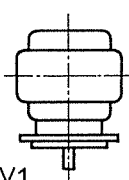
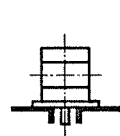
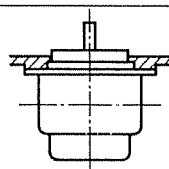
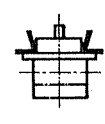
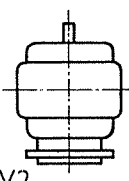
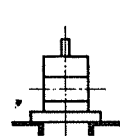
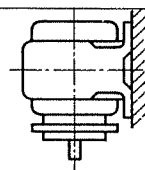
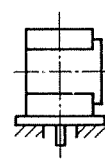
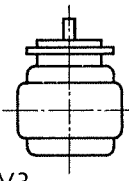
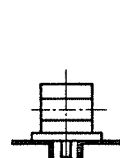
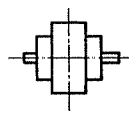
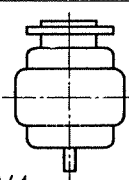
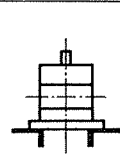
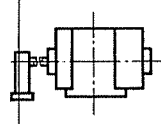
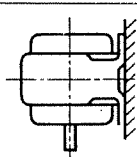
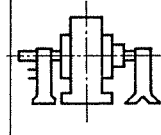
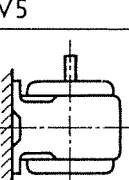
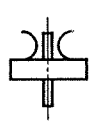
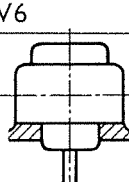
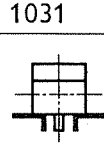
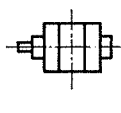
Tablica II

Broj	Objašnjenje
1	s ležajnim štitovima i učvršćenjem u podnožju
2	s ležajnim štitovima i učvršćenjem u podnožju i priрубnicama
3	učvršćenje priрубnicama, s ležajnim štitom, priрубnice na ležajnom štitu
4	učvršćenje priрубnicama, s ležajnim štitom priрубnice na kućištu
5	bez ležaja, bez ležajnog štita
6	s ležajnim štitom i nosivim ležajem
7	bez štitova, samo s nosivim ležajem
8	uspravni strojevi, koji ne pripadaju pod 1 do 4
9	strojevi s osobitom vrstom učvršćenja

Slika i oznaka		Objašnjenje	Slika i oznaka		Objašnjenje
Kod I	Kod II		Kod I	Kod II	
		Nožno učvršćenje, vodoravni položaj, dva ležajna štita s nogama			Učvršćenje s priрубnicama, vodoravni položaj, dva ležajna štita, prigradnja s priрубnicama
		Nožno učvršćenje, vodoravni položaj, dva ležajna štita s nogama, zidno učvršćenje			Nožno učvršćenje, vodoravni položaj, dva ležajna štita s nogama, zidno učvršćenje
		Nožno učvršćenje, dva ležajna štita, vodoravni položaj, stropno učvršćenje s nogama			Posebno učvršćenje, bez nogu, jedan ležajni štit, vodoravni položaj, učvršćenje na stalku
		Učvršćenje s priрубnicama, vodoravni položaj, bez nogu, dva ležajna štita, prigradnja s lijeve strane			Nožno učvršćenje, vodoravni položaj, podignute noge, dva ležajna štita, podno učvršćenje

Kratice za izvedbene oblike i montažu strojeva

DIN IEC 34 T.7/4.83

Slika i oznaka		Objašnjenje	Slika i oznaka		Objašnjenje
Kod I	Kod II		Kod I	Kod II	
		Posebno učvršćenje, vodoravni položaj, bez nogu, dva ležajna štita, s grebenastim učvršćivanjem			Posebno učvršćenje, uspravni položaj, bez nogu, jedan ležajni štit, prigradnja odozgo
		Nožno i učvršćenje s prirubnicama, vodoravni položaj s nogama, dva ležajna štita			Učvršćenje s prirubnicama, uspravan položaj, bez nogu, dva ležajna štita, prigradnja odozdo
		Učvršćenje s prirubnicama, uspravni položaj, bez nogu, dva ležajna štita, prigradnja na pod			Učvršćenje s prirubnicama, uspravan položaj, bez nogu, dva ležajna štita, prigradnja odozgo
		Učvršćenje s prirubnicama, uspravni položaj, bez nogu, dva ležajna štita, prigradnja na pod			Nožno učvršćenje s prirubnicama, uspravan položaj, s nogama, dva ležajna štita
		Učvršćenje s prirubnicama okomiti položaj, bez nogu dva ležajna štita, prigradnja na tlo	—		Bez ležaja i ležajnih štitova, vodoravni položaj, bez kućišta, s rotorom i osovinom
		Učvršćenje s prirubnicama, uspravni položaj, bez nogu, dva ležajna štita, prigradnja odozgo	—		Sa ležajnim štitovima i nosivim ležajem, vodoravni položaj, s nogama, bez postolja
	—	Nožno učvršćenje, uspravni položaj, bez nogu, dva ležajna štita, zidno učvršćenje	—		Bez ležajnih štitova, s nosivim ležajem, vodoravni položaj, s nogama, dva nosiva ležaja
	—	Nožno učvršćenje, uspravni položaj, s nogama, dva ležajna štita, zidno učvršćenje	—		Posebno učvršćenje, uspravni položaj s radijalnim ležajem odozgo, bez aksijalnog ležaja, s osovinom
		Posebno učvršćenje, uspravni položaj, bez nogu, jedan ležajni štit, prigradnja odozdo	—		Posebno učvršćenje, vodoravni položaj, bez nogu, dva ležajna štita, ugradni tip

Jednofazni transformatori

Idealni transformator

$$k = \frac{U_1}{U_2} = \frac{N_1}{N_2} = \frac{I_1}{I_2}$$

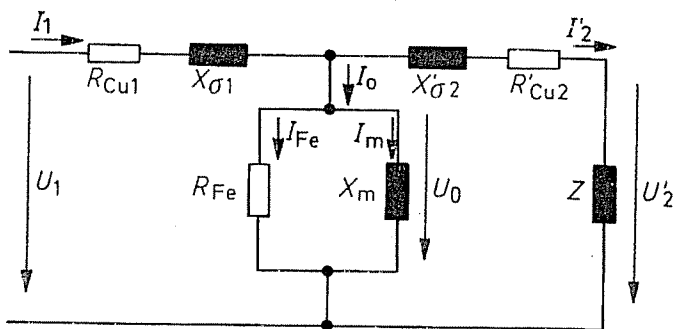
Preračunavanje veličina na transformatoru na ulazni napon (otporska transformacija)

$$Z' = Z \cdot k^2$$

$$R' = R \cdot k^2$$

$$X' = X \cdot k^2$$

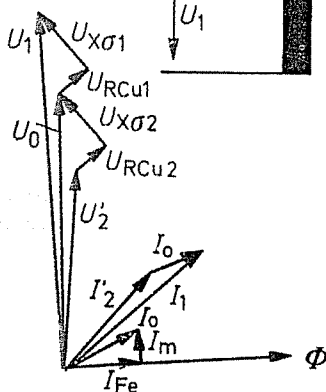
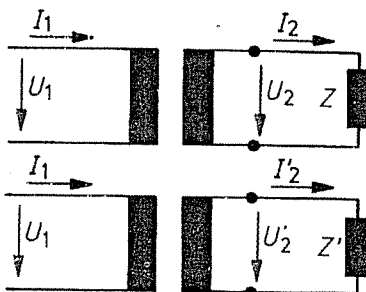
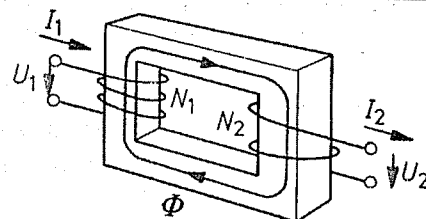
Realni transformator



$$U_2' = U_2 \cdot k \quad Z' = Z \cdot k^2$$

$$I_2' = I_2 \cdot \frac{1}{k} \quad R_{Cu2} = R_{Cu2} \cdot k^2$$

$$X_{σ2} = X_{σ2} \cdot k^2$$



Prazni hod	Kratki spoj	Opterećenje	Visoke frekvenc.
$R_{Cu} \ll R_{Fe}$ $X_{σ} \ll X_m$	R_{Fe} i x_m su zanemarivi jer je $I_0 \ll I_2$. $R_{Cu} = R_{Cu1} + R'_{Cu2}$; $R_{Cu1} \approx R'_{Cu2}$ $X_{σ} = X_{σ1} + X'_{σ2}$; $X'_{σ2}$	R_{Cu} , $R_{Fe} < X_{σ}$ X_m je zanemariv, jer je $I_0 \ll I_2'$	
Mjerenje R_{Fe} i P_{VFe}	Mjerenje R_{Cu} i P_{VCu}	U_2 ovisi o I_2 i o ϕ , vrijedi za učinske transformatore	

Glavna jednačba transformatora

$$|U_0| = N \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$$

Pomoću glavne jednačbe transformatora određuje se napon praznog hoda iz konstrukcijskih vrijednosti transformatora

Napon kratkog spoja

$$u_k = \frac{U_k}{U_N} \cdot 100\%$$

Ako uz kratko spojeni sekundarni namot teče u primarnom namotu nazivna struja, tada je na primarnom namotu napon kratkog spoja U_k .

Struja kratkog spoja

$$I_{kd} = \frac{I_N}{u_k} \cdot 100\%$$

$$I_S = 2,54 \cdot I_{kd}$$

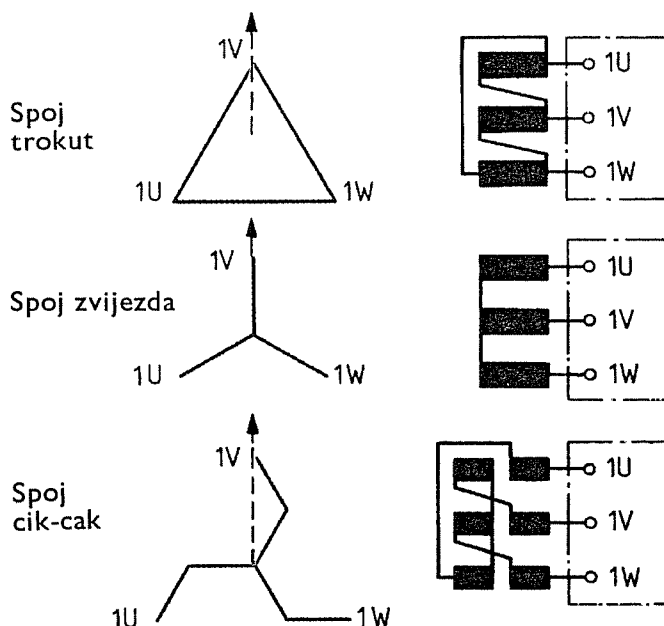
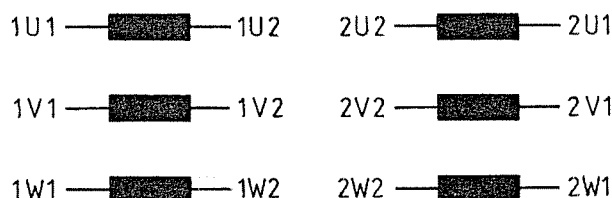
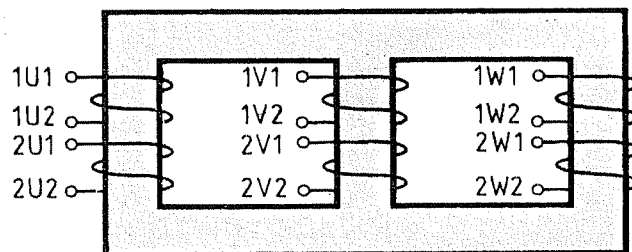
Pojmovi, karakteristične vrijednosti, spojevi

Pojmovi

- **Nazivni napon** U : priključeni napon ili napon praznog hoda
- **Nazivna struja** I : struja pri nazivnom teretu
- **Nazivni omjer transformacije**:
 $k = U_{GN}/U_{DN}$
- **Nazivna snaga**: $S_N = U \cdot I \cdot \sqrt{3}$
- **Gornjenaponski namot** (GN namot): namot s najvećim nazivnim naponom
- **Donjenaponski namot** (DN namot): namot s nižim nazivnim naponom
- **Gornji napon** U_{GN}
- **Donji napon** U_{DN}
- **Gubici praznog hoda** (gubici u željezu P_{VFe}) kod praznog hoda, uzeta djelatna snaga
- **Gubici kratkog spoja** (nazivni gubici u namotu P_{VCu}) mjere se pri pokusu krakog spoja (vidi str. 111)
- **Naponsko ponašanje pri opterećenju**: jednopolno promatranje s faznim vrijednostima (vektorski dijagram, vidi str. 111)
- **Korisnost** (P_{pr} = predana snaga)

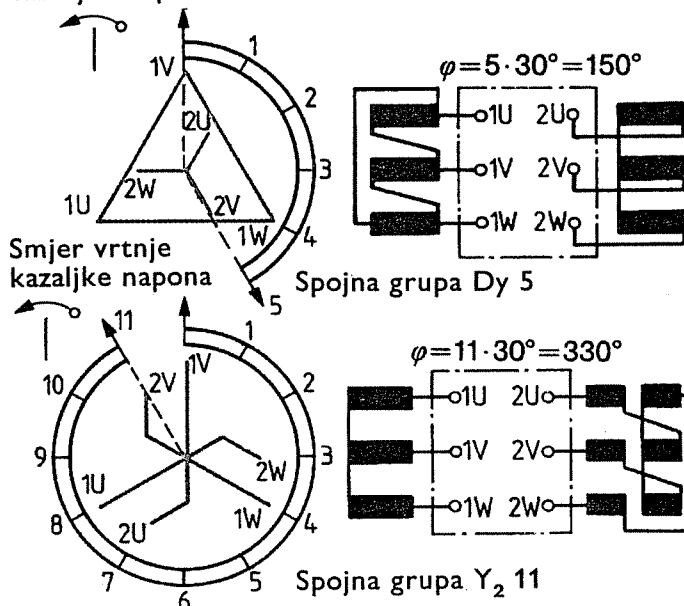
$$\eta = \frac{P_{pr}}{P_{pr} + P_{VFe} + P_{VCu}}$$
- **Godišnja korisnost**

$$\eta = \frac{W_{pr}}{W_{pr} + W_{Fe} + W_{Cu}}$$
- **Višenamotni transformator**: transformator ima više od dva namota
- **Spojna grupa** prikazuje spoj GN-namota i spoj DN-namota (malo slovo) i fazni pomak između gornjeg i donjeg napona, spoj trokut D ili d spoj zvijezda Y ili y spoj cik-cak z izvedeno zvjezdište N ili n Karakteristični broj x 30° jednak je kutu faznog pomaka



Smjer vrtnje kazaljke napona

Primjeri



Trofazni transformatori, upotrebljavane spojne grupe, svojstva spojeva

DIN VDE 0532 T. 4/3. 82

Karakter. broj	Spojna grupa	Prijenosni omjer k	Dijagram kazaljki		Spoj	
			GN	DN	GN	DN
0	D d 0	$\frac{N_1}{N_2}$				
	Y y 0	$\frac{N_1}{N_2}$				
	D z 0	$\frac{2 N_1}{3 N_2}$				
5	D y 5	$\frac{N_1}{\sqrt{3} N_2}$				
	Y d 5	$\frac{\sqrt{3} N_1}{N_2}$				
	Y z 5	$\frac{2 N_1}{\sqrt{3} N_2}$				
6	D d 6	$\frac{N_1}{N_2}$				
	Y y 6	$\frac{N_1}{N_2}$				
	D z 6	$\frac{2 N_1}{3 N_2}$				
11	D y 11	$\frac{N_1}{\sqrt{3} N_2}$				
	Y d 11	$\frac{\sqrt{3} N_1}{N_2}$				
	Y z 11	$\frac{2 N_1}{\sqrt{3} N_2}$				

Paralelno spajanje transformatora snage

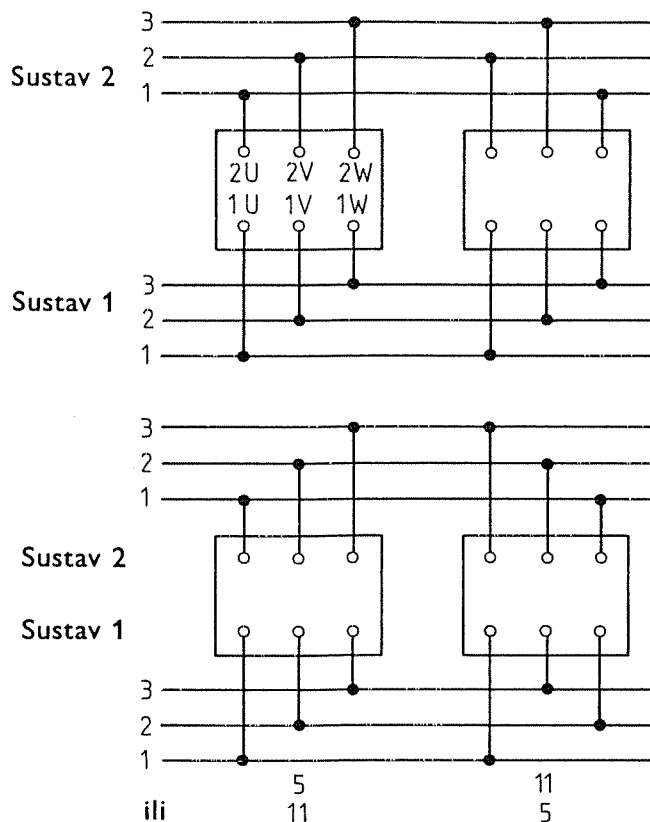
VDE 0532 T. 10/3.82

Uvjeti

- jednaki nazivni naponi
- spojne grupe moraju pristajati jedna drugoj, npr. jednaki karakteristični brojevi, vidi sliku
- jednaki omjer transformacije (unutar tolerancija)
- približno jednaki napon kratkog spoja
- Omjer nazivne snage $\frac{S_{N1}}{S_{N2}} = \frac{3}{1}$

Za razdiobu opterećenja vrijedi:

$$\frac{S_1}{S_2} = \frac{S_{1N} \cdot u_{k2}}{S_{1N} \cdot u_{k1}} \text{ i } S_{uk} = S_1 + S_2$$



Vrste hlađenja transformatora

VDE 0532 T. 2/3.83

Unutarnje hlađenje { Rashladno sredstvo — O D A F } Gibanje rashladnog sredstva { Vanjsko hlađenje } Rashladno sredstvo

Kratica	Rashladno sredstvo	Kratica	Gibanje rashladnog sredstva
O	Mineralno ulje ili sintetička tekućina za hlađ. i izol. (goriva)	N	Prirodno
L	Sintetička tekućina za hlađenje i izolaciju (nije goriva)	F	Prisilno (ulje nije usmjereno)
G	Plin	D	Prisilno (ulje je usmjereno)
W	Voda		
A	Zrak		

Ispitivanje transformatora snage

VDE 0532 T. 10/3.82

Ispitivanje transformatora snage

Obrazac za ispitni izvještaj vidi VDE 0532, dio 10/3. 1982)

Komadno ispitivanje

- Mjerenje otpora namota
- Mjerenje omjera transformacije i dokaz polariteta ili spojne grupe
- Mjerenje kratkospojnih napona, impedancije i gubitaka
- Mjerenje gubitaka i struje praznog hoda
- Ispitivanje napona
- Ispitivanje stupnjevite sklopke

Ispitivanje tipa

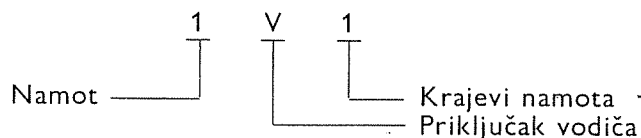
- mjerenje ugrijavanja
- ispitivanja napona

Posebna ispitivanja

- ispitivanja napona
- mjerenje nulte impedancije
- dokaz čvrstoće kod kratkog spoja
- mjerenje šuma
- mjerenje harmonika struje praznog hoda
- mjerenje vlastite potrošnje motora ventilatora i uljne pumpe

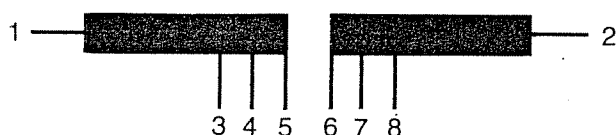
Oznake priključaka transformatora

DIN 42 402/3.76



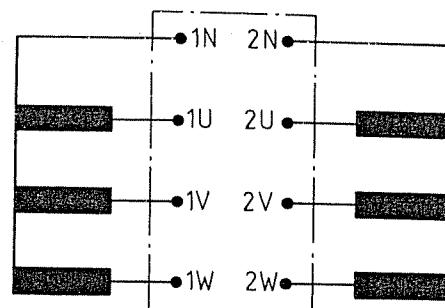
Broj	Namot
1	Namot 1 (npr. gornjenap. namot)
2	Namot 2 (donjenapon. namot)
3	Namot 3
Slovo	Priključak vodiča ¹⁾
U	Vanjski vodič 1
V	Vanjski vodič 2
W	Vanjski vodič 3
N	Neutralni vodič
Broj	Krajevi namota
1	Početak namota
2	Kraj namota
3	Odvojak
4	Odvojak
.	Kontinuirano brojeno

Vidi i DIN 42400 (JUS N.G0.010) (str. 172)

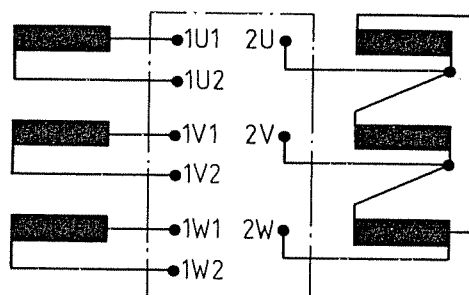


fazni namot s odvojcima u sredini namota

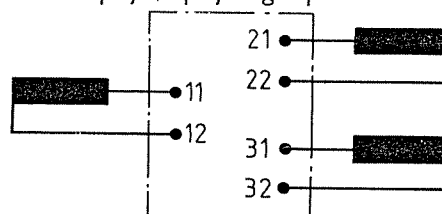
¹⁾ Ako su sumnje isključene, tada slovo može izostati.



Trofazni transformatori s dva namota, spojna grupa YNyn0



Dopunski transformator s uzбудnim namotom u trokutnom spoju, spojna grupa III d5



Jednofazni transformator s tri namota, spojna grupa I, i0, i0

Natpisne pločice transformatora

Ime ili znak tvornice

Tip	Br	G pr	VDE 0532
Nazivna snaga	kVA 160	Vrsta LT	Nazivna frekvencija Hz 50
Nazivni napon V	1 20 400	Spojna grupa	Yz5
	2 20 000	U _n	kV 24 1.1
	3 19 600		
Nazivna struja A	4.62	231	Razred izlasc mat
Nazivni napon kr sp %	41	Trajna struja krat spoja	kA
Vrst zaštite	DNAN	Trajanje kratkog spoja maks	2
Način hlađenja			
Ukupna težina	t 1.0	Težina ulja	t 0.27

Osnovni podaci

- Vrsta transformatora
- Ime proizvođača
- Godina proizvodnje
- Nazivna snaga
- Nazivni napon
- Spojna grupa
- Ukupna težina
- VDE broj
- Tvornički broj
- Broj faza
- Nazivna frekvencija
- Nazivne struje
- Nazivni napon kratkog spoja
- Težina ulja

Dodatni podaci

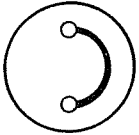

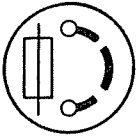

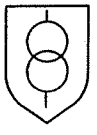
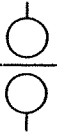


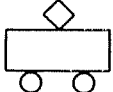

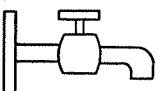



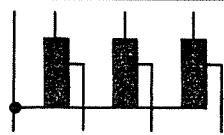

- Razred izolacijskog materijala
- Shema spoja
- Karakteristični podaci pribora
- Izolacijska tekućina
- Nadtemperatura
- Vrst odvojka
- Transportna težina

Specijalni transformatori

VDE 0541/9.71

VDE 0550

VDE 0551

Vrsta	Oznaka odnosno schema	Svojstva	Primjena
Sigurnosni i zaštitni transformatori  sigurno od kratkog spoja   uvjetno sigurno od kratkog spoja  otvoren  oklopljeni	Rastavni transformator 	$U_{maks} \leq 1\,000\text{ V}$ (izmjenični napon) $U_{maks} \leq 1\,500\text{ V}$ (istosmjerni napon) pokretan (mobilan) • zaštitno izoliran • ugrađena utičnica	Zaštitna mjera odvajanja vidi str. 161
	Upravljački transformatori 	$U_2 \leq 250\text{ V}$	Kontaktorsko upravljanje
	Transformatori malog napona	$U_2 < 50\text{ V}$, $U_{2N} = 42\text{ V}$ ili $U_{2N} = 24\text{ V}$	Zaštitna mjera zaštite malih napona, vidi str. 161
	Posredni priključni transformatori	jedan ili više galvanskih odvojenih sekundarnih namota	Električki aparati
	Transformatori za zvonce 	$U_2 \leq 12\text{ V}$, $U_2 = 3\text{ V}/5\text{ V}/8\text{ V}/12\text{ V}$ samo jedan primarni napon	Kućni signalni uređaji
	Transformatori za igračke 	$U_2 \leq 24\text{ V}$, zaštitno izoliran, može se otvoriti samo specijalnim alatom	Dječje električne igračke
	Transformatori za ručne svjetiljke 	zaštitno izoliran	U posebnim prostorima
	Transformatori za odleđivanje 	$U_2 \leq 24\text{ V}$, zaštitno izoliran, jedan izlazni napon	Odleđivanje zaleđenih vodovodnih cijevi
	Transformatori za medicinske svrhe 	$U_2 \leq 24\text{ V}$, u posebnim slučajevima 6 V, zaštitno izoliran	Medicinski aparati
Transformatori za paljenje		$U_2 = 5; 7; 10; 14\text{ kV}$ primarni i sekundarni namot galvanski odijeljen	Uređaji za loženje plinom ili uljem
Rasipni transformatori imaju gradnjom uvjetovanu veliku rasipnu induktivnost	Transformator za zavarivanje	$U_2 \leq 70\text{ V}$, $U_2 \leq 42\text{ V}$, u uskim posudama I_2 upravljiv	Elektronično zavarivanje
	Transformatori za zvonca, igračke, zaštitu, paljenje i transformatori uređaja s fluorescentnim cijevima	bezuvjetno sigurni na kratki spoj $u_k \leq 100\%$	
Autotransformatori	 	nema galvanskog odjeljivanja $S_D = U_2 \cdot I_2$; $U_1 > U_2$; $U_2 > U_1$ $S_B = S_D \left(1 - \frac{U_2}{U_1}\right)$ $S_B = S_D \left(1 - \frac{U_1}{U_2}\right)$	Kada je $U_1 \approx U_2$
	 	nema galvanskog odjeljivanja	Pokretanje trofaznih motora

Postrojenja

Proizvodnja električne energije

Elektrane	118
Primarni članci	120
Olovni akumulatori	122
Čelični akumulatori	124
Punjenje akumulatora	125

Prijenos energije

Nazivni naponi, vrste mreža, tipovi stupova ..	126
Nadzemni vodovi, kabeli	127
Vodovi i kabeli	128
Niskonaponska mreža	129
Kompenzacijski uređaji jalove struje	130

Razdioba energije

Sklopnici i releji	132
Priključne oznake niskonaponskih raskopnih aparata	133
Sklopke	134
Sklopni aparati	135
Razdiobe, kućne instalacije	136
Nadstrujne zaštitne naprave	137
Električni uređaji u stambenim zgradama ..	140
Instalacijski spojevi s instalacijskim sklopkama ..	141
Instalacijski spojevi s elektromagnetskim sklopkama	142
Instalacijski spojevi s potamnivačima	143
Instalacijski spojevi s potamnivačima, senzorskim sklopkama i senzorima	144
Spojevi za kućne veze i informacije	145
Antenski uređaji	147
Širokopojasna komunikacija	149
Vodovi i načini polaganja	150
Minimalni presjeci vodiča i opteretivost vodiča strujom	154
Sprega osigurača za zaštitu voda i zaštitnih automata voda	155
Prijenos snage kod vodova i kabela	156

Uzemljivač	157
Izjednačavanje potencijala	158

Zaštitne mjere i sprečavanje nezgoda

Zaštitne mjere	159
Oblici mreža	160
Zaštita od struja opasnih za tijelo	161
Provjera zaštitnih mjera	163
Sprečavanje nezgoda	165
Pravila za rad u električnim postrojenjima ..	166
Gromobranski uređaji	167
Prostorije s električnim uređajima	168

Električna pogonska sredstva

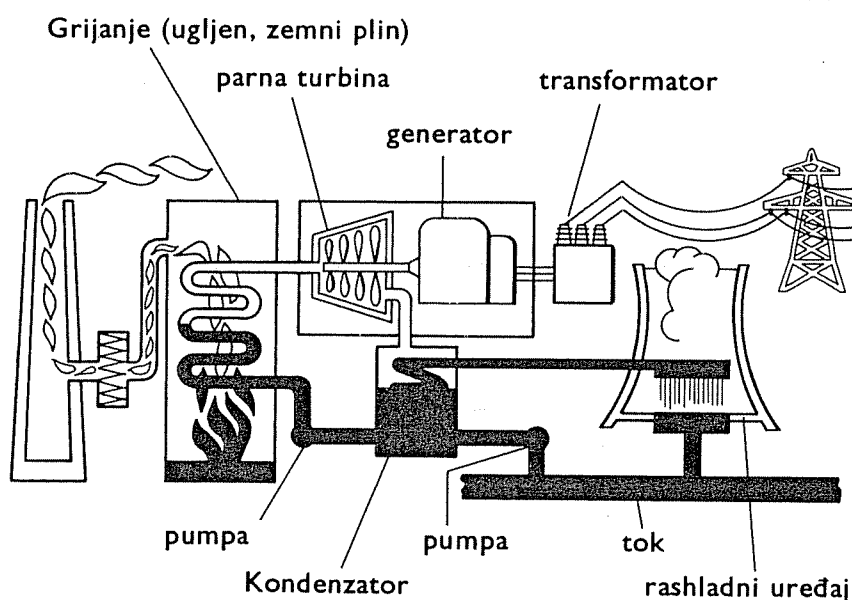
Oznake priključaka električnih pogonskih sredstava	172
IP — zaštita	173
Električna pogonska sredstva za područja ugrožena eksplozijom	174
Ispitni znakovi na električnim pogonskim sredstvima i aparatima	175
Simboli u elektrotehnici	176
Popavak i izmjena električnih aparata	178
Otklanjanje radio-smetnji	179
Utične naprave	180
Priprema tople vode, poreba tople vode ..	181

Rasvjetna tehnika

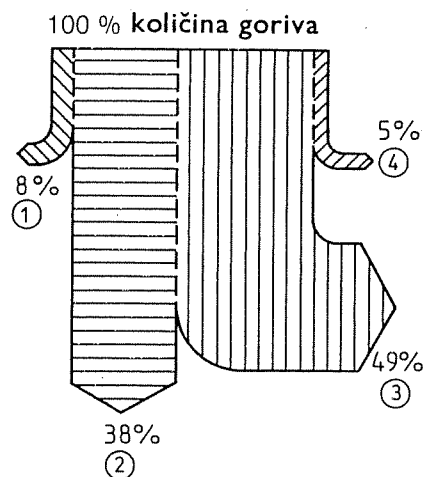
Oznake u formulama i pojmovi u rasvjetnoj tehnici	182
Proračun rasvjete za zatvorene prostorije ..	183
Nazivne jakosti rasvjete	184
Krivulja razdiobe svjetlosne jakosti	185
Razdioba svjetiljki	186
Vrijednosti žarulja	187
Boje svjetla	188
Oblici žarulja	189
Spojevi za izbojne lampe	190

Elektrane

Termoelektrana (pregled)



Dijagram toka energije/
termoelektrana



- ① gubici u kotlu
- ② električna korisna snaga (srednja vrijednost)
- ③ gubici kondenzatora
- ④ vlastiti potrošak

1. Termoelektrana (smeđi ugljen)

Primjer: elektrana od 2700 MW

Podaci o elektrani
(vrijednosti zaokružene)

Turbine (8)	Generatori (8)	Transformatori (8)
$P_{1-2} = 150 \text{ MW}$ $P_{3-6} = 300 \text{ MW}$ $P_{7-8} = 600 \text{ MW}$ $n = 3000 \text{ min}^{-1}$	$S_{1-2} = 214 \text{ MVA}$ $S_{3-6} = 400 \text{ MVA}$ $S_{7-8} = 780 \text{ MVA}$ $U_{1-2} = 10,5 \text{ kV}$ $U_{3-6} = 21 \text{ kV}$ $I_{1-2} = 11,8 \text{ kA}$ $I_{3-6} = 11 \text{ kA}$ $I_{7-8} = 21,5 \text{ kA}$ $\cos \varphi = 0,75$	$T_{1-2}: 200 \text{ MVA}$ $200/10,5 \text{ kV}$ $T_{3-6}: 200 \text{ MVA}$ $220/21 \text{ kV}$ $T_{7-8}: 266 \text{ MVA}$ $400/21 \text{ kV}$
Parna turbina: visokotlačni, srednjetačni, niskotlačni dio		

- proizvodnja energije (maksimalna vrijednost): 64,8 mil. kWh/dan
- potrošnja:
sirovi ugljen: 73000 t dnevno
sirova voda: 148000 m³ dnevno
vlastite potrebe za energijom: 3,63 mil. kWh dnevno
- nanos pepela (filtarski i kotlovski pepeo): 4600 t dnevno

2. Termoelektrana (kameni ugljen)

Primjer: elektrana od 770 MW

Podaci o elektrani:

Turbine	Generatori	Transformatori (3)
$P = 745 \text{ MW}$ $n = 3000 \text{ min}^{-1}$	$S = 850 \text{ MVA}$ $U = 21 \text{ kV}$ $I = 21 \text{ kA}$ $\cos \varphi = 0,876$	$T_{1}: 800 \text{ MVA}$ $220/21 \text{ kV}$ $T_{2}: 80/40/40 \text{ MVA}$ $10/21 \text{ kV}$ tronamotni transformator $T_{3}: 40 \text{ MVA}$ $110/10 \text{ kV}$
Parna turbina: visokotlačni, srednjetačni, niskotlačni dio		

- količina pare odnosno vode u turbini: 2160 t/h
- održavanje čistoće zraka: elektrofilter
- odsumporavanje dimnog plina s nastankom kalcijevog sulfita (proizvodnja gipsa)

Hidroelektrane

3. Protočna hidroelektrana

Primjer: elektrana 16 MW

Podaci o elektrani:

Turbine (4)	Generatori (4)	Transformatori (2)
$P_{1-4} = 3,22 \text{ MW}$ $n = 71,5 \text{ min}^{-1}$ $\eta = 83,5 \%$	$S_{1-4} = 4 \text{ MVA}$ $U_{1-4} = 10,5 \text{ MVA}$ $I_{1-4} = 0,22 \text{ kA}$ $\cos \varphi = 0,7$ $\eta = 91,6 \%$	$T_{1}: 6,3 \text{ MVA}$ $20/10,5 \text{ kV}$ $T_{2}: 10 \text{ MVA}$ $20/10,5 \text{ kV}$
Kaplanova turbina: uspravna osočina		

- nazivni pad: 4,15 m
- nazivni protok po turbini: 95 m³/s
- godišnji rad (prosječna vrijednost): 62 GWh

Elektrane

4. Pumpna hidroelektrana

Primjer: elektrana od 160 MW

Turbine (4)	Generatori (4)	Transformatori (2)	Podaci o elektrani
$P_{1-4} = 35,7 \text{ MW}$ $n = 300 \text{ min}^{-1}$ Količina vode po turbini: $25,8 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$	$S_{1-4} = 40 \text{ MVA}$ $U_{1-4} = 11,25 \text{ kV}$ $I_{1-4} = 2,05 \text{ kA}$ $\cos \varphi = 0,8$	T 1–2: 40 MVA 110/11,25 kV T 3–4: 40 MVA 220/11,25 kV	<ul style="list-style-type: none"> ● nazivni pad: 155 m ● akumulacijsko jezero korisni sadržaj: 1,53 mil. m^3 ● energetska vrijednost: 540 MWh ● pumpno vrijeme punjenja: 7,5 h ● vrijeme pražnjenja (potpuno opterećenje): 4,5 h ● prosječan godišnji rad: 200 GWh
Francisova spiralna turbina	$\eta = 66\%$ (korisnost pumpne akumulacije)		

5. Elektrana na zemni plin

Primjer: 600 MW

Turbine	Generator	Transformatori (5)	Podaci o elektrani
$P = 600 \text{ MW}$ $n = 300 \text{ min}^{-1}$	$S = 780 \text{ MVA}$ $U = 21 \text{ kV}$ $I = 21 \text{ kA}$ $\cos \varphi = 0,77$	T 1–3: 226 MVA 400/21 kV T 4: 200 MVA 110/21 kV T 5: 40/20/20 MVA 6,21 kV	<ul style="list-style-type: none"> ● duljina plinovoda $s = 40 \text{ km}$ ● promjer $d = 600 \text{ mm}$ ● tlak plina $p = 40 \text{ bar}$ ● potrebna količina plina za nazivnu snagu: $180\,000 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$ ● odsumporavanje zemnog plina
Parna turbina: visokotlačni, srednjetačni, niskotlačni dio			

Atomska elektrana

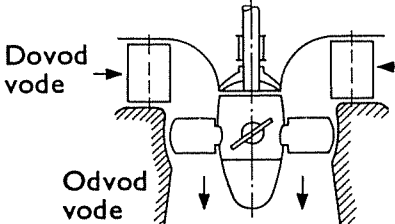
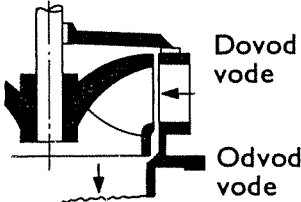
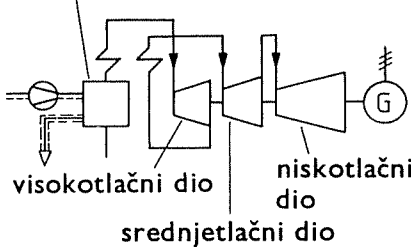
Primjer: 2500 MW

Turbine (6)	Generatori (2)	Transformatori (4)	Podaci o elektrani
1 turbokomplet (3) za generator $P_{1\text{th}} = 3540 \text{ MW}$ $P_{2\text{th}} = 3752 \text{ MW}$ $n_{1-2} = 1500 \text{ min}^{-1}$	$S_1 = 1500 \text{ MVA}$ $S_2 = 1530 \text{ MVA}$ $U_{1-2} = 27 \text{ kV}$ $\eta = 33\%$ (korisnost svedena na neto snagu)	T 1–3: 725 MVA 420/27 kV T 4: 1000 MVA 245/27 kV	<ul style="list-style-type: none"> ● glavne pumpe za rashladno sredstvo ukupna dobavljena količina po bloku: $4 \cdot 18\,000 \frac{\text{t}}{\text{h}}$ ● snaga motora po bloku: 8550 kW ● količina rashladne vode: $198\,000 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$ (blok A) $218\,000 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$ (blok B)
Parna turbina: visokotlačni i niskotlačni dio			

Upotreba elektrane

Osnovne elektrane	Srednje elektrane	Vršne elektrane
<ul style="list-style-type: none"> ● stalna predana energija ● nosioci energije: smeđi ugljen, tekuća voda, atomska energija 	<ul style="list-style-type: none"> ● promjenjiva predana snaga ● nosioci energije: kameni ugljen, nafta, zemni plin 	<ul style="list-style-type: none"> ● pokrivanje vršnog opterećenja ● nosioci energije: voda u pumpnoj akumulaciji, zemni plin

Vrste turbina

Kaplanova turbina	Francisova turbina	Kondenzacijska parna turbina
<ul style="list-style-type: none"> ● mala visina pada (do 40 m) ● uspravno ili u pravcu toka nagnuto vratilo 	<ul style="list-style-type: none"> ● velika visina pada (do 350 m) ● opadanje korisnosti kod smanjenog toka vode 	<ul style="list-style-type: none"> ● crtež (isječak): isparivač 

Primarni članci

(JUS N.J2.030)

Karakteristične vrijednosti elementa

Pojam	Tumačenje
Napon mirovanja Napon praz. hoda	Napon na stezaljkama neopterećenog elementa
Radni napon Nazivni napon	Napon na stezaljkama pri opterećenju
Napon pražnjenja	Minimalno dopušteni pogonski napon (polovica nazivnog napona)
Napon na kraju pražnjenja	Napon na stezaljkama pri kojem se element smatra ispražnjenim
Samopražnjenje	Unutrašnji proces, koji pri uskladištenju smanjuje trajanje rada
Trajno pražnjenje	Neprekidno uzimanje struje
Unutrašnji otpor	Unutrašnji otpor ćelije
Sigurnost propuštanja	Zaštita protiv izlaza elektrolita koja je postignuta konstruktivnim mjerama

Temperaturni odnosi

Temperatura	Tumačenje
$\vartheta \leq -20^{\circ}\text{C}$	bez pražnjenja
$-10^{\circ}\text{C} < \vartheta < 0^{\circ}\text{C}$	loša korisnost
$10^{\circ}\text{C} < \vartheta < 20^{\circ}\text{C}$	normalni pogonski uvjeti
$30^{\circ}\text{C} < \vartheta < 40^{\circ}\text{C}$	gubici kapaciteta
$\vartheta > 50^{\circ}\text{C}$	veliko samopražnjenje, omakšanje zalijevne mase

Oznaka

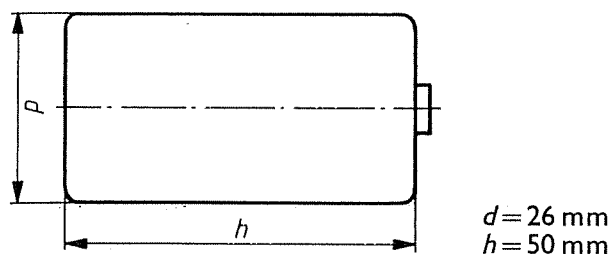
R	14
	— veličina 14
	— R za okruglu ćeliju
	— S za pravokutnu ili kvadratnu ćeliju
	— F za plosnatu ćeliju

Oznaka tipa

10	F	20 — 2
		— veličina 20
		— plosnata ćelija
		— baterija iz 2 puta po 10 u seriji priključenih ćelija

Primjer: prikazi

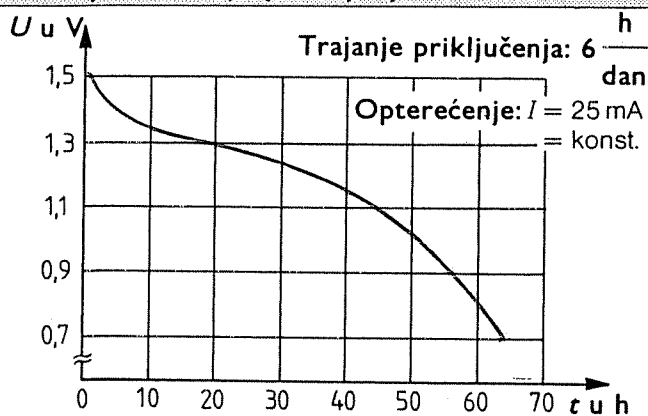
R 14



Tipovi suhih baterija (cink/salmijak/piroluzit-cink/cinkov klorid/piroluzit) izbor

Nazivni napon u V	JUS i IEC oznaka	Trgovinska oznaka	Maks mjere u mm			
			d	h	l	b
1,5	R03	Mikro	10,5	44,5	—	—
	R1	Lady	12	30	—	—
	R3	polu	14,5	25	—	—
	R6	Mignon	14,5	50	—	—
	R12	Normal	21,5	60	—	—
	R14	Baby	26	50	—	—
	R20	Mono	34	61,5	—	—
	R40	Super	67	172	—	—
4,5	3R12	Normal	—	67	62	62
6	4R25	—	—	98	67	67
9	6F22	—	—	48,5	26,5	17,5
	6F25	—	—	50	25,5	25,5
	6F50-2	—	—	70	36	34,5
15	10F15	anodne baterije	16	35	—	—

Primjer: krivulja pražnjenja elementa R14



Litijske baterije (izbor)

Nazivni napon ku V	Sastav katoda/anoda	Nazivi kapacitet u mAH	Primjena
3	Li/MnO ₂	30 — 200 160 — 1400	Ručne ure Džepna računala Filmski i foto ap.
3	Li/CrO _x	1000	Opskrba strujom u elektroničkim mem. podataka
1,5	Li/Bi ₂ O ₃	35/45	Ručne ure el. mem. podataka

Primarni članci

Oznake

A	članak sa zračnom depolarizacijom
M, N	članak sa živinim oksidom
L	alkalijsko-manganski članak
S	srebrno-oksadni članak

Tipovi članaka sa zračnom depolarizacijom (izbor) A

Nazivni napon u V	JUS i IEC oznaka	Nazivni kapacitet u Ah	Primjena
1,5	AS 4	50	Dojavni uređaj i tome slično
1,5	AR 40	85	
3	—	85	Elektr. ograde
7,5	—	105	Tome slično
9	6AS 4	53	Tome slično, dojavni uređaji
9	6AS 6	110	elektr. ograde

Tipovi alkalijskih baterija (izbor) M, N

Nazivni napon u V	IEC oznaka	Promjer u mm	Primjena
1,35	MR 9	15,5	Dugmasta ćelija: svjetlomjer
1,4	NR 07	11,6	Dugmasta ćelija: slušni uređaji
1,4	NR 9	15,5	tome slično

Baterija sa živinim oksidom

1,35	MR 9	15,5	Dugmasta ćelija: svjetlomjer
------	------	------	------------------------------

1,4	NR 07	11,6	Dugmasta ćelija: slušni uređaji
-----	-------	------	---------------------------------

1,4	NR 9	15,5	tome slično
-----	------	------	-------------

Alkalijsko-manganske baterije

1,5	LR 9	15,5	Dugmasta ćelija: kamere, slušni uređaji
1,5	LR 1	12	Okrugla ćelija: kamere, slušni uređaji
1,5	LR 14	26	Tome slično, magnetofoni, brijači aparati, bljeskalice

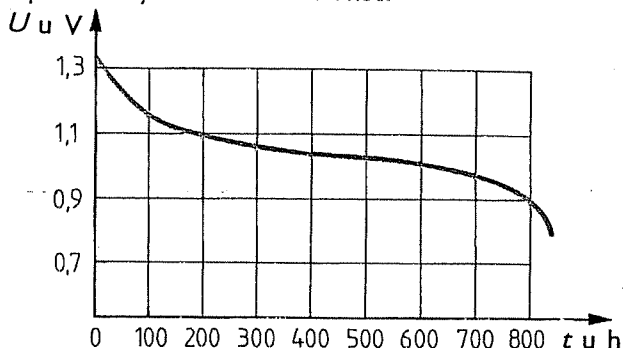
Ostale alkalijsko-manganske baterije za 3 V, 4,5 V i 6 V

Srebrno oksidna baterija

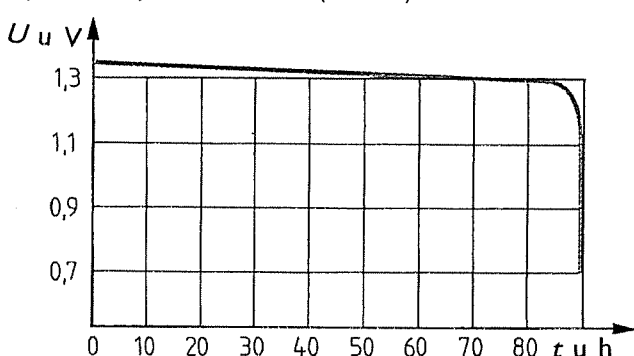
1,5	SR 48	7,9	Dugm. ćelija: slušni uređaji
1,5	SR 07	11,6	Dugm. ćelija: slušni uređaji

Primjeri: krivulje izbijanja (uzorci)

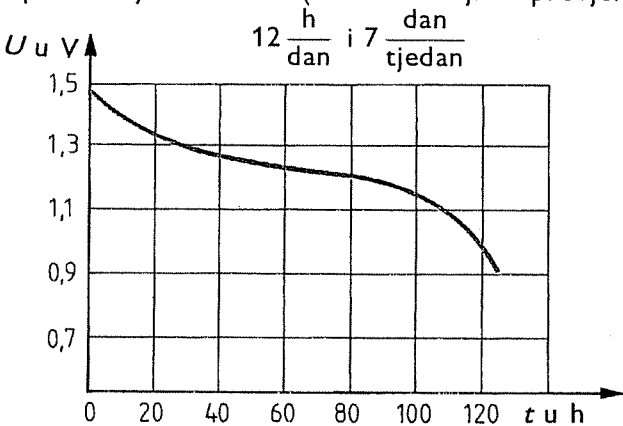
Članak sa zračnom depolarizacijom AS 4 pri opterećenju: $R=20\ \Omega = \text{konst.}$



Članak sa živinim oksidom MR 9 pri opterećenju: $R=7,5\ \text{k}\Omega$ (konst.)

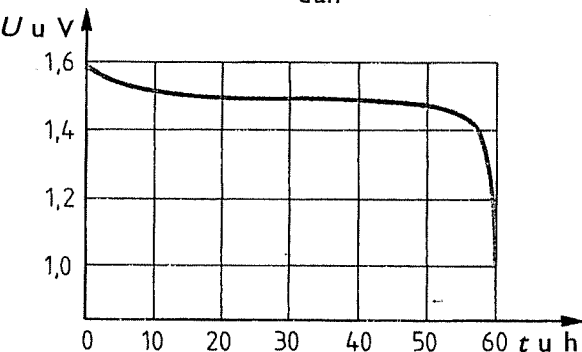


Alkalijsko-manganski članak LR 1 kod opterećenja: $R=300\ \Omega$ (slušni uređaji — provjera)



Srebrno-oksadni članak SR 48 pri opterećenju $R=1500\ \Omega$

Trajanje uključenja: $16\ \frac{\text{h}}{\text{dan}}$



Olovni akumulatori

DIN 40732/5.78
DIN 72310 T. 1/1.70 (JUS N.J3.721)
DIN 72311 T. 13/9.76

Osnovni pojmovi o akumulatorima

Nazivni kapacitet
 C_5, C_{10}, C_{20}
(K_5, K_{10}, K_{20}^1)

Zadana vrijednost kapaciteta pri trajanju pražnjenja od 5, 10 i 20 sati s pripadnom strujom I_5, I_{10} i I_{20}
Primjer: $C_5 = 100 \text{ Ah}$

- 5-satno pražnjenje
- kapacitet 100 Ah
- struja pražnjenja

Korisnost struje odnosno kapaciteta η_{Ah}

$$\eta_{Ah} = \frac{I_{pr} \cdot t_{pr}}{I_{pu} \cdot t_{pu}}$$

Korisnost energije odnosno W_h η_{Wh}

$$\eta_{Wh} = \frac{W_E}{W_L}$$

Faktor punjenja

Recipročna vrijednost Ah – korisnosti
Primjer: faktor punjenja 1,2
 $I_{pr} \cdot t_{pr} = 100 \text{ Ah}$ $I_{pu} \cdot t_{pu} = 120 \text{ Ah}$

Tipski broj (ćelije, monoblok-baterija)

0 84 21

Razlikovanje tehničkih osobina (navodi proizvođača)
Nazivni kapacitet 84 Ah
Nazivni napon
Broj 0...4 \triangleq 6 V
Broj 5...7 \triangleq 12 V

Oznake startnih baterija

6 V 6 O Gro S 150 DIN 40732-b

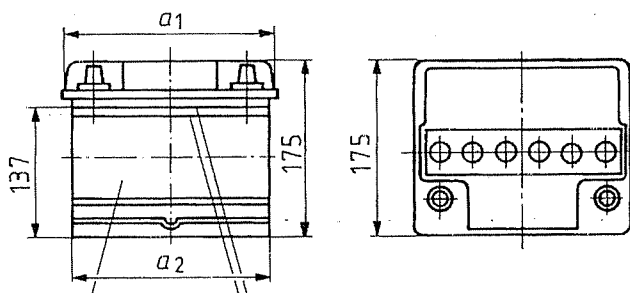
spojnica ploča
trajanje pražnjena kod 20 h
izvedba
površina ploče
vrsta uđaja
broj pozitivnih ploča
nazivni napon

Kratice

Kratice	Značenja
O	nepomična ćelija, baterija
Gro	ploča velike površine
Gi	rešetkasta ploča
Pz	oklopljena ploča
S	standardna izvedba
Q	poprečne ploče
F	vozilo
E	uska izvedba
v b s	spojnica ploča: zaljevena zavijčana zavarena

¹⁾ u starijim normama K_n za nazivni kapacitet

Mjere startnih baterija (u mm)



Površina za oznake tipa i proizvođača

Oznaka za razinu kiseline, obostrano

Startna baterija za pokretanje, rasvjetu i paljenje

Tipovi baterija

Tipski broj	Nazivni nap. u V	Naz. kap. C_{20}^1 u Ah	a_1 max	a_2 max	Masa u kg
52712	12	27	210	195	12
53621		36			13
54533		45	249	234	16
55415		54	293	278	19
56316		63			20

¹⁾ Nazivni kapacitet pri 20 satnom pražnjenju, gustoća kiseline 1,28 kg/l, temp. kiseline 27 °C

Punjenje startnih baterija

Jakost struje: $I_{pu} = \frac{0,05}{h} \cdot C_{20}$

Kraj punjenja: napon punjenja i gustoća kiseline ne rastu nakon tri očitavanja po satu.

Temperatura kiseline: 15 ... 55 °C

Gustoća kiseline $1,28 \pm 0,01 \text{ kg/l}$
(Nazivna gustoća kiseline) 27 °C

Formule ispravka pri temperaturi ϑ
Gustoća (27 °C) = očitana gustoća kiseline
 $+ 0,0007 \left(\frac{\vartheta}{C_0} - 27 \right) \text{ u } \frac{\text{kg}}{\text{l}}$

Baterije za vozila (izbor)

Monoblok baterije s rešetkastim pločama

Oznaka	Nazivni napon u V	Nazivni kapacitet C_{20} u Ah
Baterija za motocikl	6	4,5 ... 8,12
	12	9 ... 25
Baterija za motorno vozilo	6	56 ... 180
	12	18 ... 180
Baterija za zrakoplov	12	33 ... 990
	24	36

Olovni akumulatori

DIN 40732/5.78

DIN 72310 T. 1/1.70

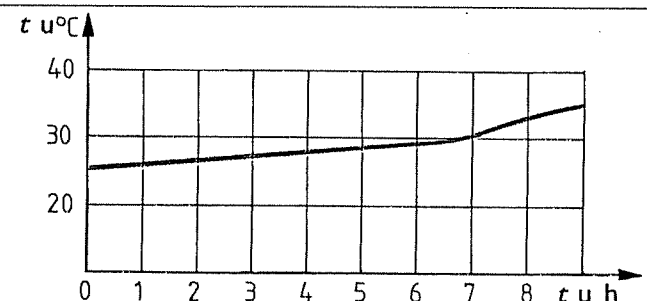
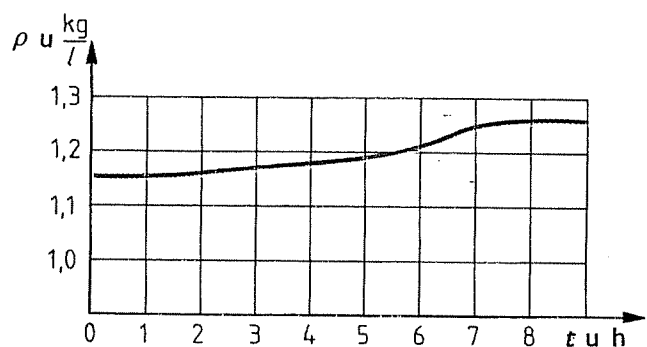
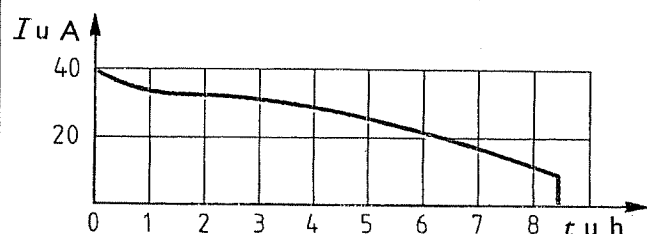
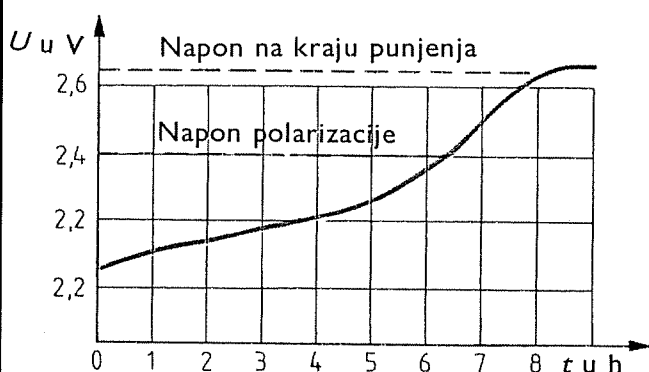
DIN 72311 T. 13/9.76

(JUS N.J3.721)

Tehnički podaci o punjenju olovnih akumul.

Oznaka	Baterije za vozila		Nepomične bater.		Baterije za motorna vozila
	GiS	PzS	Gro	PzS	
Kapacitet	C_5	C_5	C_{10}	C_{10}	C_{20}
Fakt. punjenja	1,17	1,2	1,1	1,2	1,15
Korisnost energije η_{Wh}	0,7	0,68	0,75	0,68	0,75

Vremenski tok napona punjenja, struje punjenja, gustoće kiseline i temperature pri punjenju ćelije 5 GiS 250 (krivulje punjenja)



Vršne vrijednosti struje punjenja

Vrsta baterije	Nazivni kapacitet	Struja punjenja u A za svakih 100 Ah		
		1)	2)	3)
Starterska baterija	C_{20}	10	12/6	2
Gro (baterija za vozilo)	C_5	10	14/7	3
Gro (nepomična bat.)	C_{10}	8,5	12/6	3
OPzS	C_{10}	5	7/3,5	2
GiS, PzS	C_5	5	8/4	2

- 1) Punjenje s konstantnom strujom i isključenjem kod potpunog napunjenja
- 2) Punjenje s opadajućom strujom i isključenje kod potpunog napunjenja: početak polarizacije kod 2,4 V po ćeliji; struja na kraju punjenja kod 2,65 V po ćeliji
- 3) Struja na kraju punjenja nakon punjenja od 72 h

Vrste pogona akumulatora

Opis/primjena	Blokovske sheme spoja
Baterijski pogon (električno vozilo: pogon prazni-puni)	
Preklopni pogon (rasvjeta za nuždu) s uređajem za punjenje	
Paralelni pogon (dojavni uređaji i starterske baterije)	

Čelični akumulatori

DIN 43 539 T. 14/12.83
DIN 43 539 T. 15/ 4.84
DIN 40 771/1.81
DIN 40 751/1.83

DIN 40 765/11.68
DIN 40 766/ 9.73
DIN 40 768/ 9.69
(JUS N.15.030)

Tipni redovi

Otvoreni nikal-kadmij odnosno nikal-željezo akumulatori

Opis	Područje kapaciteta	Primjena
Cjevaste ploče (C)-čelije Ni (+), Cd (-) ili Fe (-) Ploče s klijetka-ma (K)-čelije Ni (+), Cd (-)	... 1050 Ah	Vozila
• normalni unutrašnji otpor	75 Ah ... 520 Ah 10 Ah ... 140 Ah	Do najviše jednosatnog opterećenja
• smanjeni unutrašnji otpor	65 Ah ... 300 Ah 7,5 Ah ... 125 Ah	Opterećenje velikom strujom
Čelija od pre-savijene trake Ni (+), Cd (-)	2,5 Ah ... 450 Ah	Akumulatori za velike svjetiljke
Sinter (S)-čelija Ni (+), Cd (-)	5 Ah ... 40 Ah	Kratkotrajna opterećenja velikom strujom

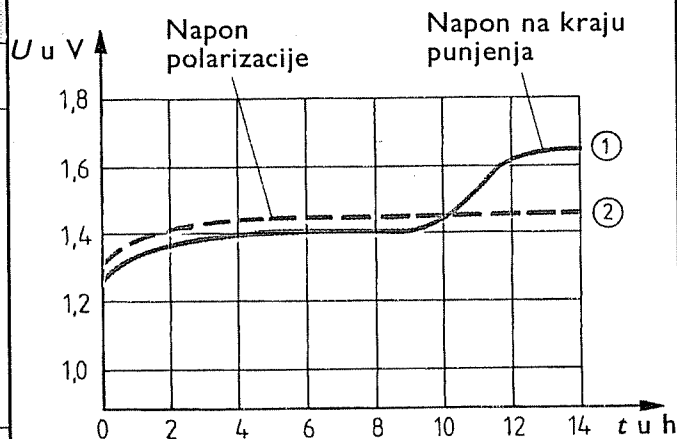
Plinonepropusni nikal-kadmij akumulatori

Dugmaste čelije (GNK, GHK)	10 mAh ... 1000 mAh	Džepno računalo, uređaji za radio-fonske veze
Cilindrične čelije (GSZ)	0,1 Ah ... 7 Ah	Mjerne naprave, slušne naprave
Prizmatske čelije (GSP)	1,6 Ah ... 50 Ah	Filmska rasvjeta, fot. bljeskalice
Monoblok-baterije	3 Ah ... 6 Ah	Uređaji za reprodukciju slike i zvuka

Tehnički podaci za punjenje

Oznaka	Nazivni kapacitet u C_N	Faktor punjenja	Korisnost energije η_{wh}
Nikalj-kadmij C-čelije	C_5	1,4	0,5
K-čelije	C_5	1,4	0,6
S-čelije	C_5	1,2	0,7
Nikalj-željezo C-čelije	C_5	1,4	0,5

Vremenski tok napona punjenja u ovisnosti o vremenu punjenja s nazivnom strujom I_{10}



- ① Otvoreni nikal-j-kadmij akumulator
② Plinonepropusni nikal-j-kadmij akumulatori pri sobnoj temperaturi od 20°C

Plinonepropusni nikal-j-kadmij akumulatori

Izvedbene veličine dugmastih čelija s masenim elektrodama (izbor)

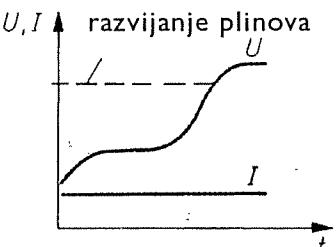
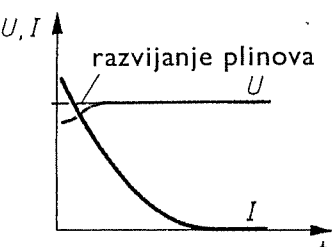
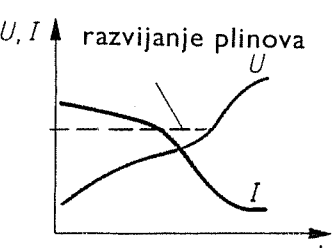
Nazivni kapacitet C_{10}	Struja pražnjenja I_{10} u mA	Masa u g	Dimenzije u mm (zaokruženo)	
			d	h
10	1	0,8	7,65	5,2
20	2	1,4	11,5	5,35
60	5	2,9	15,5	6,1
100	9	5,5	oval	6
170	15	9,2	25,1	6,7
250	22	11,6	25,1	8,8
280	28	16,5	34,4	5,3
600	60	33,0	43,1	7,9

Izvedbene veličine cilindričnih čelija sa sinterskim elektrodama (izbor)

150	10	9,0	12	29
180	18	10,0	10,5	44
500	50	24,0	14,5	49,5
750	75	36,0	25,3	25
1000	100	41,0	23	35,7
1200	120	50	25,3	25
1800	180	67	26	49
4000	400	147	33,5	61
7000	700	237	33,5	94

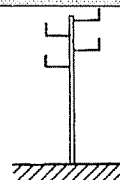
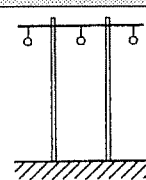
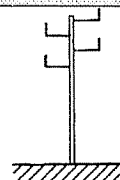
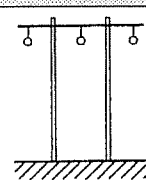
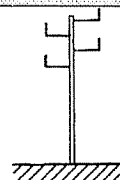
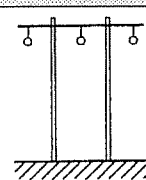
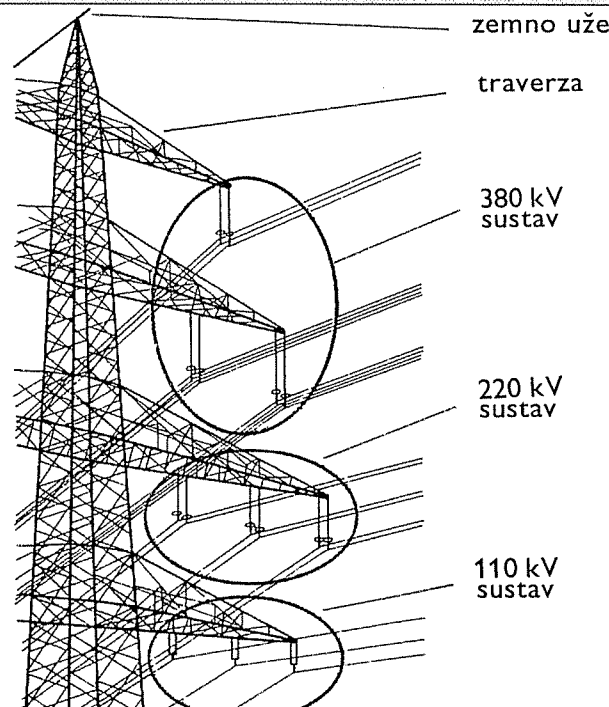
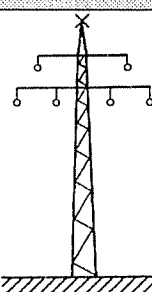
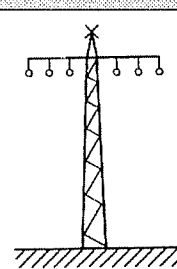
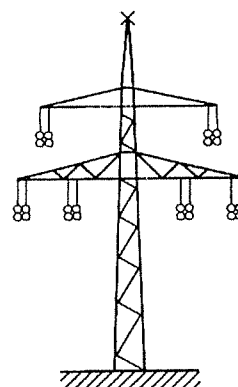
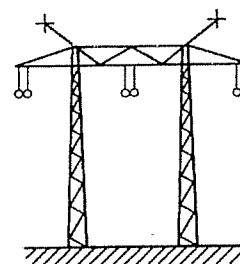
Izvedbene veličine prizmatičnih čelija sa sinterskim elektrodama (izbor)

Nazivni kapacitet C_{10} u Ah	Struja pražnjenja I_{10} u A	Masa u g	Dimenzije u mm (zaokruženo)		
			l	b	h
2,4	0,24	115	16,8	41,4	64,1
4,5	0,45	180	16,8	41,4	100
10	1	360	38,2	41,4	102
15	1,5	780	30	77	126

Punjenje akumulatora			DIN VDE 0510/1.77 DIN 41 722 pril. 1/02. 79			
Uređaji za punjenje olovnih akumulatora s tekućim elektrolitom			Kontrola stanja punjenja olovnih akumulatora			
Svojstva uređaja za punjenje <ul style="list-style-type: none"> • zaštita od dodira, zaštitna izolacija • kućište zaštićeno od kapanja vode (IP 22) • ugrađen nadstrujni okidač (zaštita od kratkog spoja krive polarizacije i preopterećenja) Upute za punjenje olovnih akumulatora: <ul style="list-style-type: none"> • polaritet: + na +, - na - • napon punjenja: broj ćelija \times 2,75 V • prozračivanje prostorije punjenja • dolijevanje destilirane vode na početku isparavanja 			Gustoća kiseline stalnih baterija ispražnjeno kod 1,14 g/cm ³ napunjeno kod 1,2 g/cm ³ Gustoća kiseline baterija za vozila ispražnjeno kod 1,12 g/cm ³ napunjeno kod 1,28 g/cm ³ najmanji napon pražnjenja: 1,8 V/ćelija napon polarizacije: 2,4 V/ćelija napon na kraju punjenja: 2,65 V/ćelija najveći napon punjenja: 2,4 V/ćelija			
Uređaji za punjenje olovnih akumulatora			Uređaj za punjenje plinopropusnih NiCd aku.			
Oznake	Normalni	Automatski uređaj	Vrste utičnih punjača			
Nazivni napon	6 V i 12 V	12 V	Struja punje. u mA	Priključni napon	Dimenzije (D \times S \times V) u mm	Za punjenje br. ćelija i baterija
Nazivna struja punjenja	6 A		1 2 3	110/220 V ~, 50 Hz	60 \times 33 \times 17 60 \times 33 \times 17 100 \times 57 \times 62	1 ... 2
Nazivni priključni napon	220 V ~, 50 Hz					
Nadstrujni okidač	6 A u krugu struje punjenja		11	220 V ~, 50 Hz	70 \times 40 \times 76	1
Primjena	6 V do 30Ah 12 V do 15 Ah	12 V do 15 Ah za zadržavanje stanja potpunog napajanja	9 15 18	110/220 V ~, 50 Hz	82 \times 53 \times 60 82 \times 53 \times 60 100 \times 57 \times 62	1 2 1 ... 4
Karakteristike punjenja akumulatora						
Kratica	Vremenski tok		Princip		Primjena	
I Punjenje stalnom strujom			Promjena U_L (napon punjenja) takva da struja punjenja ostaje stalna		Potpuno punjenje olovnih akumulatora, djelomično ili potpuno punjenje Ni-Cd akumulatora	
U Punjenje stalnim naponom			Promjena struje punjenja takva da kod postizavanja napona polarizacije U_L ostaje stalan		Brzo djelomično punjenje olovnih akumulatora, punjenje zbog održavanja (2,2 V/ćelija kod olovnog, 1,4 V/ćelija kod Ni-Cd akumulatora)	
W Punjenje po karakteristici otpora			Utjecaj na proces punjenja predspojenim graničnim otporom i sniženje struje punjenja kod postizanja napona polarizacije		Punjenje Ni-Cd akumulatora, nakon potpunog punjenja ručno isključenje	

Nazivni naponi, vrste mreža i tipovi stupova

DIN 40 002/04. 73
DIN 48 350/10. 54

Nazivni naponi							Tipovi stupova (izbor)	
Oznake		Nazivne veličine					Stupovi za nisko i srednjenaponske vodove s potpornim i ovjesnim izolatorima	
Istosmjerni	u V	110	220	440	600	750		
	u kV	1,2	1,5	3	—	—		
Izmjenični 50 Hz	u V	100 ¹⁾	125	220	380 ²⁾	500		
		660	—	—	—	—		
	u kV	1	3	5	6	10		
		15	20	25	30	60		
Jednofazni izmjenični 16 2/3 Hz	u V	100 ¹⁾	200	220	—	—		
	u kV	1	15	110	—	—		
¹⁾ Samo za naponski transformator ²⁾ Linijski napon u trofaznom sustavu							Drveni stup: 0,4 kV oko 12 m visok dubina ukapanja 1/6 ukupne visine stupa najmanje 1,60 m	
							Betonski stup: 20 kV oko 14 m visok betonski temelj	
Stup nadzemnog voda							Stupovi za nisko i srednjenaponske vodove s potpornim i ovjesnim izolatorima	
								
								
							Rešetkasti stupovi: 110kV, 2 sustava, oko 27 m visok	
							Stupovi za vodove najviših napona s ovjesnim izolatorima i zemnom užadi	
								
								
							Rešetkasti stupovi: 380 kV 2 sustava odnosno 1 sustav oko 47 m, odnosno 36 m visok	

Prijenos energije

Vrste mreže	Nazivni napon u kV	Vrste stupova	Raspon	Primjena
Nisko-naponska mreža	0,4	drvo, čelična cijev, armirani beton	40 ... 80	oskrba energijom domaćinstava, obrtničkih, poljoprivrednih pogona itd.
Srednje-naponska mreža	10 ... 30	cijev, armirani beton, čelična reš.	100 ... 220	opskrba energijom industrijskih pogona nebodera, mjernih trafostanica itd.
Visoko-naponska mreža	60 ... 110	čelična ili cijevna rešetka, armir. beton	200 ... 300	opskrba energijom velikih industrijskih pogona, velikih gradova itd.
Mreža najviših napona	220 ... 380	čelična ili cijevna rešetka	300 ... 360	opskrba energijom u međupokrajinskom i međunarodnom području (mrežama)

Nadzemni vodovi, kabele							DIN 48 200 DIN 48 204/7.74 VDE 0211/2.70		VDE 0255/11.72 VDE 0265/ 4.75 VDE 0271/10.63			VDE 0293/11.83 (JUS N.C0.010)				
Pojmovi							Granični rasponi za nadzemne vodove kod ovjesišta jednake visine (izvadak)									
<ul style="list-style-type: none">• Pogonski napon: napon u trofaznim uređajima i jednofaznim te istosmjernim uređajima između vanjskih vodiča• U_0: nazivni napon između vanjskog vodiča i kovinskog plašta• U: nazivni napon između vanjskih vodiča• $\frac{U_0}{U} = \frac{1}{\sqrt{3}}$: omjer napona kod kabela za trofazne uređaje• $\frac{U_0}{U} = \frac{1}{2}$: omjer napona kod kabela za jednofazne i istosmjerne sustave kad su izolirana oba vanjska vodiča• $\frac{U_0}{U} = 1$: omjer napona kod kabela za jednofazne i istosmjerne sustave kad je izoliran jedan vanjski vodič							izvan prijeponskih polja (iznimka: vođeni putevi i dojavni vodovi)				unutar prijeponskih polja kod željeznica, trojejbasa, žičara					
							Nazivi presjek u mm ²		dozvoljeni raspon u mm			dozvoljeni napon u m				
									Cu	Al	Aldrey	Cu	Al	Aldrey		
							25	280	75	200	115	35	100			
35	430	110	285	170	50	140										
50	530	165	420	280	70	200										
70	610	235	590	470	100	275										
95	705	380	900	600	145	395										
120	770	530	1080	650	185	505										
Materijal za nadzemne vodiče (izbor)		Al/Če 6/1			Al/Če 6/1											
		25/4			80											
		35/6			120											
		50/8			170											
		70/12			200											
		95/15			380											
Vrste kabela																
Oznaka				Objašnjenje												
Kabel izoliran papirom				• s olovnim plaštem (pojasni kabel, H-kabel, troplaštni H-kabel) • s aluminijskim plaštem												
Kabel izoliran gumom i umjetnim tvarima				• s olovnim plaštem • bez metalnog plašta												
Uljni kabel																
Plinski kabel s nut. tlakom																
Oznake žila u više- i mnogožilnim kabelima																
Broj žila		Oznaka kabela			Kabel s koncentričnim vodom											
		sa zeleno-žutom žilom		bez zeleno-žute žile												
2		zežu/cn ¹		cn/spl		cn/spl										
3		zežu/cn/spl		cn/spl/sm		cn/spl/sm										
4		zežu/cn spl/sm		cn/spl/ sm/spl		cn/spl/ sm/cn										
5		zežu/cn/ spl/sm/cn		cn/spl sm/cn/cn		—										
6		zežu/daljnje žile cr s brojevima 1, 2 ...		žile cn s brojevima 1,2 ...		žile cn s brojevima 1,2 ...										
1) ukoliko je dopušteno po VDE 0100																
1) Vrijednosti vrijede za: brzina vetra od 0,6 m/s temperatura od 35° i temperatura vodiča od 80°C																

Vodovi i kabele

DIN 40 705/02.80




VDE 0265/04.75

JUS N.C0.010

VDE 0281 T. 1/4.85

VDE 0293/11.83

Boje raspoznavanja izoliranih i neizoliranih vodiča

Opis vodiča		Oznaka	Boja	Opis vodiča	Oznaka	Simbol	Boja
Izmjenična struja	Vanj. vodič	L ₁ , L ₂ , L ₃	1)	zaštitni vodič	PE		zežu
	neutr. vodič	N	spl	PEN-vodič (neutralni) sa zašt. djelovanjem	PEN		zežu
Istosmjerna struja	pozitivni	L ⁺	1)	zemlja	E		1)
	negativni	L ⁻	1)				
	sred. vodič	M	spl	1) boja nije utvrđena			

Boje raspoznavanja žila kod izoliranih vodova i kabela

za čvrsto polaganje				za prijenosna trošila			
Broj žila	Vodovi sa zaštitnim vodičem			Broj žila	Vodovi sa zaštitnim vodičem		
2	—	—		2	—	—	
3	zežu	cn	spl	3	zežu	sm	spl
4	zežu	cn	spl	4	zežu	cn	spl
5	zežu	cn	spl	5	zežu	cn	spl
				6 i više	zežu/ostale žile crne s otiskom broja		žice crne s otiskom broja

Kabele izolirani gumom i umjetnim tvarima

Broj žila	Kabel sa zaštitnim vodičem			Kabel bez zaštitnog vodiča			Kabel s konc. vodičima		
2	—	—		cn	spl		cn	spl	
3	zežu	cn	spl	cn	spl	sm	cn	spl	sm
4	zežu	cn	spl	cn	spl	sm	cn	spl	sm
5	zežu	cn	spl	cn	spl	sm	cn	spl	sm
6 itd.	zežu	cn	cn s otiskom broja	cn	cn s otiskom broja		—		

Kartice broja: pl = plava, sm = smeđa, žu = žuta, ze = zelena, zežu = zeleno žuta, spl = svjetlo plava, cn = crna, be = bijela

Pad napona i gubitak snage

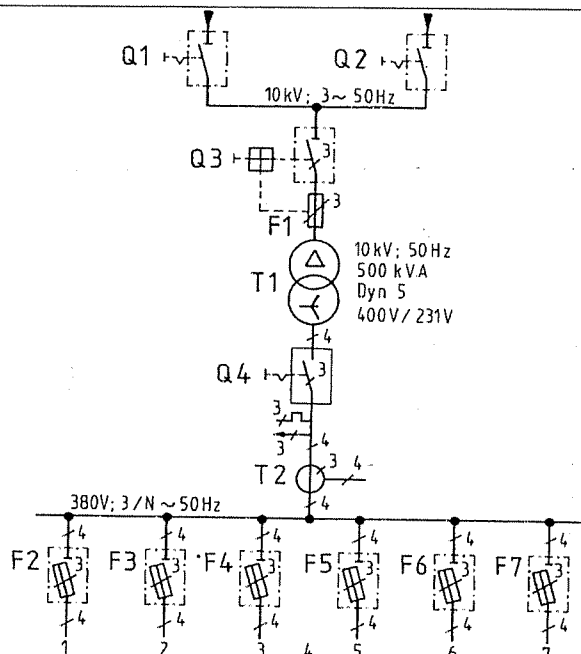
Karakteristične veličine	Vrsta mreže		
	Istosmjerna	Izmjenična	Trofazna
nerazgranata mreža pad napona u V	$\Delta U = \frac{2 \cdot I \cdot l}{\kappa \cdot q}$	$\Delta U = \frac{2 \cdot I \cdot l \cdot \cos \varphi}{\kappa \cdot q}$	$\Delta U = \frac{\sqrt{3} \cdot I \cdot l \cdot \cos \varphi}{\kappa \cdot q}$
razgranata mreža pad napona u V	$\Delta U = \frac{2}{\kappa} \cdot \sum (I \cdot l)$	$\Delta U = \frac{2 \cdot \cos \varphi_m}{\kappa \cdot q} \cdot \sum (I \cdot l)$	$\Delta U = \frac{\sqrt{3} \cdot \cos \varphi_m}{\kappa \cdot q} \cdot \sum (I \cdot l)$
gubitak snage u W	$P_v = \frac{2 \cdot I \cdot l^2}{\kappa \cdot q}$	$P_v = \frac{2 \cdot I \cdot l^2}{\kappa \cdot q}$	$P_v = \frac{3 \cdot I \cdot l^2}{\kappa \cdot q}$
najveća duljina vodiča u m	$l = \frac{\Delta u \cdot U \cdot q \cdot \kappa}{2 \cdot 100\% \cdot I}$	$l = \frac{\Delta u \cdot U \cdot q \cdot \kappa}{2 \cdot 100\% \cdot I \cdot \cos \varphi}$	$l = \frac{\Delta u \cdot U \cdot q \cdot \kappa}{\sqrt{3} \cdot 100\% \cdot I \cdot \cos \varphi}$
pad napona u %	$\Delta u = \frac{\Delta U}{U_N} \cdot 100\%$	Gubitak snage u %	$P_v \% = \frac{P_v}{P} \cdot 100\%$

Niskonaponska mreža

DIN 57636/VDE 0636

Transformatorska stanica

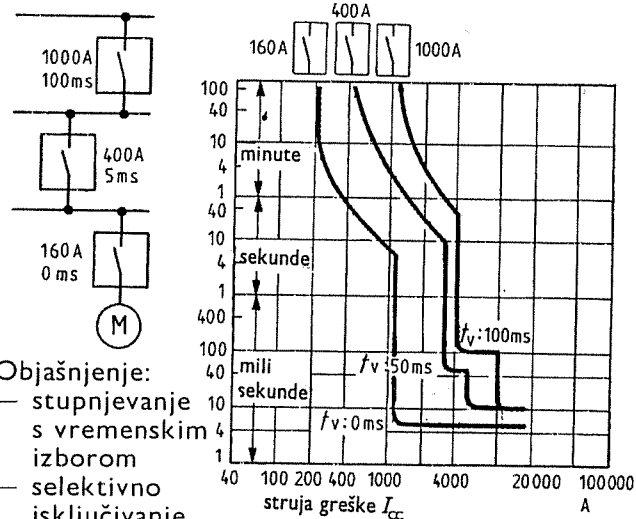
Napajanje — srednji napon 10 kV preko prstenastog voda (nadzemni vod ili kabel)



Niski izlazni napon 380 V; 3/N ~ 50 Hz preko nadzemnog voda ili kabela

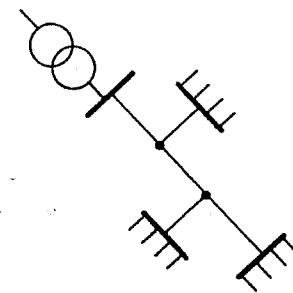
10 kV; 3 ~ 50 Hz	srednji napon sustav s tri vodiča
Q1, Q2	učinski rastavljač
Q3, F1	učinski rastavljač s visoko- učinskim osiguračima
T1	učinski transformator
Q4	učinski automatski prekidač s termičkim i nadstrujnim iskapčanjem
T2	iskapčanjem
380 V; 3/N ~ 50 Hz	niski napon, sustav četiri vodiča
F2...F7	sigurnosni učinski rastavljač

Selektivnost u niskonaponskoj mreži



Vrste mreža

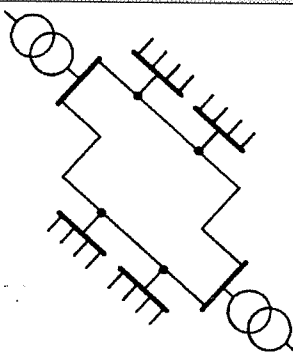
Zrakasta mreža



Zrakasto opskrbljivanje potrošača iz transformatorske stanice

- jednostavna izgradnja mreže
- isključenje cijelog ogranka voda

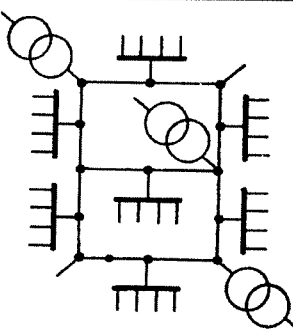
Prstenasta mreža



Prstenasto opskrbljivanje potrošača iz npr. dvije transformatorske stanice

- isključivanje samo jednog dijela voda koji je u kvaru
- pouzdana opskrba energijom pri jednom kvaru

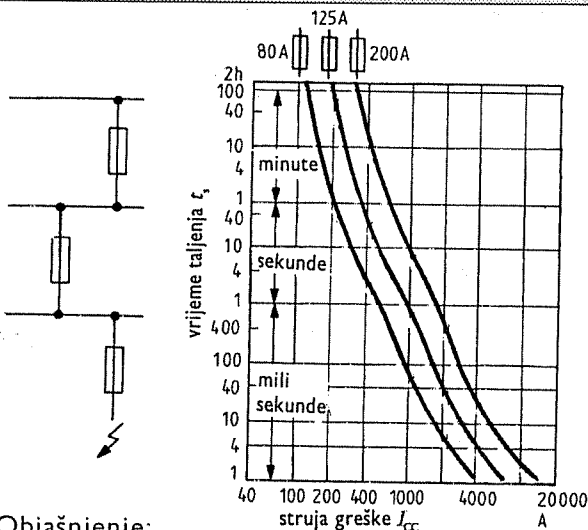
Zamkasta mreža



Zamkasto povezivanje mrežnih čvorišta i višestruka opskrba potrošača

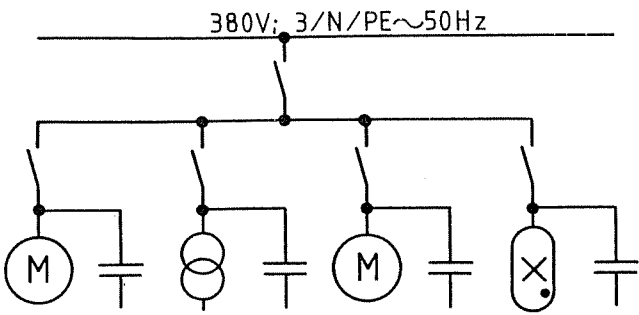
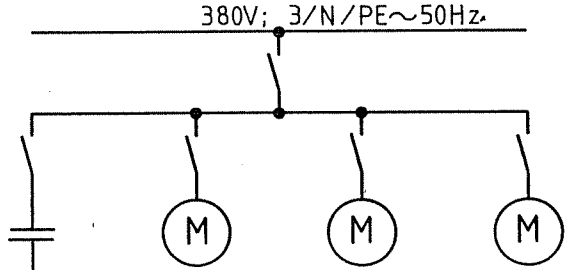
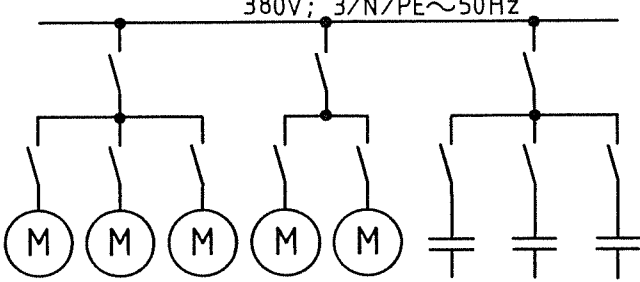
- visoka pouzdanost opskrbe
- velike struje kratkog spoja

Isklapanje kod rastalnih osigurača

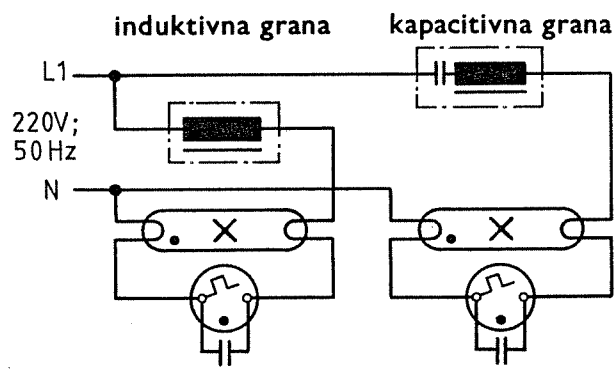
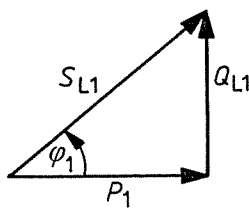
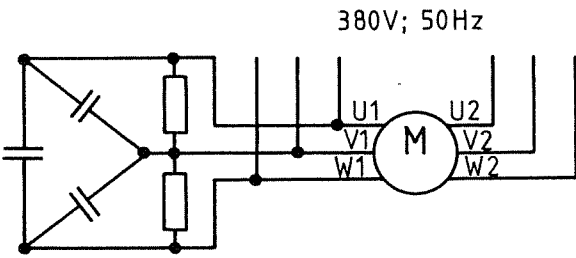
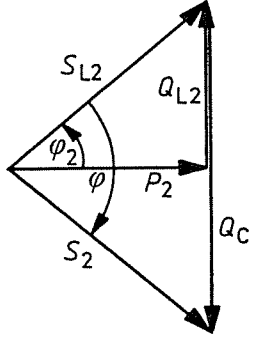
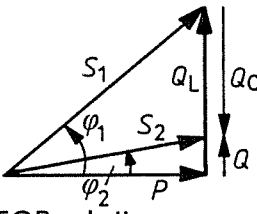


Kompensacijski uređaji jalove struje

Osnovni spojevi za kompenzaciju jalove struje

Opis/spoj	Objašnjenje	Primjena
Pojedinačna kompenzacija 	trošilo jalove struje s paralelno priključenim kondenzatorima (kod trofazne struje: spoj trokut)	motori fluorescentne cijevi (dvostruki spoj)
Grupna kompenzacija 	trošila jalove struje s jednim paralelno priključenim kondenzatorom	mala električna postrojenja s motorima i fluorescentne cijevi
Središnja kompenzacija 	središnja kompenzacija cijele jalove snage trošila pomoću kondenzatorskog regulacijskog uređaja	obrtnički i proizvodni pogoni, uredske zgrade, radionice

Pojedinačna kompenzacija u električnim postrojenjima

Spoj	Princip kompenzacije/vektorska slika
	 induktivna grana
	 kapacitivna grana
 EOP zahtijeva kompenzaciju na $\cos \varphi_2 = 0,9$	$Q_C = P \cdot (\operatorname{tg} \varphi_1 - \operatorname{tg} \varphi_2)$ $C = \frac{Q_C}{\omega \cdot U^2}$ $C \approx 66 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{Q_C}{\text{var}}; 380 \text{ V}/50 \text{ Hz}$ $C_1 \approx \frac{22}{3} \cdot 10^{-3} \cdot \frac{Q_C}{\text{var}}; 380 \text{ V}/50 \text{ Hz}$ $[C], [C_1] = \mu\text{F}$

Kompenzacijski uređaji jalove struje

Izračunavanje kompenzacijske snage

Račun za struju električnog opskrbnog poduzeća za velikog potrošača odnosi se na:

- potrošak za djelatni rad u kWh
- potrošak za jalovi rad u kWh

Ako iznos za jalovi rad prelazi besplatnu slobodnu količinu od 50% djelatnog rada, tada se potrošeni jalovi rad mora platiti.

Primjer:

- potrošnja djelatnog rada 9200 kWh/mjesec
- potrošnja jalovog rada 11200 kvarh/mjesec
- besplatna slobodna količina jalovog rada 4600 kvarh/mjesec
- izračunani potrošak jalovog rada 6600 kvarh/mjesec

Kondenzatori za poboljšanje faktora snage — veliki kompenzator faze 13,2 do 50 kvar (tipski pregled)

Nazivna snaga	u kvar	13,2	16,7	20	25	33,3	40	50
Nazivna struja								
u Δ -spoju	u A	19	24	29	36	48	57,5	72
u J-spoju	u A	32	41,5	50	62,5	83	100	125
Nazivni kapacitet/faza								
kod Δ -spoja	u μ F	86	110	132	167	223	226	333
kod J-spoja	u μ F	257	330	396	501	665	798	999
Rastalni osigurač								
u Δ -spoju	u A	35	35	50	63	80	100	125
u J-spoju	u A	63	63	80	100	125	160	160
Presjek dovoda ¹⁾								
kod Δ -spoja	u mm ²	4	4	6	10	16	25	35
kod J-spoja	u mm ²	10	10	16	25	35	50	70
Dimenzije, visina bez i sa priključnim ormarićem	u mm	353	353	443	523	633	633	633
	u mm	496	496	586	666	776	795	795
Masa oko	kg	7	8	9	11	14	16	18

Priključak: 380 V trofazna struja 50 Hz
Nazivni napon 400 V, 50 Hz

Spoj: jednofazni (J) ili u trokut (Δ)
Primjena: u suhim i vlažnim prostorijama

¹⁾ tab. 2 DIN 57100 dio 523/VDE 0100 dio 523, grupa 2 (Cu-vod)

Pojedinačna kompenzacija motora Tab. 2 (po VDEW)

Dodjela kondenzatora transformatorima Tab. 3 (po VDEW)

Nazivna snaga motora u kW	Nazivna snaga motora u kvar	Nazivna snaga transformatora u kVA	Snaga kondenzatora u kvar kod primarnog napona transformatora		
			5...10 kV	15...20 kV	25...30 kV
4,0... 4,9	2	25	2	3	3
5,0... 5,9	3	50	4	5	6
6,0... 7,9	3	75	5	6	7,5
8,0... 10,9	4	100	6	7,5	10
11,0... 13,9	5	160	10	10	15
14,0... 17,9	6	250	15	15	20
18,0... 21,9	7,5	315	15	20	25
22,0... 29,9	10	400	20	20	30
od 30,0	oko 30% snage motora	630	30	30	40

Sklopnici i releji

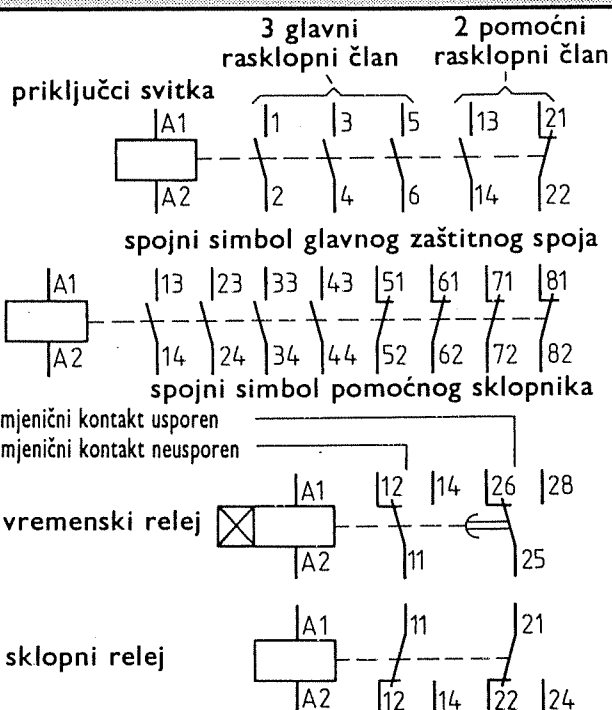
Glavni sklopnici proizvode se kao trolpolni sklopnici izmjenične struje ili dvopolni istosmjerne struje. Pored rasklopnih elemenata imaju i **pomoćne rasklopne elemente**.

Oni se ne smiju upotrebljavati kao glavni prekidači za beznaponsko uključivanje i zahtijevaju predspojenu zaštitu od kratkog spoja

Pomoćni sklopnici su građeni kao i glavni, ali mogu uključivati samo pomoćne struje (upravljačke struje).

Releji su upravljačke sklopke, koje aktiviraju pomoćne strujne krugove promjenom fizikalnih veličina kao: vrijeme, temperatura, struja itd.

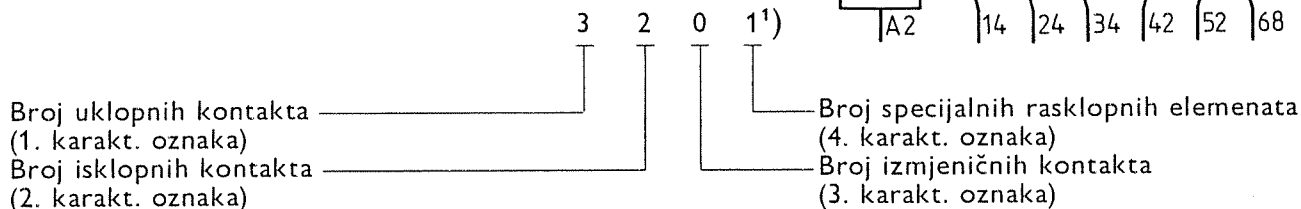
Sklopni releji se aktiviraju pomoćnim strujama. Oni funkcionalno odgovaraju pomoćnim sklopnicima.



Priključne oznake i karakteristične oznake niskonaponskih rasklopnih aparata

DIN EN 50 005/7. 78
DIN EN 50 011/5. 78
DIN EN 50 012/5. 78

Primjer karakteristične oznake



Primjer priključne oznake za pobude i okidače

Vrsta pobude ili okidača (Type of excitation or switch) A 2 Način priključka (Connection method)

Slovo	Vrsta pogona	Broj	Vrsta priključka	Primjeri
A	Magn. pobuda (svitak)	1	početak svitka	
B	2. svitak	2	kraj svitka	
C	Okidač radne struje	3	odvojci	
D	Podnaponski okidač	·	odvojci	
E	Blokirani okidač	·	odvojci	
U	Motori	·	odvojci	
X	Svetlosni dojavnik	·	odvojci	

¹⁾ 4. karakteristična oznaka ili 3. i 4. karakteristična oznaka mogu izostati ako sklopni uređaj nema takve kontakte.

Priključne oznake niskonaponskih rasklopnih aparata

DIN EN 50 005/7.77
DIN EN 50 011/5.78
DIN EN 50 012/5.78

Priključne oznake za glavne rasklopne članove i zaštitne uređaje od preopterećenja

Brojevi	Značenje	Primjeri
1 2 3 4 5 6 7 8 9 0	1. rasklopni element 2. rasklopni element 3. rasklopni element 4. rasklopni element 5. rasklopni element	

Primjer priključne oznake za pomoćne rasklopne članove

1. broj, redni broj (kontinuirani način brojanja) 1 2 2. broj, funkcijski broj

Funkcijski broj	Vrsta kontakta	Primjer
1 2 5 6	Isklopni kontakt Isklopni kontakt, vremenski usporen	
3 4 7 8	Uklopni kontakt Uklopni kontakt, vremenski usporen	
1 2 4 5 6 8	Izmjenični kontakt Izmjenični kontakt s posebnom funkcijom ¹⁾	

Boje tipkala, svjetlosnih dojavnika i svjetlosnih tipkala

JUS N.A9.003
VDE 0113 T. 1/2.86

Boja	Značenje za tipkalo	Značenje za svjetlosni dojavnik	Značenje za svjetlosno tipkalo
CRVENO	STOJ ili IZ upotreba u slučaju opasnosti ²⁾	OPASNOST ili ALARM	Ne primijeniti (inače kao tipkalo)
ŽUTO	Zahvat (za otklanjanje nenormalnih uvjeta ili neželjenih promjena)	Oprez (promjena ili buduća promjena uvjeta)	Upozorenje ili oprez (početak radnje za sprečavanje opasnih struja)
ZELENO	START ili U	Pouzdanost (oznaka pouzdanog pogonskog stanja)	Stroj ili jedinica spremna za uključivanje
PLAVO	Svako značenje koje ne vrijedi za ostale boje	Posebno značenje (Ali ne isto kao i za ostale boje)	Svako značenje koje nije obuhvaćeno svim poznatim bojama
CRNO	Nije pridijeljeno posebno značenje		
BIJELO (jasno) SIVO		Nije pridijeljeno posebno značenje (neutralno, opća informacija)	Potvrda (npr. jednog postupka izbora ili sl.)

U-položaj prekidača označava se s I
IZ-položaj prekidača označava se s O (vidi str. 176)

¹⁾ Zaštitni uređaji od preopterećenja imaju redne brojeve 9,0

²⁾ NUŽNI-IZ mora biti označen vidljivo crveno (RAL 3000). Ispod gljivaste tipke mora biti zbog kontrasta žuta podloga.

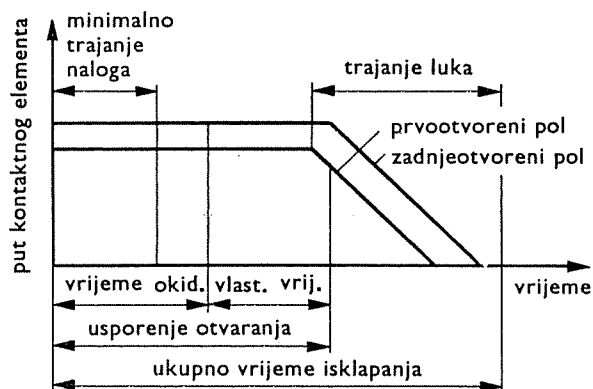
Sklopke			
Naziv	Crtež	Objašnjenje	Primjena
Rastavljač		<ul style="list-style-type: none"> uključivanje i isključivanje strujnih krugova pri zanemarivo malim strujama 	<ul style="list-style-type: none"> beznaponsko spajanje uređaja i dijelova postrojenja
Zemni rastavljač		<ul style="list-style-type: none"> uzemljenje i kratko spajanje isključenih pogonskih sredstava i dijelova postrojenja 	<ul style="list-style-type: none"> dogradnja na ostale sklopke uzemljenje i kratko spajanje srednje naponska postrojenja
Rastavni osigurač		<ul style="list-style-type: none"> sigurnosna sklopka s uloškom osigurača pomični kontakt u putu struje 	<ul style="list-style-type: none"> posebna izvedba rastavljača niskonaponska postrojenja
Sklopka snage		<ul style="list-style-type: none"> struje opterećenja pod normalnim uvjetima pri utvrđenim uvjetima preopterećenja nije moguće isključenje kratkog spoja 	<ul style="list-style-type: none"> uključivanje i isključivanje pogonskih sredstava (ne motora i dijelova postrojenja) kombinacija s rastalnim osiguračima niskonaponska postrojenja
Rastavljač snage		<ul style="list-style-type: none"> spoj u opterećenom stanju vidan rastavni razmak 	<ul style="list-style-type: none"> ukapčanje nadzemnih vodova, kabelskih vodova, transformatora, prstenastih vodova srednjenaponska postrojenja
Rastavljač snage s ugrađenim HH-osiguračem		<ul style="list-style-type: none"> isključivanje svih polova pri kratkom spoju (npr. kod ispada jednog osigurača) 	<ul style="list-style-type: none"> HH-osigurači sa zaštitom od kratkog spoja srednjenaponska postrojenja (HH-visokotališni)
Rastavni osigurač snage		<ul style="list-style-type: none"> osigurači u sklopki kao dijelovi strujnog puta bezopasno uključivanje pod opterećenjem 	<ul style="list-style-type: none"> posebna izvedba rastavljača snage niskonaponska postrojenja
Učinska sklopka		<ul style="list-style-type: none"> sa strujnim ograničenjem i kratkim uključnim usporanjem kratko zatezanje kod okidanja spoj pod svim pogonskim uvjetima 	<ul style="list-style-type: none"> uključivanje motora, transformatora sklopka za pogonska sredstva i postrojenja
Automatska učinska sklopka		<ul style="list-style-type: none"> namjestivi termički nadstrujni okidač magnetski brzi okidač kratkog spoja 	<ul style="list-style-type: none"> kao predsklopka za sklopnike kod upravljanja glavna sklopka za zaštitom od preopterećenja i kratkog spoja zaštita vodova u niskonaponskim mrežama
Rastavna učinska sklopka		<ul style="list-style-type: none"> vidan rastavni razmak pri isključivanju isključivanje svih polova pri kratkom spoju (npr. kod ispada jednog osigurača) 	<ul style="list-style-type: none"> postrojenja s višim snagama kratkog spoja u spoju s osiguračima srednjenaponska postrojenja

Sklopni aparati

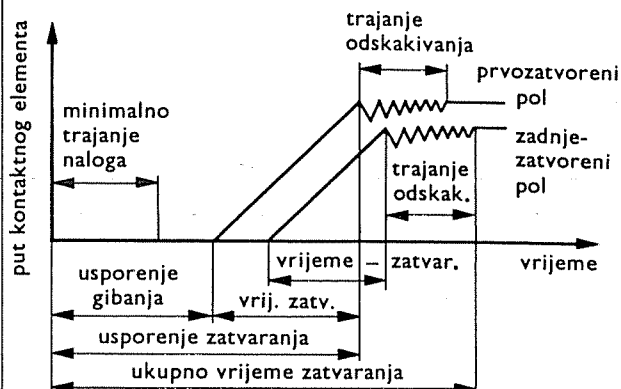
Prijelazne pojave sklopki

DIN VDE 0660

Uklapanje



Isklapanje



Nazivna uklopna moć je tjemena vrijednost struje, koju izdrži sklopka kod uklapanja bez zavarenja kontaktnih pločica i mehaničkog izobličenja.

Nazivna isklompna moć je efektivna vrijednost struje koja s obzirom na napon i faktor snage iskapča sklopni uređaj bez nastupanja lučnog preskoka između kontakta.

Čvrstoća kod kratkog spoja je mehanička čvrstoća uključnog sklopnog aparata ili jednog njegovog sastavnog dijela (npr. okidača) protiv nastupajućih elektrodinamičkih i termičkih opterećenja.

Nazivne struje u A¹⁾ za niskonaponske sklopne aparate do 1000 V

DIN 40003 AB1/05.70

Sklopka, Pokretač, Stepnasta sklopka, Utične naprave	—	—	—	—	—	—	—	—	6,3	—
	10	—	16	20	25	31,5	40	—	63	—
	100	125	160	200	250	—	400	—	630	800
	1000	—	1600	2000	2500	3150	4000	—	6300	8000
NH-podnožak osigurača	—	—	—	—	—	31,5 ²⁾	—	—	63 ²⁾	—
	100	—	160	—	250	—	400	—	630	800
	1000	1250	—	—	—	—	—	—	—	—
NH-uložak osigurača	—	—	—	2 ²⁾	—	—	4 ²⁾	—	6,3	8 ²⁾
	10	12,5 ²⁾	16	20	25	31,5 ²⁾ 3)	40 ³⁾	50	63	80
	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800
	1000	1250	—	—	—	—	—	—	—	—

¹⁾ zaokruživanje vrijednosti 6,3 A, 12,5 A i 31,5 A na 6 A, 12 A i 32 A

²⁾ samo u slučaju potrebe kao dodatne međuvrijednosti

³⁾ još upotrebljiva međuvrijednost 35 A

Nazivne struje u A za sklopne aparate izmjeničnog napona preko 1000 V

DIN 40003 AB1 2/05.70

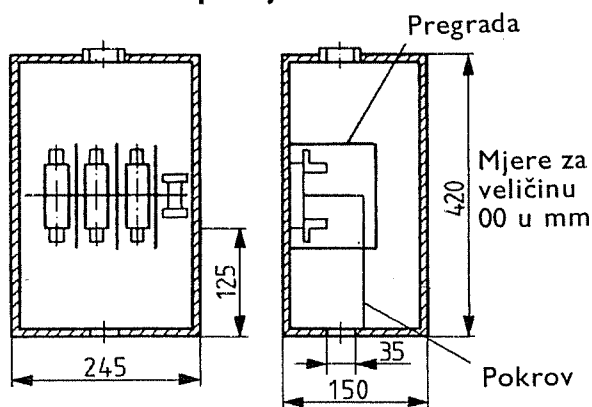
Sklopke, provodnici	1 kV... 60 kV	400	630	1250	1600	2500	3150	4000	6300	8000	—
	preko 60 kV	630	800	1250	1600	2000	3150	4000	—	—	—
Podložak osigurača do reda 30 N		200	—	400	—	—	—	—	—	—	—
Ulošci osigurača do 30/36 kV		6,3	10	16	25	40	63	100	160	200	250
Primarni okidači		6,3 315	10 400	16 500	25 630	40 —	63 —	100 —	160 —	200 —	250 —

Razdioba kućne instalacije

VDE 0190/05.73/DIN 43627 T.2/12.80
DIN 43870 T.1 u. 2/05.81
DIN 18015 T.1/11.84 T.2/11.84 T.3/06.82

JUS M.B2.920
JUS M.B2.911

Kabelski kućni priključni ormarići



Dopušteni maksimalni pad napona

0,5% u vodovima od kućnog priključka do brojila¹⁾
3,0% u električnim postrojenjima iza brojila

¹⁾ vidi navode tehničkih uvjeta priključenja (TUP)

Presjek glavnih vodiča po stambenoj jedinici (SJ)

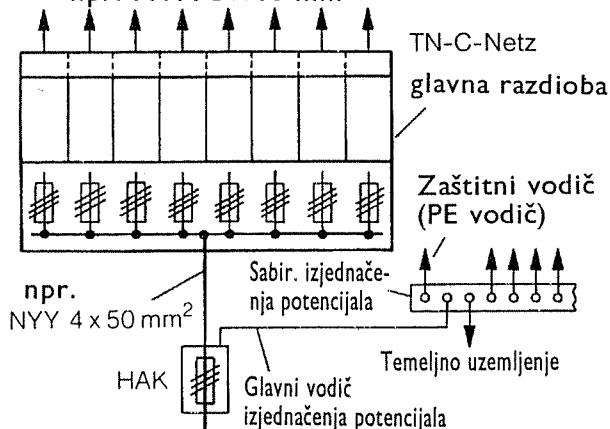
1 SJ	NYM 4 × 16 mm ²
2 SJ	NYM 4 × 25 mm ²
3 SJ	NYM 4 × 35 mm ²

od 4 SJ u skladu s TUP

Kra- tica	Strujni krug s NH osiguračem	Presjek priključka	
		Dolaz u mm ² (maks)	Odlaz u mm ² (maks)
KH 00	3 × veličina 00 + PEN/N	4 × 50	4 × 50
KH 1	3 × veličina 1 + PEN/N	4 × 150	4 × 120

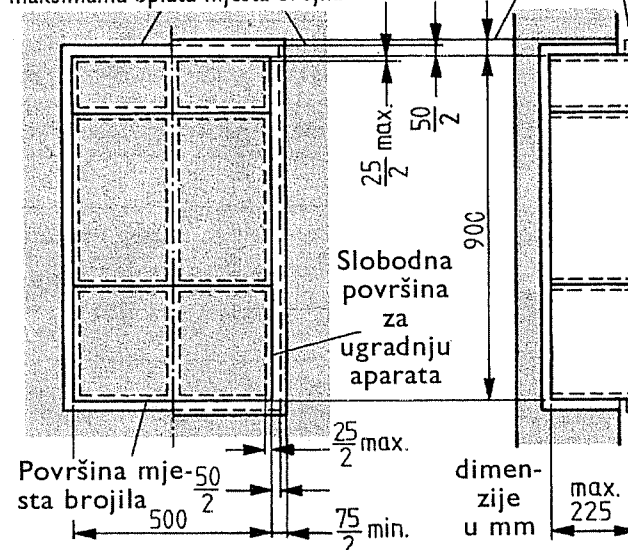
Primjer središnjeg rasporeda brojila

npr. NYM 5 × 10 mm²



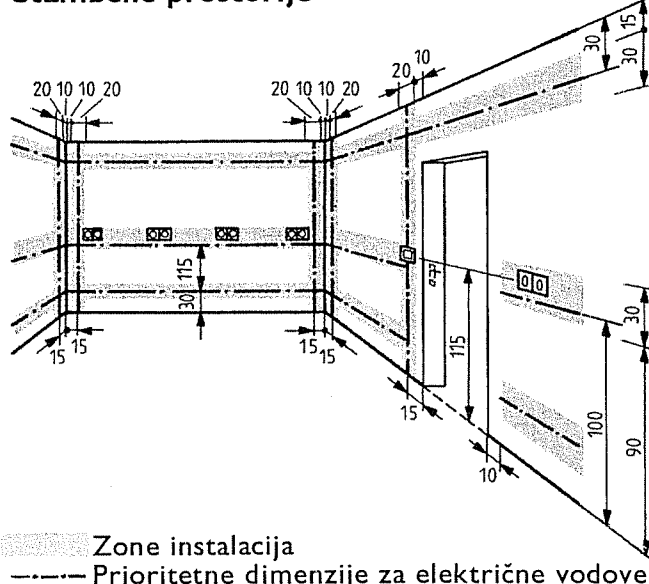
Mjesto brojila prema rasterskom sustavu

izgrađen minimalan ugradni otvor
maksimalna oplata mjesta brojila

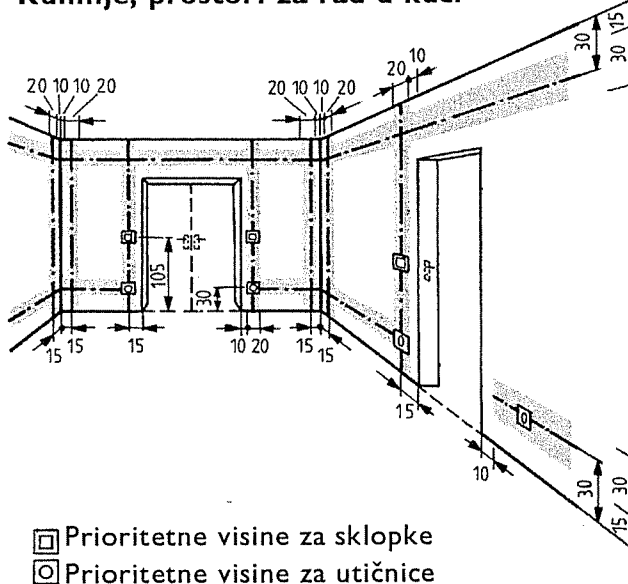


Zone instalacija i prioritetne dimenzije

Stambene prostorije



Kuhinje, prostori za rad u kući

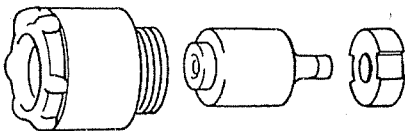
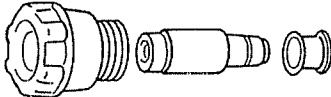
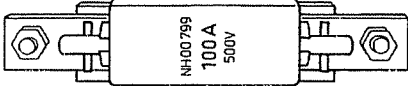


- Prioritetne visine za sklopke
- Prioritetne visine za utičnice

Nadstrujni zaštitni organi

VDE 0636 T.1 ... 4/8. 76
JUS N. E5. 005, JUS N. E5. 211, JUS N. E5. 240

Niskonaponski osigurači

Naziv	Područja	Prikaz	Pojedinosti
Diazed sustav osigurača (D-sustav)	do 100 A i 500 V ~ kao i 600 V ≈		<ul style="list-style-type: none"> ● podnožak osigurača ● ulošci osigurača (s rastalnim vodičem u zatvorenom zaštićenom prostoru) ● glava (kapa) osigurača (npr. glava s navojem) ● naprava za onemogućavanje zamjene (npr. kalibrirani dosjedni uložak)
Neozed sustav osigurača (DO-sustav)	do 100 A i 380 V ~ 250 V —		
NH-sustav osigurača	do 1250 A i 500 V ~ 440 V —, 660 V ~		

D i DO sustavi osigurača — znaci raspoznavanja

Područja primjene osigurača

Osigurač i dosjedni uložak		Nazivna struja podnoška u A	Veličina navoja osigurača		Funkcijske klase:
Nazivna struja u A	Boja raspoznavanja		Diazed	Neozed	
2 4 6 10 16 20 25	ružičasto smeđe zeleno crveno sivo plavo žuto	25	D II (E 27)	DO 1 (E 14)	Funkcijske klase: g: osigurači za cijeli opseg mogu: <ul style="list-style-type: none"> ● trajno provoditi nazivnu struju i ● isključivati struje od najmanje struje taljenja do nazivne struje isključenja a: osigurači za djelomičan opseg mogu: <ul style="list-style-type: none"> ● trajno provoditi nazivnu struju i ● isključivati struju iznad određenog višekratnika njihove nazivne struje do nazivne struje isključenja
35 50 63	crno bijelo bakreno	63		DO 2 (E 18)	
80 100	srebrno crveno	100	D IV (R 1/4)	DO 3 (M 30.2)	Vrste zaštićenih objekata: L: zaštita kabela i vodova M: zaštita sklopnih aparata R: poluvodička zaštita B: zaštita rudnika i pogona Pogonske klase gL: cijeli opseg zaštite kabela i vodova aM: djelomični opseg zaštite sklopnih aparata aR: djelomičan opseg zaštite poluvodiča gR: cijeli opseg zaštite poluvodiča gB: cijeli opseg zaštite rudarskih pogona

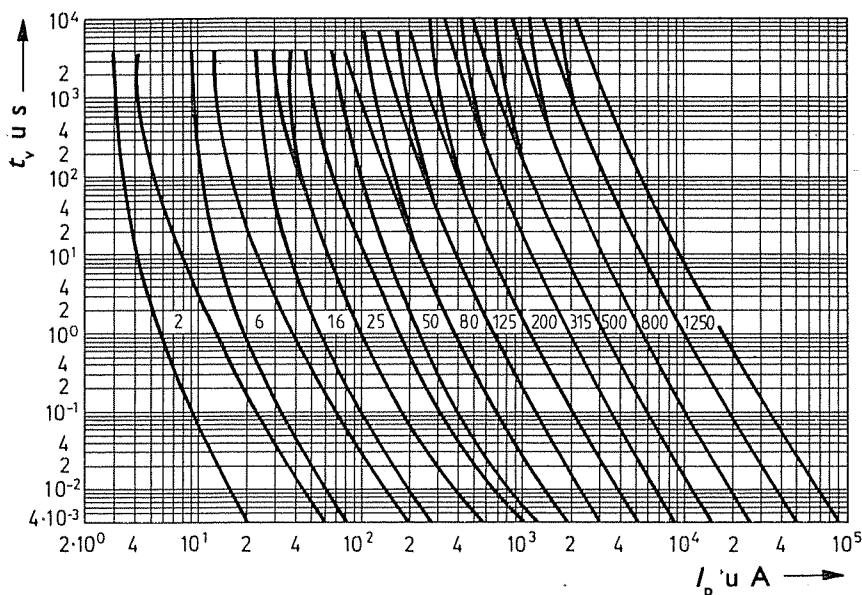
NH-osigurači — znaci raspoznavanja

Veličina	Nazivna struja podnoška	Nazivna struja uloška	Ukupna duljina u mm	Dopušteni nazivni gubitak snage u W		Nazivni presjek vodiča jednožilnog i višežilnog	
				500 V ~	660 V ~	mm ² (min)	mm ² (max)
00	100	35 ... 100	78	7,5	9	16	50
0	160	35 ... 160	125	16	19	35	95
1	250	80 ... 250	135	23	28	70	150
2	400	125 ... 400	150	34	41	150	300
3	630	315 ... 630	150	48	58	2 × (40 × 5)	
4	1000	500 ... 1000	200	90	90	2 × (60 × 5)	
4a	1250	500 ... 1250	200	110	110	2 × (80 × 5)	

Nadstrujni zaštitni organi

VDE 0636 T.1/12.83, DIN 41660/05.90 (JUS N.E5.206)
VDE 0820 T.1/05.79, DIN 41661/05.79 (JUS N.E5.731)
DIN 41662/05.79

Strujno-vremenski dijagram osigurača za zaštitu vodova



Pojmovi:

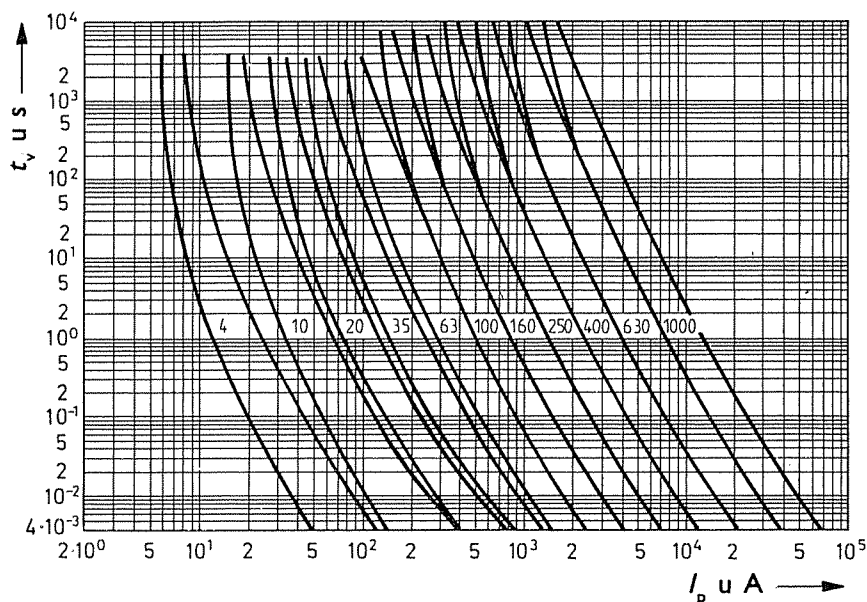
- t_v (virtualna vremena) su u dijagramu vrijeme trajanja t_{vt} (najmanje vrijeme) i vrijeme okidanja t_{vo} (najveće vrijeme)
- I_p (neutjecajna — predviđiva struja kratkog spoja) je struja u slučaju greške

Primjer:

- strujno vremensko područje 63-A-osigurač
- struja kratkog spoja I_k 750 A
- vrijeme taljenja $t_{vs} \approx 0,03$ s
- vrijeme okidanja $t_{va} \approx 0,2$ s

Selektivnost:

Strujno-vremenska područja osigurača za zaštitu vodova su usklađena tako da osigurači kojih nazivne struje (≥ 16 A) stoje u odnosu 1:1,6, međusobno selektivno isključuju u određenim područjima pogonskog napona. (vidi također i str. 129)



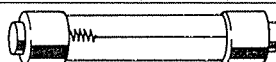
Osigurači za zaštitu aparata (fini osigurači)

G-rastalni uložak 250 V, zamjenljiv

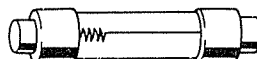


I_N : 0,032...6,3 A
Veličina: 5 · 20 mm

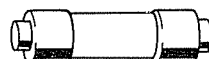
G-rastalni uložak 250 V, nezamjenljiv



I_N : 0,035...0,06 A
Veličina: 5 · 30 mm



I_N : 0,08...0,6 A
Veličina: 5 · 25 mm



I_N : 0,8...4 A
Veličina: 5 · 20 mm

Prekidana svojstva (slova za raspoznavnje)

superbrzi: FF

brzi: F

srednjetrodni: M

tromi: T

supertromi: TT

Nadstrujni zaštitni organi

VDE 0641/06.78
VDE 0664 T.1/05.81

(JUS N.K5.014)
(JUS N.K5.020)

Zaštitna sklopka voda (automati)

Uloga sklopke:

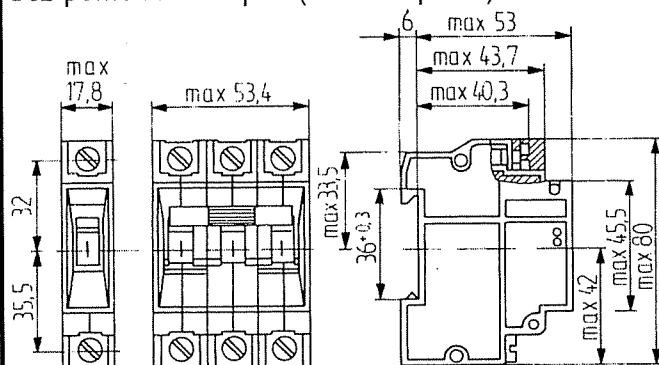
- zaštita presjeka vodiča od kratkog spoja i preopterećenja u električnim postrojenjima
- dodatna zaštita protiv opstanka previsokih dodirnih napona u TN mreži i TT mreži

Uloga pomoćne sklopke:

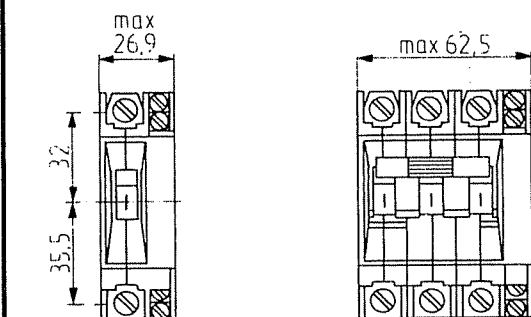
- uklapanje upravljačkih nadzornih strujnih krugova istovremeno s glavnim strujnim krugom
- nadzor uklopnog stanja automata

Dimenzije LS-sklopke

bez pomoćne sklopke (1- do 4- polna)



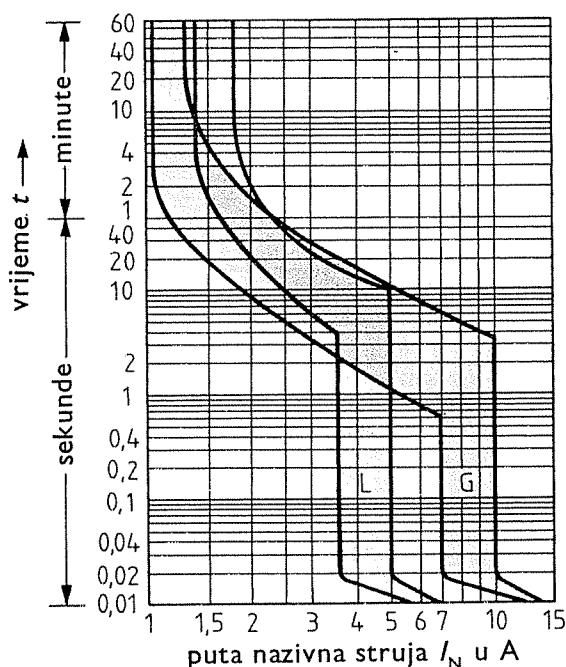
s pomoćnom sklopkom (1- do 4- polna)



Zaštitna sklopka voda do 415 V ~ / 440 V ~

Nazivna uključna moć	Nazivna struja u A pri									
	L-karakteristika					G-karakteristika				
6 kA	—	6	8	10	16	0,5	1	1,6	2	3
	20	25	—	—	—	4	6	8	10	16
						20	25	32	—	—
10 kA (15 kA ~)	—	—	—	10	16	—	—	—	—	—
	20	25	—	—	—	20	25	32	—	—
4,5 kA ≈	—	—	—	—	—	0,5	1	1,6	2	3
	20	6	8	10	16	4	6	8	10	16
		25	—	—	—	20	25	32	40	50

Karakteristike okidanja LS-sklopki



Zaštitna sklopka od strujne greške

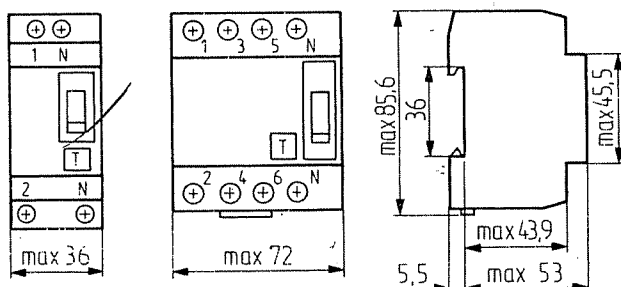
Uloga FI zaštitne sklopke:

Isključivaje unutar 0,2s pri nastupanju opasnih dodirnih napona zbog izolacijske greške.

Dimenzije FI-zaštitne sklopke

Nazivni napon 125...220 V ~ (2polni)
u mreži

220...380 V ~ (4polni)
120...240 V ~ (2polni)
240...415 V ~ (4polni)



Izvedbene veličine i otpori uzemljenja

Nazivna struja kvara I_u	Maksimalni otpor uzemljenja R_a u kod maks. dodirnog napona	
	50 V	60 V
10 mA	5000	2500
30 mA	1667	833
0,3 A	167	83
0,5 A	100	50
1 A	50	25

FI-zaštitna sklopka s predzaštitom od kratkog spoja

Nazivna struja sklopke u A	16	25	40	63	100	125	160	224
Isključna moć u kA	1,5	1,5	1,5	2	2,5	2	4	4
Maksimalna predzaštita od kratkog spoja u A za:								
NH (gL)	63	80	80	100	125	125	160	224
Neozed	63	80	80	100	—	—	—	—
Diazed (gL)	50	63	63	80	100	—	—	—

Električni uređaji u stambenim zgradama

DIN 18015 T.2/11.84

Minimalna oprema električnih postrojenja

Vrsta trošila	utičnice ¹⁾	Broj izvoda za rasvjetu	uređaje ≤ 2 kW	uređaje ≥ 2 kW
Sobe ili spavaonice				
Stambena površina do 8 m ²	2 ²⁾	1		
preko 8 do 12 m ²	3	1		
preko 12 do 20 m ²	4	1		
preko 20 m ²	5	2		
Kuhinje, kuhinjske niše				
ventilator/napa	3/5	2 ²⁾ /2 ³⁾	1 ⁴⁾	
štednjak				1
hladnjak, zamrzivač	1			1
stroj za pranje suđa				1 ⁵⁾
bojler				
Kupaonica				
ventilator	2 ⁶⁾	2 ⁷⁾	1 ⁴⁾ 8)	1 ¹⁰⁾
stroj za pranje rublja ⁹⁾				1 ¹⁰⁾
grijalica	1			1 ⁵⁾
bojler				
WC				
ventilator	1 ¹¹⁾	1	1 ⁴⁾ 8)	
Kućna radna prostorija				
ventilator	3	1 ³⁾	1 ⁴⁾	do 1 ¹²⁾
stroj za pranje rublja, sušilo				1
stroj za glačanje				
Hodnik				
duljina hodnika do 2,5 m	1	1 ¹³⁾		
preko 2,5 m	1	1 ¹⁴⁾		
Slobodni prostor				
	1	1 ¹⁵⁾		
Spremište od 3 m²				
		1		
Prostorija za hobi				
	3	1		
Stan, pripadajući podrum, tavan				
	1	1		
Zajednički upotrebljavani podrum, tavan				
pri korisnoj površini do 20 m ²	1	1		
preko 20 m ²	1	2		
Podrum, tavan				
		1		

- 1) odnosno priključnice za trošila ispod 2 kW
 2) utičnice uz krevet barem dvostruke, uz antenski priključak trostruke
 3) radna površina bez sjene
 4) kod pojedinačnog prozračivanja
 5) pri nikakvoj drugoj opskrbi
 6) kombinacija s rasvjetom umivaonika
 7) kupaonice do 4 m² korisne površine s jednim izvodom iznad umivaonika

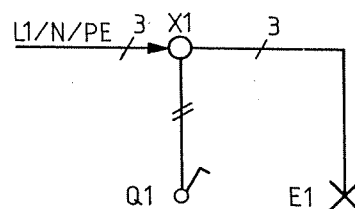
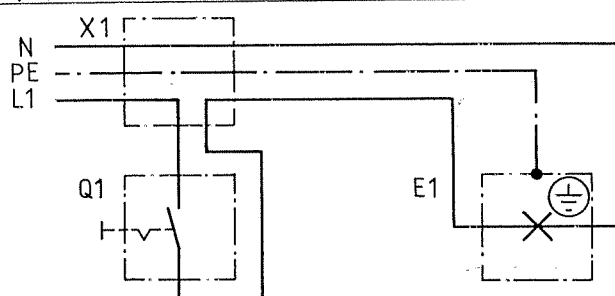
- 8) kod kupaonica ili WC-a bez prozora, uključanje preko glavne rasvjete s opozivom
 9) u jednom stanu samo jednom
 10) ako ne postoji radna prostorija
 11) za WC s umivaonikom
 12) ako nije predviđeno u kupaonici ili nekoj drugoj prostoriji
 13) uključivo s jednog mjesta
 14) uključivo s dva mjesta
 15) preko 8 m² korisne površine

Instalacijski spojevi s instalacijskim sklopkama

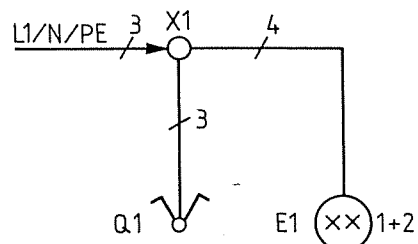
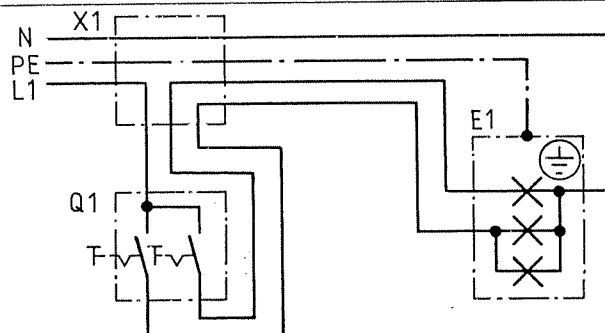
Strujna shema u povezanom prikazu

Principna spojna shema

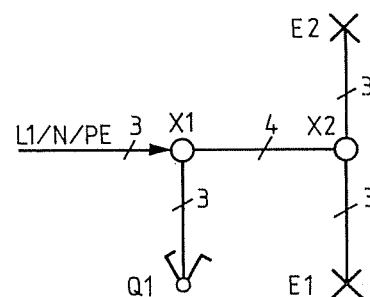
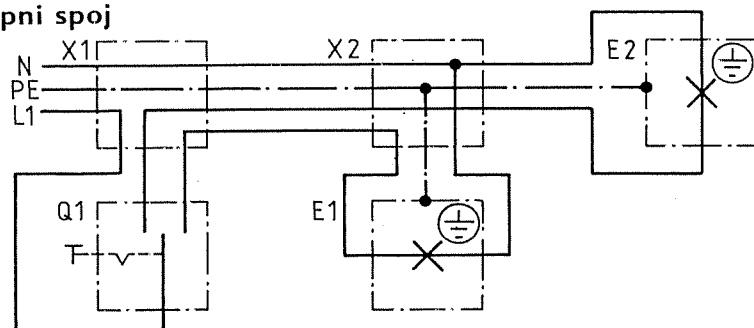
Isklapanje



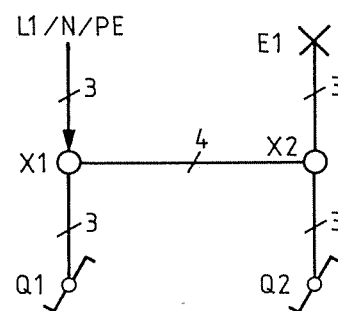
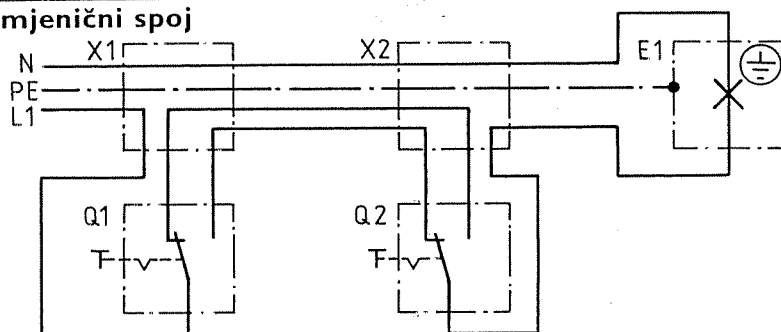
Serijski spoj



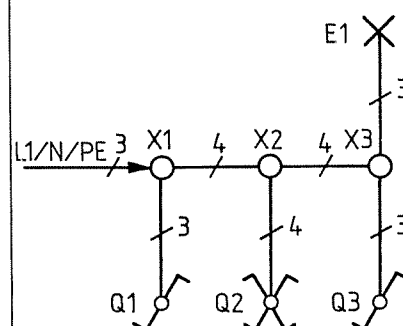
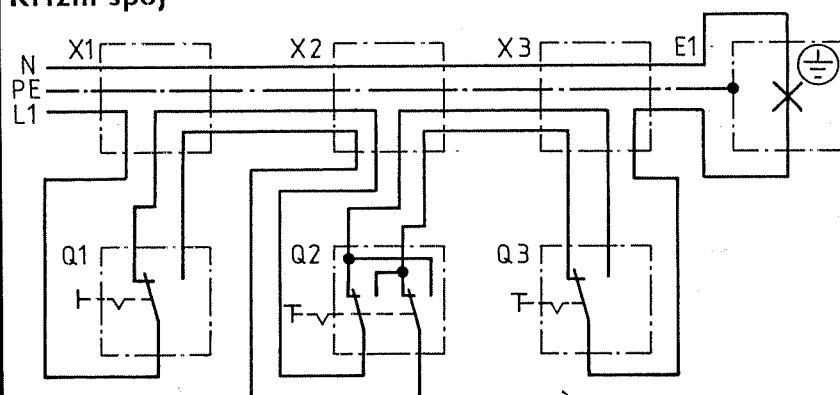
Grupni spoj



Izmjenični spoj



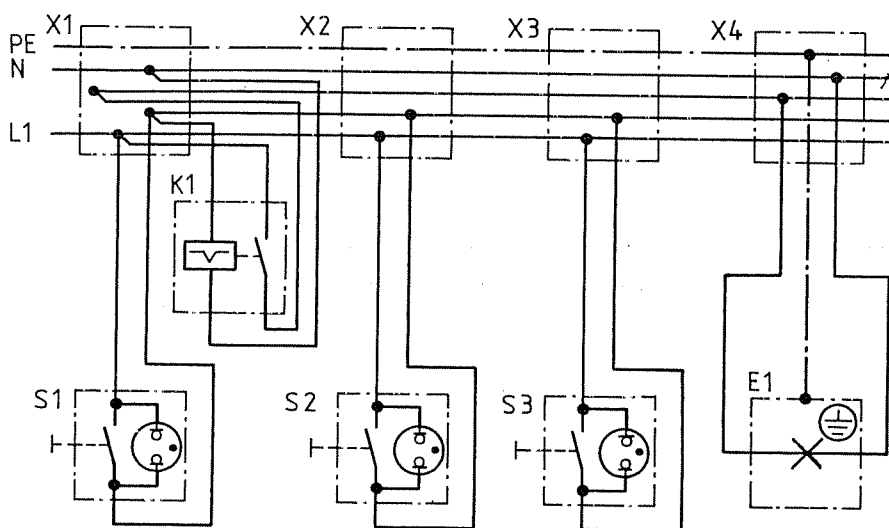
Križni spoj



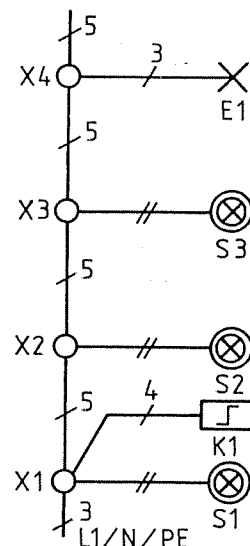
Instalacijski spojevi s elektromagnetskim sklopkama

Strujna shema u povezanom prikazu

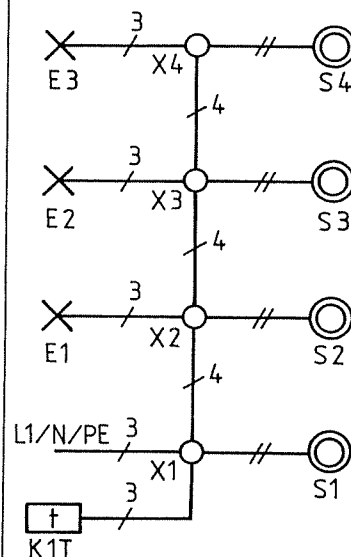
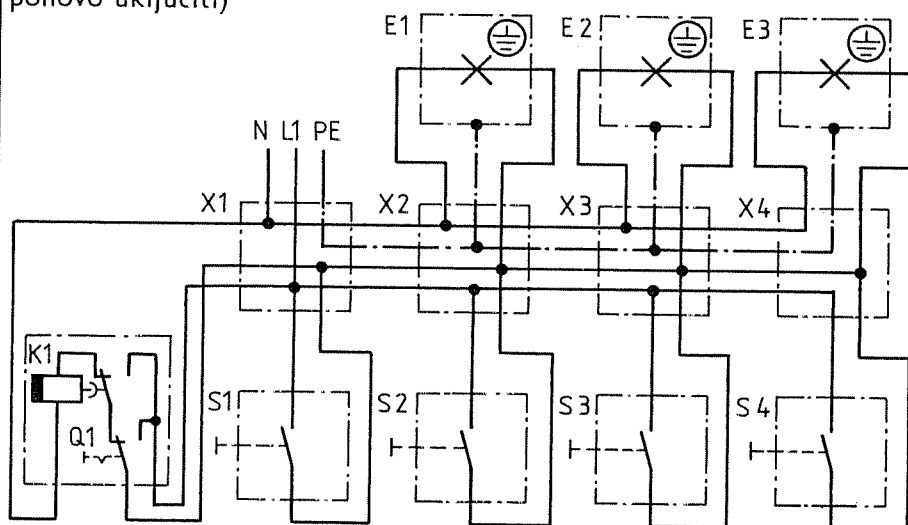
Impulsni spoj svijetlećim tipkama



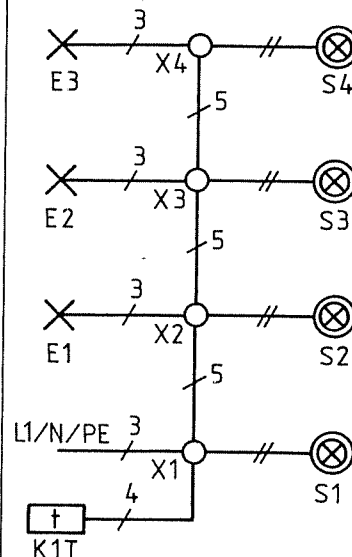
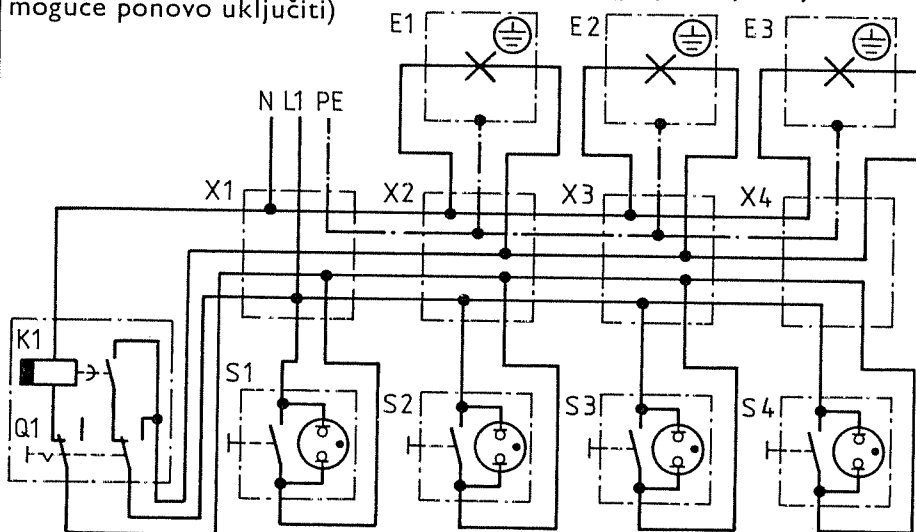
Principna spojna shema



Spoj za stubišnu rasvjetu s vremenskom sklopkom u L-upravljanom trožilnom priključku (prije isključenja nije moguće ponovo uključiti)



Spoj za stubišnu rasvjetu s vremenskom sklopkom i L-upravljanom četverožilnom priključku (prije isključenja moguće ponovo uključiti)



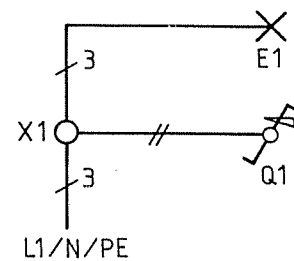
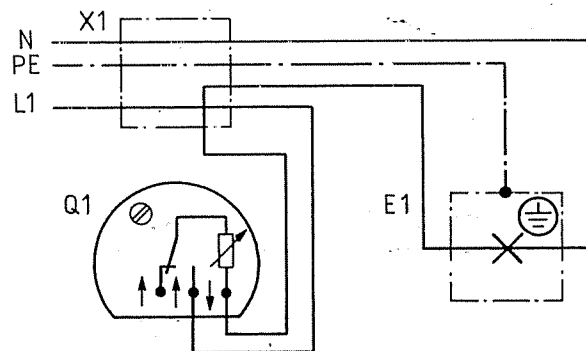
Instalacijski spojevi s potamnjiivačima

Strujna shema u povezanom prikazu

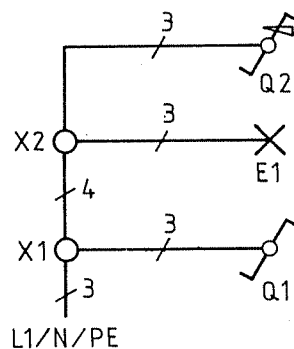
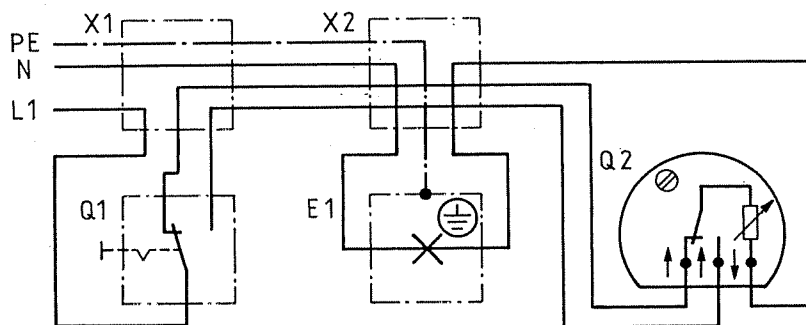
Principna shema

Potamnjiivač za žarulje¹⁾ (s tri priključnice)

Isklapanje

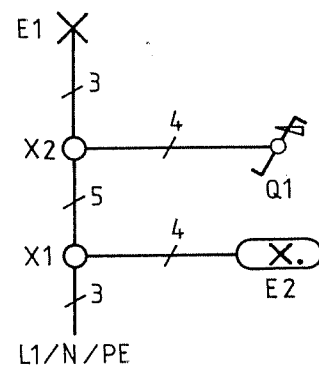
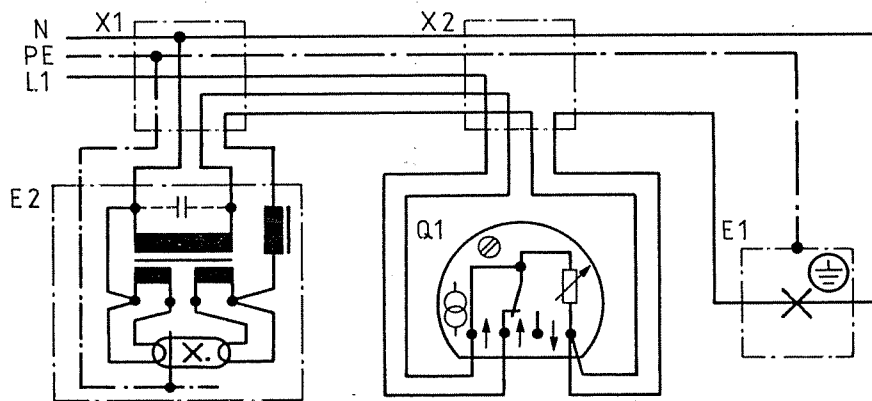


Izmjenični spoj

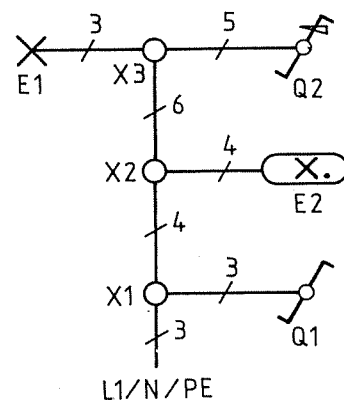
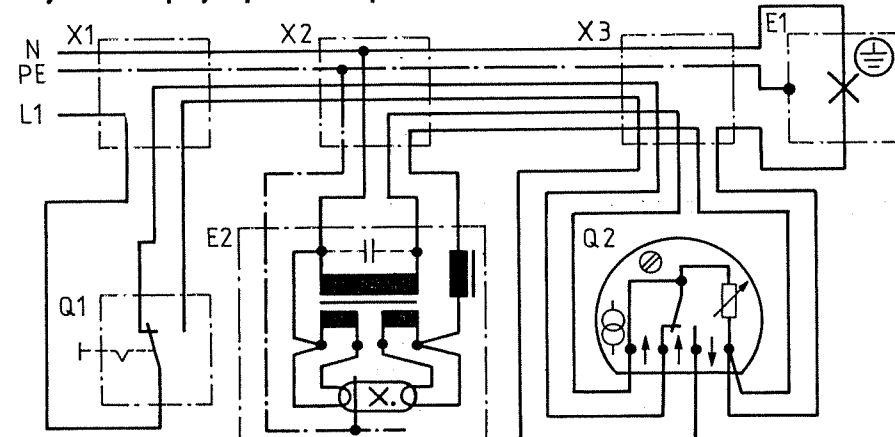


Potamnjiivač za neonske cijevi (s 4 priključnice, također i za žarulje)

Isklapanje s predsklopom



Izmjenični spoj s predsklopom



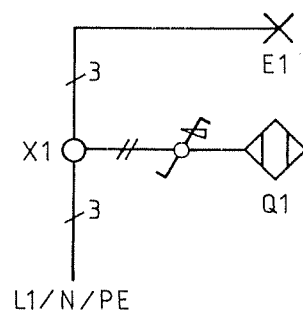
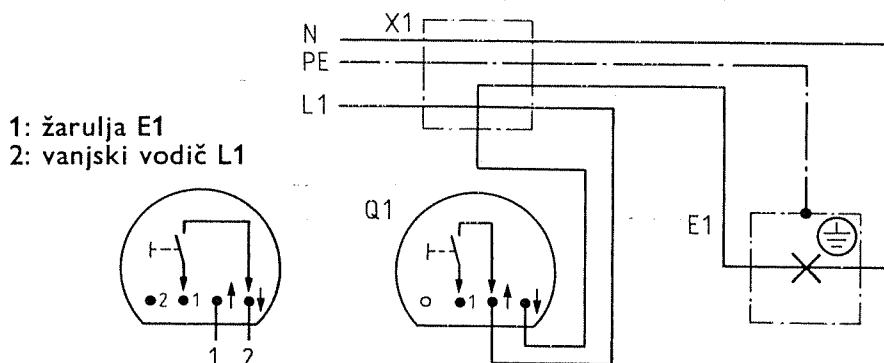
¹⁾ spojna oznaka za potamnjiivač u strujnoj shemi nije normirana

Instalacijski spojevi s potamnjivačima, senzorskim sklopkama i senzorima

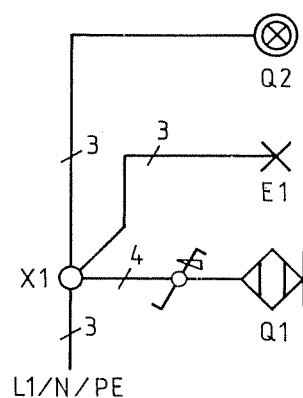
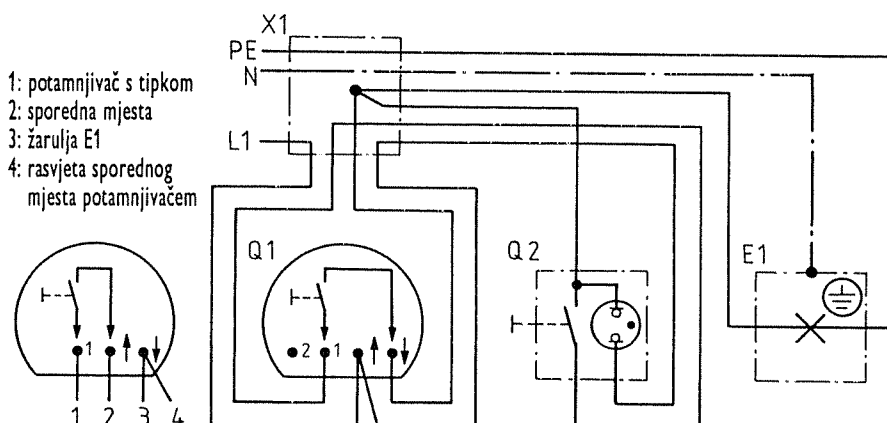
Strujna shema u pripadnom prikazu

Principna strujna shema

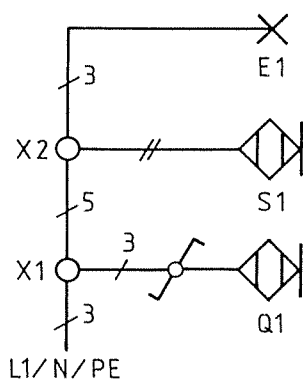
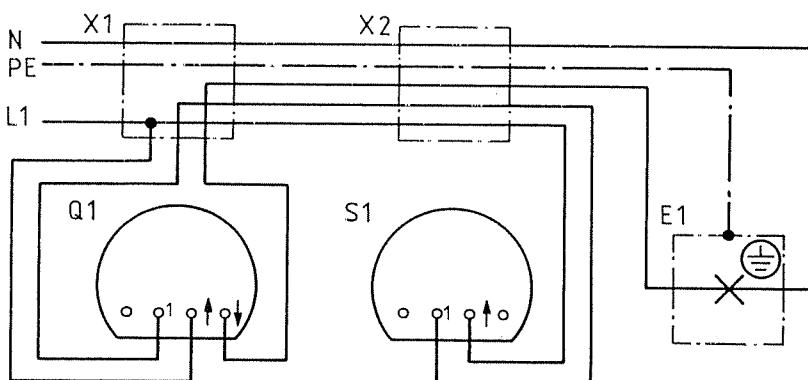
Isklapanje s dodirnim potamnjivačem¹⁾



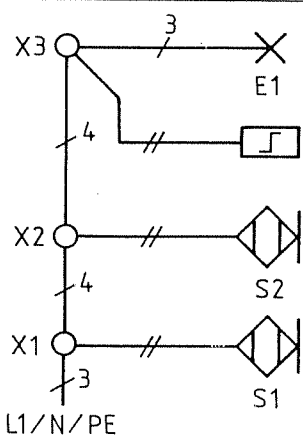
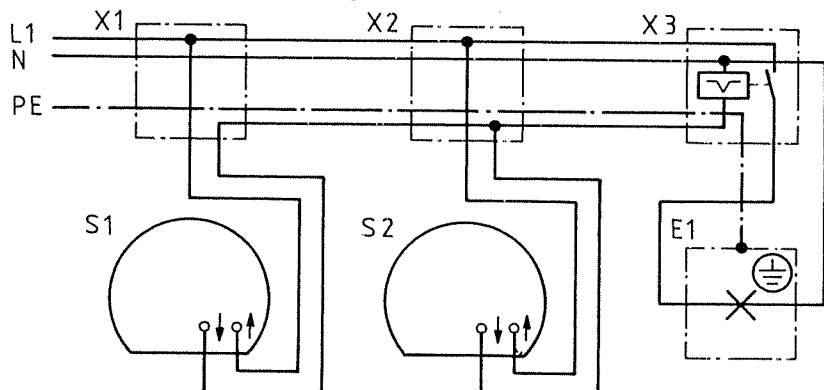
Izmjenični spoj s dodirnim potamnjivačem



Impulsni spoj sa senzorskom sklopkom i senzorom



Impulsni spoj sa senzorskim tipkama

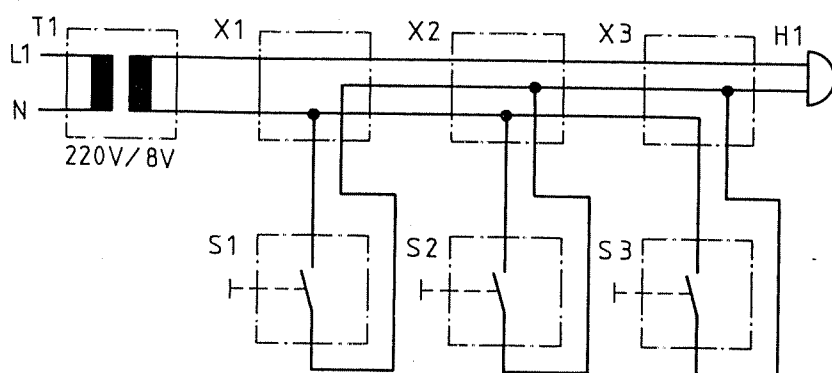


¹⁾ oznaka za strujnu shemu nije normirana

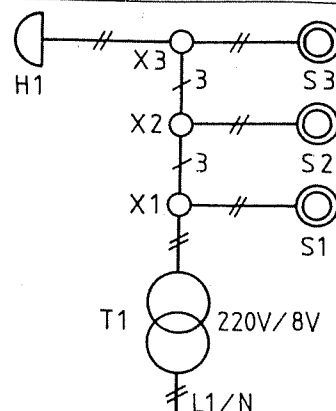
Spojevi za kućne komunikacije i informacije

Strujna shema u pripadnom prikazu

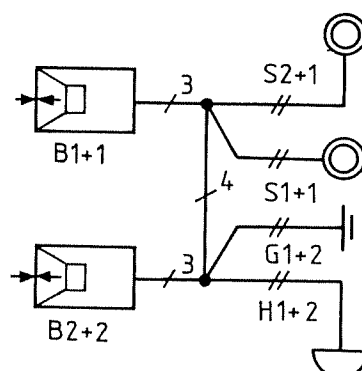
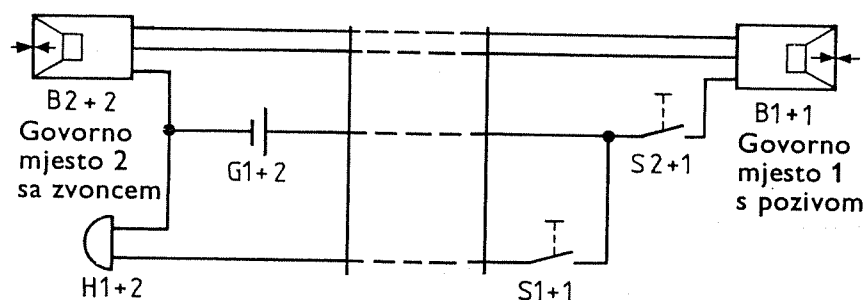
Signalna shema



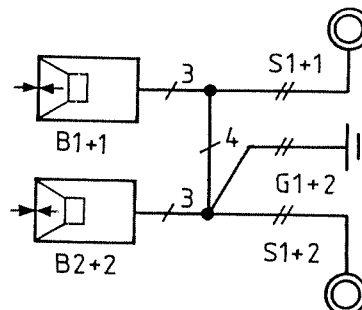
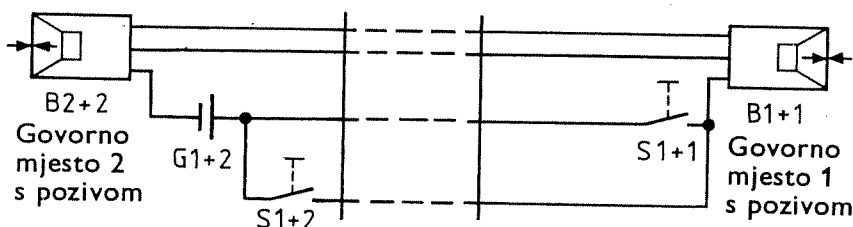
Principna spojna shema



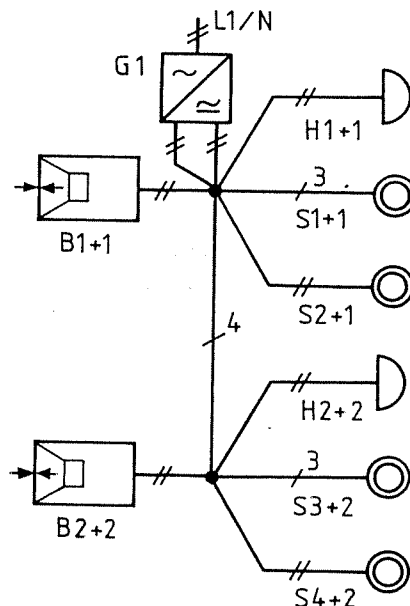
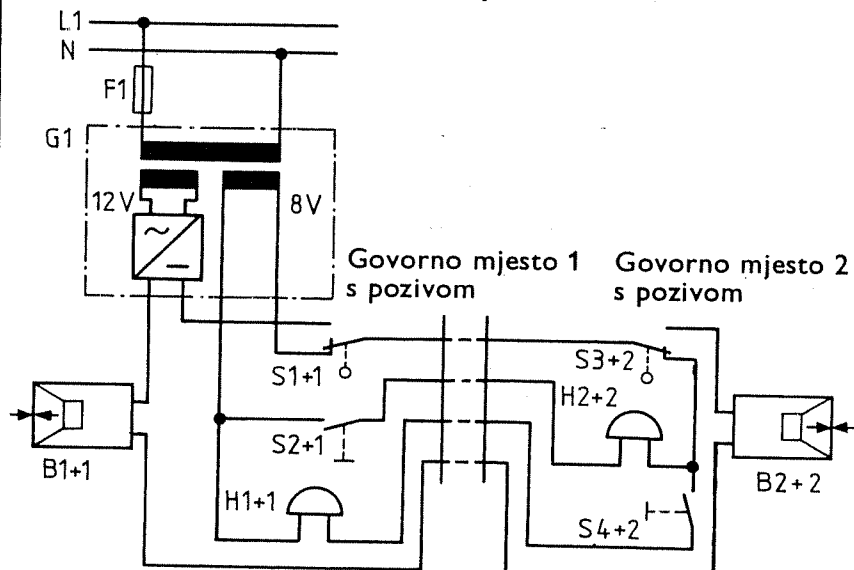
Interfonski uređaj s jednosmjernim pozivom



Interfonski uređaj s obostranim uključivanjem

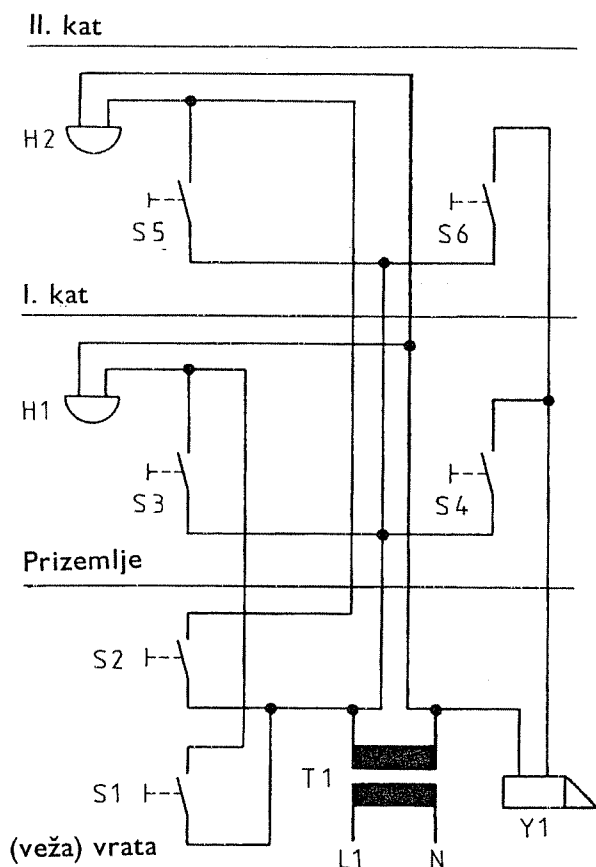


Interfonski uređaj s obostranim pozivom

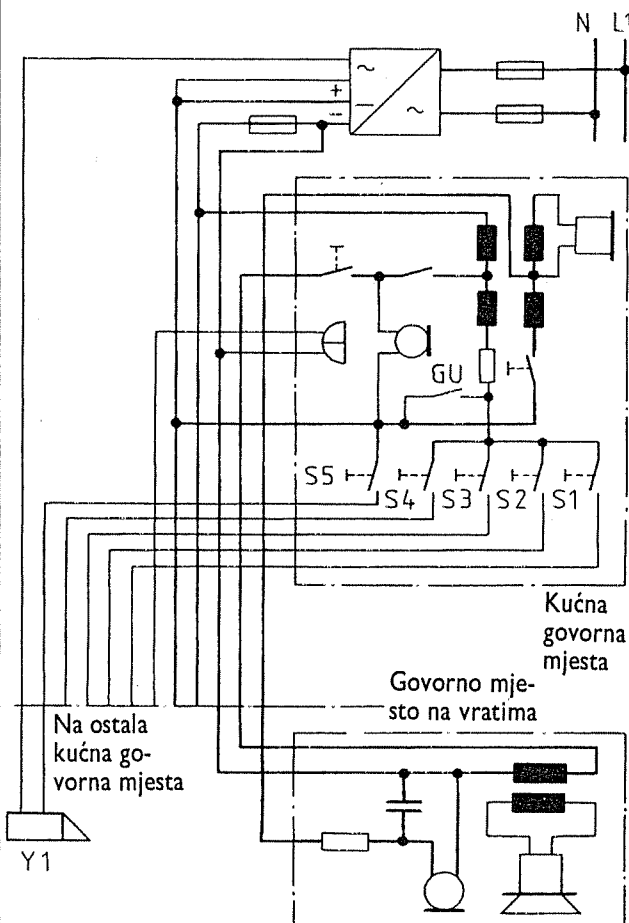


Spojevi za kućne komunikacije i informacije

Zvono i uređaj za otvaranje vrata

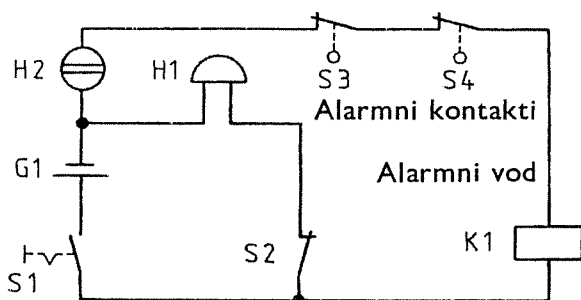


Kućni interfon za vrata

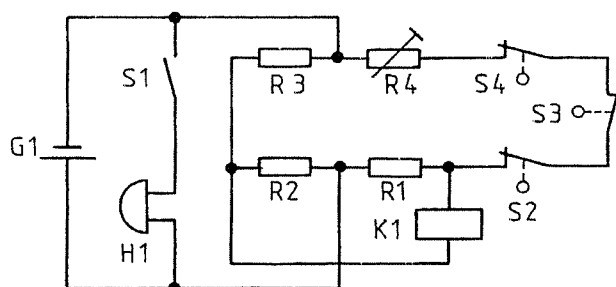


Uređaji za zaštitu prostorija

Uređaj sa strujom mirovanja i relejom

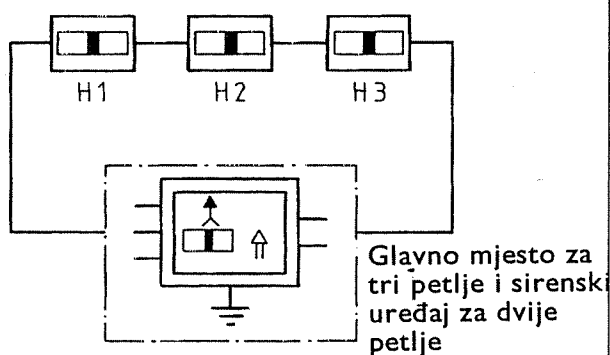


Uređaj sa strujom mirovanja u mosnom spoju

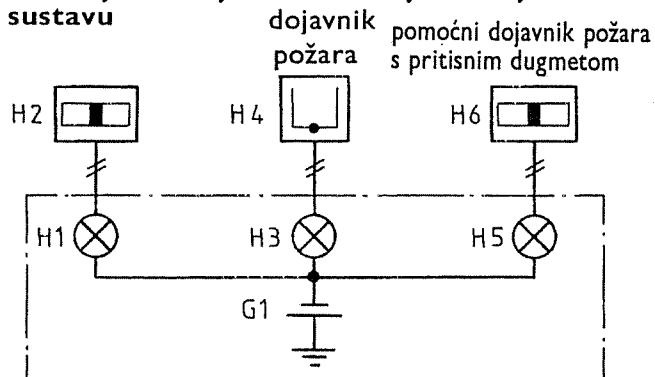


Uređaj za dojavu požara

Uređaj sa strujom mirovanja u sustavu petlje



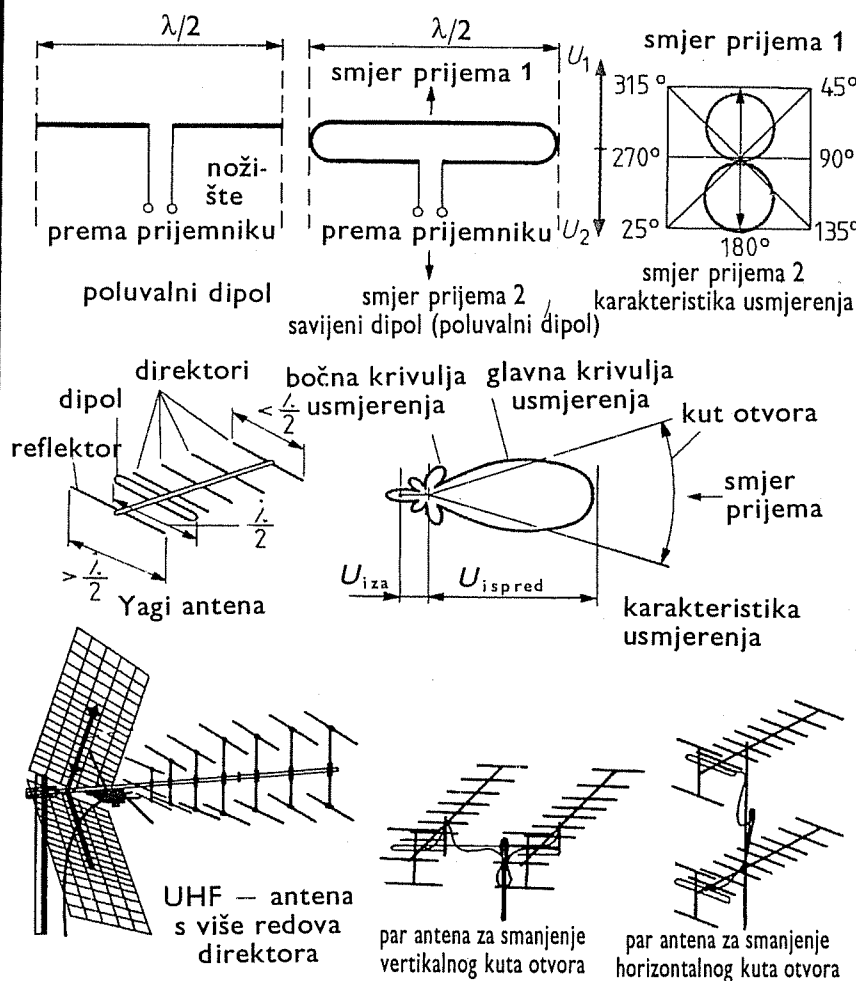
Uređaj sa strujom mirovanja u linijskom sustavu



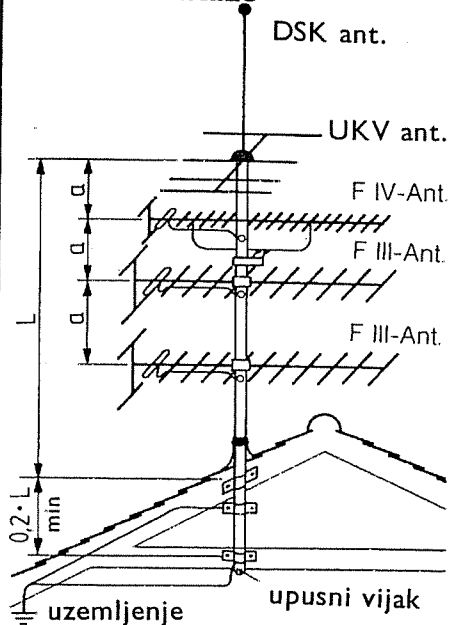
Antenski uređaji

VDE 0855 T.1/05.84 (JUS N.N6.504)
VDE 0855 T.2/11.75 (JUS N.N6.171)

Izvedbeni oblici antena



Pravila montaže



najmanje udaljenosti antena u m

	FI	U	F III	F IV	F V
FI	2,50	1,40	1,40	0,80	0,80
U	1,40	1,10	0,80	0,80	0,80
F III	1,40	0,80	0,80	0,80	0,80
F IV	0,80	0,80	0,80	0,60	0,50
F V	0,80	0,80	0,80	0,50	0,50

Karakteristične veličine višeečanih UKV i TV-antena

Antene						
Prijem sa	UKV dipol	3-člana antena s produljenim dipolom	UKV-križni dipol	5-člana usmjerena antena	antena za III. TV pojas sa savijenim dipolom, montaža ispred stupa	kutni reflektor s V-dipolom pojas IV + V
Karakteristika usmjerenja						
Dobitak	0 dB	5 dB	-3 dB	7 dB	5 dB	12 dB (kod 470 MHz)
Odnos ispred-iza	1:1 (0 dB)	5,6:1 (15 dB)	—	8:1 (18 dB)	5:1 (14 dB)	30,6:1 (30 dB)
Kut otvora	horizont.	80°	70°	65°	68°	40°
	vertikalno	360°	110°	80°	110°	27°

Antenski uređaji

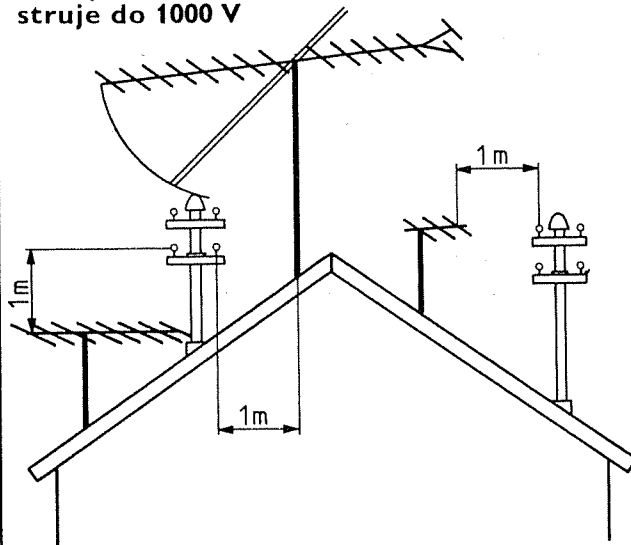
DIN 40 900 T. 10/03.88
DIN 40 900 T. 11/03.88

Gran. vrijed. razine na priključ. prijemnika

Područje	Razina na priključcima prijemnika u jednom uređaju	
	Najv. vrijed. dB (μV)	Najniža vrijednost dB (μV)
DV, SV	94	6 dB ispod razine osnovne antene
DV, SV dod. signal	94	40
UKV	80	40 za mono 50 za stereo
I	84	52
III	84	54
IV/V	84	57

Navedene razine za zadana područja ostaju iste i kod dodatnih signala, ukoliko se radi o tonskim i TV-signalima.

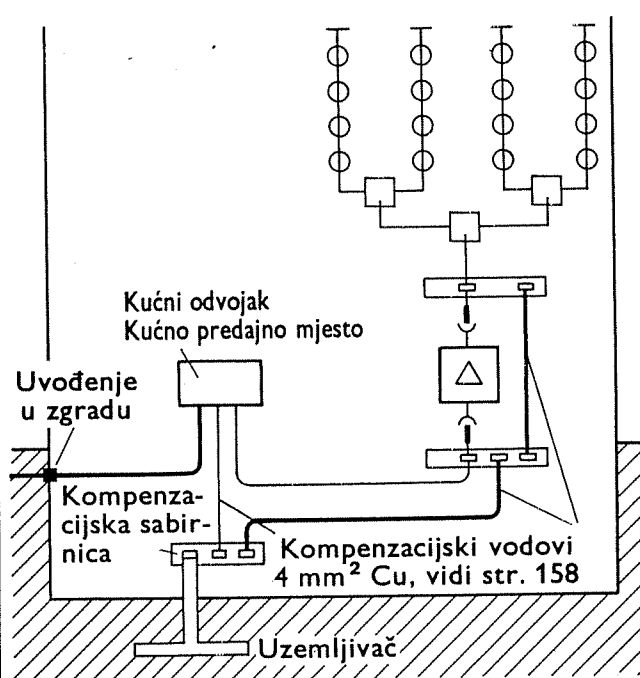
Udaljenost od nadzemnih vodova jake struje do 1000 V



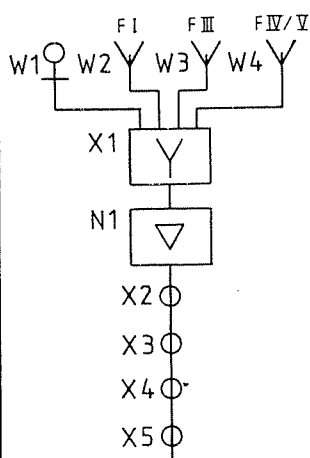
Spojni simboli u antenskim uređajima

Spojni simbol	Slovo raspoznavanja	Značenje
	W	antena, općenito
	W	DSK-antena
	W	DSKU-antena
	W	dipolantena
	N	pojačalo
	U	pretvornik
	X	skretnica
	X	razdjelnik
	X	odvojn timer
	X	antenska utičnica, razvezana
	X	antenska utičnica sa zaključnim otporom
	X	razvezana antenska utičnica

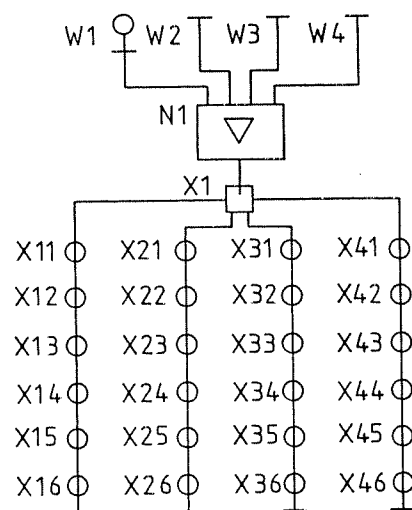
Uvođenje antenskog kabela u kuću



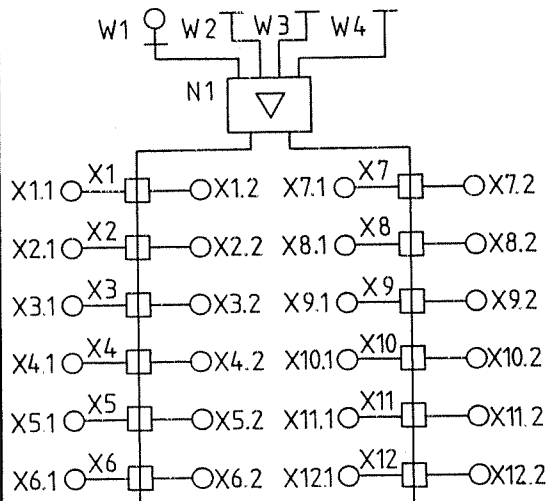
Jednoantenski uređaj s 4 utičnice



Sustav sa glavnim vodovima

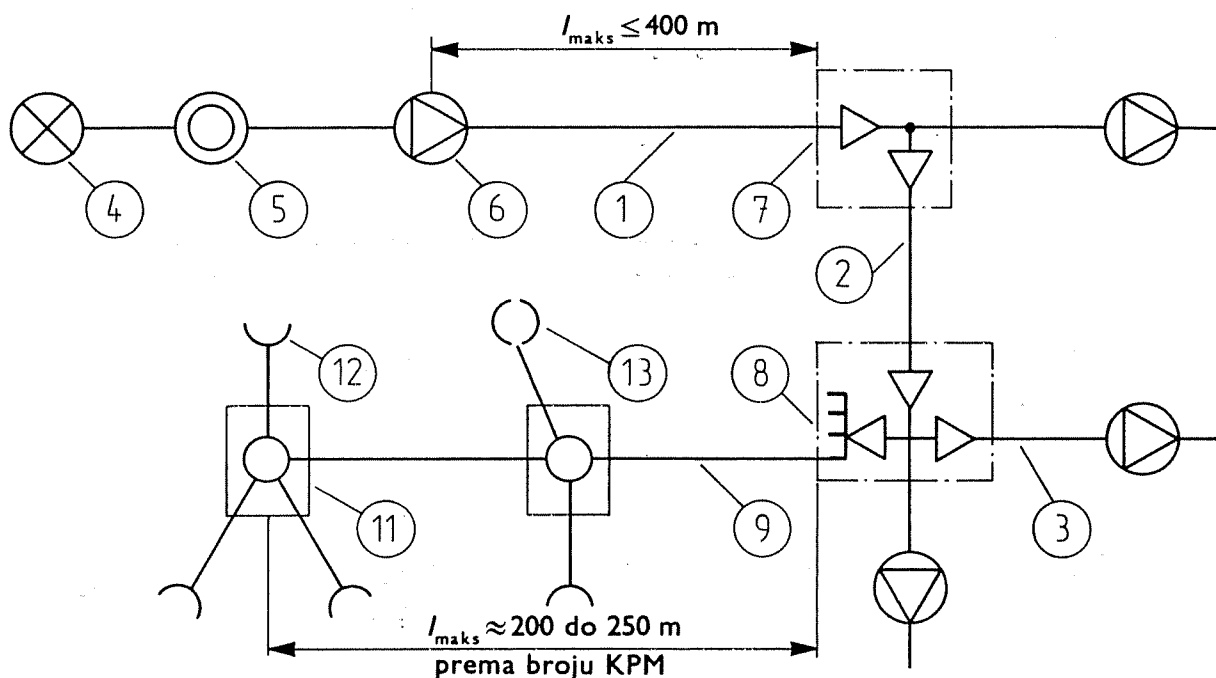


Sustav sa zrakastim vodovima



Širokopojasna komunikacija

Shematski prikaz dijela temeljne mreže vodova za širokopojasnu komunikaciju



Aktivna razdjelna mreža

- ① A-temeljni vod
- ② B-temeljni vod
- ③ odvojeni B temeljni vod
- ④ mjesto radio prijema
- ⑤ mjesto pojačanja širokopojasne komunikacija
- ⑥ točka pojačanja (tp)
- ⑦ točka pojačanja s A/B međupojačalom (A/B-m-po) i odvojin pojačalom (od-po)
- ⑧ točka pojačanja s A/B međupojačalom (A/B-m-po), B-pojačalom (B-po) i C pojačalom (C-po)

Pasivna razdjelna mreža

- ⑨ C-temeljni vod
- ⑩ D-temeljni vod
- ⑪ D-odvojn timer
- ⑫ Kućno predajno mjesto (KPM)
- ⑬ Predviđeno kućno predajno mjesto

Kratice za pojačala (po)

Oznaka	Djelovanje
A/B-m-po	<ul style="list-style-type: none"> Istovremeno poništavanje prigušenja pedspojnog kabela i korigiranje izobličenja. Izjednačavanje promjene razine pojačala i kabela kod promjene temperature.
B-po	<ul style="list-style-type: none"> Ostvaruje izlaz za odlazni A/B vod u A/B-m-po. Ostvaruje izlaz za priključak C-Vr.
C-po	<ul style="list-style-type: none"> Ostvaruje dva ili četiri izlaza za odlazni C-vod u A/B-m-po ili B-po. C-temeljni vod odvojen je od predspojene ravnine. Priprema potrebnu pogonsku razinu.

Oznake kabela

Tipaska kratica: A — 2Y 0 K 2Y 1 q Kx 3,3/13,5	Primjer (unutrašnjeg i vanjskog vodiča)
Vanjska kratica	Koaksijalni kabel
Slojni kabel	Označno slovo za konstrukciju kabela
Izolacija zračnom komorom	Broj strujnih krugova
Kabelska zaštita od Cu	Omot od polietilena

Kabelska linijska mreža	Tip kabela	Prigušenje u dB po 100 m duljine kod		
		40 MHz	100 Mhz	300 MHz
Glavni kabel Hk A/B	A-2Y0K2Y 1qKx 3,3/13,5	1,2	1,9	3,3
Kabel ogranak C	A-2Y0K2Y 1nKx 2,2/8,8	1,8	2,8	5,0
Razdj. kabel Vzk D	A-2YK2Y 1iKx 1,1/7,3	3,4	5,4	9,8
Širokopojasni spojnik kabel Vk	A-2Y0K2Y 1sKx 4,9/19,4	0,8	1,3	2,3

Električni kabele i vodovi

Označavanje kabela po JUS N.CO.066/1977

Kabele za elektroenergetiku označavaju se nizom brojčanih i slovnih simbola podijeljenih u najviše sedam oznaka, kao npr.:

I	II	III	IV	V	VI	VII
D	EpN	F	48	Y	4 × 120/10	6/10

I — dizalični kabel; II — izolacija etilen-propilen i plašt od polikloroprena; III — finožični Cu-vodič; IV — koncentrični zaštitni vodič oko svake žile; V — sa žuto-zelenom žilom; VI — tri fazna vodiča i jedan zaštitni s koncentričnim vodičem oko svake žile; VII — napon prema zemlji (linijski napon 6/10 kV).

Za mnoge izvedbe se koriste samo neke od navedenih 7 oznaka, dok se ostale ispuštaju.

Oznake I do VII redom označuju:

- I Označavanje posebnog područja primjene slovima: (osim za energetske kabele)
- | | | |
|------------------|-----------------|-----------------|
| A — automobilski | S — svjetiljke | Z — željeznički |
| D — dizalični | Z — zavarivanje | B — brodski |
- II Označavanje materijala izolacije plašta slovima (u zagradi su oznake izolacije po ISO):
- | | |
|---|--|
| P — polivinil-klorid (PVC) | Fe — fluoronirani etilenpropilen (FLP) |
| E — termoplastični polietilen (PE) | Y — poliamid (PA) |
| X — termostabilni (umreženi) polietilen | Ni — nitril-guma |
| G — guma (NR) prirodna | IP — impregnirani papir |
| Ev — polivinilacetat | MP — naročito impregnirani papir |
| B — butil. guma (IIR) | T — tekstil |
| N — polikloropren (CR) | A — aluminijski prešani plašt |
| Si — silikonska guma (SI) | Az — aluminijski plašt od trake (zavaren) |
| Ep — etil-propilen (EPDM) | Av — aluminijski valoviti plašt |
| C — klorosulfonirani polietilen (SCM) | O — olovni plašt |
| Cl — klorirani polietilen | ZO — zasebni olovni plašt za svaku žilu |
| F — politetra-fluoretilen (PTFE) | H — poluvodljivi sloj za ograničenje električnog polja (radijalno polje) |
- III Označavanje konstrukcijske osobine slovima (važno za primjenu):
- | | |
|--|---|
| A — otporan prema atmosferilijama | O — pojačan elementom za nošenje (samonosivi) |
| F — finožičan | R — s razmaknutim žilama |
| J — jače konstrukcije (deblja izolacija) | S — naročito savitljiv |
| K — pokositren | T — otporan na toplinu |
| L — lakša konstrukcija | U — s paralelnim žilama |
| M — mnogožičan | V — visokonaponski |
| N — ne podržava gorenje (nezapaljiv) | Z — električna zaštita (ekran) od metala |

Napomena:

Slovnii simbol K se upotrebljava samo za one vodiče, za koje standardom nije propisano pokositrenje.

IV Označavanje zaštitne osobine konstrukcije dvoznamenkastim brojem

Značenje prve brojke dekada:

- | | |
|--|--|
| 0 — zaštita od korozije metalnim plaštem | 5 — elementi konstrukcija ispod vanjskog gumenog plašta |
| 1 — mehanička zaštita s 2 čelične trake | 6 — elementi konstrukcija ispod vanjskog gumenog plašta kabela sa zaštitnom žilom |
| 2 — mehanička zaštita okruglim žicama | 7 — elementi konstrukcija ispod vanjskog pojačanog gumenog plašta |
| 3 — mehanička zaštita plosnatim i specijalnim okruglim Al-žicama | 8 — elementi konstrukcija i električne zaštite ispod vanjskog plašta od plastične mase ili elastomera. |
| 4 — elementi konstrukcija ispod vanjskog PVC-plašta | |

V Označavanje metala vodiča, njegovog oblika ili prisustvo nul-vodiča:

- | | |
|----------------------------|--------------------------------|
| A — vodič od aluminiija | J — jednožilni vodič |
| S — vodič u obliku sektora | Y — kabel ima zeleno-žutu žilu |

VI Označavanje broja žila × nazivni presjek i presjek koncentričnog nul-vodiča ili električne zaštite, npr.:

- 3 × 120/25 mm² — 3 fazne žile od 120 mm² i 1 koncentrično raspoređeni vodič od 25 mm²
 3 × 120 + 50 mm² — ugrađen je nulvod manjeg presjeka

VII Označavanje nazivnog napona kabela:

- za instalacijske kabele u V,
- za energetske kabele u kV,
- U₀/U napon prema zemlji/napon između faza.

Primjeri označavanja:

1. Instalacijski kabel s izolacijom i plaštem od PVC mase, trožilni s bakrenim vodičima nazivnog presjeka 2,5 mm², označava se sa:

PP3 × 2,5

jednaki proizvod sa zeleno-žutom žilom ima oznaku

PP-Y 3 × 2,5

2. Trožilni kabel s izolacijom i plaštem od PVC mase, s jednožičnim vodičem od aluminiija sektorskog oblika i s koncentričnim vodičem manjeg presjeka, za 1 kV

PP 40-ASJ 3 × 150/70 mm² 0,6/1 kV


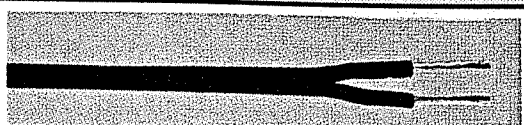


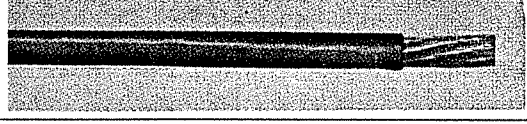
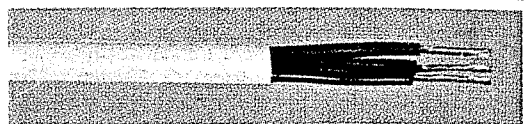
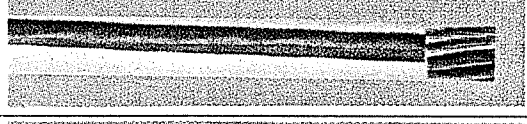


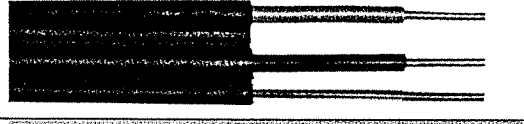

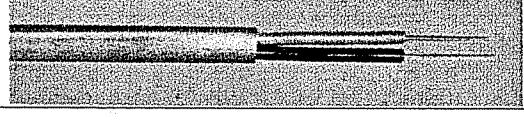

Izolirani vodovi i kabele za električne instalacije jugoslavenske proizvodnje						
JUS	VDE	Nazivni napon V	Presjek vodiča mm ²	Broj žila	Temp. klasa °C	Opis konstrukcije
Primjena						
INSTALACIJSKI KABELE ZA TRAJNO POLAGANJE						
Instalacijski kabele za opću primjenu						
P P/J *	NYA —	1000 1000	1 ... 240	1 1	70 70	Cu-žica ili uža s PVC izolacijom; izvedba P/J ima pojačanu izolaciju
P/M P/MJ	— —	1000 1000	1 ... 240	1 1	70 70	mногожичани Cu-vodič s PVC izolacijom; izvedba P/MJ ima pojačanu izolaciju
P/F P/FJ	NYAF NSYAF	1000 1000	0,5 ... 240	1 1	70 70	finožičani Cu-vodič s PVC izolacijom (P/FJ ima pojačanu izolaciju)
PP	NYM	500	1,5 ... 35	2 ... 5	70 70	Cu-žica ili uža s PVC izolacijom. Žile su použene; oko žila je ispunjena od gume; PVC plašt
PP/R PP/U	NYIFY —	380 380	1,5 ... 4 1 ... 6	2 ... 5	70 70	Cu-žica s PVC izolacijom. Žile paralelno položene. Preko žila plašt koji kod PP/R ima uzdužna stanjenja plašta
Instalacijski kabele za rasvjetu i svjetiljke						
SP SP/T SP/V	— NYFAFrV NYL	380 380 3750 7500	0,5 ... 1 0,5 ... 1 1	1 ... 4 1 ... 4 1	70 107 70	Cu-uzica s PVC izolacijom. Dvije ili tri žile použene. SP/T isto, ali za 105°C; SP/V posebno savitljive žile
EpN	—	3000 6000	G	1	90	Cu-uže s EPDM izolacijom. Na použenim žilama je plašt od polikloroprena
PP 40 EpN 40	NYCY —	1200 3000 6000 10000	6 6	1 1	70 -90	Cu-uže izolacijom s PVC ili EPDM. Na použenim žilama helikoidalno položen je Cu-oplet ili ovoj, a preko ovog plašt od PVC ili polikloroprena
						u suhim (P/J u vlažnim) prost. za polag. u cijevi (P/J na slob. prost.) i na izolac. tijela (P/J) direktno na strojeve i na brodovima)
						"
						jednako kao za prethodne vodove, ali tamo gdje se traži velika savitljivost
						u suhim i vlažnim prost. ispod i iznad žbuke i u slob. prostoru bez posebne mehaničke zaštite
						u suhim prost., ispod i u žbuku, bez posebne mehan. zašt. PP/U može i iznad žbuke i na čel. konstrukcije
						svetiljke, stolni ventilatori i manja električna trošila, osim prenosivih; nije za grla E40
						u suhim i vlažnim prostorijama, kanalima, za aerodromske svjetiljke, otporan na vibracije, niske temperature ulja i goriva
						EpN 40: kao EpN ali kad se traži električna zaštita. PP 40: jednak kao EpN, samo nije otporan na vibracije i niske temperature

Električni kabe i vodovi

Izolirani vodovi i kabe i za električne instalacije jugoslavenske proizvodnje

JUS	VDE	Nazivni napon V	Presjek vodiča mm ²	Broj žila	Temp. klasa °C	Opis konstrukcije	Primjena
Instalacijski kabe i povišene temperaturne klase							
Ev/F		750	0,5... 35	1	120	Cu-uzica izolirana etilen vinilacetatom, kloriranim ili klorosulfaniranim polietilenom, odnosno s PVC	za trajno polaganje u suhu prostoru, spajanje aparata, svjetiljki i termičkih trošila, te za izvođe električnih strojeva
C/F, ClF		1000	0,5...150	1	100		
P/FT	NYFAW	1000	0,5...240	1	105		
Si	—	500	0,5... 10	1	180	Cu-uzica izolirana silikonskim kaučukom a kod tipa SiT/F preko izolacije je oplet od staklene svile impregnirane silikonskim lakom	za spajanje uređaja, aparata i strojeva gdje vladaju visoke temperature
Si/F	—	500	0,5... 10	1	180		
SiT/F	—	500	0,75...35	1	180		
Instalacijski i priključni samonosivi kabe i							
XOO/O-A	—	1000	16...70	2...6	90	fazni vodič od Al-užeta, a nulti od legure Al Mg, izoliran umreženim polietilenom u samonosivi kabe i snop (SKS)	za kućne priključke, zračne vodove na stupovima i fasadama, te za individualne razvođe i instalacije na gradilištima
PP/O	NYMT	500	1,5...35	2...5	70	Cu ili Al-uže izolirano s PVC i zajedničkim plaštem preko použenih žila i paralelno postavljenog užeta za nošenje	kao XOO/O-A, ali ne za dovode po fasadama kuća
PP/O-A	—	500	1,5...35	2...5	70		
G/A	—	1000	1,5...120	1	60	Cu-vodič (uže) izoliran gumom preko koje je gumirana traka i impregnirani oplet. Kod GN/A plašt od polikloroprena	u vlažnim prostorijama i na otvorenom prostoru za kućne priključke i nadzemne vodove za raspone do 20 m
GN/A	—	1000	1,5... 50	1	60		
INSTALACIJSKI KABELI ZA POMIČNA TROŠILA							
Instalacijski kabe i za opću primjenu							
P/L	NYFAD	380	0,5...1	2 i 3	70	Cu-uzica sa zajedničkom izolacijom za 2 i 3 vodiča postavljena paralelno	za priključke manjih trošila, stolne svjetiljke, ventilatore i sl.
P/LS	NYZ	380	0,5 i 0,75	2 i 3	70		
PP/L	NYLHY	380	0,5...1	2...4	70	Cu-uzica izolirana s PVC, žile použene, a preko njih PVC plašt, PD/J ima deblju izolaciju i plašt	za priključak pokret. trošila i kućanskih aparata svih vrsta
PP/J	NYMHY	380	0,75...2,5		70		
GT	NSA	380	0,75...1	3	60	Cu-uzica izolirana gumom, žile použene zajedno s pamučnim umetcima a preko jezgre voda oplet od glačanog konca	priključak manjih prenosivih trošila, posebno glačala, kuhala i sl.
GG/L	NLH	380	0,75 i 1	2...4		Cu-uzica izolirana gumom, žile použene a preko njih plašt od gume ili polikloroprena (GN/J)	priključak malih i srednjih prenosivih trošila, (glačala, bušilice, štednjaci i sl. GN/J) i na vlazi)
GG/J	NMH	500	0,75...4	1...28	60		
GN/J	NMHöu	500	0,75...4	1...28			

Vodovi i način polaganja

P		P/L	
P/J		SP i Sp/J	
P/F		PP/L	
P/FJ		PP/J	
P/M		PP/R	
P/MJ		PP/U	
AP			

Neke vrste instalacijskih kabela (ELKA – Zagreb)

Pregled plastičnih izolacijskih cijevi

Tip	Unutarnji (nazivni) promjer u mm	Ugradnja	Boja	Pakovanje (duljina u m)	Karakteristike	Materijal
FC	11, 13,5, 16, 23, 29, 36, 48	u žbuku	crna	50 25	savitljiva	Polietilen
FCS	11, 13,5, 16, 23, 29, 36, 48	u žbuku na drvo	zelena	50 25	savitljiva samougasiva	PVC
FCO	13,5, 16, 26	u beton u žbuku	crvena	50 25	savitljiva ojačana	Polipropilen Polietilen
RC	11, 13,5, 16, 23	u beton u žbuku	siva	50 25	polutvrda	Polietilen

Mjere čeličnih oklopljenih (STAPA) cijevi

Oznaka cijevi i navoja		Cijev			Navoj JUS M.B0.090-1952		
JUS	DIN	vanj. Ø mm	unut. Ø mm	masa kg/m	veliki Ø mm	korak na 1"	rupe za navoj
Re 9	Pg 9	15,2	13,2	0,35	15,2	18	14
Re 11	Pg 11	18,6	16,4	0,47	18,5	18	17,4
Re 13,5	Pg 13,5	20,4	18	0,56	20,4	18	19,2
Re 16	Pg 16	22,5	19,9	0,68	22,5	18	21,3
Re 21	Pg 21	28,3	25,5	0,93	28,3	16	27,0
Re 29	Pg 29	37	34,2	1,23	37	16	35,7
Re 36	Pg 36	47	44	1,68	47	16	45,7
Re 42	Pe 42	54	51	1,94	54	16	52,7

Minimalni presjeci vodiča i strujna opteretivost vodiča

VDE 0100 T.523/06.81

Mehanička čvrstoća vodova i kabela (po Tab. 1 VDE 0100 T.523)

Način polaganja	Najmanji presjek u mm ²	
	kod Cu	kod Al
Čvrsto, zaštićeno polaganje	1,5	2,5
Vodovi u rasklopnim postrojenjima i razdjelnicima do 2,5 A preko 2,5 A do 16 A preko 16 A	0,5 0,75 1,0	
Otvoreno polaganje na izolatore, razmak izolatora do 20 m preko 20 m do 45 m	4,0 6,0	16,0 16,0 višežičan
Pokretni vodovi za priključak: ● lakih priključnih uređaja do 1 A potrebne struje i duljine voda do 2 m ● uređaja do 2,5 A potrebne struje i duljine voda do 2 m ● uređaja do 10 A potrebne struje za utičnice i spojnice do 10 A nazivne struje ● uređaja preko 10 A potrebne struje, višestruke utičnice, utičnice i spojnice od 10 A do 16 A	0,1 0,5 0,75 1,0	
Žice za svjetiljke	0,75	
Rasvjetne girlande za unutrašnje prostorije ● između rasvjetne girlande i utikača ● između pojedinačnih svjetiljaka	0,75 0,5	vidi VDE 0710 T.3
Nadzemni vodovi jake struje	vidi VDE 0211	

Strujna opteretivost izoliranih vodova i kabela koji nisu položeni u zemlju³⁾
(po Tab. 2 VDE 0100 T.523)

Strujna opteretivost I_z izoliranih vodova i kabela koji nisu položeni u zemlju ¹⁾ kod okolnih temperatura od 30°C za grupe:	Nazivni presjek u mm	Grupa 1		Grupa 2		Grupa 3	
		Cu A	Al A	Cu A	Al A	Cu A	Al A
Grupa 1: jedan ili više jednožilnih vodova položenih u cijev, mpr. H07V-U	0,75	—	—	12	—	15	—
	1	11	—	15	—	19	—
	1,5	15	—	18	—	24	—
Grupa 2: višežilni vodovi, npr. vodovi s plaštem, cijevne žice, vodovi s olovnim plaštem, segmentni vodovi, pomični vodovi	2,5	20	15	26	20	32	26
	4	25	20	34	27	42	33
	6	33	26	44	35	54	42
Grupa 3: jednožilni, slobodno u zraku položeni vodovi i kabele s međuprostorom koji je najmanje jednak njihovom promjeru	10	45	36	61	48	73	57
	16	61	48	82	64	98	77
	25	83	65	108	85	129	103
	35	103	81	135	105	158	124
	50	132	103	168	132	198	155
	70	165	—	207	163	245	193
	95	197	—	250	197	292	230
	120	235	—	292	230	344	268
	150	—	—	335	263	391	310
	185	—	—	382	301	448	353
	240	—	—	453	357	528	414
	300	—	—	504	409	608	479
	400	—	—	—	—	726	569
	500	—	—	—	—	830	649

¹⁾ kod polaganja u zemlju treba uzeti u obzir tablice iz VDE 0298

²⁾ za temperature preko 30 °C vidi tablicu 3. i 4, VDE 0100 T.523

³⁾ u pripremi je međunarodno usklađena varijanta (vidi npr. VDE 0100/—70)

Pridjeljivanje osigurača za zaštitu vodov a i zaštitnog automata za vodove

VDE 0636 T.1/01.83
VDE 0641/06.78
VDE 0100 T.430/06.81

- Karakteristične veličine/Izbor zaštitnog organa
- pogonska struja I_p u vodu
 - Nazivna struja I_N zaštitnog organa $I_N \geq I_p$
 - izbor presjeka voda $I_z \geq I_N$
 - strujna opteretivost $I_z \geq I_N$
 - uvjet 1: $I_p \leq I_N \leq I_z$
 - uvjet 2: $I_2 \leq 1,45 I_z$
 - okidanje zaštitnog organa kod preopterećenja

Primjer

$$I_B = 24 \text{ A}$$

$$I_N = 25 \text{ A}$$

(grupa 2, Cu)

$$q = 4 \text{ mm}^2$$

$$I_z = 34 \text{ A}$$

$$24 \text{ A} \leq 25 \text{ A} \leq 34 \text{ A}$$

$$I_2 \leq 49,3 \text{ A}$$

velika, ispitna struja

$$I_2 = 1,75 \cdot 25 \text{ A}$$

$$I_2 = 43,75 \text{ A}$$

Koordinacija zaštitnih veličina

Referentne vrijednosti voda

$$1,45 \cdot I_z = 49,3 \text{ A}$$

Strujna opteretivost

$$I_z = 34 \text{ A}$$

Pogonska struja

$$I_B = 24 \text{ A}$$

Karakteristične veličine zaštitnog uređaja

Struja okidanja

$$I_2 = 43,75 \text{ A}$$

Nazivna ili namještena struja

$$I_N = 25 \text{ A}$$

Vrijednosti velike ispitne struje I_2 za osigurače pogonske klase gL i zaštitne sklopke vodova tipa L (po tab. 4 VDE 0636 T.)

Nazivna struja I_N u A	...4	preko 4 ...10	preko 10 ...25	preko 25
Velika ispitna struja I_2 u A	$2,1 \cdot I_N$	$1,9 \cdot I_N$	$1,75 \cdot I_N$	$1,6 \cdot I_N$

Objašnjenje za pridjeljivanje

Uvjeti 1 i 2 (vidi gore) moraju biti primjenjeni:

- kod ostalih zaštitnih organa navedenih u tab. 1
- kod ostalih uvjeta polaganja osim u tab. 1 ($\vartheta < 30^\circ \text{C}$)
- kod gomilanja (više paralelnih vodova)
- kod kabela položenih u zemlju

Tablica 1 iz VDE 0100 T.430 (temperatura okoline $\vartheta \leq 30^\circ \text{C}$)

Nazivni presjek u mm ²	Grupa 1		Grupa 2		Grupa 3	
	Cu A	Al A	Cu A	Al A	Cu A	Al A
0,75	—	—	6	—	10	—
1	6	—	10	—	10	—
1,5	10	—	10 ¹⁾	—	20	—
2,5	16	10	20	16	25	20
4	20	16	25	20	35	25
6	25	20	35	25	50	35
10	35	25	50	35	63	50
16	50	35	63	50	80	63
25	63	50	80	63	100	80
35	80	63	100	80	125	100
50	100	80	125	100	160	125
70	125	—	160	125	200	160
95	160	—	200	160	250	200
120	200	—	250	200	315	200
150	—	—	250	200	315	250
185	—	—	315	250	400	315
240	—	—	400	315	400	315
300	—	—	400	315	500	400
400	—	—	—	—	630	500
500	—	—	—	—	630	500

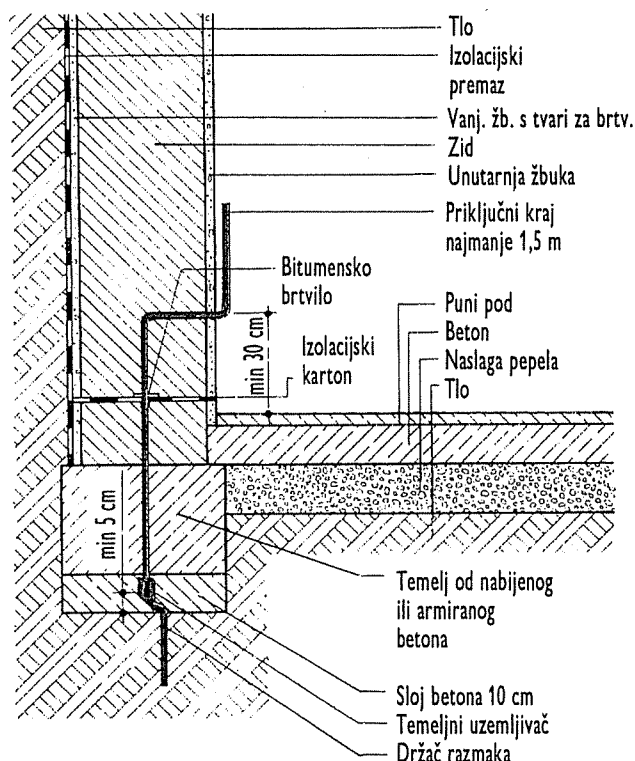
¹⁾ za vodove sa samo 2 opterećene žile, do konačne međunarodne odluke o njihovoj strujnoj opteretivosti može se odabrati zaštitni organ od 16 A.

Prijenos snaga različitim vodovima i kabelima

Vod/ kabel	Nazivni presjek u mm ²	Broj žila	Vanjska mjera u mm	Maks. osiguranje u A	Maks. snaga u kW	Maksimalna duljina voda u m kod $\Delta u (U_0)$ u %				Polaganje			
						Izmjen. struja		Trofaz. struja		U suhim prostorijama	U vlažnim, mo- krim prostori- jama, vani	U požarom ugr. pogonskim prostorijama	U ekspl. ugr. pogonskim prostorijama
						0,5	3,0	0,5	3,0				
H07V-U	1,5	—	3,3	10	2,2	4,6	27,7	9,2	55,4	Rasklopna i razdjelna postrojenja, od 1,5 mm ² također u cijevima iznad i ispod žbuke	Nije dopušteno	U plastičnim cijevima iznad i ispod žbuke	Samo u rasklo- pnim i razdjel- nim postroje- njima prema VDE 0165
	2,5	—	3,9	16	3,5	4,8	28,9	9,6	57,8				
	4	—	4,4	20	4,4	6,2	37,0	8,8	74,0				
	6	—	4,9	25	5,5	7,4	44,4	11,0	88,8				
	10	—	6,4	35	7,7	8,8	52,8	15,4	106,6				
H07V-R	16	—	7,3	50	11,0	9,9	59,1	22,0	118,4				
	25	—	9,8	63 ¹⁾	13,9	12,2	73,3	27,8	146,8				
NYIF	1,5	3	4,4-19	16	3,5	2,9	2,7	17,3	—	U i ispod žbuke	Nije dopušteno	Nije dopušteno	Nije dopušteno
	1,5	5	4,4-33	3-10	10,5	—	—	9,2	55,4				
	2,5	3	5,2-21,5	20	4,4	3,9	23,2	—	—				
	2,5	5	5,2-37	3-25	13,2	—	—	7,7	46,2				
	4	5	16,5	3-25	16,4	—	—	9,9	59,1				
NYM	6	5	18,0	3-35	23,0	—	—	10,6	63,4	Iznad i na žbuku, te vani u i ispod žbuke pri zaštićenom polaganju	Nije dopušteno	Nije dopušteno	S obzirom na kemijske i termičke uvjete prema VDE 0165
	10	5	21,5	3-50	32,9	—	—	12,3	73,9				
	16	5	26,0	3-63	41,4	—	—	15,6	93,9				
	4	5	16,5	3-25	16,4	—	—	9,9	59,1				
	6	5	18,0	3-35	23,0	—	—	10,6	63,4				
NYY	1,5	3	11,0	16	1,5	2,9	17,3	—	—	Iznad i na žbuku, te vani u i ispod žbuke, u zidove, u zemlju, u kabele kanale i u unutarnjim prostorijama	Nije dopušteno	Nije dopušteno	S obzirom na kemijske i termičke uvjete prema VDE 0165
	1,5	5	13,0	3-10	6,6	—	—	9,2	55,4				
	2,5	3	12,0	20	4,4	3,9	23,1	—	—				
	2,5	5	14,0	3-20	13,2	—	—	7,7	46,2				
	4	5	16,0	3-25	16,4	—	—	9,9	59,1				
NYY	6	5	18,0	3-35	23,0	—	—	10,6	63,4	Iznad i na žbuku, te vani u i ispod žbuke, u zidove, u zemlju, u kabele kanale i u unutarnjim prostorijama	Nije dopušteno	Nije dopušteno	S obzirom na kemijske i termičke uvjete prema VDE 0165
	10	5	21,0	3-50	32,9	—	—	12,3	73,9				
	16	4	21,0	3-63	41,4	—	—	15,6	93,9				
	4	5	16,0	3-25	16,4	—	—	9,9	59,1				
	6	5	18,0	3-35	23,0	—	—	10,6	63,4				
NYY	10	5	21,0	3-50	32,9	—	—	12,3	73,9	Iznad i na žbuku, te vani u i ispod žbuke, u zidove, u zemlju, u kabele kanale i u unutarnjim prostorijama	Nije dopušteno	Nije dopušteno	S obzirom na kemijske i termičke uvjete prema VDE 0165
	16	4	21,0	3-63	41,4	—	—	15,6	93,9				
	4	5	16,0	3-25	16,4	—	—	9,9	59,1				
	6	5	18,0	3-35	23,0	—	—	10,6	63,4				
	10	5	21,0	3-50	32,9	—	—	12,3	73,9				

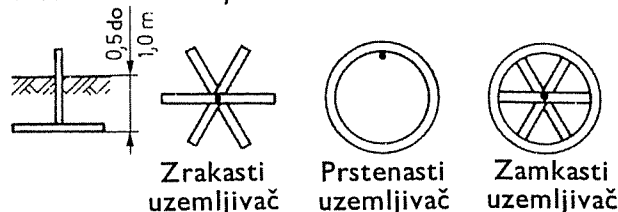
¹⁾ Osiguranje prema grupi 1, VDE 0100 T.40, Tab. 1, sve ostale vrijednosti prema grupi 2

Izvedba temeljnog uzemljivača



Vrste uzemljivača

- Šipkasti uzemljivač
- Pločasti uzemljivač
- Trakasti uzemljivač s izvedbama:



Prosječne vrijednosti uzemljivača

Vrsta tla	Specifični otpor tla u $\Omega \cdot m$	Otpor rasprostiranja R_R u Ω kod trakastog uzemljivača (duljina: 20 m)
Moč. tlo, treset	30	3
llovača, glina, oraničko tlo	100	10
Pijesak (vlažan)	200	20
Šljunak (vlažan)	500	50
Pijesak i šljunak (suh)	1000	100
Beton (cement/šljunak: 1/5)	400	40

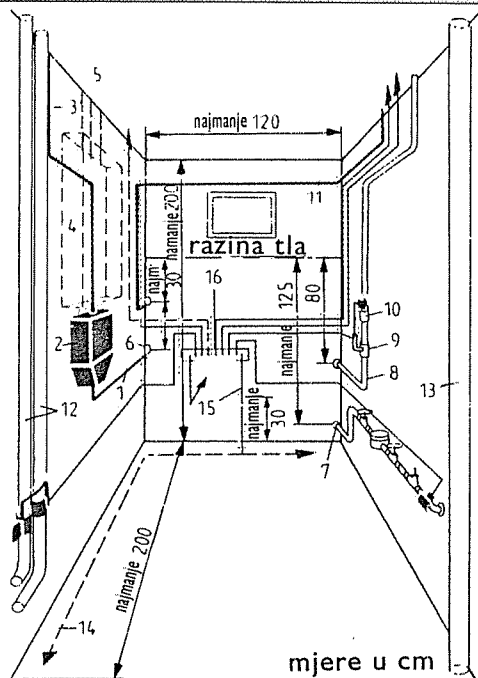
Minimalne mjere i uvjeti za uzemljivače

Materijal	Oblik uzemljivača	Najmanji presjek u mm^2	Minimalna debljina u mm	Ostale najmanje mjere odnosno propisani uvjeti
Čelik kod polaganja u tlo, vruće pocinčan s prevlakom cinka od najmanje 70 μm	Traka	100	3	
	Okrugli čelik	78 (odgovara 10 mm \varnothing)		Kod sastavljenih dubinskih uzemljivača: najmanji promjer šipke: 20 mm
	Cijev			Najmanji promjer: 25 mm najmanja debljina stijenke: 2 mm
	Profil. šip.	100	3	
Čelik s bakrenom prevlakom	Okrugli čelik	za čeličnu jezgru: 50 za bakrenu prevlaku 20% presjeka čelika, najmanje 35		Kod sastavljenih dubinskih uzemljivača: najmanji promjer šipke: 15 mm. Spojna mjesta moraju se izvesti tako da je njihova izdržljivost prema koroziji jednaka izdržljivosti bakrene površine
Bakar	Traka	50	2	
	Uže	35		Najmanji promjer žice: 1,8 mm Kod olovnog plašta najmanja debljina plašta: 1 mm
	Okr. bakar	35		
	Cijev			Najmanji promjer: 20 mm Najmanja debljina stijenke: 2 mm

Kod rastegnutih uzemljivača iz neizoliranog bakra ili čelika s bakrenom prevlakom treba paziti da su oni po mogućnosti kovinski odvojeni od podzemnih naprava iz čelika npr. cijevni vodovi i spremnici. U protivnom slučaju čelični dijelovi mogu biti izloženi povećanoj opasnosti od korozije.

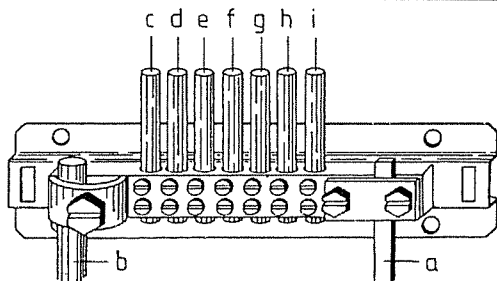
VDE 0190/05.73
VDE 0100 T.410/11.83 (JUS N.B2. 741
VDE 0100 T.540/11.83

Kučni priključni prostor s izjednačenjem potencijala



1. Kućni uvodni vod
2. Kućni priključni ormarić
3. Glavni vod
4. Mjesto za ormarić brojila
5. Odvodi od mjernog uređaja na razdjelnike strujnih krugova
6. Kabelaška zaštitna cijev
7. Kućni priključni vod za vodu
8. Kućni priključni vod za plin
9. Plinski glavni zaporni uređaj
10. Izolirani komad
11. Kućni priključni vod za dojavni uređaj
12. Cijev za otpadnu vodu
14. Temeljni uzemljivač
15. Priključni kraj temeljnog uzemljivača
16. Sabirnica za izjednačenje potencijala sa spojnim vodovima

Sabirnica za izjednačenje potencijala



- a) Temeljni uzemljivač
- b) Gromobranski uređaj
- c) Uređaj za grijanje
- d) PE-vodič na kućni priključni ormarić
- e) PE-vodič na sabirnicu zaštitnog vodiča
- f) Dojavni uređaj
- g) Antenski uređaj
- h) Uređaj za opskrbu plinom
- i) Uređaj za opskrbu vodom

Dodatno izjednačenje potencijala kod vodljive stajace površine prema VDE 0100

Prikaz	Objašnjenje	Primjena
	Vodič izjednačenog potencijala između tijela i vodljivih dijelova, koji leže nadohvat ruke	Postupci zaštitnih vodiča (T.410) Kupaonice (T.701) Plivači bazeni (T.702) Poljoprivredni pogoni (T.705) Pogoni ugroženi požarom (T.720) Pokr. nadomj. uređ. za opskrbu električnom energijom (T.728)

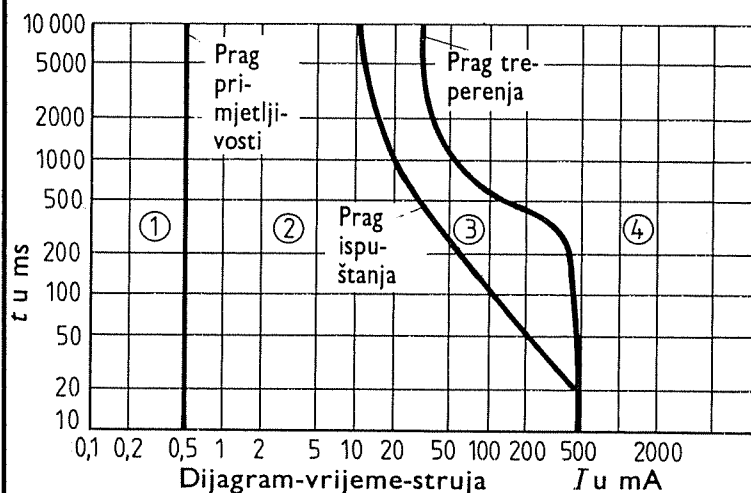
Presjeci vodiča za izjednačenje potencijala

Podjela	Glavno izjed. potencijala	Dodatno izjednačenje potencijala	
Normalni presjek	0,5 · PE-presjek glavnog vodiča	Između dva tijela	1. PE-presjek manjeg PE
		Između nekog tijela i stranog vodljivog dijela	0,5 · PE-presjek
Najmanji presjek	6 mm ²	uz mehaničku zaštitu bez mehaničke zaštite	2,5 mm ² 4 mm ²
Najveći presjek	25 mm ² Cu ili jednaka vrijednost vodljivosti	—	—

Zaštitne mjere

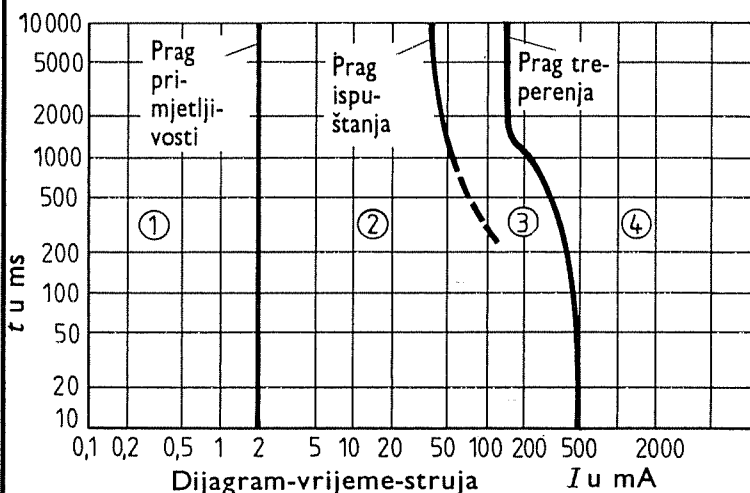
VDE 0100 T.200/07.85 (JUS N.B2.741)
T.410/11.83

Djelovanje električnih struja na ljudsko tijelo (Područje jakosti struje prema IEC 479)



Područje ugroženosti kod izmjenične struje (50/60 Hz) za odrasle osobe i prolaz struje „lijeva ruka prema obje noge”

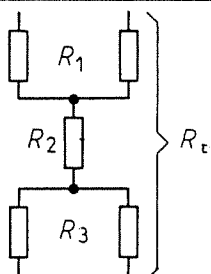
- 1) nema reakcije
- 2) nema fiziološki opasnog djelovanja
- 3) grčenje mišića kod $t > 10$ s iznad praga ispuštanja
- 4) podrhtavanje srčane klijetke, zastoj srca



Područja ugroženosti kod istosmjerne struje za odrasle osobe i prolaz struje „lijeva ruka prema obje noge”

- 1) nema primjećivanja
- 2) nema fiziološki opasnog djelovanja
- 3) mogući poremećaji zbog srčanih impulsa
- 4) podrhtavanje srčane klijetke, opekline

Električni otpor ljudskog tijela



Objašnjenje

Djelomični otpori
 R_1 : za šake i ruke
 R_2 : za trup tijela
 R_3 : za noge i stopala
 R_t : unutrašnji otpor tijela s prosječnim vrijednostima
 • kod 25 V od 3250 Ω
 • kod 50 V od 2800 Ω
 • kod 250 V od 1800 Ω

Opće priznati pojmovi (izbor)

Oznaka	Objašnjenje				
L1 L2 L3	Vanjski vodič: Vodiči koji povezuju strujne izvore s trošilima				
N	Neutralni vodič: Vodiči koji povezuju strujne izvore s trošilima				
PE	Zaštitni vodič: Vodič koji se upotrebljava za vezu između tijela, vodljivih dijelova i uzemljivača				
PEN	PEN-vodič: Vodič koji udružuje funkcije neutralnog i zaštitnog vodiča				
U_0	Nazivni napon mreže				
U_D	Dodirni napon				
U_L	Najviši dopušteni dodirni napon s vrijednostima za <table> <tr> <td>ljude</td><td>stoku</td></tr> <tr> <td>50 V ~ 120 V –</td><td>25 V ~ 60 V –</td></tr> </table>	ljude	stoku	50 V ~ 120 V –	25 V ~ 60 V –
ljude	stoku				
50 V ~ 120 V –	25 V ~ 60 V –				
U_{kv}	Napon kvara: Napon, koji se javlja u slučaju kvara između tijela i referentnog uzemljenja				
I_{kv}	Struja kvara: Struja, koja teče zbog neispravnosti izolacije				
I_{sk}	Struja kratkog spoja: Struja, koja teče uslijed neposrednog spoja s dva vanjska vodiča ili između vanjskog i neutralnog vodiča Struja zemljospoja: Struja, koja teče kod neposrednog spoja jednog vanjskog vodiča s uzemljenim dijelovima				
I_1	Isklopna struja člana za nadstrujnu zaštitu s vremenima iskopa: • 0,2 s u strujnim krugovima s utičnicama i nazivnim strujama do 35 A • 0,2 s u strujnim krugovima s pomičnim pogonskim sredstvima razrade zaštite I • 5 s u svim ostalim strujnim krugovima				
I_P	Pogonska struja strujnog kruga				
I_N	Nazivna struja trošila ili nadstrujnog člana				
$I_{\Delta n}$	Nazivna struja kvara FI – zaštitne sklopke				

Karakteristične veličine za oblike mreža

• vrsta i broj aktivnih vodiča

• vrsta uzemljenja, vrsta veze sa zemljom

Značenje kratica za uobičajenu trofaznu mrežu

Primjer: T N - C - S - mreža

Zaštitno uzemljenje izvora struje

T: neposredno uzemljenje jedne točke

I: svi aktivni dijelovi izolirani od zemlje ili spojeni u jednoj točki preko impendancije

Zaštitno uzemljenje kućišta električnog uređaja

T: kućište neposredno uzemljeno, nezavisno od postojećeg sustava uzemljenja jedne točke izvora struje

N: kućište neposredno vezano s pogonskim uzemljivačem (kod izmjeničnih mreža je uzemljena točka općenito zvjezdiste)

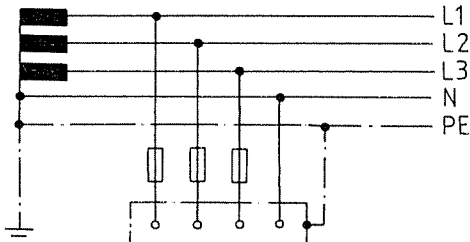
Raspored neutralnog i zaštitnog vodiča (TN-mreža)

S: funkcije neutralnog i zaštitnog vodiča kroz odvojene vodiče

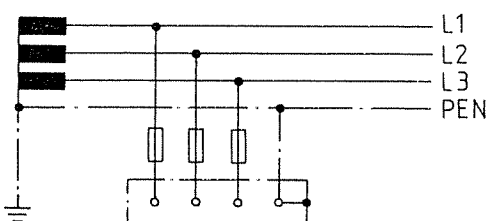
C: funkcije neutralnog i zaštitnog vodiča kombinirane u jednom vodiču (PEN-vodič)

Trofazne mreže

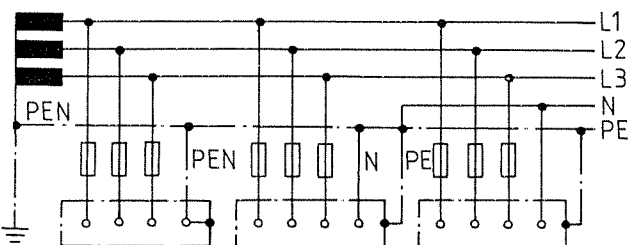
TN-S-mreža s nadstrujnim zaštitnim uređajem i odvojenim neutralnim od zaštitnog vodiča u cijeloj mreži



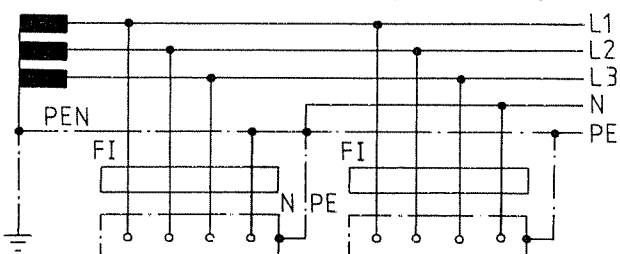
TN-C-mreža s nadstrujnim zaštitnim uređajem, funkcije neutralnog i zaštitnog vodiča u cijeloj su mreži kombinirane u PEN-vodiču



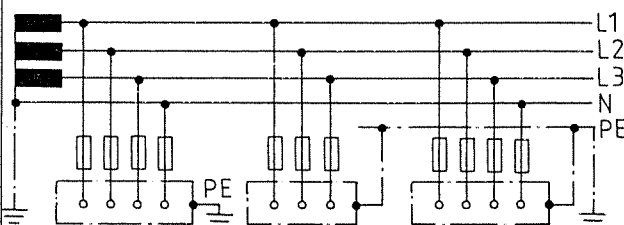
TN-C-S-mreža s nadstrujnim zaštitnim uređajem, funkcije neutralnog i zaštitnog vodiča u jednom su dijelu mreže kombinirane u PEN-vodiču



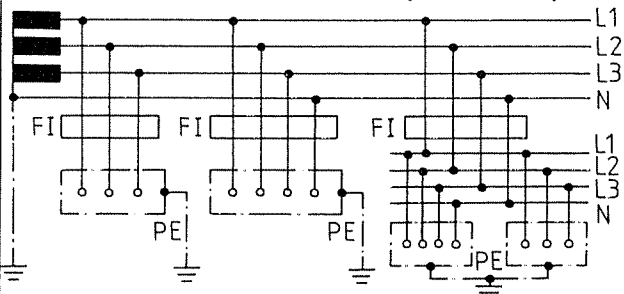
TN-mreža sa zaštitnim uređajem za struju kvara



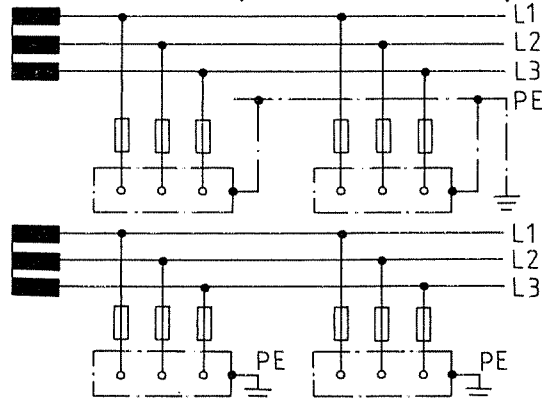
TT-mreža s nadstrujnim zaštitnim uređajem



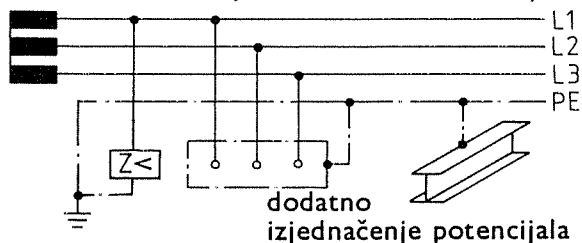
TT-mreža sa zaštitnim uređajem za struju kvara



IT-mreža s nadstrujnim zaštitnim uređajem

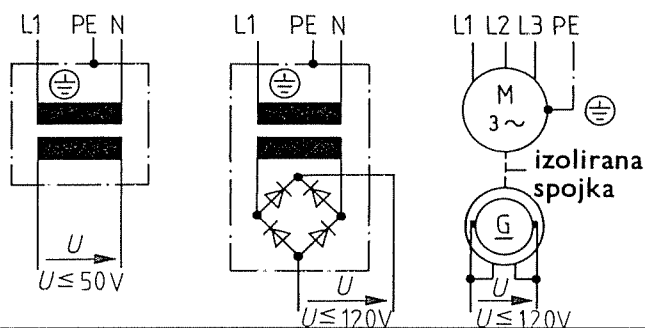


IT-mreža s izolacijskim nadzornim uređajem

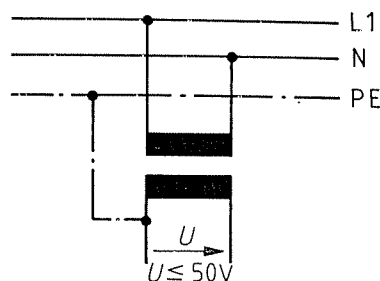


Zaštita od direktnog i indirektnog dodira

Zaštita upotrebom sigurnosnog malog napona

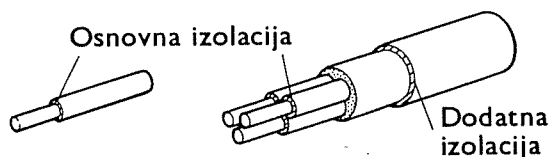


Zaštita malim radnim naponom



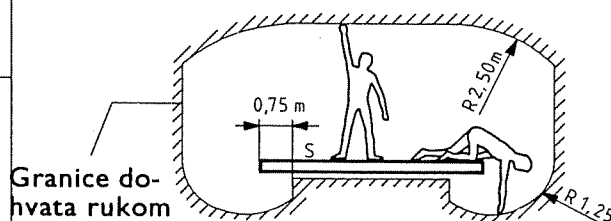
Zaštita od direktnog dodira

Zaštita izoliranjem aktivnih dijelova

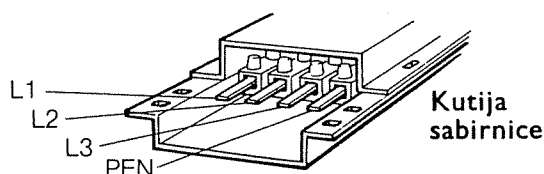


Zaštita preprekama npr. pregradama ili kućistima

Zaštita razmakom



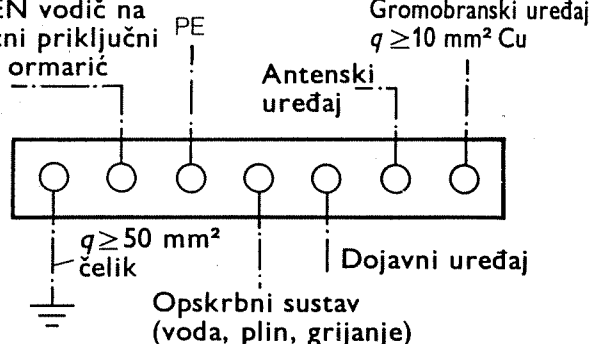
Zaštita pokrovima i omotima



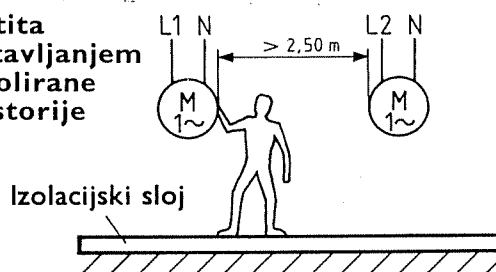
Dodatna zaštita upotrebom zaštitnog uređaja za struju kvara ($I_{\Delta n} = 30 \text{ mA}$)

Zaštita kod indirektnog dodira

Zaštita izjednačenjem glavnog potencijala PEN vodič na kućni priključni ormarić



Zaštita postavljanjem u izolirane prostorije

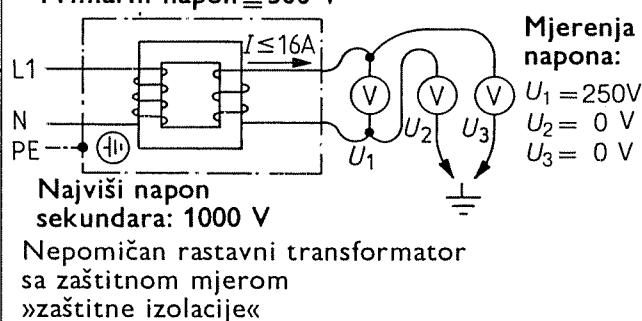


Zaštitne mjere kod TN-, TT- i IT-mreža vidi sliku na str. 160

Zaštitno izoliranje

- Potpuno izoliranje
- Izoliranje presvlačenjem
- Međuizoliranje

Primarni napon $\leq 500 \text{ V}$ Zaštitno odvajanje



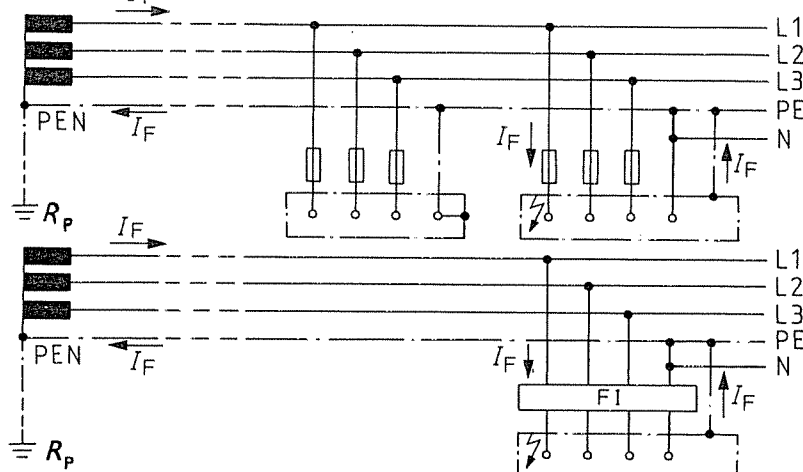
Razredi zaštite električne opreme:

Razred zaštite I	Razred zaštite II	Razred zaštite III
Zaštitna mjera sa zaštitnim vodičem	Zaštitno izoliranje	Zaštitni mali napon
Oprema s metalnim kućištem	Oprema s plastičnim kućištem	Oprema s nazivnim naponima do 25 V ~ odnosno 50 V ≈ i do 60 V – odnosno 120 V –
npr. elektromotor	npr. električni kućanski aparati	npr. električne ručne svjetiljke

Zaštita od opasne struje za tijelo

Zaštita od indirektnog dodira

TN-C-S mreža



Zaštitni uređaji:

- Rastalni osigurači
- Zaštitni automat voda
- FI-zaštitna sklopka

Načelo: Struja kvara I_F postaje strujom kratkog spoja i teče preko PE-PEN-vodiča na izvor struje

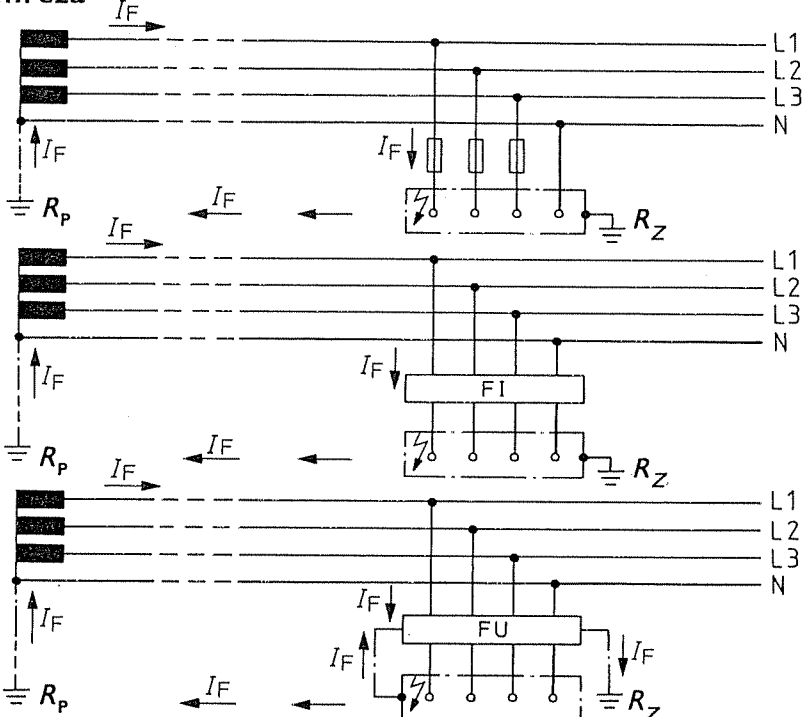
Isključenje: unutar vremena za I_1

Uvjeti isključenja:

$$Z_s \cdot I_1 \leq U_0$$

Zaštitni uređaj za struju kvara: $I_1 = I_{\Delta n}$, isključenje unutar 0,2 s

TT-mreža



Zaštitni uređaji:

- Rastalni osigurači
- FI — zaštitna sklopka
- FU — zaštitna sklopka

Načelo: Struja kvara I_F postaje strujom zemljospoja i teče preko uzemljivača (zemlje) na izvor struje

Uvjet isključenja:

$$R_Z \cdot I_1 \leq U_0$$

Isključenje zajamčeno

FI — zaštitnom sklopkom, jer je struja kvara malena.

Zaštitni uređaj za struju kvara:

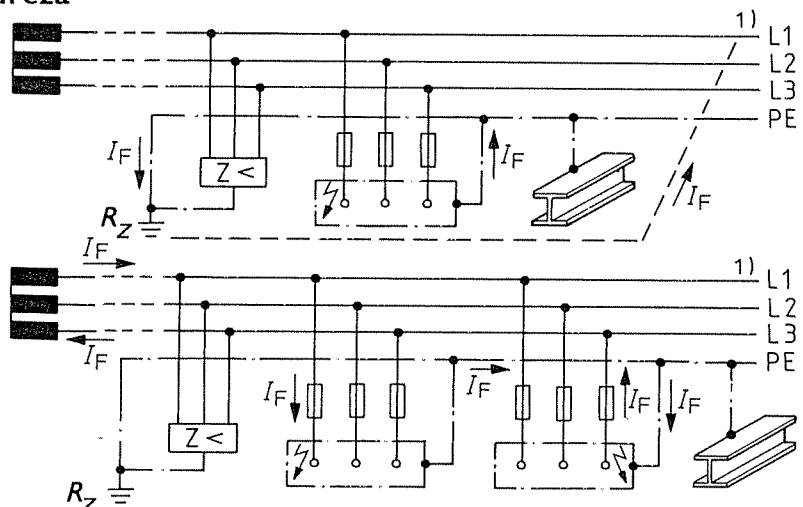
$I_1 = I_{\Delta n}$ kao gore

Zaštitni uređaj za napon kvara:

kod $R_Z \geq 200 \Omega$ je vrijeme isključenja $\leq 0,2$ s

R_Z = otpor zaštitnog uzemljenja
 U_0 = dodirni napon

IT-mreža



Zaštitni uređaji:

- Rastalni osigurači
- Zaštitni automat voda
- Uređaj za nadzor izolacije

Načelo nadzora izolacije

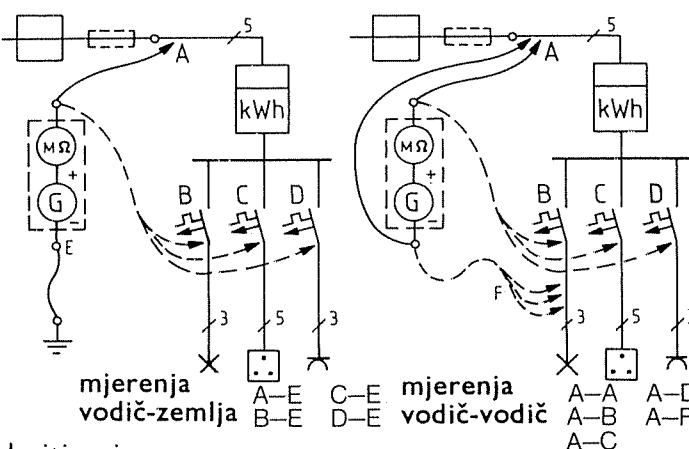
- Kod jednostrukog kvara, pokazivanje kvara dojavom ili iskapčanjem, $I_d (\hat{=} I_F)$ je struja kvara (struja odvoda)
- Kod dvostrukog kvara, isključenje putem nadstrujnog zaštitnog elementa unutar 0,2 odnosno 5 s

Uvjet isključenja: $R_Z \cdot I_d \leq U_0$

¹⁾ Izvedba je moguća i s neutralnim vodičem

Otpor izolacije

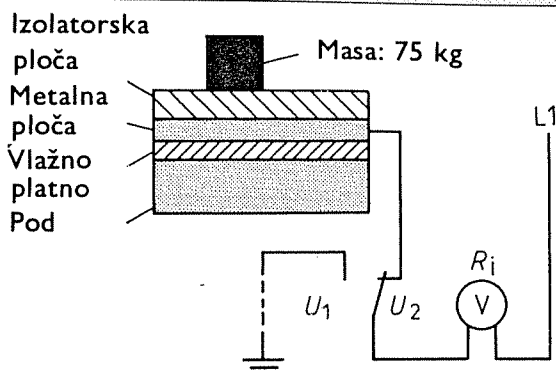
Električni uređaji



Ispitivanje:

- Mjerenje otpora izolacije svih neuzemljenih vodiča prema zemlji (vodič-zemlja)
- Mjerenje otpora izolacije svih neuzemljenih vodiča jedan prema drugome (vodič-vodič)
- Najmanje vrijednosti za R_{izo} suhe prostorije 1000 Ω/V , vlažne prostorije 500 Ω/V

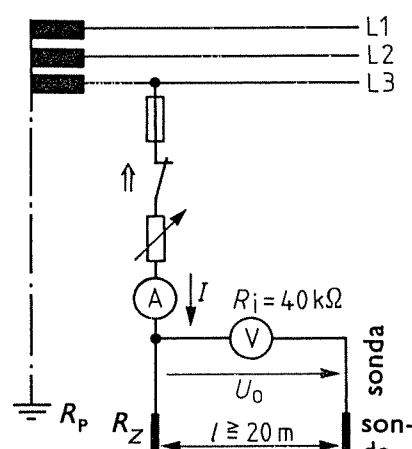
Smještaj



Ispitivanje:

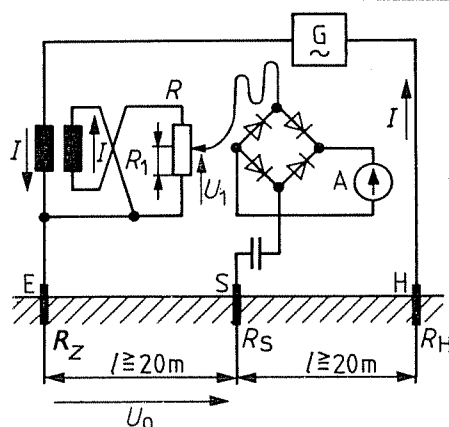
- Mjerenje U_1 i U_2
- Određivanje R_{izo} prema $R_{izo} = R_i \cdot \left(\frac{U_1}{U_2} - 1 \right)$
- Najmanje vrijednosti za R_{izo}
50 k Ω do 500 V izmjenični napon
ili 750 V istosmjerni napon
100 k Ω od 500 V izmjenični napon
ili 750 V istosmjerni napon

Otpor uzemljenja



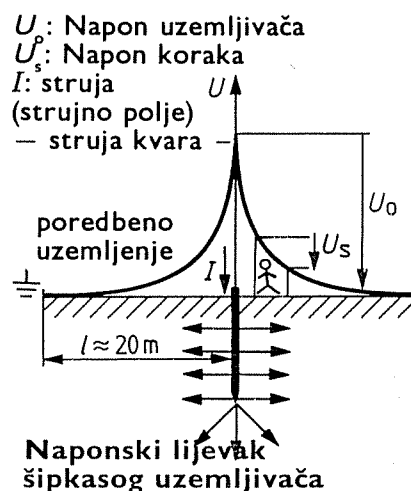
Ispitivanje:

- mjerenje jakosti struje i napona
- određivanje $R_Z = \frac{U_0}{I}$

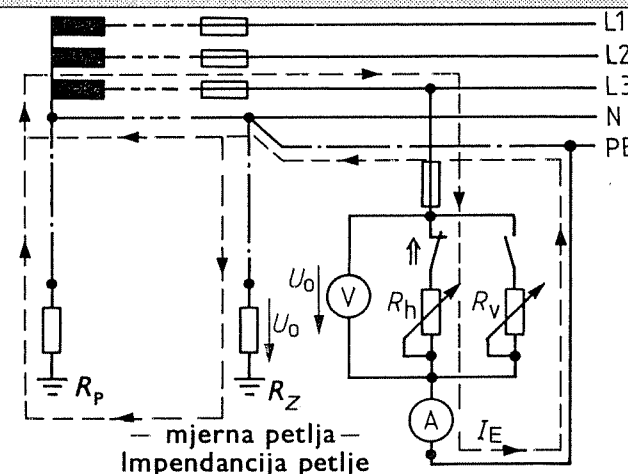


Ispitivanje:

- postupak kompenzacije po Behrendu
- uvjet izjednačenja: $U_1 = U_0$; $R_1 = R_Z$



Impedancija petlje («otpor petlje»)

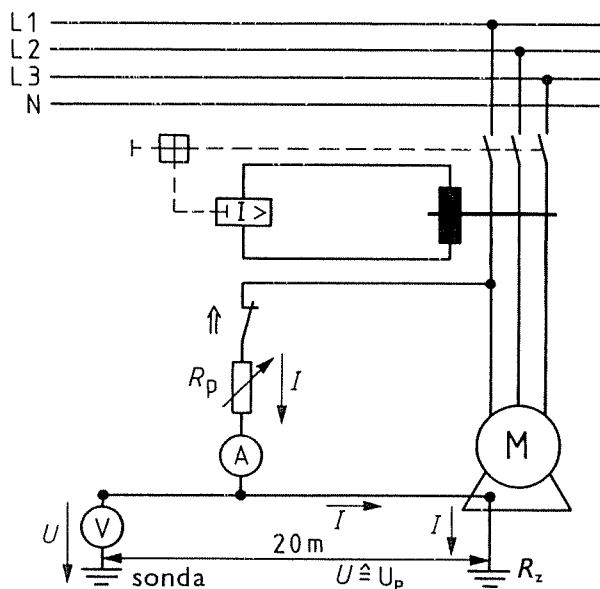


Ispitivanje:

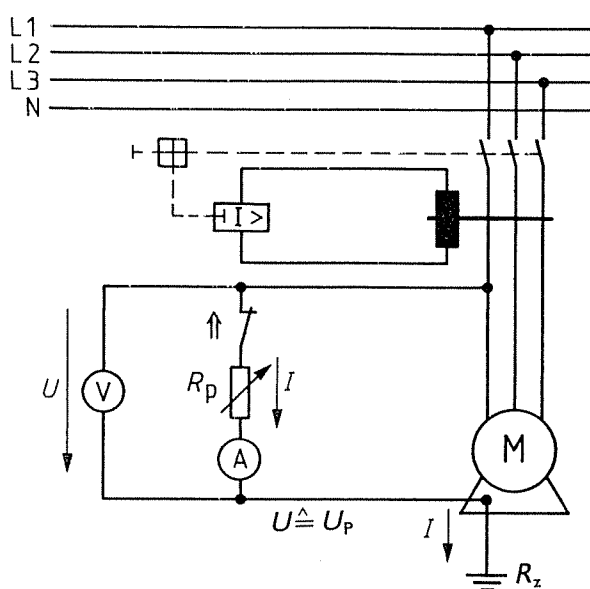
- Mjerenje napona U_0 kod otvorenih sklopki
- Mjerenje napona U_1 i jakosti struje I_Z kod zatvorenih sklopki i toka struje preko R_h
- Određivanje Z_s ($Z_s \approx R_s$) prema: $Z_s = \frac{U_0 - U_1}{I_Z}$

Zaštitna strujna sklopka

sa sondom



bez sonde (najčešći mjerni postupak)



Ispitivanje

- Pokretanje ispitnog uređaja na FI-zaštitnoj sklopki (ispitivanje rada sklopke)
- Ispitivanje nepostojanja zemljospoja N-vodiča iza FI-zaštitne sklopke (mjerenje izolacije)

- Mjerenje napona kvara izazivanjem umjetnog kvara, $U_F = 50 \text{ V} \sim$ odnosno $25 \sim$ (ispitivanje rada uređaja)
- Mjerenje otpora uzemljenja i uspoređivanje s

$$R_z \leq \frac{25 \text{ V}}{I_n}$$

(ispitivanje rada uređaja)

Opći uvjeti opskrbe električnom energijom za potrošače¹⁾

Potrošačke instalacije

- Korisnik priključka je odgovoran za ispravno postavljanje, proširenje, izmjenu i održavanje električnih instalacija iza osigurača kućnog priključka.
Izuzetak: mjerni uređaj je u pravilu vlasništvo poduzeća za opskrbu električnom energijom.
- Radove na električnim uređajima smije izvoditi samo poduzeće za opskrbu električnom energijom i instalateri unešeni u njihov popis.
- Upotrebljeni materijali i uređaji moraju biti izrađeni prema sigurnosnim zahtjevima, i odredbama JUS-a.
- Pad napona između kraja kućnog priključka i brojila uz pretpostavku nazivne jakosti struje predspojenog osigurača ne smije iznositi više od 0,5%.

Stavljanje u pogon potrošačke instalacije

- Stavljanje električnih instalacija u pogon do glavnih ili razdjelnih osigurača kao i do brojila izvodi poduzeće za opskrbu električnom energijom. Električnu instalaciju iza brojila stavlja u pogon instalater.
- Električna instalacija stavlja se u pogon na temelju zahtjeva poduzeću za opskrbu električnom energijom koga podnosi instalater.

Ispitivanje potrošačkih instalacija

- Poduzeće za opskrbu elektr. energijom je ovlašteno za ispitivanje instalacije prije puštanja u pogon. Instalater je dužan ispostaviti ateste o mjernom ispitivanju.
- Ustanovljeni nedostaci moraju biti otklonjeni.

Pogon, proširenje i zamjena uređaja i trošila

- Pogon instalacija i uređaja ne smije prouzročiti smetnje ostalim potrošačima.
- Za proširenja i izmjene na instalaciji kojima se povećava angažirana snaga na priključku treba zatražiti energetska suglasnost od poduzeća.

Tehničke uvjete priključenja

- Potrošačku instalaciju utvrđuje poduzeće za opskrbu el. energijom u okviru Općih dobavnih uvjeta za isporuku el. energije.

¹⁾ Prema tehničkim uvjetima poduzeća za opskrbu el. energijom.

Sprečavanje nezgoda

Značenje sigurnosnih boja

Sigurnosna boja	crveno	žuto	zeleno	plavo
Značenje ili razvod	Stoj Zabrana	Oprez! Opasnost	Bezopasnost Prva pomoć	Znakovi Upozorenje
Primjeri upotrebe	Znakovi zaustavljanja Nužda – izlaz Znakovi zabrane	Upozorenje na opasnost (npr. požar, eksplozija, zračenje) Označavanje smetnji	Označavanje putem spasavanja i izlaza za nuždu, prva pomoć i stanice za spasavanje	Obaveza nošenja zaštitne opreme Lokacija telefona
Kon. boja	bijelo	crno	bijelo	bijelo
Boja slikovnog prikaza	crno	crno	bijelo	bijelo

Znakovi zabrane



Z1 Zabranjeno pušenje



Z2 Zabranje. vatra otvoreno svetlo i pušenje



Z3 Zabranjeno kretanje pešacima



Z4 Zabranjeno gašenje vodom vodom



Z5 Nije voda za piće

Znakovi upozorenja



U1 Upozorenje na zapaljive tvari



U2 Upozorenje na eksplozivne tvari



U3 Upozorenje na otrovne tvari



U4 Upozorenje na nagrizajuće tvari



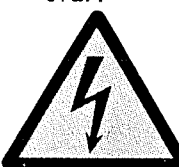
U5 Upozorenje na radio. i ionizi. zračenje



U6 Upozorenje na viseće terete



U7 Upozorenje na vozila za terete



U8 Upozorenje na opasan električni napon



U9 Upozorenje ispred opasnog mjesta



U10 Upozorenje na laserske zrake

Znakovi naredbi



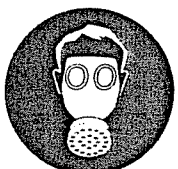
G1 Obavezno nošenje zaštitnih naočara



G2 Obavezno nošenje zaštitnog šljema



G3 Obavezno nošenje zaštitnih slušalica



G4 Obavezno nošenje zaš. maske za disanje

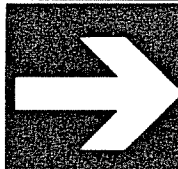


G5 Obavezno nošenje zaštitne obuće

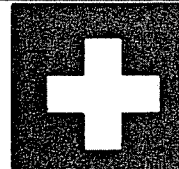


G6 Obavezno nošenje zaštitnih rukavica

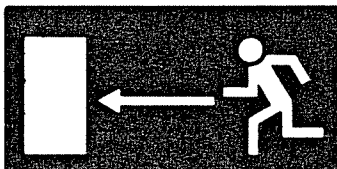
Znakovi spasavanja



S1 Smjer kretanja pri spašavanju



S2 Prva pomoć



S3 Smjer spašavanja ulijevo

Propisi za rad u električnim pogonima

VDE 0105 T 1/07. 83
DIN 40 008 T 1. T3_02.85

Dopušten rad na uređaju

daje odgovorna nadzorna osoba uz pridržavanje svih 5 pravila sigurnosti

5 pravila sigurnosti kojih se treba pridržavati prije početka rada:

- Potpuno isključiti uređaj
- Zaštititi od ponovnog uključivanja
- Ustanoviti beznaponsko stanje
- Uzemljiti i kratko spojiti ¹⁾
- Obliznje dijelove pod naponom prekriti ili ograditi

Mjere po završetku rada prije ponovnog uključivanja:

- Odstraniti alat i pomoćna sredstva
- Napustiti opasno područje
- Otkloniti kratki spoj i uzemljenje najprije na radnom mjestu, a zatim na ostalim mjestima
- Zemno uže isključiti najprije od djelova uređaja (npr. vod), a zatim od uzemljenja
- Dijelove uređaja i vodiča bez zemnog užeta nesmije seviše dodirivati
- Ponovno postaviti zaštitnu oplatu i zaštitne ploče
- Zaštitne mjere ukloniti s uklopnih mjesta tek po primitku slobodnog znaka s mjesta rada

Pva pomoć pri nezgodama uslijed strujnog udara:

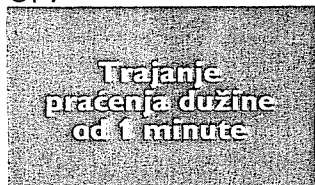
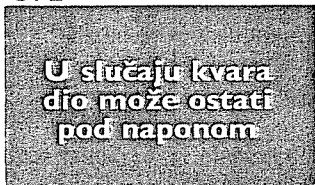
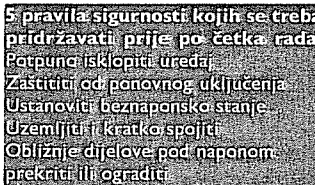

- Odmah prekinuti struju
- Ustanoviti da li postoji zastoj u disanju i po potrebi primijeniti umjetno disanje
- Ustanoviti da li postoji zastoj krvotoka i po potrebi pored umjetnog disanja primijeniti i masažu srca
- Ukoliko ne postoji zastoj disanja i krvotoka nesrećenog okrenuti na bok
- Kod zastoja disanja i krvotoka, većih opekotona i nesvjestice, nesrećenog što prije prevestu i bolnicu

¹⁾ U uređajima s nazivnim naponom do 1000 V može se u određenim okolnostima od toga odstupiti (DIM VDE 0105 T 1).

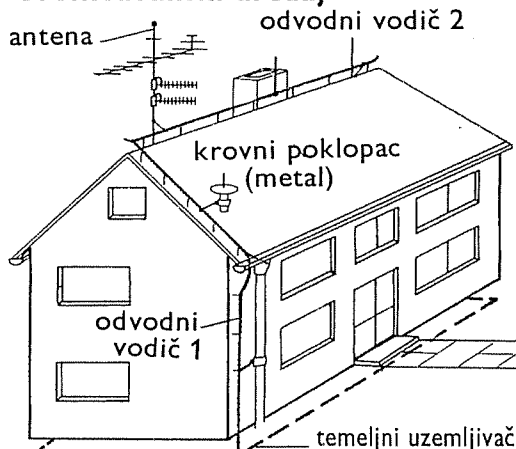
Sigurnosni znakovi i ploče

Prikaz	Značenje
	Znak zabrane Ne uključivati ZP1
	Ne dodirivati, kućište pod naponom ZP2
<div>Radovi u toku mjesto: Znak smije odstraniti samo</div>	Dopunska ploča DP1
	Znak upozorenja Upozorenje na opasni električni napon UP1
<div>Visok napon Opasno po život</div>	Dopunska ploča DP2
	Opasnost od akumulatora IUP2
	Upozorenje na laserske zrake UP3
	Znak naredbe Prije otvaranja izvući mrežni utikač NP1

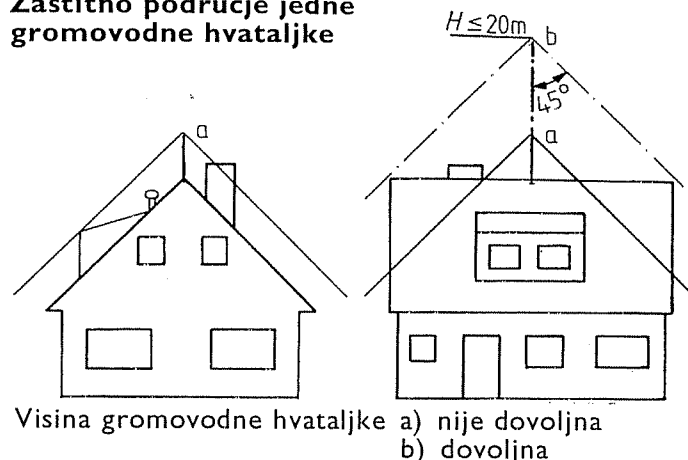
Ploče s uputima

UP1 	UP2 	UP3 	UP4 
--	--	---	--

Gromobranski uređaj



Zaštitno područje jedne gromovodne hvataljke



Glavni odvodi (GO) gromobranskog uređaja

mjere zgrade u m		ravni krov ¹⁾		kosi krov ²⁾	
duljina	širina				
do 20	do 20	HA 1	HA 2	HA 1	HA 2
do 20	do 20	HA 1	HA 2	HA 1	HA 2
do 20	do 20	HA 3	HA 4	HA 3	HA 4
20 do 20	do 20	HA 1	HA 3	HA 1	HA 3
20 do 40	do 40	HA 1	HA 2	HA 1	HA 2
do 40	do 40	HA 4	HA 5	HA 4	HA 5
		HA 6	HA 7	HA 6	HA 7

¹⁾ ravni krov: razmak sljeme - žljebni rub ≤ 1 m

²⁾ kosi krov: razmak sljeme - žljebni rub ≤ 1 m

Materijali i mjere

Glavni odvodi

Materijal	Mjere	Materijal	Mjere
Okrugli čelik jako pocinčan, čelična traka, Nerđajući čelik otporan na kiseline	Ø 8 mm Ø 10 mm 20 mm · 2,5 mm Ø 12 mm 30 mm · 3,5 mm	Okrugli čelik Čelična traka Profilni čelik, jako pocinčan za šipkasti uzemljivač Nerđajući čelik otporan na kiseline	Ø 10 mm 30 mm · 3,5 mm Cijevni uzemljivač Ø 2,5 mm Uzemljivač kružnog presjeka 50 mm · 3 mm Okrugli čelik Ø 20 mm Ø 12 mm 30 mm · 20 mm
Okrugli bakar Bakrena traka Bakreno uže	Ø 8 mm 20 mm · 2,5 mm 7 puta Ø 3 mm	Okrugli bakar Bakrena traka	Ø 8 mm 20 mm · 2,5 mm
Bakreni vodič s olovnim plaštem, debljine olovnog plašta najmanje 1 mm	žica Ø 8 mm uže 7 puta Ø 3 mm	Bakreno uže	Nedopušteno
Čelična žica	Ø 8 mm s 30% bakrenog nanosa	Bakreni vodič s olovnim plaštem Debljina olovnog plašta najmanje 1 mm	Žica Ø 8 mm uže 7 puta Ø 3 mm
Okrugli aluminij Aluminijska traka	Ø 10 mm 20 mm · 4 mm	Čelična žica	Ø 8 mm s 30% bakrenog nanosa

¹⁾ Opći uvjeti za gromobrane

Prostorije s električnim uređajima

JUS N.B2.775

Oznake/ VDE-odredbe	Objašnjenje
Električna pogonska mjesta Prostorije, odnosno mjesta s električnim uređajima VDE 0100/06.77 § 43 VDE 0105 T.1/07.83	Ulaz dopušten samo upućenim osobama Rasklopne prostorije Razdjelni uređaji u odvojenim prostorijama Strojarnice u elektranama itd. Zaštita od neposrednog dodira — neizoliranih aktivnih dijelova primjenom zaštitnih letvica, pokrova ili ograda
Suhe prostorije: Prostorije bez visokog sadržaja vlage u zraku i kondenzirane vode VDE 0100/06.77 § 42 VDE 0100 T.732/09.80	Stambene prostorije Uredi Poslovne prostorije ● Vrsta vodova: NYIF, NYM, H07V-U, H07V-K PP, PP/R
Vlažne i mokre prostorije: Prostorije s kondenziranom vodom VDE 0100/05.73 § 45 JUS N.B2.771	U vlažnim prostorijama: ● Pogonska sredstva najmanje prema vrsti zaštite IPX1 ● Velike kuhinje, pekare, hladionice, negrijane i nezračne podrumске prostorije itd. U mokrim prostorijama: ● Pogonska sredstva najmanje prema vrsti zaštite IPX4 odnosno IPX5 ● Mokre radionice, vinski podrumi, prostori s tuševima itd. U vlažnim i mokrim prostorijama: ● Vrsta vodova: NYM, NYY PP, PPOO
Uređaji u slobodnom prostoru: Mjesta sa i bez pokrova VDE 0100/06.77 § 45 § 48	Zaštićeni uređaji s instalacijom kao u vlažnim prostorijama (npr. rezervoari) Nezaštićeni uređaji s instalacijama kao u mokrim prostorijama, a pogonska sredstva najmanje prema vrsti zaštite IPX3 ● Sklopke i utičnice prema vrsti zaštite IPX4
Pogonska mjesta ugrožena požarom: Mjesta u prostorijama ili u slobodnom prostoru s lako zapaljivim tvarima VDE 0100 T.720/03.83.	Sprečavanje požara uslijed kvara izolacije: ● Požarna zaštita od kratkog spoja s nadstrujnim zaštitnim članovima (vrijeme okidanja $t \leq 5$ s) ● Zaštitni uređaj od struje kvara sa zaštitnim vodičem ($I_{\Delta n} \leq 0,5$ A) ● Zaštitni razmak, tj. polaganje jednožilnog voda u omotaču ili jednožilnog kabela Izbor kabela i vodova ● Nema otvorenog polaganja neizoliranih vodova na izolatore ● pomični vodovi najmanje prema tipu H07RN-F odnosno A07RN-F Načini zaštite pogonskih sredstava ● kod ugroženosti od požara zbog prašine ili/i vlakana IPX5 ● kod ugroženosti od požara zbog ostalih lako zapaljivih krutih tvari IPX4.
Uređaji za nadomjesnu opskrbu električnom energijom: Opskrba energijom dijelova mreže i trošila VDE 0100 T.728/04.84	Kod ispada ili isključivanja normalne opskrbe strujom ● Generatori (pogon pogonskim strjevima) ● Akumulatori (po potrebi s izmjenjivača ili pretvarača)
Električni uređaji u pokućstvu i sličnim predmetima namještaja VDE 0100 T.724/06.80	Svjetiljke u praznim prostorima koje se isključuju preko sklopke pri zatvaranju prostorije Presjek vodiča najmanje $1,5 \text{ mm}^2$ Cu ili $0,75 \text{ mm}^2$ CU, ako je duljina voda $l \leq 10$ m i ako ne postoje utične naprave Polaganje voda u čvrstom obliku ili slobodnim prostorima s vlačnim rasterećenjem Vrste vodova: ● čvrsto polaganje s NYM ili H07V-U; PP ● čvrsto i pomično polaganje s H05RR-F ili H05VV-F

Prostori s elekričnim uređajima

Gradilišta:

Mjesta na nisko- i visokogradnji, te na čeličnim konstrukcijama VDE 0612/05.74, VDE 0100 T.704 (E), JUS N.C0.066

Opskrba energijom preko jakostrujnog razdjelnika

- Uklopni i razdjelni uređaji najmanje prema vrsti zaštite IP43
- Sklopke i utični spojevi itd., prema vrsti zaštite IPX1
- Vrste vodova: PP, PP/O (samonoseće ovještenje), E_pN 50 (pomični vodovi)

Mjerni uređaj

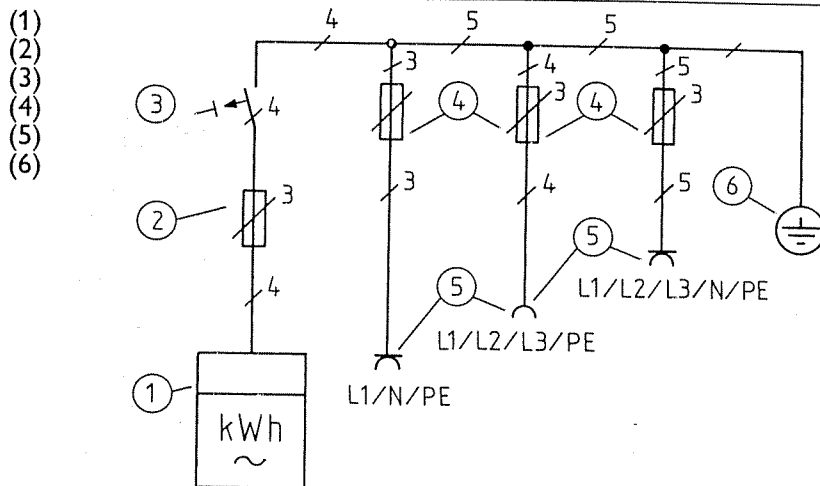
Glavni osigurači

FI-zaštitna sklopka

Nadstrujni zaštitni član/zaštita

Utičnice

Uzemljivač



Pogonska mjesta u poljoprivredi:

Gospodarske prostorije i mjesta u poljoprivrednom području

Zaštitne mjere kod posrednog dodira

- Mjere zaštite kod nazivnog napona preko 25 V izmjeničnog napona ili 60 V istosmjernog napona
- Čvrsta instalacija kao TT-mreža sa zaštitnim uređajem od struje kvara ($\text{otpor uzemljenja } R_z = \frac{25 \text{ V}}{I_{\Delta n}}$)
- Upravljanje potencijala u području stajanja životinje
- Zaštita potpunim isklapanjem, tj. istovremeno isključivanje svih neuzemljenih vodiča i dijelova uređaja
- Vrsta voda: PP, PP/O, E_pN 50

Zemni vod

Limena ili folijska stijena

Vodovodni vod

Razvođenje potencijala npr. pleteni građevinski čelik

Povezana pregrada

Samonapajanje za stoku

Uređaj za hranjenje

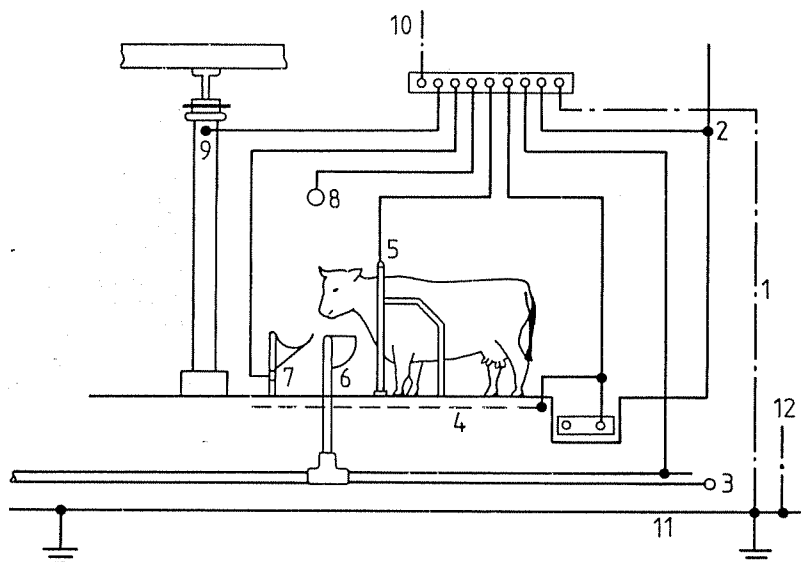
Uređaj za mužnju

Čelična konstrukcija

Zaštitni vodič

Temeljni uzemljivač

Gromobransko uzemljenje



Eksplzijom ugroženi prostori

Prostori s eksplozivnom atmosferom

VDE 0165/06. 80

VDE 0165 A1/12. 80

(vidi i str. 174)

Zahtjevi (izbor) za sva eksplozijom ugrožena područja

- Zaštitne mjere protiv neposrednog i posrednog dodira
- Izjednačenje potencijala između vodljivih dijelova električnih pogonskih sredstava i dijelova konstrukcije
- Zaštitni i nadzorni uređaji s isključivanjem svih polova i bez samostalnog ponovnog uključivanja
- Kod čvrstog polaganja: kabeli i vodiči u metalnom, plastičnom ili gumenom omotaču, npr. vod s olovnim omotačem
- Kod pomičnih pogonskih sredstava (do $U_N = 750 \text{ V}$): kao priključni vod npr. vodič s gumenim omotačem H07RN-F

Prostorije s električnim uređajima

Prostorije s kadom ili tušem:

Prostorije s uređajima za kadu ili tuš
VDE 0100 T.701/05. 84
JUS N.B2.771

Ne vrijedi za tvornički izrađene kabine za tuš, opremljene s unutarnjom kadom za tuš i odvodnim sustavima

Vodič izjednačenja potencijala između odvodne i dovodne cijevi:

- najmanji presjek $4 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

- Vruće pocinčana čelična traka najmanje $2,5 \text{ mm} \cdot 20 \text{ mm}$

Izjednačenje potencijala nije potrebno kod plastičnih kada, plastičnih odvodnih cijevi i metalnih odvodnih ventila.

Debljina stijene na stražnjoj strani, koja dijeli područje 1 i 2, između kabela ili voda i gornje površine stijene iznosi najmanje $0,06 \text{ m}$.

- Vrsta vodova: PP00, PPV-U, NYIF (samo u stijenama područja 3)

Područje	Kabli i vodovi (do 5 cm pod žbukom)	Sklopke i utičnice	Električna pogonska sredstva
0	ne	ne	ne ³⁾
1	ne ¹⁾	ne ²⁾	ne ⁴⁾
2	ne	ne	ne ⁵⁾
3	da	da ⁶⁾	da

Iznimke: ¹⁾ uspravni vodovi do trošila i uvodi za vodove sa stražnje strane trošila

²⁾ sklopke u trošilima

³⁾ pogonsko sredstvo s malim zaštitnim naponom $< 12 \text{ V}$

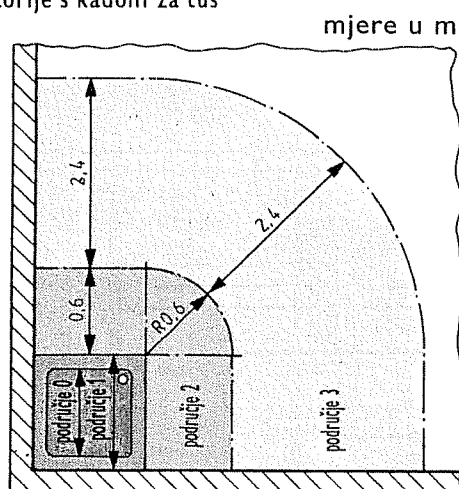
⁴⁾ nepomični grijači vode, ventilatori, te pozivni i signalni uređaji (do $25 \text{ V} \sim$ odnosno $60 \text{ V} -$)

⁵⁾ kao ⁴⁾ i svjetiljke

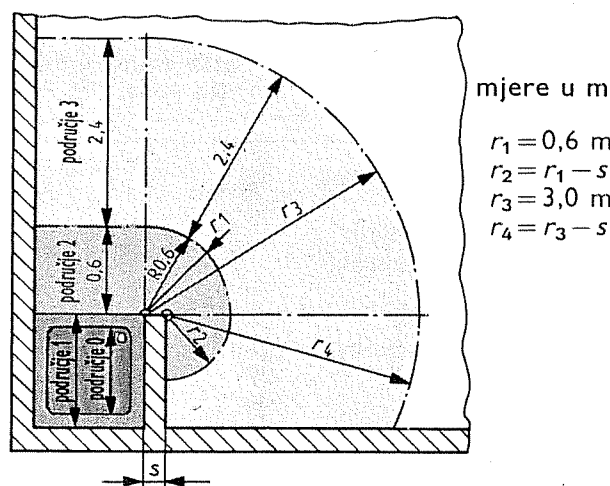
⁶⁾ dopušteno samo kod priključka preko odvojnog transformatora, s malim zaštitnim naponom ili zaštitnog uređaja od struje kvara ($I_{\Delta n} \leq 30 \text{ mA}$, TN- ili TT-mreža)

Podjela područja

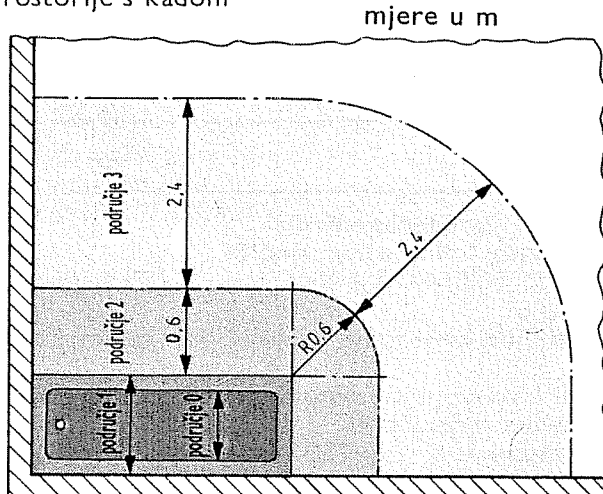
Prostorije s kadom za tuš



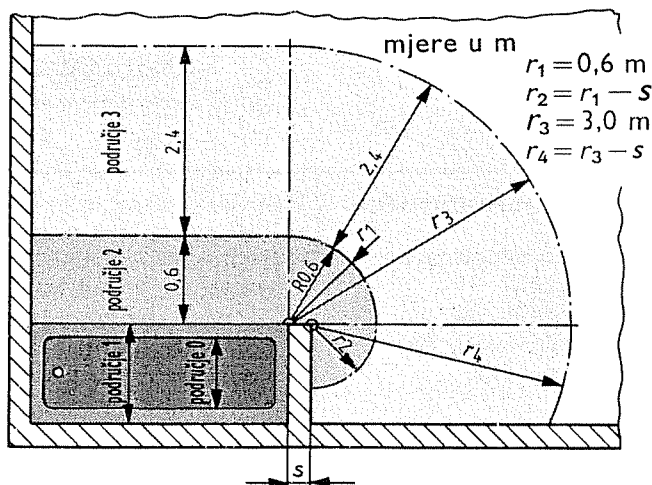
Prostorije s kadom za tuš i čvrstom pregradnom stijenom



Prostorije s kadom



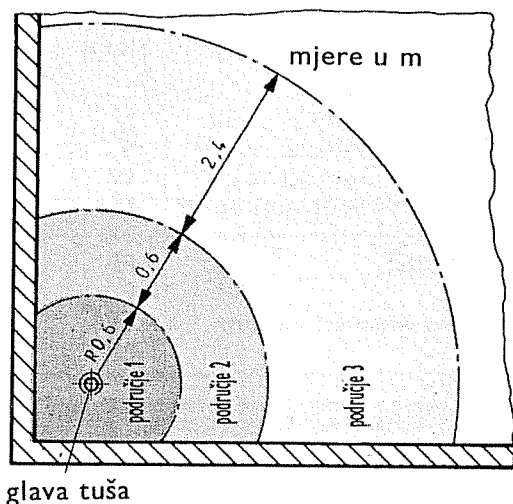
Prostorija s kadom i čvrstom pregradnom stijenom



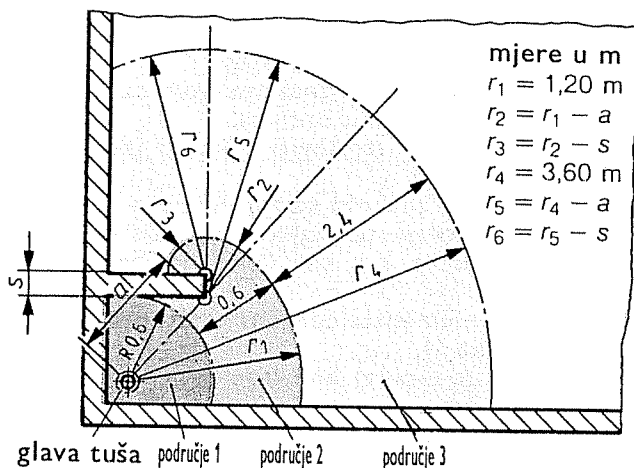
Prostorije s električnim uređajima

Podjela područja

Prostorije s tušem



Prostorije s tušem bez kade i čvrste pregradne stijene



Uređaji za saune:
prostorije s visokom
temperaturom zraka
VDE 0100 T.702/11.82

Zaštitne mjere kod posrednog dodira s električnim uređajima zaštitnog razreda I

- zaštitni mali napon

- zaštitni uređaj za struje kvara s $I_{\Delta n} \leq 30 \text{ mA}$

Zaštita od požara kod sauna s vrućim zrakom, temperaturno ograničenje najviše 165°C

Zaštita potpunim isklapanjem kod sauna s vrućim zrakom, tj. isključivanje električnih uređaja osim osvjetljenja preko jedne sklopke

Medicinski zaštićene prostorije:

Uređaji unutar i izvan
bolnica

VDE 0107/16. 81

11. 84 E

Prostorije grupe primjene 0, 1, 2 i 3 s različitom primjenom elektromedicinskih uređaja

Zaštita protiv opasnih struja tijela:

- Kod primjenske grupe 0 postupak prema T.410 za zaštitu od neposrednog ili posrednog dodira

- Kod primjenskih grupa 1, 2 i 3:

zaštitno izoliranje

zaštitni mali napon i mali radni napon s $U_{\sim} \leq 25 \text{ V}$ i $U_{-} \leq 60 \text{ V}$

zaštitni uređaj od struja kvara u TN-S mreži i TT-mreži s

$$I_{\Delta n} \leq 0,03 \text{ A i } R_z \leq \frac{25 \text{ V}}{I_{\Delta n}}$$

- Uređaj za nadzor izolacije u IT-mreži primjenske grupe 2 i 3

Dopunsko izjednačenje potencijala u prostorijama primjenske grupe 1, 2 i 3.

Nadomjesna opskrba energijom u bolnicama i poliklinikama

Vrsta vodova: kabeli i višezilni vodovi osim uzlaznog voda u prostorijama primjenske grupe 2 i 3.

Vrste prostorija i primjenske grupe

Primjenska grupa	Vrsta prostorije	Vrsta medicinske primjene
0	Sobe s krevetima Sterilizacijske prost. Praonice	Nema upotrebe elektromedicinskih uređaja
1	Sobe s krevetima Prostorije za terapiju Prostorije za preglede	Primjena elektromedicinskih uređaja na ili u tijelu (mala ambulantna kirurgija)
2	Prostorije za pripremu operacija Operacijske sale Prostorije za intenzivnu njegu	Raznovrsne operacije organa Kirurško unošenje dijelova uređaja
3	Prostorije na srčanom odjelu Operacijske sale	Operacije u ili na otvorenom srcu

Označavanje priključaka električnih pogonskih sredstava

DIN 42 400/9.83
(JUS N.G0.010)

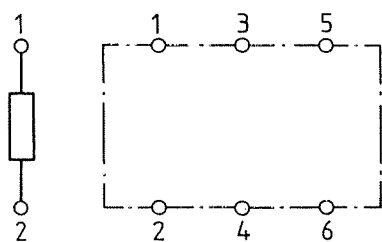
- Upotrebljavaju se velika latinska slova osim »l« i »O«, te arapski brojevi.
- Mala slova su iznimno dopuštena u pismenom saobraćaju.
- + (plus) i - (minus) dopušteni
- Treba načiniti grupe znakova koje se sastoje naizmjenice od slova i brojeva.
- Pojedinačni znak izostaviti kada su isključena kriva tumačenja.
- Ako se grupe znakova sastoje samo od slova i brojeva a moraju se razlikovati, tada se upotrebljava točka (.) kao znak raščlanjivanja (slika 5).
- Priključke elemenata označiti uzastopnim brojevima (slika 1).
- Priključke (odvojke) koji leže između krajeva elemenata označiti uzlaznim brojevima (slika 2).
- Priključke sličnih elemenata jedne grupe označiti po izboru:
 - a) slovo se stavlja ispred broja (slika 4).
 - b) sljedeće se brojeve stavlja ispred, kada pridruživanje za vanjske vodiče (vidi dolje) nije potrebno ili nije moguće (slika 5).
- Više sličnih grupa elemenata s istim slovima označiti ispred postavljenim brojevima (slika 3).
- Pogonska sredstva priključena na posebne vodiče označiti prema tablici 1.
- Vodiče i priključke vodiča označiti prema tablici 2.

Tablica 1

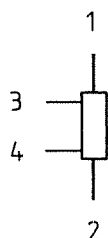
Priključak	Slovo	Spojni simbol
Mreža	U	
izmjenične struje	V	
vanjski vodič	W	
vanjski vodič	N	
Zaštitni vodič	PE	
Zemlja	E	
Zemlja bez stranog napona	TE	
Masa	MM	

Tablica 2

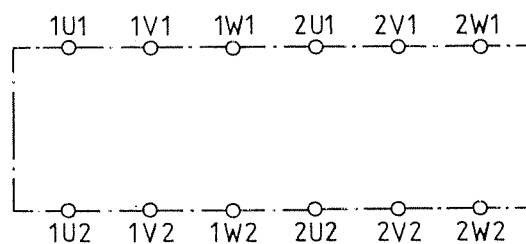
Vrsta vodiča	Oznaka	Spojni simbol
Mreža	L1	
izmjenične struje	L2	
vanjski vodič	L3	
vanjski vodič	N	
Mreža istosmjerne struje	L+	
pozitivni	L-	
negativni	M	
srednji vodič		
Zaštitni vodič	PE	
Neutralni vodič	PEN	
PEN-vodič	PU	
Zaštitni vodič (bez uzemljenja)	E	
Zemlja	TE	
Zemlja bez stranog napona	MM	
Masa		



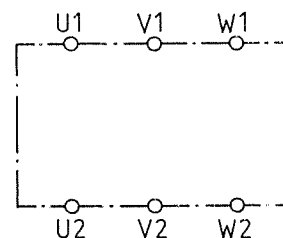
SI. 1



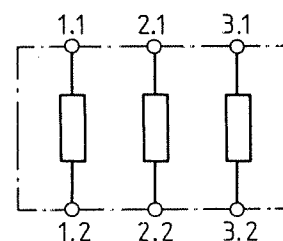
SI. 2



SI. 3



SI. 4



SI. 5

IP-vrste zaštite

Zaštita električnih pogonskih sredstava od dodira stranih tijela i vode

DIN 40 050/7:1980
VDE 0550, dio 1/12.69

Primjer:

Oznaka slovima _____ IP W 2 3 S
 Dodatno slovo _____
 Zaštita od prodora stranih tijela i prašine (1. broj oznake)¹⁾ _____
 Dodatno slovo _____
 Zaštita od prodora vode (2. broj oznake)²⁾ _____

1. broj oznake	Stupanj zaštite	2. broj oznake	Stupanj zaštite
0	Nema zaštite	0	Nema zaštite
1	Zaštita od prodora velikih tijela $d > 50$ mm Nema zaštite od namjernog pristupa	1	Zaštita od vodenih kapi poje padaju vertikalno (kapi vode)
2	Zaštita od srednje velikih stranih tijela, $d > 12$ mm, zaštita od prstiju i sl.	2	Zaštita od koso padajuće vode (vodene kapi), 15° prema normalnom položaju pogonske naprave
3	Zaštita od malih stranih tijela, $d > 2,5$ mm, zaštita od alata, žica i sl.	3	Zaštita od prštajuće vode, do 60° prema okomici
4	Zaštita od zrnatih stranih tijela, $d > 1$ mm, zaštita od alata, žica i sl.	4	Zaštita od prskajuće vode iz svih smjerova
5	Zaštita od taloženja prašine, (zasićen od prašine), potpuna zaštita od dodira	5	Zaštita od mlaza vode iz svih smjerova
6 ²⁾	Zaštita od prodora prašine, (nepropusnost za prašinu), potpuna zaštita od dodira	6	Zaštita od velikog mora ili jakog mlaza vode (zaštita od poplave)
		7	Zaštita od uronjavanja u vodu pri određenim uvjetima tlaka i trajanja
		8	Zaštita od trajnog potapanja u vodu
Dodatno slovo	Značenje	Dodatno slovo	Ispitivanje zaštite od vode kod mirovanja
C	Cijevni priključak za rashladni zrak	M	Mirovanje
V	Zaštita od vremenskih uvjeta	S	Stroj u pogonu

Simboli za vrste zaštite

Simboli	Opseg zaštite	Simboli	Opseg zaštite
	zaštićeno od prašine, vidi 1. broj oznake 5		zaštićeno od okapne vode, zaštita od visoke vlažnosti zraka, suparice i kapajuće vode
	nepropusno za prašinu, vidi 1. broj oznake 6		zaštićeno od koso padajuće vode, vidi 2. broj oznake 2
			zaštićeno od prskajuće vode, vidi 2. broj oznake 4
			zaštićeno od mlaza vode, vidi 2. broj oznake 5
			vodonepropusno, zaštita od prodora vode bez tlaka
			vodonepropusno pod tlakom, zaštita od prodora vode pod tlakom

¹⁾ Ako stupanj zaštite nije naveden, tada se umjesto brojeva piše slovo X, npr. IPX4

²⁾ Zaštitni stupanj se ne može ostvariti kod električnih strojeva. (Vidi DIN 4050, dio 2/6.72)

Električna pogonska sredstva za eksplozijom ugrožena područja

DIN EN 50 014/5.78
VDE 0170/0171 T. 1/5.78

Električna pogonska sredstva za eksplozijom ugrožena područja treba opremiti sljedećim oznakama:

- Ime proizvođača ili zaštitni znak,
- Oznaka tipa,
- Oznaka primjenjene zaštite od paljenja,
- Simbol grupe,
- Ime ili oznaka ispitnog mjesta,
- Broj potvrde i znak U,
- Dopunski podaci o posebnim evropskim normama za vrstu zaštite od paljenja,
- Podaci uobičajenih propisa izrade.

Primjer:

A.R. Achutz A, G,
Typ 5 CD
EEx de I/IIb T3
N° 5634
BVS Nr 80.521
.....
.....

Za mala električna pogonska sredstva smije se zbog nedostatka prostora navesti prvih pet podataka.

Primjer:

Simbol za eksplozijsku zaštitu EEx de I/IIb T3 Razred temperature
Vrsta zaštite od paljenja _____ Grupa električnih pogonskih sredstava

Oznaka	Vrsta zaštite od paljenja	Oznaka	Razred temperature ili najviša površinska temperatura
o	Uljni oklop	T1	450°
p	Pretlačni oklop	T2	300°
q	Pješčani oklop	T3	200°
d	Oklop siguran na tlak	T4	135°
e	Povišena sigurnost	T5	100°
ia	Vlastita sigurnost ¹⁾ kategorija a	T6	85°
ib	Vlastita sigurnost ¹⁾ kategorija b		

¹⁾ U strujnom krugu s vlastitom sigurnošću u normalnim uvjetima ne nastupaju termički učinci i iskrenja.
Kategorija a: nema paljenja kod kvara ili kombinacije dvaju kvarova
Kategorija b: nema paljenja kod kvara.

Oznaka	I	II		
		A ¹⁾	B ²⁾	C ²⁾
Grupa električnih pogonskih sredstava za upotrebu kod bliske opasnosti	Opasnost od eksplozivnog jamskog plina	Opasnost od eksplozije pojavom sljedećih plinova Alkani , npr. metan, propan, butan Alkeni , npr. propen Aromatski ugljikovodici , npr. stiroi Benzonoidi , npr. benzol, toluol, naftalin Ugljikovodične mješavine , npr. terpentini, petroleji, benzin, lož ulje, kerozin, dizel gorivo Ugljični monoksid Alkoholi i fenoli , npr. metanol Aldehidi , npr. metaldehid Ketoni , npr. aceton Esteri , npr. etilformiat Kiseline, kloridi itd.		
			Ugljikovodici , npr. etilen Spojevi koji sadrže dušik , npr. akrilnitrat, cijanovodik Spojevi s kisikom , npr. dimitilati, propilenoksid Mješavine , npr. plin u pećima za koks Halogeni spojevi , npr. tetrafluoretilen	vodik, acetilen, ugljični disulfid, etilnitrat








1) MESG (Granična širina raspora) >0,9 mm, MIZ (najmanja struja paljenja) — odnos >0,8.

2) MESG između 0,5 mm i 0,9 mm, MIC-omjer između 0,45 i 0,8.




3) MESG <0,5 mm i MIC-omjer <0,45 mm.

Ispitni znakovi na električnim pogonskim sredstvima i aparatima

Nacionalni ispitni znakovi na električnim pogonskim sredstvima i aparatima

Znak	Objašnjenje	Znak	Objašnjenje
	VDE — znak (Verband Deutscher Elektrotechniker) Savez njemačkih elektrotehničara		Registarski znak za mjerne transformatore i električna brojila Fizikalno-tehničkog saveznog zavoda u Braunschweigu
	VDE — oznaka kabela		Ispitna pouzdanost znak pouzdanosti zakona za zaštitu strojeva
	Znak zaštite od radio smetnji u slobodnom isječku: stupanj radio smetnji: G, N, K ili broj		Registarski znak Fizikalno-tehničkog saveznog zavoda za tarifne uklopne satove
FTZ	Telekomunikacijski centralni ured pošte SR Njemačke, Darmstadt sastavni dio FTZ — ispitnog broja		Tehničko udruženje proizvođača i prerađivača tipiziranih plastičnih kalupnih masa

Međunarodni ispitni znakovi na električnim pogonskim sredstvima i uređajima

Znak	Država	Znak	Država
	Belgija		Danska
	Finska		Francuska
	Velika Britanija		Island
	Italija		Japan
	Jugoslavija		Kanada
	Nizozemska		Nizozemska
	Norveška		Austrija
	Poljska		Švedska
	Švicarska		SSSR
	Čehoslovačka		Mađarska
	SAD (za pojedinačne uređaje)		SAD (za aparate koji se ugrađuju u uređaje)
	ECE: Komisija Ujedinjenih Nacija (UN) za Evropu s karakterističnim brojem (u krugu) države, koja je dodijelila dozvolu, npr. 1. SR Njemačka, 2. Francuska		
	CEE: Međunarodna komisija za propise za odobravanje elektrotehničkih proizvoda		

Grafičke oznake u elektrotehnici				DIN 40 100, T. 2 ... 20/8.87 JUS N.A3.451	
Grafičke oznake	Značenje	Grafičke oznake	Značenje	Grafičke oznake	Značenje
	U (on) uključeno		mehanička energija		nožna sklopka
	IZ (off) isključeno		toplinska energija		preklopni uređaj
	pripremljeno		pneumatska energija		akustički signal, zvono
	namještanje U/IZ		predaja topline, općenito		akustički signal, budilica
	tipka U/IZ		hidraulička energija		sirena
	start, puštanje u rad		kretanje u smjeru strelice		akustički signal, truba
	brzi start		kretanje u oba smjera		sat, vremensko odvijanje
	stop, zaustavljanje kretanja		kretanje naprijed		ventilator
	ručno pokretanje		vrtnja, okretanje		grubi pogon
	automatsko odvijanje		smjer toka za važne tvari		dopuštena temperatura
	daljinsko posluživanje		postavnik		zov za pomoć, vatrogasci
	podzemni električni vod		osciloskop		zov za pomoć, milicija
	nadzemni električni vod		mjerni pokazivač, analogni		električni brijači aparat
	koaksijalni vod, zakriljen		mjerni pokazivač, digitalni		električna brava
	svjetlosno zračenje		pisalo, registrator		rasvjeta, svjetlo
	svjetlosna energija		pisac		rasvjeta, difuzna
	zračenje, općenito		električni stroj		rasvjeta, direktna
	ionizirauće zračenje		ručna sklopka		rasvjeta, indirektna

Grafičke oznake u elektrotehnici

DIN 40100, T.2 ... 20/8.87

Grafičke oznake	Značenje	Grafičke oznake	Značenje	Grafičke oznake	Značenje
	infracrveno zračenje		snimaje na traku		opasan električni napon
	sigurnosna rasvjeta u pripravnosti		reprodukcija s trake		izolacijski transformator
	sigurnosna rasvjeta u trajnom spoju		magnetofonski/ /kasetofonski stereo uređaj		pretpranje
	snimanje informacije na nosač informacije		kućni magnetoskop u boji (video)		glavno pranje
	reprodukcija informacije s nosača informacije		televizija		razina vode (visoka)
	zapor snimanja		televizija u boji		pranje na maksimalnoj temperaturi 98 °C
	označivanje impulsa		televizor		ispiranje
	brisanje informacije s nosača informacije		zvučnica		škrobljenje rublja
	umetanje i skidanje nosača tona		snimač slike i tona		ispumpavanje
	svjetlina		mikrofon		centrifugiranje
	kontrast		zvučnik		posebni postupak
	zasićenje boje		slušalica, uložak slušalice		jako uprljano posuđe
	ton boje		slušalice		normalno uprljano posuđe
	monofono		telefonski aparat		malo uprljano posuđe
	stereofono		telefonski aparat (interkontinentalni)		osjetljivo posuđe
	ton (zvuk)		telefonski aparat s induktorskim pozivom		regeneriranje
	govor		električna energija		glavno ispiranje
	magnetofon/ /kasetofon		upozorenje, općenito opasno mjesto		sušenje ili grijanje

Nakon popravka ili izmjene na električnom aparatu ne smije postojati opasnost za korisnika ili za okolinu aparata

- Popravak ili izmjenu treba stručno izvesti.
- Ugrađeni dijelovi moraju zadovoljavati zahtjeve aparata i odgovarati VDE-propisima koji vrijede za aparat.
- U pravilu treba ugrađivati samo originalne dijelove.
- Ukoliko se ne mogu ugraditi originalni dijelovi, treba ispitati da li takvi dijelovi odgovaraju zahtjevima i zaštitnim mjerama.

Ispitivanje popravljenih i izmijenjenih aparata

1. **Ispitivanje izolacije** mjerilom izolacije prema VDE 0413, dio 1 s 500 V istosmjernim naponom.
(Tablica 1)

2. Ispitivanje **mehaničkog oštećenja dijelova izolacije**.

3. **Mjerenje struje odvoda** na aparatima s kondenzatorom između dijelova pod naponom i dodirljivih metalnih dijelova prema VDE 0470 § 20.
(Tablica 2)

4. **Mjerenje izolacije** obnovljenih namota.
(Tablica 3)

0...10 s s polovinom ispitnog napona
10s...1 min punim ispitnim naponom
ili

1 s s 1,1-strukim naponom

5. **Ispitivanje priključaka zaštitnog vodiča** kod aparata razreda zaštite I:

- pregled i ručna proba
- ispitivanje na prolaz
- ispitivanje priključnog voda

6. **Ispitivanje rada**

7. **Nadzor vremena zagrijavanja** kod električnih aparata za grijanje s regulacijom temperature.
Dopustiti upotrebu samo kada je ustanovljeno temperaturno ograničenje ili regulacija.

8. **Ispitivanje tlaka** kod električnih aparata s tlačnim uređajem.
Kroz 5 min s 1,3 nazivnog tlaka i hladnom vodom. Kod starih aparata eventualno ugraditi sigurnosni temperaturni ograničavač.

9. Natpise na aparatu obnoviti ili dopuniti.

Tablica 1: **Otpori izolacije**

Vrsta aparata	Otpori izolacije u M Ω
Aparati s elektromotornim pogonom	1
Aparati za grijanje s ili bez električnog pogona	0,25
Sastavni dijelovi s namotima	1
Uređaji razreda zaštite II	3

Tablica 2: **Najveće struje odvoda**

Vrsta aparata		Struje odvoda u mA	
		Razred zaštite	
		I	II i III
Aparati s s elektromotornim pogonom	pomični, npr. kuhinjski aparati	0,75	0,5
	nepomični, npr. stroj za pranje rublja	3,5	0,5
Električni aparati za grijanje	pomični, npr. elekt. glačalo	3,0	0,5
	nepomični, npr. uređaji za grijanje vode	5,0	0,5
Električni štednjaci	< 3 kW	6,0	0,5
	> 3 kW	15	0,5

Tablica 3: **Ispitni naponi**

Nazivni napon aparata u V	Ispitni napon u V
do 42	500
preko 42	1 500

Kod uspješnog izvođenja svih gore navedenih ispitivanja ispunit će se **minimalna mjera sigurnosti**.

Otklanjanje radio smetnji

VDE 0874/10. 1973

VDE 0875/ 6. 1977

Radio smetnja je visokofrekvencijska smetnja radio prijema (bežičnog prijema).

Postupci otklanjanja:

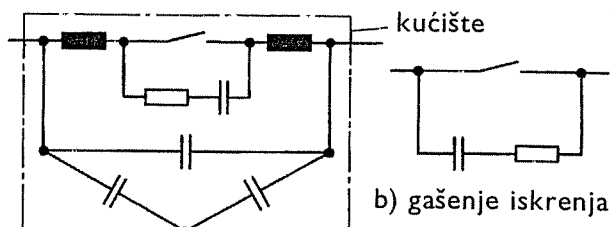
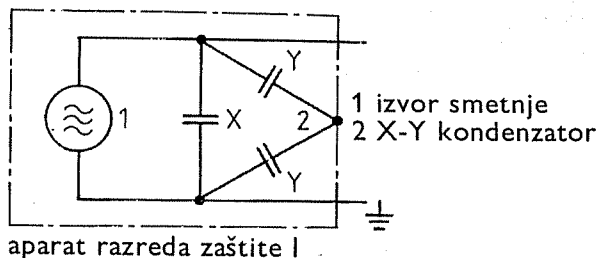
- **Svrishodno planiranje**, npr. upotrijebiti motore s kaveznim rotorom umjesto kolektorskih motora, posebni rasporedi namota itd.
- **Spajanje s:**
prigušnicama,
otpornicima,
filtarskim članovima,
uređajima za gašenje iskara.
- **Zakriljenje vodova**, aparata ili prostorijsa.

Stupanj otklanjanja radio smetnji je frekvencijski ovisna granica za radio smetnje, kao trajne i praskave smetnje.

U **oznaci zaštite od radio smetnji** može se navesti stupanj otklanjanja radio smetnji.

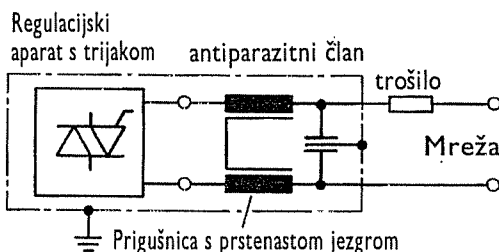
Kod pogonskih sredstava i uređaja s vlastitim napajanjem, npr. gradilišta, izložbe ili sajmovi dopušten je stupanj G otklanjanja radio smetnji.¹⁾

Oznake	Stupanj otkl. radio sm.
O	bez radio smetnji
N	otklonjena radio smetnja (normalni stup. smetnje)
M	otklonjena radio smetnja (mali stupanj smetnje)
G	grubo otkl. smetnja ¹⁾

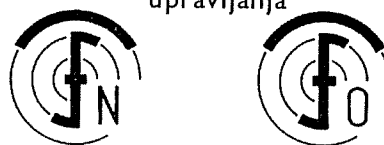


a) s dodatnim kondenzatorima prema masi

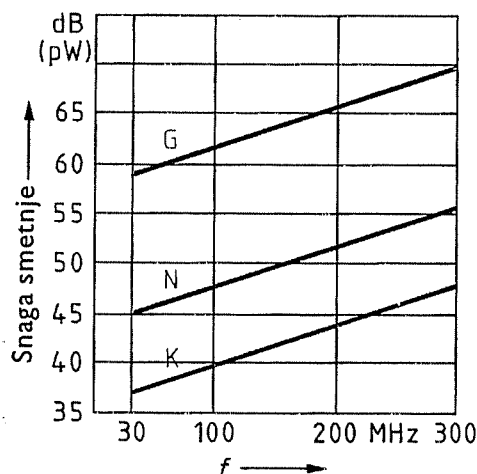
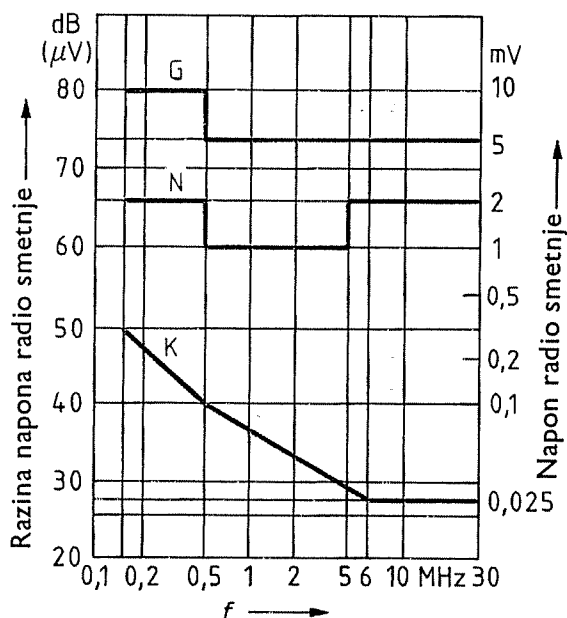
Otklanjanje radio smetnji kod sklopki



Otklanjanje radio smetnji kod fazno-reznog upravljanja



Oznake zaštite od radio smetnji



Granice napona radio smetnji za trajne smetnje od električnih kućanskih aparata, električnih alata i sličnih električnih aparata.

¹⁾ Pri stupnju otklanjanja smetnji G upozoriti na ograničenu primjenu pomoću natpisa na aparatima ili pogonskim i montažnim uputama.

Utične naprave

DIN 49 400/8. 1973. (JUS N.E3.631)
VDE 0620/5. 1966. (JUS N.E3.630)
VDE 0623/3. 1972. (JUS N.E3.625)
VDE 0625/5. 1966. (JUS N.E3.624)

Potrebni natpisi na utičnim napravama
















Normalne utične naprave

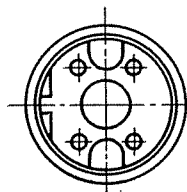
- Oznaka porijekla
- Nazivna struja (6, 10, 16, 25, 63 i 100 A)
- Nazivni napon (250, 500 (eventualno 550) i 750 V, za izmjeničnu i trofaznu struju te 380/220 V i 380 V.
- Vrsta struje
- Vrsta zaštite od vlage (oznake vidi str. 173)
- Utične naprave grijaćih aparata moraju biti označeni s T
- Izolirani dijelovi od prešanih i uštrcnih masa trebaju nositi kontrolni znak prema DIN 7702

Industrijske utične naprave

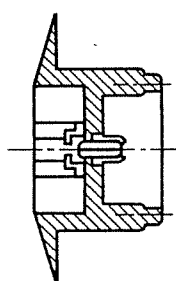
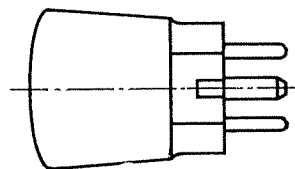
- Nazivna struja (16, 32, 63, 125 i 200 A)
- Nazivni napon (24, 42, 250, 500 i 750 V) istosmjerni i izmjenični napon i 380 V izmjenični napon
- Pogonski napon
- Simbol za vrstu struje, ako za obje struje nije predviđen ili kada se razlikuju istosmjerne i izmjenične vrijednosti
- Oznaka ili ime proizvođača
- Oznaka tipa
- Oznaka zaštite od vlage (vidi str. 173)
- Simbol za oznaku položaja zaštitnog kontakta ili pomoćni izdanak

CEE-CECON utične naprave

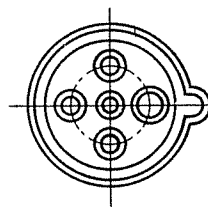
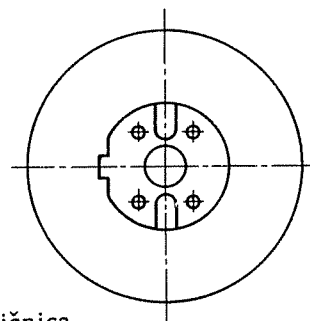
Broj polova (kontakata)	Vrsta struje	Nazivni napon u V	Položaj zaštitnog kontakata ¹⁾	Boja
3	50 ... 60 Hz	220 ... 240 V		plava
		380 ... 415 V		crvena
		500 V		crna
				siva
		50 ... 250 V		plava
		> 250 V		siva
4	50 ... 60 Hz	380 ... 415 V		crvena
		500 V		crna
		750 V		crna
				siva
	100 ... 300 Hz 300 ... 500 Hz	50 ... 440 V		siva
				siva
5	50 ... 60 Hz	220/380 ... 240/415 V		crvena
		500 V		crna
		750 V		crna



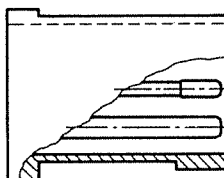
utikač
3/N/PE; 16 A, 220/380 V~



zidna utičnica,
podžbukna
3/N/PE; 25 A,
220/380 V~



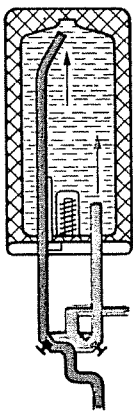
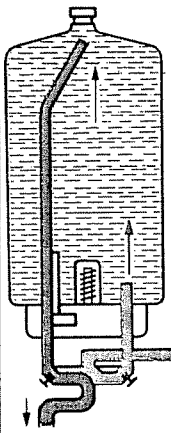
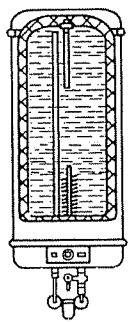
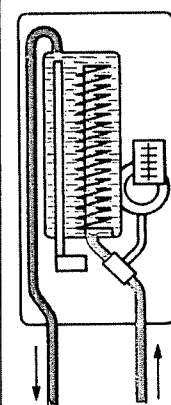
utikač s ogrlicom,
vodonepropustan, 62 A
< 42 V ... 750 V
4 olni



utičnica s ogrlicom,
vodonepropusna, 63 A
< 42 V ... 750 V
4 polni

¹⁾ Kod CEE-CEKON utičnica. Zaštitni vodič zelen, neutralni vodič plav.

Priprema tople vode¹⁾, potreba tople vode

Vrsta uređaja	Prikaz rada	Osobine	Primjene	Vrsta uređaja	Prikaz rada	Osobine	Primjene
Otvoreni spremnik 5...80 litara snaga do 6 kW		Čvrsti priključak na vodu, toplinska izolacija, dvopoložajna regulacija, prelijevni princip, jedno mjesto oduzimanja	Decentralizirane opskrbe, snaga aparata prilagođuje se prema potrebi	Bojleri i grijalo vrele (kipuće) vode 15...120 l 2000...6000 W		Čvrsti priključak na vodu, nema toplinske izolacije, dvopoložajna regulacija, prelijevni princip, jedno mjesto oduzimanja, ograničenje temperature	Bojler za tuš, kupaoński bojleri za kipuću vodu, oduzimanje tople do kipuće vode
Zatvoreni spremnik zidni aparat 5...120 l, stojeći aparat 200...1000 l snaga do 6 kW		Toplinska izolacija, rezervoar pod pritiskom, ugrađeni redukcijski ventil, zapornik povratnog toka itd., jednokružni ili dvokružni spremnik	Centralna opskrba toplom vodom u kućanstvu	Protočno grijalo vode 5...10 l protok do 11 l/min 12...33 kW		Protočna voda se direktno zagrijava, velika snaga grijanja, termička ili hidraulička regulacija temperature	Centralna ili decentralizirana opskrba toplom vodom, zbog velikih snaga nije uvijek primjenjiv

Potrebe za toplom vodom u kućanstvima, poljoprivredi i zanatstvu

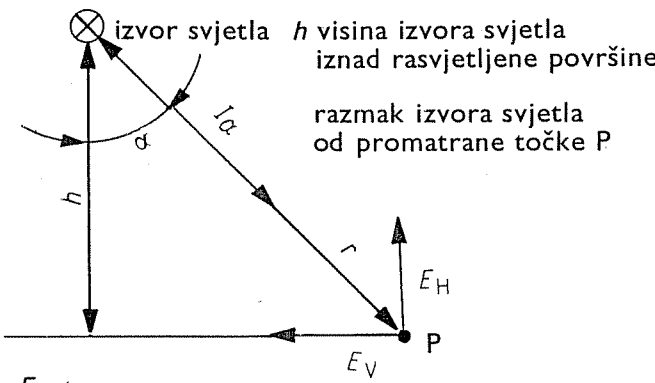
Vrste potrošnje	Potrošnja vode u l	Temperatura u °C	Vrste potrošnje	Potrošnja vode u l	Poredbene veličine
Kućanstvo pranje posuđa pranje ruku održavanje stana pranje tijela pranje kose tuširanje kupanje u kadi dnevna njega tijela po osobi dnevni potrošak po osobi	15/punjenju 12/osobi 10/vjedru (kanti) 18/osobi 12...18 / osobi 72/osobi 240/osobi 40 50	50 37 37 37 37 37 37	Pekare priprema tijesta čišćenje radionice njega tijela Frizerski salon salon za muškarce salon za žene čišćenje	15 0,5 30 40 60...100 1	1 m ² pekar-skog prost. 1 m ² prost. radionice 1 uposljeni mjesto mjesto 1 m ² površine
Poljoprivreda po kravi po teletu po svinji	8...10 / dnevno 10/dnevno 2,5/dnevno		Hoteli/gostionice umivaonik kupaonica kupaonica s tušem čišćenje soba kuhinja	15 90 50 5 5	po gostu dnevno po gostu dnevno po gostu dnevno dnevno po-jelu dnevno
Mesnice po prerađevini, svinja po kg prodajne robe čišćene njega tijela	80 12 11/m ³ 11/uposlenom		Domovi za stare i za njegu dječji domovi dječji vrtići	70 50 5	po pacijentu dnevno po djetetu dnev. po djetetu dnev.

¹⁾ Do 60 °C je voda topla, a preko toga vruća.

Oznake u formulama i pojmovi rasvjetne tehnike

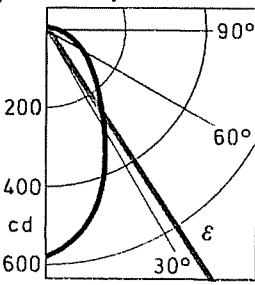



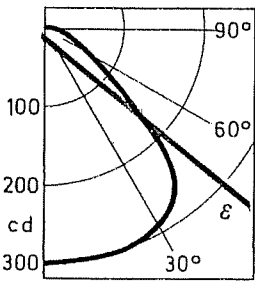
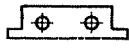

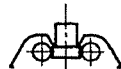
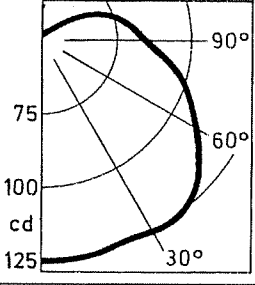
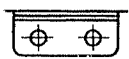
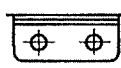

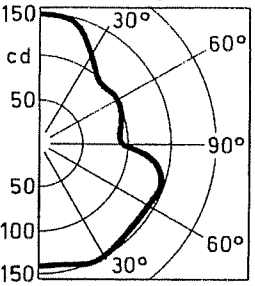
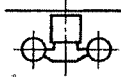
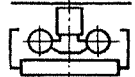

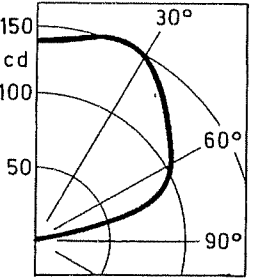
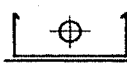
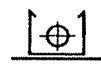
DIN 5040/ 2.76
DIN 5035/10.79

(JUS A.A1.028)

Oznaka u formuli	Jedinica	Veličina	Svjetlosni tok
Φ	lm	Svjetlosni tok	Ukupno zračenje jednog izvora svjetlosti lm: lumen
I	cd	Svjetlosna jakost	Zračenje u jednom smjeru $I = \frac{\Phi}{\omega}$ ω : prostorni kut [ω]: sr (steradiani) cd: kandela $360^\circ = 4 \cdot \pi$ sr
		Krivulja raspodjele svjetlosne jakosti	Prikaz svjetlosnih jakosti sijalice ili svjetiljke u polarnom dijagramu, tj. sveden na svjetlosni tok od 1000 lm (vidi str. 185)
E	lx	Rasvjetljenost	Upadno svjetlo reducirano na jednu površinu $E = \frac{\Phi}{A}$ također: $E = \frac{I}{r^2}$ lx: luks
E_H	lx	Horizontalna rasvjetljenost	$E_H = \frac{I_\alpha}{r^2} \cdot \cos \alpha$ $E_H = \frac{I_\alpha}{r^2} \cdot \cos^3 \alpha$  <p>izvor svjetla h visina izvora svjetla iznad rasvjetljene površine razmak izvora svjetla od promatrane točke P</p>
E_V	lx	Vertikalna rasvjetljenost	$E_V = E_H \cdot \tg \alpha$
\bar{E}	lx	Srednja rasvjetljenost	Srednja vrijednost rasvjetljenosti, reducirana na jedan prostor ili dio prostora
E_n	lx	Nazivna rasvjetljenost	Srednja vrijednost rasvjetljenosti, koja je propisana za neki prostor, reducirana na radnu visinu (0,85 m iznad poda)
L	$\frac{\text{cd}}{\text{m}^2}$	Luminacija	Svjetlosna jakost svijetleće površine reducirana na veličinu vidne površine oka
γ	grad	Kut zračenja	Prostorni kut, kod kojeg je jakost svjetla $\frac{I_{\max}}{2}$ (usporedi str. 185)
ρ		Stupanj refleksije	Odnos reflektiranog prema upadnom svjetlosnom toku
η	$\frac{\text{lm}}{\text{W}}$	Svjetlosna korisnost	$\eta = \frac{\Phi}{P}$
η_s	%	Korisnost svjetiljke	$\eta_s = \frac{\Phi_{sv}}{\Phi_{La}} \cdot s(\vartheta)$ <p>Φ_{sv}: svjetlosni tok svjetiljke Φ_{La}: svjetlosni tok sijalice $s(\vartheta)$: temperaturni faktor smanjivanja</p>
η_P	%	Prostorna korisnost	$\eta_P = \frac{\Phi_P}{\Phi_{sv} \cdot s(\vartheta)}$ <p>Φ_P: svjetlosni tok reflektiran od prostora, ovisan između ostalog o boji, mjerama</p>
η_R		Korisnost rasvjete	$\eta_R = \eta_s \cdot \eta_P$
p		Faktor planiranja	$p = \frac{E_{pl}}{\bar{E}}$ E_{pl} : planirana vrijednost od E $s = \frac{1}{p}$ s: faktor smanjivanja

Nazivna rasvijetljenost DIN 5035 T2/10.79		Postupni proračun rasvijetljenosti
E_n u lx	Vrsta prostorije odnosno djelatnosti	Bez obaziranja na reflektirano svjetlo, stoga primjenljivo za unutrašnje i vanjske rasvjetne uređaje
100	skladišne prostorije, prostorije za odmor, svlačionice, stubišta, hodnici, zahodi	1. Odrediti vrstu svjetiljki, broj i smještaj
200	otprema, blagavaonice, blanje, radovi u bačvarnicama, valjaonicama, ljevaonicama, grubi montažni radovi	Za svaku svjetiljku: 2. Docrtati u bokocrtu krivulju raspodjele svjetlosne jakosti
300	vjećnice, predavaonice, prodavaonice, pranje, glačanje, pekare, mesnice, popravci vozila, srednji montažni radovi, grubi strojni radovi, zavarivanje, uklopnice, namatanje svitaka, proizvodnja papira i kože	3. Odrediti kut zračenja mjerene točke 4. Iz krivulje raspodjele svjetlosne jakosti očitati svjetlosnu jakost I_α za kut zračenja
500	laboratoriji, vježbaonice, uredi, kuhinje, frizerski saloni, auto-lakirnice, popravak strojeva, tokarenje, glodanje u drvetu, popravci radio i TV prijemnika, fini montažni i strojni radovi, montaže električnih strojeva, obrada papira i kože	5. Odrediti svjetlosni tok Φ sijalice 6. Izračunati stvarnu svjetlosnu jakost $I_\alpha = I_0 \frac{\Phi}{1000 \text{ lm}}$
750	crtionice, velike uredske prostorije, kozmetički saloni, šivanje, crtanje u metalnoj i drvenoj industriji, mjerenja, upravljanja, ručni tisak, bojenje kože	7. Izračunati horizontalnu rasvijetljenost $E_H = \frac{I_\alpha \cdot \cos \alpha}{h^2}$
1000	fini električarski montažni radovi, retuširanje, litografija	8. Zbrojiti horizontalne rasvijetljenosti svjetiljki 9. Ucrtati u bokocrtu kao krivulje ukupnu horizontalnu rasvijetljenost mjerenih točaka
1500	popravci satova, obrada dragog kamena, najfiniji elektronički montažni radovi, kontrola boja	Po potrebi: • izračunati srednju vrijednost rasvijetljenosti • provjeriti pridržavanje uvjeta: $\bar{E} \geq 0,8 \cdot E_n$ • provjeriti za sve mjerene točke pridržavanje uvjeta: $E \geq 0,6 \cdot E_n$
Proračun ulične i ostale vanjske rasvjete		
Ulična rasvjeta za promet motornih vozila postavlja se prema DIN 5044 T1/9.81 i T2/8.82. Određene nazivne luminancije L_n se pridjeljuju prema vrstama prometnica i gustoći prometa.		Samo pri vrlo različitim vrijednosima refleksije ulice i/ili neutvrđenom mjestu promatranja primjenjuje se kriterij »rasvijetljenost«. Taj je postupak naročito prikladan za privatne vanjske uređaje .
1. Odrediti vrstu svjetiljke	2. Odrediti visinu svjetiljke $h = 1 \text{ m (mjerna ravnina)} + \frac{1}{3} \text{ širina ulice}$	5. Odrediti nazivnu rasvijetljenost E_n Ulice s malim prometnim opterećenjem: sabrne $E_n = 7 \text{ lx}$ sporedne $E_n = 3 \text{ lx}$
3. Odrediti razmak svjetiljki $c = 3 \dots 4 \cdot h$	4. Izračunati kut zračenja za $\frac{c}{2}$ $\text{tg } \alpha = \frac{c}{2 \cdot h}$	6. Izračunati potrebnu jakost svjetla $I_\alpha = \frac{E_n \cdot h^2}{2 \cdot \cos^3 \alpha}$
		7. Očitati jakost svjetla I_α iz krivulje raspodjele svjetlosne jakosti
		8. Izračunati potrebni svjetlosni tok $\Phi = \frac{I_\alpha}{I'_\alpha} \cdot 1000 \text{ lm}$

Krivulje raspodjele svjetlosne jakosti

Krivulje raspodjele svjetlosne jakosti (kod 1000 lm)	Stupanj refleksije										Primjeri svjetiljki			
	strop	0,8				0,5				0,3	Prikaz	Opis	η_s	
	zidovi	0,5		0,3		0,5		0,3		0,3				
	pod	0,3	0,1	0,3	0,1	0,3	0,1	0,3	0,1	0,1				
direktno; jako usmjereno  A1	Indeks prosto- rije k	Korisnost prostori-je η_P u %											zrcalni raster, usko- snopan	60
	0,6	61	58	54	52	59	57	53	51	51		zrcalni ref. jedno- sijalični	80	
	1,0	80	75	73	69	76	73	70	68	67				
	1,5	95	86	88	82	90	84	84	80	79				
	2,0	102	91	96	87	95	89	91	86	84		okrugli reflektor	75	
	3,0	111	97	106	95	103	95	99	92	91				
direktno; niski snop  A2	Indeks prosto- rije k	Korisnost prostori-je η_P u %											prizma- tična posuda	65
	0,6	52	49	43	42	49	48	42	41	41		prizma- tični panel	55	
	1,0	73	67	64	60	69	65	61	59	58				
	1,5	89	81	81	75	83	78	77	73	72				
	2,0	97	86	89	81	90	83	84	79	78		zrcalni ref. više- sijalični	75	
	3,0	107	94	101	90	99	91	94	88	86				
pretežno direktno; široki snop  B3	Indeks prosto- rije k	Korisnost prostori-je η_P u %											opalna posuda	50
	0,6	41	39	31	30	37	35	29	28	27		prizma- tična posuda	65	
	1,0	59	55	49	46	52	50	44	43	41				
	1,5	74	67	64	60	66	61	58	55	52				
	2,0	83	74	73	67	73	68	66	62	59		staklena svjetiljka	70	
	3,0	95	83	87	77	83	76	77	71	68				
jednolično; svestrani snop  C4	Indeks prosto- rije k	Korisnost prostori-je η_P u %											slobodni snop	90
	0,6	36	34	27	26	29	28	23	22	19		lamelni raster	82	
	1,0	52	48	43	40	41	39	35	33	29				
	1,5	65	59	56	52	52	49	45	43	38				
	2,0	74	66	65	59	58	54	52	49	43		opalno staklo	80	
	3,0	84	74	77	68	66	61	61	57	50				
indirektno; visoki snop  E2	Indeks prosto- rije k_i	Korisnost prostori-je η_P u %											užlijeb, široki bijeli	70
	0,6	15	15	9	10	11	12	6	8	5				
	1,0	28	27	20	19	18	19	13	13	8				
	1,5	41	39	31	30	26	25	20	19	13				
	2,0	51	48	41	40	32	30	26	25	16		užlijeb, uski bijeli	50	
	3,0	65	58	55	52	39	37	34	32	20				

1) kod zaobljene u zidnom postavu: $0,6 \cdot \eta_P$.

Podjela svjetiljki

DIN 5040 T1, T2/2. 76

Primjer:

slovo oznake _____ 2. broj oznake: komponenta svjetlosnog toka prema stropu
 raspodjele svjetlosnog toka 1. broj oznake: udjela svjetlosnog toka na korisnu površinu

slovo oznake	vrsta rasvjete	udio svjetlosnog toka reduciran na horizont.		broj oznake	Udio upadnog svjetla na korisnu površinu reduciran na φ_0	
		ispod φ_0	iznad φ_0		strop	reduciran na φ_0
A	direktno	0,9...1	0...0,1	1	0...0,3	0...0,5
B	pretežno direktno	0,6...0,9	0,1...0,4	2	0,3...0,4	0,5...0,7
C	direktno-indirekt.	0,4...0,6	0,4...0,6	3	0,4...0,5	0,7...0,9
D	pretežno-indirektno	0,1...0,4	0,6...0,9	4	0,5...0,6	0,9...1
E	indirektno	0...0,1	0,9...1	5	0,6...0,7	
				6	0,7...1	

Oznake svjetiljaka

- proizvođač
- tip odnosno broj
- nazivni napon
- (nazivna frekvencija)
- nazivna snaga (bez predspojnog aparata)
- vrsta zaštite (vidi str. 173)
- razred zaštite (vidi str. 161)
- požarna sigurnost
- posebni zahtjevi
- zaštita od radio sm. (v. str. 179)
- način ugrad. (svjet. u namješt.)

Oznake požarne sigurnosti

- svjetiljke se mogu postaviti na gorive tvari (temperatura paljenja 200°C)
- svjetiljke prikladne za prašinom i vlaknastom prašinom požarom ugrožena pogonska mjesta
- svjetiljke prikladne za ugradnju u i na namještaj iz gorivnih tvari (teško i normalno zapaljive)
- kao , ograničena površinska temperatura također kod materijala s nepoznatim ponašanjem zapaljivosti

Oznake načina ugradnje svjetiljki u namještaj

- na pokrov
- na stranicu
- vodoravno na stranicu
- okomito na stranicu
- vodoravno u kutu, sijalica bočno
- vodoravno u kutu, sijalica ispod
- na dnu (podu)
- u U-profilu
- nije prikladno za ugradnju na pokrov

Oznake posebnih zahtjeva

- svjetiljka za gruba pogonska mjesta
- svjetiljka za eksplozijom ugrožena pogonska mjesta (vidi str. 174)
- svjetiljka za povišenu temperaturu okoline (vidi str. 174)

Oznake za predspojne sprave

- oznaka temperature namota, npr. t_n 90/55/125
 90°C granična temperatura
 55°C nadtemperatura u normalnom slučaju
 125°C nadtemperatura u nenormalnom slučaju pogona
- sigurne od plamena
- sigurne od plamena i prostora

Vrijednosti žarulja

Standardne žarulje s užarenom niti za 220 V

snaga u W	25	40	60	75	100	150	200	300	500	1 000
svjetlosni tok u lm	230	430	730	960	1380	2220	3150	5000	8400	18 800
duljina u mm	105					118	160	189	240	274
podnožak	E27					E27 E40	E40			

Kriptonske žarulje

Sofitne žarulje

snaga u W	25	40	60	75	100	35	60	120	35	60
svjetlosni tok u lm	235	475	800	1030	1500	220	420	840	240	420
duljina u mm	88	88	88	96	96	300	500	1000	300	500
podnožak	E27					2 × S 14 s			1 × S 14 d	

Standardne fluorescentne cijevi

Trotračna fluorescentna cijev

Snaga		Duljina u mm	Svjetlosni tok u lm			svjetlosni tok u lm			snaga cijevi u W
cijevi u W	prigušni- ca u W		univerzal. bijela	dnevno bijela	bijelo	dnevno svjetlo	bijelo	topli ton	
20	5	590	1050	1200	1200	1300	1450	1450	18
40	10	1200	2500	3200	3200	3250	3450	3450	36
65	13	1500	4000	5100	5100	5200	5400	5400	58

Kompaktne fluorescentne cijevi (s ugrađenim predsklopom)

prstenasti oblik (podnožak: E27)				okrugli oblik (prizmatični podnožak: E27)				U-oblik (podnožak: G13)			
snaga u W	svjetl. tok u lm	promjer u mm	visina u mm	snaga u W	svjetl. tok u lm	visina u mm	promjer u mm	snaga u W	svjetl. tok u lm	visina u mm	širina u mm
12	700	165	100	9	425	148	72	5	250	82	27
18	1000	165	100	13	600	158	72	7	400	112	27
24	1450	216	100	18	900	168	72	9	600	144	27
				25	1200	178	72	11	900	212	27

Živine visokotlačne žarulje

Žarulja s miješanim svjetlom

snaga u W	50	80	125	250	400	700	1 000	160	250	500	1 000
svjetlosni tok u lm	1800	3800	6300	13 000	22 000	40 000	58 000	3100	5600	14 000	32 500
duljina u mm	130	156	170	226	290	330	390	177	226	275	315
podnožak	E27			E40				E27	E40		

Visokotlačne žarulje s natrijskim parama

Halogene žarulje s metalnim parama

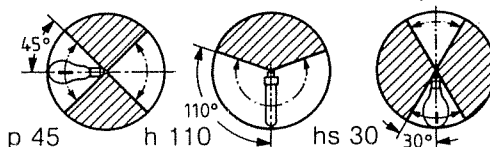
snaga u W	svjetlosni tok u lm		duljina u mm		snaga u W	svjetlosni tok u lm	elipsoidni oblik	cjevni oblik	duljina u mm
	elipsoidni oblik	cjevni oblik	elipsoidni oblik	cjevni oblik					
70	5 600	6 500	156	156	75	5 000	114	R73	p45
100	9 500	10 000	186	211	150	11 250	132	R7s	p45
150	15 500	17 000	226	211	250	20 000	163	Fc2	p45
250	25 000	25 500	226	257	360	25 000	206	Fc2	p45
400	47 000	48 000	290	285	1000	90 000	260	Fc2	p45
1000	120 000	130 000	400	400	2000	170 000	490	E40	p60
rasvjetno mjeso: podnožak po volji: E40					3500	300 000	490	E40	p60

Niskotlačne žarulje s natrijskim parama

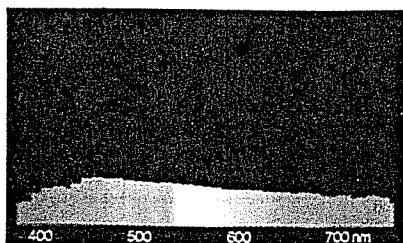
Rasvjetna mjesta

□ dopušteno
▨ nije dopušteno

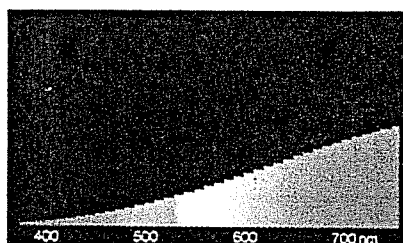
snaga u W	18	35	55	90	135	180
svjetlosni tok u lm	1800	4800	8000	13 500	22 500	33 000
duljina u mm	216	310	425	528	775	1 120
rasvjet. mjesto	h150	h110	h110	p20	p20	p20



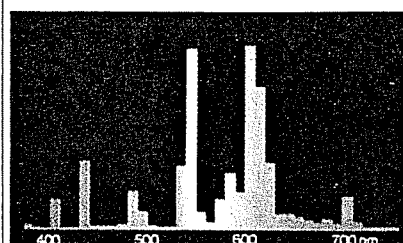
Boje svjetla



Danje svjetlo

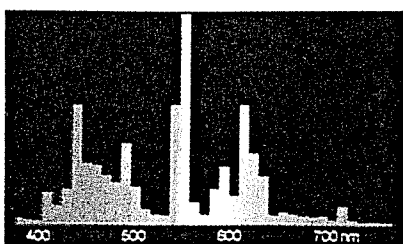


Žarulje

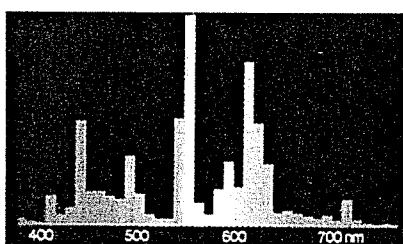


Boja: Interna^R

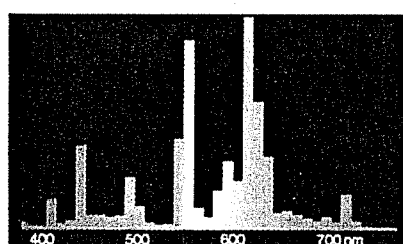
Trotračne fluorescentne cijevi



Boja: dnevno svjetlo

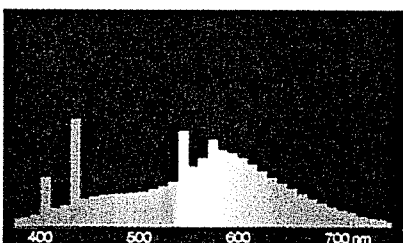


Boja: bijelo

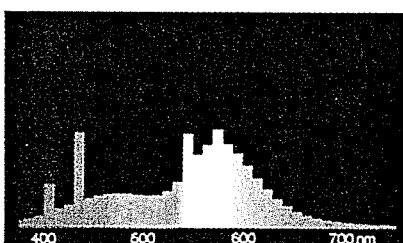


Boja: topli ton

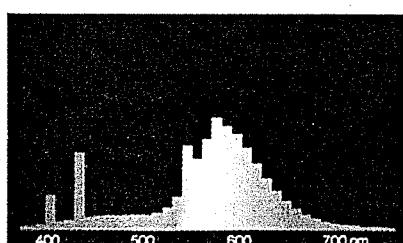
Standardne fluorescentne cijevi



Boja: univerzalno bijelo

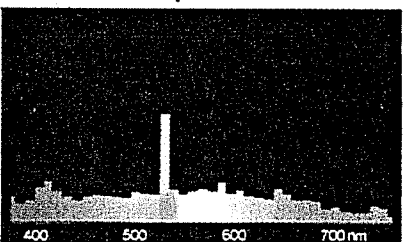


Boja: svjetlo bijelo

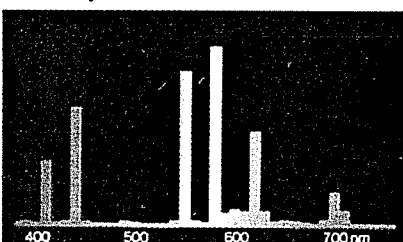


Boja: topli ton

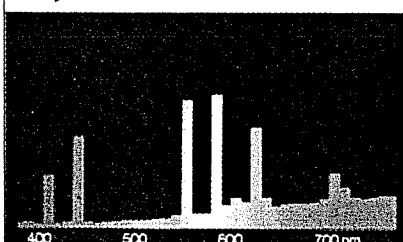
Halogene žarulje s metalnim parama



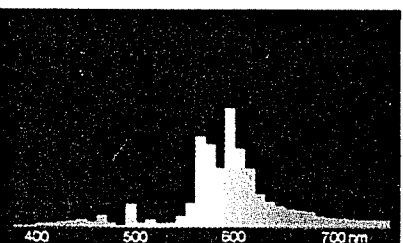
Živine visokotlačne žarulje



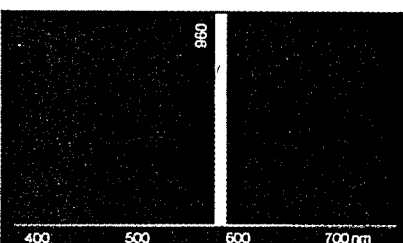
Žarulje s miješanim svjetlom



Žarulje s natrijevim parama



Visokotlačne žarulje

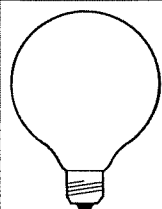


Niskotlačne žarulje

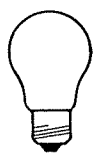
Objašnjenje:

Dijagrami predstavljaju snagu u mW po svakih 10 nm valne duljine, svedeno na svjetlosni tok od 1000 lm. Visina slike ≈ 200 mW.

Oblici žarulja



kuglasti oblik



standardni oblik



gljivasti oblik



gladak oblik



oblik svijeće šiljast



oblik kaplje okrugao



oblik kaplje šiljast



kruškolik



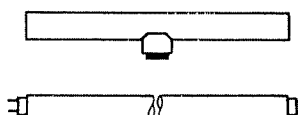
lečast oblik



oblik masline



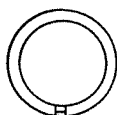
cijevni oblik



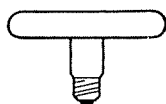
ravan/štapni oblik



U-oblik



prstenasti oblik



prstenasti oblik



valjkasti kompaktni oblik



U-oblik



elipsoidni oblik



valjkasti oblik



sofitni oblik

Oblici podnožaka



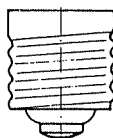
E10 (EX 10) EP 10
DIN 49 610 DIN 49 701
JUS N.E3.005



E 14
DIN 49 615



E 27
DIN 49 620
JUS N.E3.005



E 40
DIN 49 625



BA 9 s
DIN 49 715



B 15 s



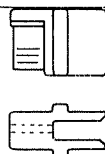
B 15 d
DIN 49 721



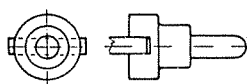
BA 15 d
DIN 49 720

Edisonov podnožak

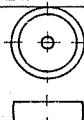
bajonetni podnožak



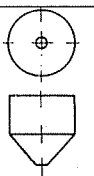
Fc 2
DIN 49 749



Fa 4
DIN 49 753



Fa 6
DIN 49 657



sofitni podnožak

SV 8,5
DIN 49 705
JUS N.E3.082



S 14 s



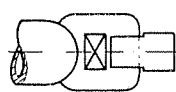
S 14 d
DIN 49 635



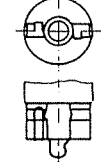
P 13,5 s
DIN 49 729



R 7 s
DIN 49 750



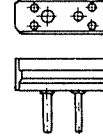
W 2,1 x 9,5 d
DIN 49 632



G 4
DIN 49 757



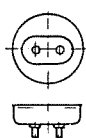
G 5
DIN 49 752



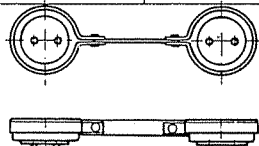
GY 16
DIN 49 758



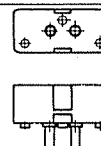
G 10q
DIN 49 663



G 13
DIN 49 653 list 1



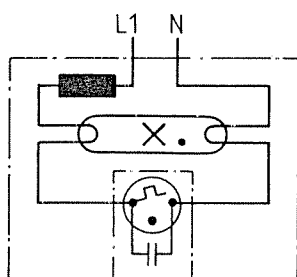
2 G 13
DIN 49 653 list 2



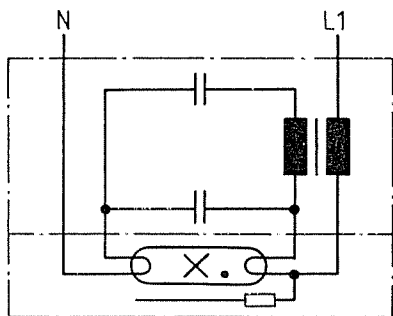
GX 9,5
DIN 49 638

Spojevi za izbojne lampe

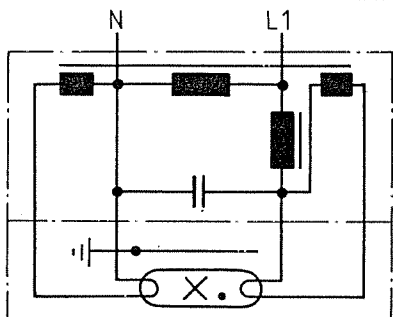
Fluorescentne cijevi



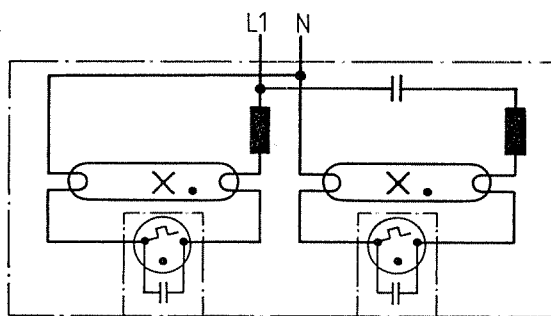
Osnovni spoj



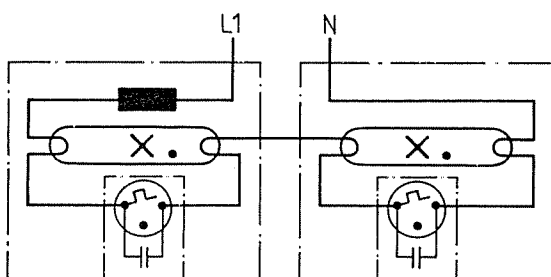
Spoj bez startera i bez grijaćeg transformatora



Spoj bez startera s grijaćim transformatorom

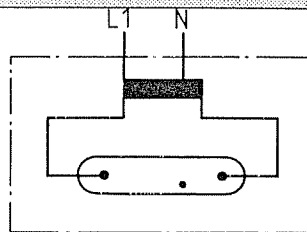


Duo – spoj

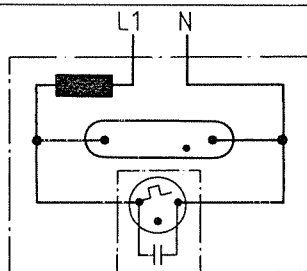


Tandemski spoj

Žarulje s metalnim parama

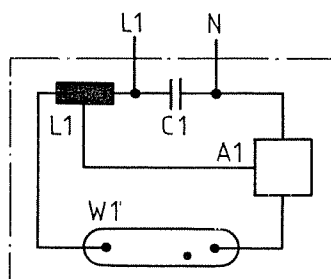


Spojevi s rasipnim transformatorom za niskotlačne natrijeve i visokotlačne živine žarulje



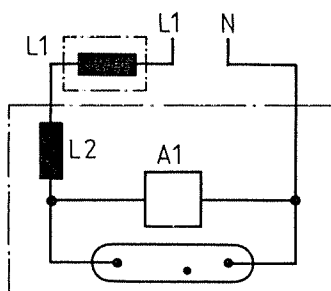
Spojevi sa starterom sa žarenjem za halogene žarulje s metalnim parama i štapne niskotlačne natrijeve žarulje

Predspojna naprava u blizini svjetiljke

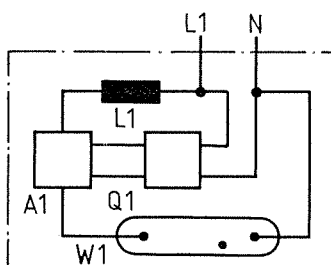


- C1: povratni kondenzator za VF
- A1: generator impulsa (uređaj za paljenje)
- L1: predspojna prigušnica
- L2: prigušni svitak
- W1: VF-vod paljenja
- Q1: kratkotrajna sklopka

Predspojna naprava izvan svjetiljke



Spoj za paljenje kod pogonski toplih sijalica



Spoj s napravama za paljenje za halogene žarulje s metalnim parama i natrijeve visokotlačne žarulje

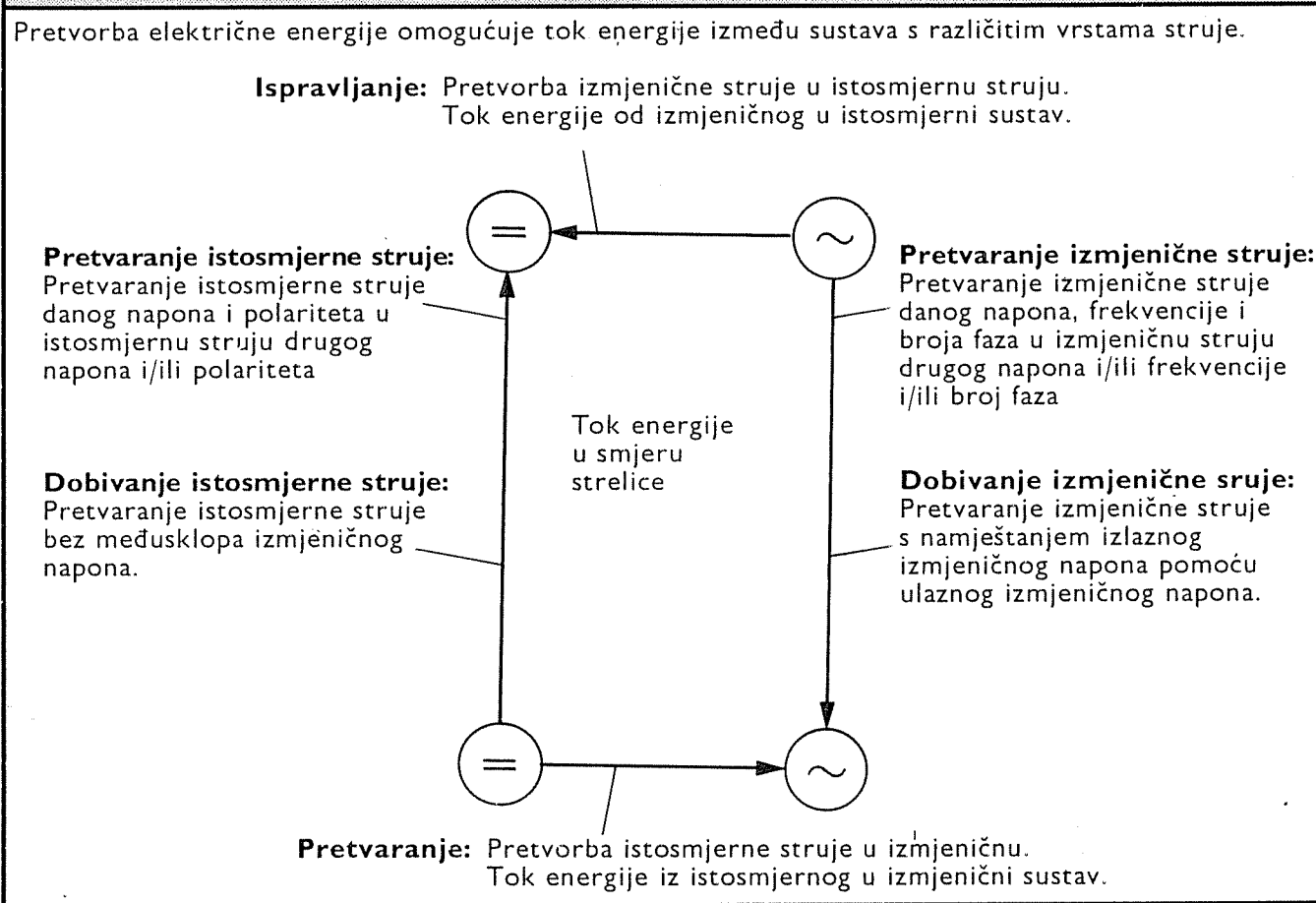
Energetska elektronika

Oznake u formulama	192
Vrste pretvorbe električne energije	192
Nazivi usmjerivača i oznake	193
Oznake usmjerivačkih agregata i aparata	193
Modularni spojevi	194
Spojevi multiplikatora napona	194
Neupravljeni usmjerivači (ispravljači)	195
Poluupravljeni usmjerivači	196
Potpuno upravljani usmjerivači	197
Četvero-kvadrantni usmjerivač	198
Dvostruki usmjerivač (reverzijski usmjerivač)	198
Pogonski kvadranti usmjerivačkih zagona	199
Izbor vrste usmjerivača	199
Istosmjerni postavnik	200
Filtarski i stabilizatorski spojevi	201
Stabilizirani opskrbeni aparati istosmjernog napona	202
Prekidni izvori napajanja	203
Izmjenjivač i pretvornik frekvencije	204
Elektroničko upravljanje brzinom vrtnje strojeva s okretnim poljem	205
Protusmjerni spojevi	206
Fazno-rezno upravljanje	207
Nulnaponska sklopka	208
Upravljanje paketom titraja	208
Prenaponska zaštita poluvodičkih ventila i usmjerivača	209
Nadstrujna zaštita poluvodičkih ventila i usmjerivača	209
Hlađenje i vrste hlađenja poluvodičkih ventila i usmjerivača	210

Naponi ¹⁾		Ostale veličine	
$U; U_L$	Izmjenični napon, efektivna vrijednost	$C; C_N$	Kapacitet, nabojni kondenzator
U_v	Napon vanjskog vodiča	G	Faktor filtriranja $\frac{\Delta U_1}{\Delta U_2}$
U_s	Fazni napon, upravljački napon	$L; L_D$	Induktivnost, prigušnica za filtriranje
U_d	Istosmjerni napon, arit. srednja vrijednost	M	Moment
U_1, U_2	Ulazni, izlazni istosmjerni napon	n	Brzina vrtnje
U_z	Napon Zener-diode	P	Radna snaga
U_k	Efektivna vrijednost izmjenične komponente mješovitog napona	P_d	Snaga istosmjerne struje ($U_d \cdot I_d$)
Struje¹⁾		$P_v; P_{tot}$	Snaga gubitaka
		$R; R_i$	Otpor, unutrašnji otpor
$I; I_L$	Izmjenična struja, efektivna vrijednost	R_L	Opteretni otpor
I_d	Istosmjerna struja, arit. srednja vrijednost	R_{th}	Termički otpor
$I_F; I_T$	Struja vođenja (propuš.) diode, tiristora	S_T	Konstruktivska snaga transformatora
I_E	Uzbudna struja, struja emitera	\sim, ν	Sadržaj izmjeničnog napona, valovitost
I_Z	Struja Zener-diode	ϑ	Celsiusova temperatura
Vremena, kutevi, funkcije		Ostali znakovi	
$T; T_s$	Trajanje periode, trajanje rasklopa	0	Prazni hod, slučaj rezonancije, fizikalna veličina kod $\alpha=0^\circ$ (potpuno upravljanje)
$t_u; t_p$	Trajanje pauze uključivanja	i	Idealno, bez gubitaka
α	Kut upravljanja	α	Fizikalna veličina kod kuta upravljanja
ωt	Fazni kut (kružna frekvencija \times vrijeme)	SR	Srednja vrijednost (average)
$f; f_p$	Mrežna pogonska frekvencija	Ef	Efektivna vrijednost (root mean square)
$f_1; f_2$	Izlazna, ulazna frekvencija	J, C	Zaporni sloj, kućište
f_s	Frekvencija superponiranog izmjeničnog napona	H, A	Hladilo, okolina
		1) Mala slova označuju trenutne vrijednosti fizikalnih veličina	

Vrste pretvorbe električne energije

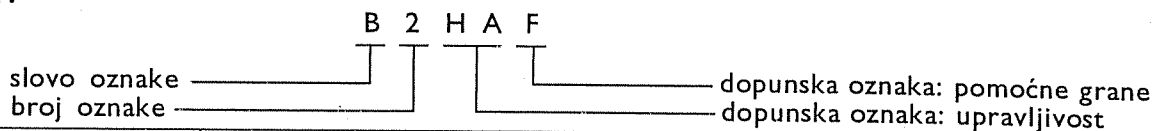
DIN 41 750 T1/3.83



Nazivi usmjerivača i oznake

DIN 41 761/5.75

Primjer:



Vrsta sklopa	Označivanje	Slovo oznake	Broj oznake
Poluvalni spoj	spoj s izvedenom nulom	M	
Punovalni spoj	mosni spoj	B	Broj pulsacija <i>p</i>
	spoj za udvostručenje	D	
	spoj za umnogostručenje	V	
	izmjenjivi spoj	W	Broj faza <i>m</i> sustava izmjenične struje
	poligonski spoj	P	

Dopunske oznake

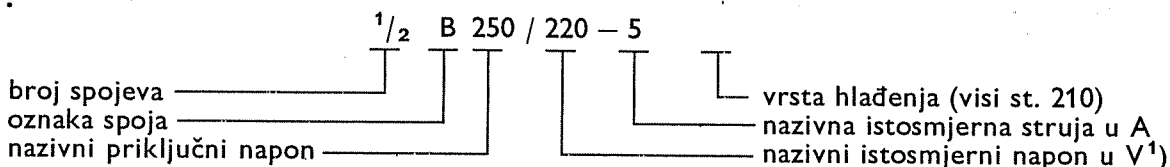
Upravlјivost	Značenje	Značenje	Značenje
Oznake	Značenje	Oznake	Značenje
U	neupravljano	A (K)	s anodne (katodne) strane
C	potpuno upravljano	Q	obuhvaćanjem glavne grane
H	poluupravljano	R	grana gašenja
HA (HK)	poluupravljano s anodne (katodne) strane obuhvaćanjem upravljanog ventila	F	povratna grana
NZ	paralelno poluupravljano	FC	grana slobodnog hoda
		n	upravljana grana slobodnog hoda
			faktor umnažanja

Oznake usmjerivačkih agregata i aparata

DIN 41 752/2.72
DIN 41 762/8.71 T1, T2/2.74
DIN 42 403/12.77

Oznake snage za poluvodičke ispravljačke agregate

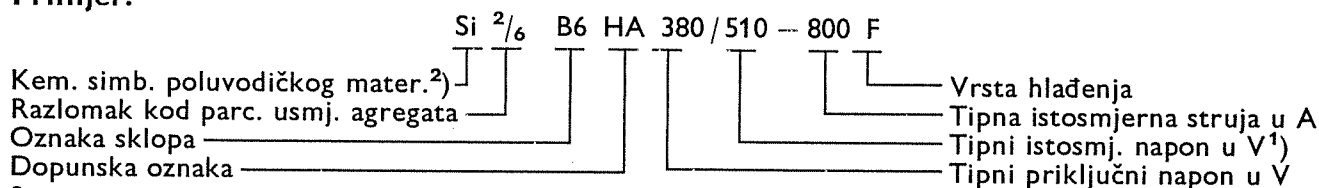
Primjer:



¹⁾ kod opterećenja kondenzatorom umjesto nazivnog istosmjernog napona stavlja se C, kosa i spojna crta otpadaju, nazivna istosmjerna struja u mA.

Oznake snaga za jednokristalne poluvodičke usmjerivačke agregate

Primjer:



²⁾ kod silicijskih ventila može se oznaka Si izostaviti

Oznake priključaka

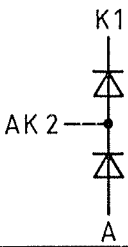
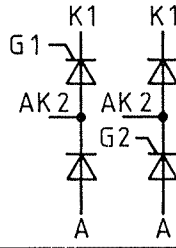
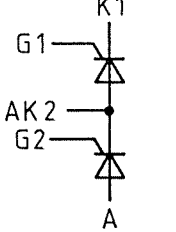
Oznake	Značenje
A (K)	Anodni (katodni) priključak usmjerivačkih grana
AM (KM)	Anodno (katodno) spajanje na istosmjerni priključak
AK	Srednji priključak izmjenične strane s odvojka i punovalnih parova
G (H)	Upravljački priključak (pomoćna katoda, katoda) tiristora bez prijenosnika impulsa
E, F	Ulazni priključci prijenosnika impulsa, E pozitivan potencijal nasuprot F
U, V (U, N)	Priključci izmjenične struje glavnih krugova na ulaznu ili izlaznu stranu
U, V, W, ev, N	Priključci trofazne struje glavnih krugova na ulaznu ili izlaznu stranu
C, D	Priključci istosmjerne struje glavnog kruga; C pozitivno, D negativno u ispravljačkom pogonu ³⁾
C (D), D (C)	Zajedno obuhvaćeni priključci istosmjerne struje dvostrukog usmjerivača s obzirom na istaknuti smjer

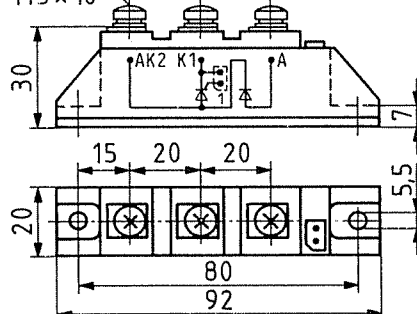
³⁾ Kod ispravljačkih aparata može se C označiti s + ili s crvenom bojom, a D s — ili s crnom bojom.

Modularni spojevi

V DIN 42 403/12.77

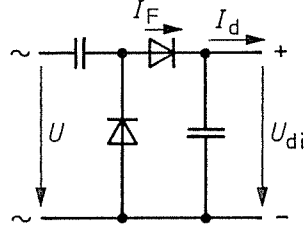
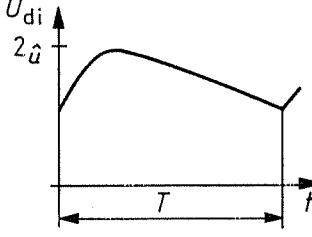
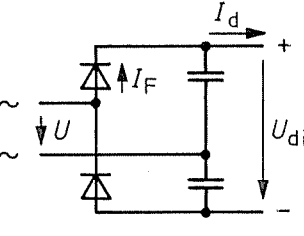
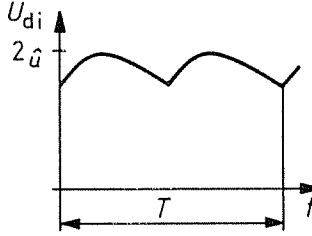
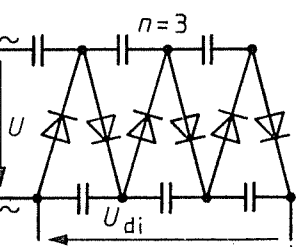
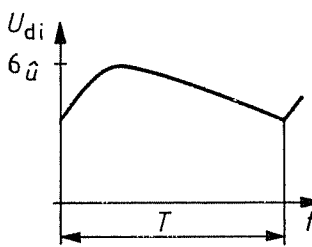
Modularni spojevi su hibridni integrirani sklopovi usmjerivača u području snaga do 25 kW

Nazivi	Spoj	Svojstva	Granične vrijednosti				
			$\frac{U_{RRM}}{U_{DRM}}$	I_{FAV}	I_{TAV}	I_{FRMS}	I_{TRMS}
diodni modul B1 U D2 U V2 U		<ul style="list-style-type: none"> • Vodonepropusno kućište iz plastike otporne na udarce • Metalno podnožje bez poten. • Velika strujna klizna staza • Eventualni fleksibilni priključni vodovi za strujni krug paljenja i glavni strujni krug • Laka izmjenjivost na osnovi standardnih kućišta npr. Veridul (BBC) u izvedbi s dvostrukim utikačem za upravljačku elektrodu (gate) i pomoćnu katodu s nazivnom strujom $I_{TAV} = 90$ A 	400V... 1600V	26 A... 90 A		50 A... 140 A	
tiristorsko-diodni modul B1HK B1HA D2HK D2HA V2HK V2HA W1HN			600V... 1600V	25 A... 100 A	25 A... 100 A	40 A... 150 A	40 A... 150 A
tiristorski modul B1C D2C V2C W1CN			600V... 1600V		15 A... 160 A		35 A... 250 A



Spojevi multiplikatora

V DIN 41 761/5.75

Nazivi	Spoj	Naponska karakteristika	Karakteristične vrijednosti sklopova			
			$\frac{U_{di}}{U}$	$\frac{\hat{u}_B}{U}$	$\frac{I_{FAV}}{I_d}$	$\frac{f_s}{f}$
Jedno-impulsni udvostručivač D1			2,28	2,82	1,0	1
Dvo-impulsni udvostručivač D2			2,82	2,82	0,5	2
Jedno-impulsni umnogostručivač V1			$n \cdot 2 \cdot \sqrt{2}$ za $n=3$	2,82	n za 2. stupanj	1

Neupravljeni usmjerivač (ispravljač)

DIN 41761/5.57

Naziv	Spoj	Naponska karakteristika	Trans- formatorski spoj prim. sek.	Karakteristične vrijednosti spojeva								
				$\frac{U_{di}}{U_{so}}$	$\frac{U_{di}}{U_{vo}}$	$\frac{U_{RVM}}{U_{di}}$	$\frac{I_{FAV}}{I_d}$	$\frac{I_{FRMS}}{I_d}$	$\frac{I}{I_d}$	$\frac{S_T}{P_d}$	$\frac{f_s}{f}$	$\frac{U_k}{W} = \frac{U_{di}}{U_{di}}$
Jedno-impulsni spoj s izvedenom nulom M1U				0,45	0,45	3,14	1,00	1,57	1,57	3,09	1,0	121%
Dvoim-pulsni spoj s izvedenom nulom M2U				0,90	0,45	3,14	0,50	0,79	0,79	1,48	2,0	48,2%
Dvoim-pulsni mosni spoj B2U				0,90	0,90	1,57	0,50	0,79	1,11	1,23	2,0	48,2%
Troim-pulsni spoj s izvedenom nulom M3U				1,17	0,68	2,09	0,33	0,58 ³⁾	0,58 ³⁾	1,354 ⁴⁾	3,0	18,3%
Šesto-impulsni mosni spoj B6U				2,34	1,35	1,05	0,33	0,58 ³⁾	0,82 ³⁾	1,05 ⁴⁾	6,0	4,2%

1) Naponska karakteristika s kondenzatorom za filtriranje, 2) Kod kapacitivnog opterećenja, 3) Kod idealno filtrirane istosmjerne struje 4) Usmjerivački transformator u ΔY -spoju

1) Naponska karakteristika s kondenzatorom za filtriranje, 2) Kod kapacitivnog opterećenja, 3) Kod idealno filtrirane istosmjerne struje 4) Usmjerivački transformator u ΔY -spoju

Naziv	Spoj	Naponska karakteristika kod $\alpha = 45^\circ$	Karakteristika upravljanja	Svojstva ¹⁾	Primjene
Poluupravljani s paralelnim parom dvoimpulsni mosni spoj B2HZ				<ul style="list-style-type: none"> $U_{dio} = 0,9 \cdot U_{so}$ unutarnji krug slobodnog hoda, rasterećenje tiristora kod djelomičnog upravljanja. 	<ul style="list-style-type: none"> Područje snage do oko 10 kW Primjenljivo kod željezničkog pogona za veće snage
Jednopolni upravljani dvoimpulsni mosni spoj B2HK				<ul style="list-style-type: none"> $U_{dio} = 0,9 \cdot U_{so}$ za područja upravljanja do nule potrebna je dioda slobodnog hoda (B2HKF ili BZHAF). 	<ul style="list-style-type: none"> Područje snage do oko 10 kW kod smjera toka energije i neznatnih zahtjeva za valovitost
Poluupravljani šestimpulsni mosni spoj B6HK				<ul style="list-style-type: none"> $U_{dio} = 1,35 \cdot U_{vo}$ za područja upravljanja do nule potrebna je dioda slobodnog hoda (B6HKF). Istosmjerni napon je od $\alpha \geq 60^\circ$ troimpulsni. 	<ul style="list-style-type: none"> Spoj za istosmjerne napone preko 300 V Pogoni istosmjernu struju s jednim smjerom toka energije
Serijski spoj dva B2HZ spoja 2B2HZS (slijedno upravljanje)				<ul style="list-style-type: none"> $U_{dio} = 1,8 \cdot U_{vo}$ unutarnji krug slobodnog hoda, neznatna valovitost istosmjernog napona, smanjena upravljačka jalova snaga. 	<ul style="list-style-type: none"> Željeznički pogon u području većih snaga

¹⁾ Za $\alpha = 0^\circ$ vrijede vrijednosti spojeva odgovarajućih neupravljanih usmjerivača.

Potpuno upravljani usmjerivač

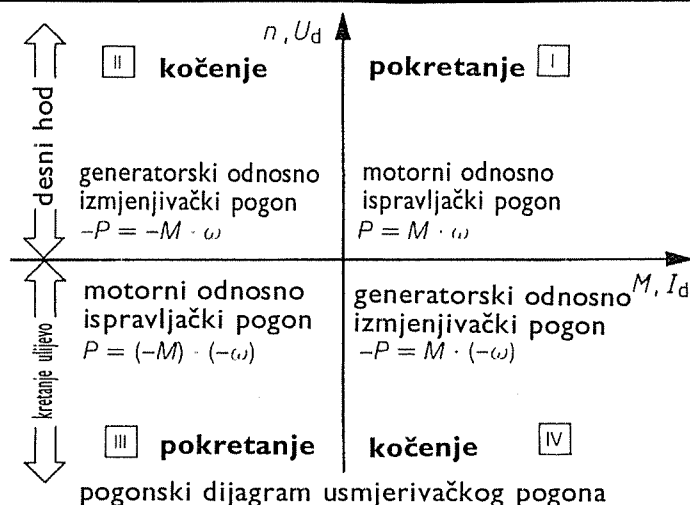
V DIN 41 761/5.75

Naziv	Spoj	Naponske karakteristike kod neisprekidane istosjerne struje		Karak. vrijednosti ¹⁾		Svojstva	Primjene
		$\alpha = 60^\circ$ ispravljački pogon	$\alpha = 120^\circ$ izmjenjivački pogon	$\frac{U_{di\alpha}}{U_o}$	$\frac{U_{dio}}{U_{dio}}$		
Dvoimpul-sni spoj s B2C				0,90	$\frac{\cos \alpha^2}{1 + \cos \alpha^3}$	<ul style="list-style-type: none"> Malo opterećenje zapornog napona ventila. Neznatno povećanje na tipna snaga usmjerivačkih transformatora. 	<ul style="list-style-type: none"> Područje snaga do oko 10 kV kod neznatnih zahtjeva na valovitost napona.
Troimpul-sni spoj s izvedenom nulom M3C				0,68	$\frac{\cos \alpha^2}{\cos \alpha^4}$ za $\alpha \leq 30^\circ$; $\frac{\cos \alpha^2}{\cos \alpha^4}$ za $30^\circ \leq \alpha \leq 150^\circ$; $0,58 \cdot [1 + \cos(\alpha + 30^\circ)]$	<ul style="list-style-type: none"> Isprekidani pogon moguć tek od $\alpha \geq 30^\circ$. Veliko opterećenje zapornog napona ventila. Zvezdište mora biti potpuno operetivno. 	<ul style="list-style-type: none"> Djelomični usmjerivač u izvedbi re-verzijskog usmjerivača.
Dvostruki troimpul-sni spoj s izvedenom nulom M3,2C				0,68	$\cos \alpha^2$	<ul style="list-style-type: none"> Isprekidani pogon moguć tek od $\alpha \geq 60^\circ$. Svi ventili na jednom hladilu. Dodatni utrošak za upojnu pri-gušnicu. 	<ul style="list-style-type: none"> Usmjerivači za napone do 300 V. Upotreba također kod velikih snaga s većim zahtjevima na valovitost napona.
Šestimpul-sni spoj B6C				1,35	$\frac{\cos \alpha^2}{\cos \alpha^4}$ za $\alpha \leq 60^\circ$; $\frac{\cos \alpha^2}{\cos \alpha^4}$ za $60^\circ \leq \alpha \leq 120^\circ$; $\frac{1 + 1,15}{2 \cos(\alpha + 30^\circ)}$	<ul style="list-style-type: none"> Isprekidani pogon moguć tek od $\alpha \geq 60^\circ$. Minimalna tipna snaga transformatora. 	<ul style="list-style-type: none"> Najvažniji spoj usmjerivača za pogone istosmjernom strujom s naponima preko 300 V.

¹⁾ za $\alpha=0$ vrijede karakteristike spojeva odgovarajućih neupravljanjanih usmjerivača. ²⁾ kod aktivnog opterećenja i neisprekidane struje ³⁾ kod otpornog opterećenja ⁴⁾ neovisno o opterećenju

Četvero-kvadrantni usmjerivači

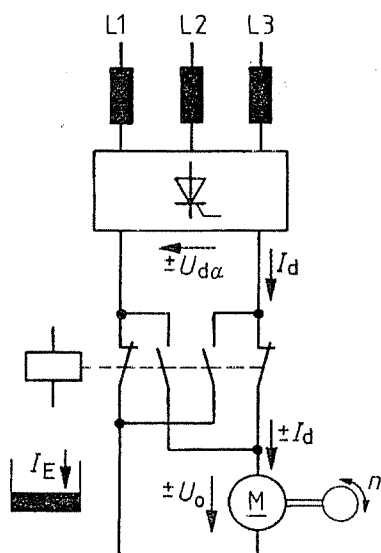
- Područja rada usmjerivača sa istosmjernom strujom na strani izlaza ili ulaza tvore četvero-kvadratno polje.
- Isti predznaci napona i struje znače predavanje snage (ispravljači)
- Različiti predznaci napona i struje znače primanje snage (izmjenjivač)
- Kod pretvornika istosmjerne struje slijedi sređivanje shodno strani potrošača



Naziv	Svojstva	Primjene
Jedno-kvadrantni usmjerivač	<ul style="list-style-type: none"> • Samo jedan smjer struje i napona, a time i samo jedan smjer toka energije (I. ili III. kvadrant) 	<ul style="list-style-type: none"> • neupravljani i poluupravljani ispravljački spojevi • izmjenjivač • pretvornici istosmjerne struje s jednim smjerom toka energije
Dvo-kvadrantni usmjerivač	<ul style="list-style-type: none"> • Moguća reverzija napona kod održavanja smjera struje, a time i izmjena smjera toka energije (npr. I. i IV. kvadrant). • Moguća reverzija struje kod održavanja smjera napona, a time i izmjena smjera toka energije (npr. I. i II. kvadrant). 	<ul style="list-style-type: none"> • potpuno upravljani usmjerivači za pogone u tehnici dizala, kočni pogon kod promjenljivog smjera okretanja • dvostruki usmjerivači za pogone, kočni pogon kod promjenljivog smjera momenta
Četvero-kvadrantni usmjerivač	<ul style="list-style-type: none"> • Moguća reverzija struje i napona, neovisna jedna od druge, a time moguća i izmjena smjera toka energije između svih kvadranta. 	<ul style="list-style-type: none"> • potpuno upravljani usmjerivači s komutatorom • dvostruki usmjerivači bez kružne struje • dvostruki usmjer. s prol. kružne struje

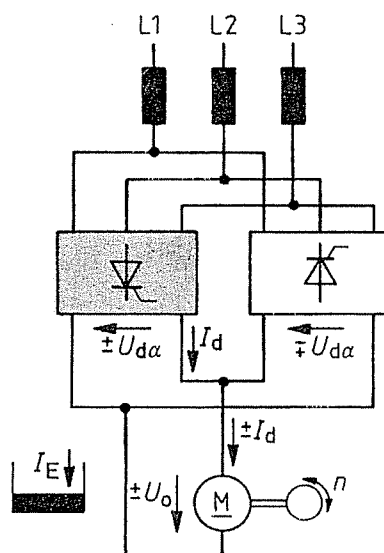
Dvostruki usmjerivač (reverzijski usmjerivač)

Preklapanje rotorskog sklopa



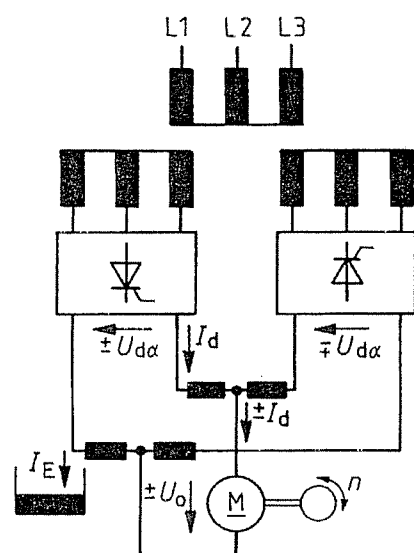
- Bezmomentno vrijeme promjene preko 50 ms
- Prespajanje s izmjeničnim sklopnikom kod $I_d = 0A$

bez kružne struje



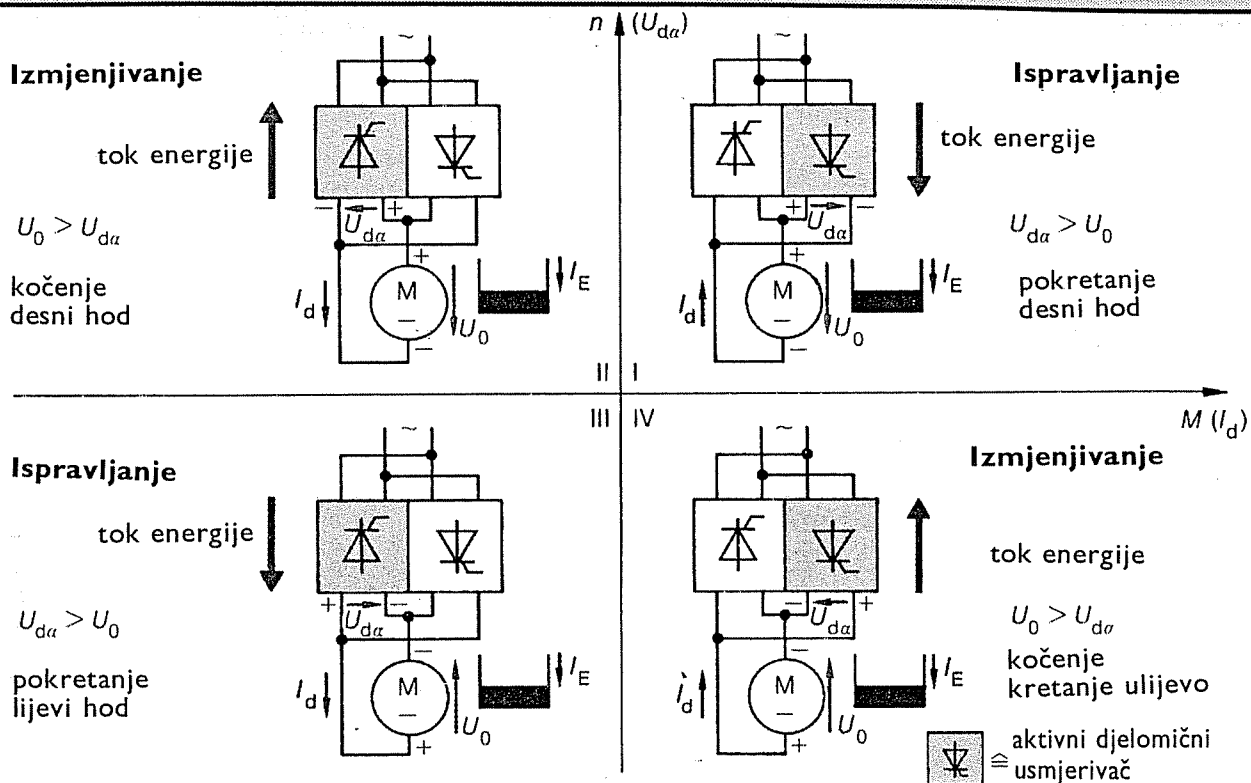
- Bezmomentno vrijeme promjene od 5 ms...10 ms
- U određeno vrijeme samo jedan djelomični usmjerivač aktivan

s kružnom strujom

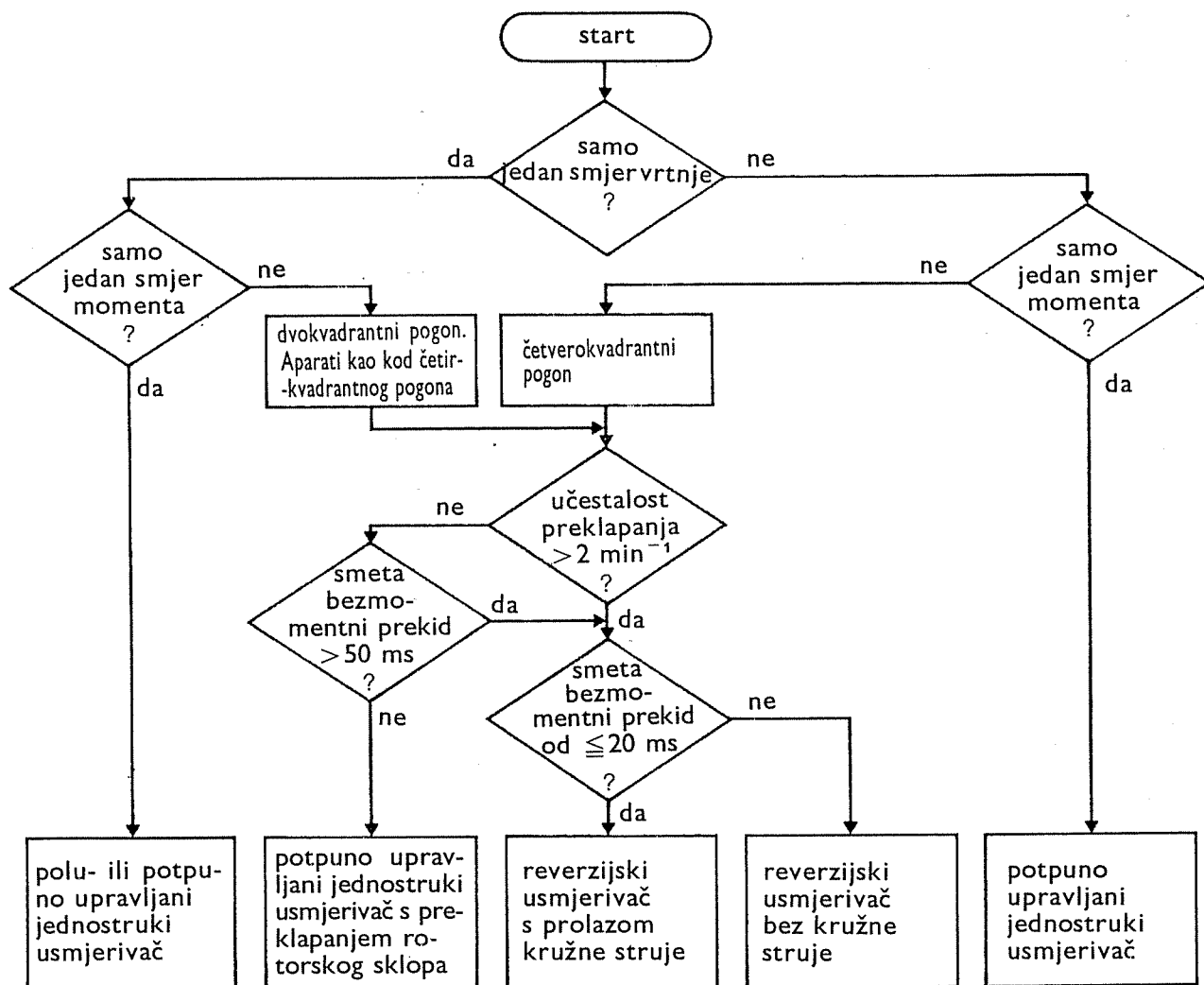


- Nema bezmomentnog prekida preklopa
- Odvajanje od mreže, jer su oba djelomična usmjerivača aktivna

Pogonski kvadranti usmjerivačkih zagona



Izbor vrste usmjerivača za istosmjerne zagone

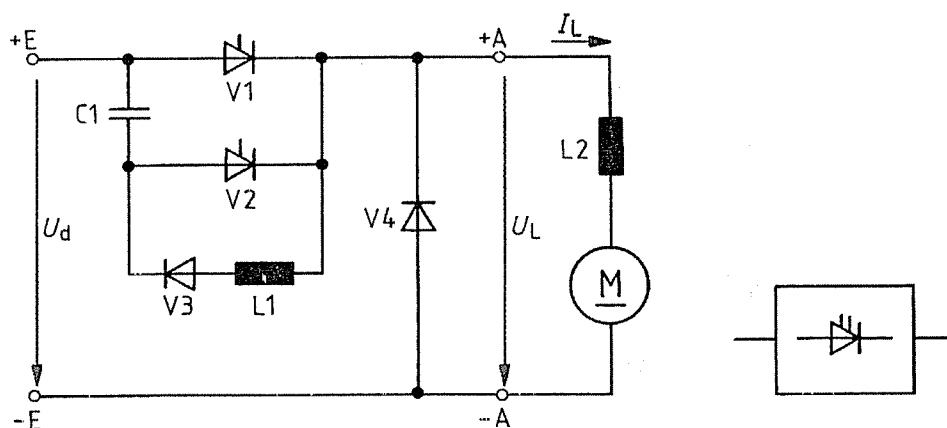


Istosmjerne sklopke s periodičnim radom su istosmjerni postavnici (pretvornik impulsa, prekidač-vibrator). Kod konstatnog ulaznog istosmjernog napona može srednja vrijednost izlaznog napona biti stalno namještena. U području snaga do nekoliko kW izvode se istosmjerni postavnici s tranzistorima, a kod većih snaga s tiristorima.

Primjer:

Jednoimpulsni istosmjerni postavnik M1QF

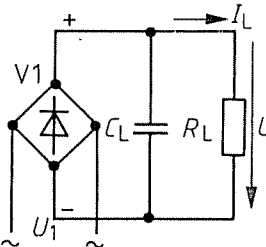
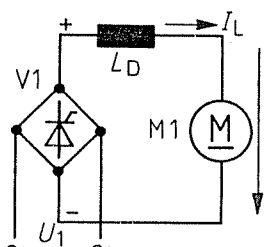
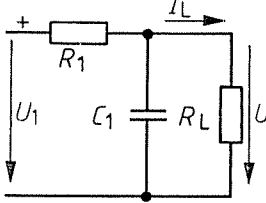
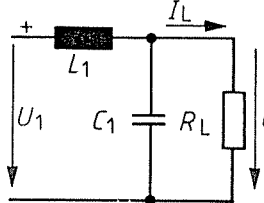
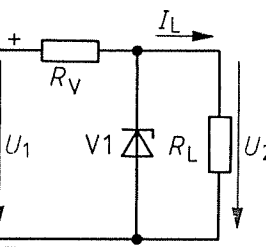
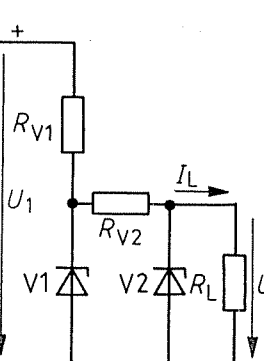
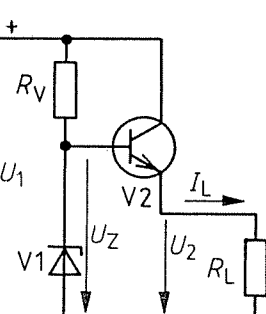
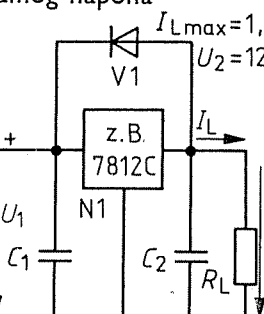
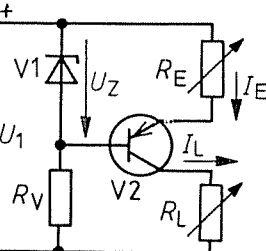
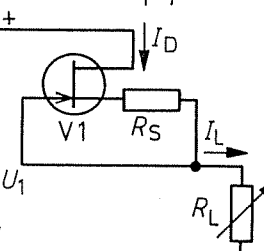
Simboli u principnim spojnim shemama za V1 s prekidnom granom (C1, V2), prekretnim krugom (V3, L1) i granom slobodnog vođenja (V4).



Vrste upravljanja istosmjernim postavnicima

Nazivi	Naponske i strujne karakteristike	Svojstva	Primjene
Upravljanje širinom impulsa		<ul style="list-style-type: none"> ● Stalno trajanje periode T. ● Promjenljivo trajanje uključenosti T_e. ● Stalni omjer vremenske konstante opterećenog kruga $\tau = \frac{L}{R}$ i trajanja periode T. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Napajanje vučnih motora u električnim vozilima ● Primjena u uređajima kod kojih promjenljivost frekvencije dovodi do smetnji. ● Regulator napona za trofazne generatore bez četkica.
Upravljanje frekvencijom impulsa		<ul style="list-style-type: none"> ● Promjenljivo trajanje periode T. ● Stalno trajanje uključenosti T_e. ● Gubici komutacije postizu najveću vrijednost tek kod najvišeg upravljanja. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Jednostavni sklop s neznatnim zahtjevima na valovitost struje. ● Napajanje istosmjernih strojeva u području armature i uzbuđ. ● Regulacija otpora (impulsni otpor)
Dvopoložajna regulacija		<ul style="list-style-type: none"> ● Dvopoložajna regulacija moguća je samo ako se u opterećenom krugu nalazi spremnik energije. ● Promjenljivo trajanje periode T i promjenljivo trajanje uključivanja T_e. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Pogoni s reguliranjem broja okretaja i struje s dopuštenom ostatnom valovitosti struje opterećenja.

Filtarski i stabilizatorski spojevi

Spoj	Napomene	Spoj	Napomene														
Nabojni kondenzator 	Izглаđivanje napona nabojnim kondenzatorima C_L . Kod opterećenja s R_L , napon U_2 je superponiran naponu brujanja U_b . $U_b \approx k \cdot \frac{I_L}{C_L}$ <table><tr><td>p</td><td>1</td><td>2</td></tr><tr><td>k</td><td>$4,8 \cdot 10^{-3} s$</td><td>$1,8 \cdot 10^{-3} s$</td></tr></table>	p	1	2	k	$4,8 \cdot 10^{-3} s$	$1,8 \cdot 10^{-3} s$	Prigušnica za filtriranje 	Izглаđivanje struje prigušnicom za izглаđivanje $L_D \cdot L_D$ pomiče prekidni pogon primjereno kutu upravljanja α . $L_D \approx k \cdot \sin \alpha \cdot \frac{U_2}{I_L}$ u mH <table><tr><td>p</td><td>2</td><td>3</td><td>6</td></tr><tr><td>k</td><td>3,2</td><td>1,3</td><td>0,3</td></tr></table>	p	2	3	6	k	3,2	1,3	0,3
p	1	2															
k	$4,8 \cdot 10^{-3} s$	$1,8 \cdot 10^{-3} s$															
p	2	3	6														
k	3,2	1,3	0,3														
RC-filtarski član 	Frekvencijski ovisno naponsko djelilo kao niski propust. $G \approx \frac{R_1}{X_{C1}} = \omega_b \cdot C_1 \cdot R_1$ $U_{R1} \approx 0,1 \cdot U_2$	LC-filtarski član 	Niski propust za više opteretne struje. Kroz L_1 neznatan gubitak istosmjernog napona. $G \approx \frac{X_{L1}}{X_{C1}} = \omega_b^2 \cdot L_1 \cdot C_1$														
RZ-stabilizacija 	Diferencijalni otpor r_z od V1 ima kod izmjeničnih napona stabilizirajuće djelovanje. rend $G \approx \frac{R_v}{r_z}$, $U_2 = U_z$ $R_{vmin} = \frac{U_{1max} - U_z}{I_{Zmax} + I_{Lmin}}$ $R_{vmax} = \frac{U_{1min} - U_z}{I_{Zmin} + I_{Lmax}}$ $I_{Zmin} = 0,1 \cdot I_{Zmax}$ $I_{Zmax} = \frac{P_{tot}}{U_z}$	RZ-precizna stabilizacija 	$G = G_1 \cdot G_2$ $G_1 = \frac{R_{v1}}{r_{z1}}$ $G_2 \approx \frac{R_{v2}}{r_{z2}}$														
Izvor konstantnog napona s tranzistorima 	V1 ostvaruje stalan napon baze na V2 $U_2 = U_z - U_{BE}$ $U_2 = U_1 - U_{CE}$ $G \approx \frac{R_v}{r_z}$ $r_i = \frac{\Delta U_2}{\Delta I_L} \approx \frac{r_z}{\beta}$	Integrirani regulator stalnog napona 	Regulator stalnog napona radi kao izvor konstantnog napona s diferencijalnim pojačalom. $U_1 \geq U_2 + 2V$ $r_i \approx 20 m\Omega$ $G \approx 500 \dots 5000$ Vrlo prošireno: ser. 78XX za pozitivne ser. 79XX za negativne napone $C_1 = 470 \dots 2200 \mu F$, $C_2 = 1 \dots 10 \mu F$														
Izvor konstantne struje s tranzistorima 	Budući da je V2 PNP-tranzistor, R_L je priključen na masu. Namještanje struje obavlja se emitorskim otpornikom R_E . $I_E = \frac{U_z - U_{EB}}{R_E} \approx I_L$ $r_i \approx 50 \dots 500 \cdot R_{CE}$	Izvor konstantne struje s tranzistorom s efektom polja 	Upravljački napon $-U_{GS}$ uzima se na uvodnom otporniku R_S . Karakteristika $I_D - U_{GS}$ daje za svaku vrijednost R_S konstantnu struju I_L . $I_L = I_D = \frac{-U_{GS}}{R_S}$ $r_i \approx 20 \dots 100 \cdot r_{DS}$														

Stabilizirani izvori istosmjernog napona (mrežni ispravljači) su kontinuirani istosmjerni regulatori.

Zahtjevi:

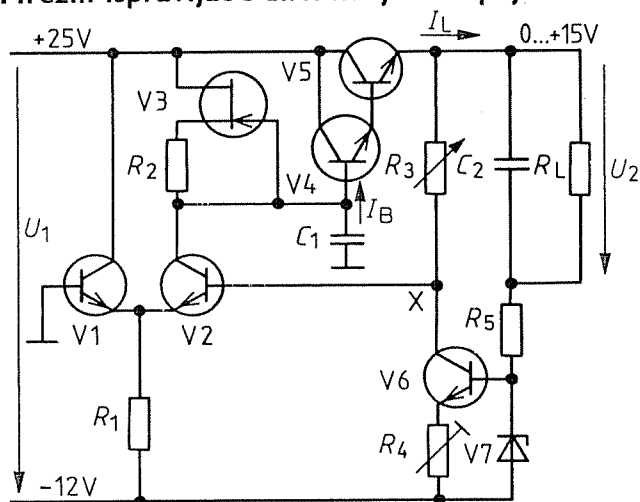
- Izlazni istosmjerni napon bez smetnji, neovisan o opterećenju ($R_i = 0$) i namjestiv u širokim granicama.
- Siguran od kratkog i trajnog kratkog spoja.

Ostvarivanje zahtjeva dopušta nekoliko varijanti spojeva.

Za dobivanje ulaznog istosmjernog napona U_1 svima su zajednički mrežni transformator, ispravljač i izgladivanje.

Primjeri spojeva

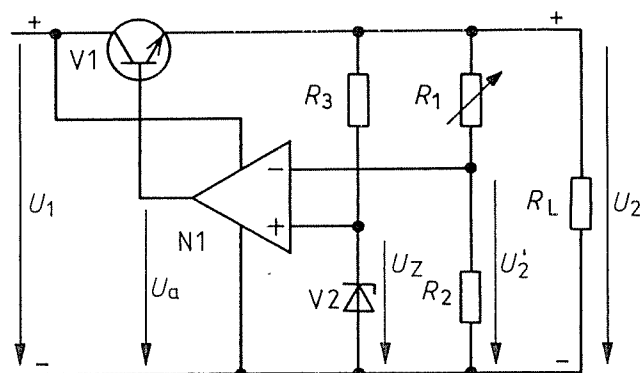
Mrežni ispravljač s diferencijalnim pojačalom



Način djelovanja

- Izvor konstantne struje ($V3, R2$): stabiliziran protiv kolebanja napona U_1 .
- Diferencijalno pojačalo ($V1, V2, R1$): odstranjuje temperaturnu ovisnost inače uobičajenih regulacijskih tranzistora.
- Darlingtonov sklop ($V4, V5$): visoke struje opterećenja kod malih struja baze.
- Potenciometar namještene vrijednosti ($R3$): namješta U_2 između $0V \dots U_{2max}$ (npr. $+15V$)
- Izvor konstantne struje ($V6, R4, R5, V7$): predstavlja prividnu masu X, stabilizira U_2 protiv kolebanja opterećenja.

Mrežni ispravljač s operacijskim pojačalom



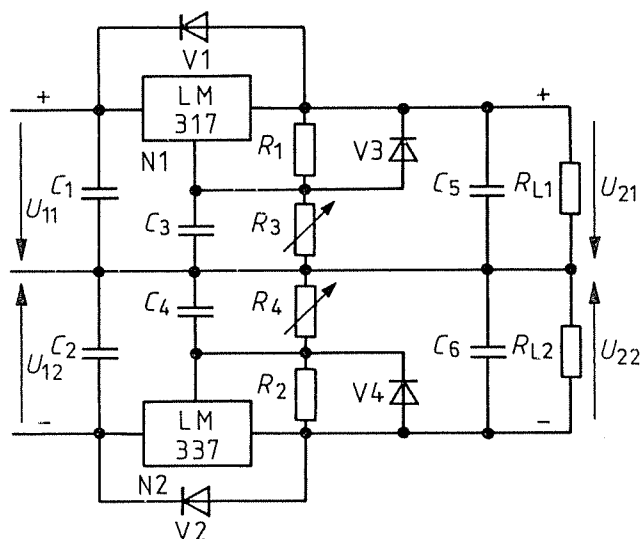
- Spoj s neznatnim gubitkom, budući da se operacijsko pojačalo N1 opskrbljuje s ulaznim naponom U_1 .
- Operacijsko pojačalo uspoređuje poredbeni napon U_z s U_2 pomoću dijela izlaznog napona U_2 .
- Kako U_2 pada, npr. zbog jakog opterećenja, tako raste izlazni napon U_a od N1, dok U_2 ne dostigne zadanu vrijednost.

$$U_2 = \left(1 + \frac{R_1}{R_2}\right) \cdot U_z$$

$$U_{zmin} = U_z; \quad U_{zmax} \leq U_1$$

Primjer:

Mrežni ispravljač s integriranim namjestivim regulatorima napona



- LM 317 (N1) i LM 337 (N2) su uobičajeni integrirani namjestljivi regulatori napona.

$$U_{21} = (U_{11} - 3V) \dots 1,2V \approx 1,25 \left(1 + \frac{R_3}{R_1}\right) V$$

$$U_{11max} = 40V$$

$$U_{22} = [U_{12} - (-3V)] \dots -1,2V \approx -1,25 \left(1 + \frac{R_4}{R_2}\right) V$$

$$U_{12max} = -40V$$

- R_1 odnosno $R_2 \geq 120$
 C_1 odnosno $C_2 = 0,1F$
- zaštita od povratne struje s V1 odnosno V2
- zaštita od izbijanja s V3 odnosno V4

Prekidni izvori napajanja su ispravljači s međukrugom izmjenične struje. Istosmjerni napon U_{d1} se prekida, transformira u drugi napon i ispravlja. Do regulacije izlaznog napona U_{d2} dolazi promjenom trajanja impulsa.

Svojstva

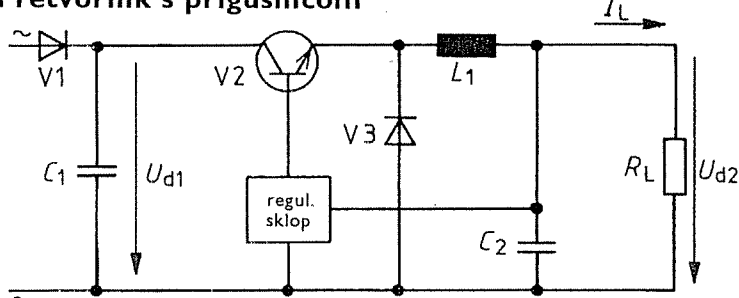
- Težina i volumen samo 20...50% uobičajenih mrežnih ispravljača
 - Korisnost: 65...90%
 - Primjena napona: $<1 \dots 2\%$
 - Jednostavniji prigušni element
 - Radna frekvencija: 15 kHz...50 kHz
- Moguće radio smetnje, za pogon ovisno o prilikama potrebno odobrenje.

Primjene

- Izvori konstantnog napona i struje u:
- NF-pojačalima snage
 - filmskim i dia-projektorima
 - uredskim strojevima
 - TV-aparatima
 - mjernim uređajima

Osnovni spojevi

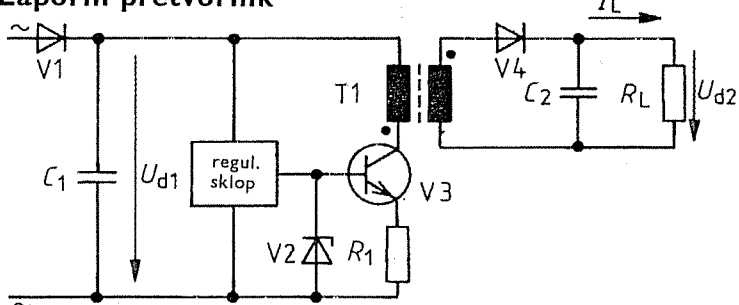
Pretvornik s prigušnicom



Način djelovanja

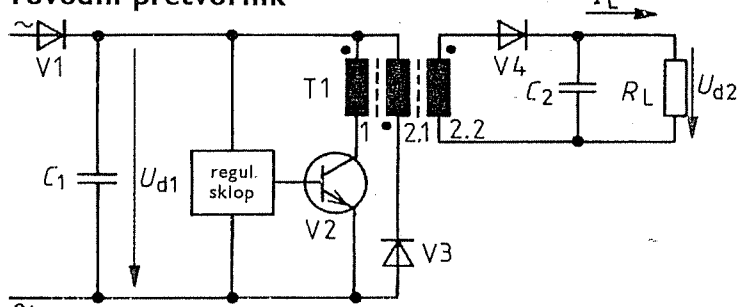
- Tranzistorska sklopka V2 privodi preko L_1 energiju trošilu za vrijeme faze vođenja
- U zapornoj fazi od V2 daje L_1 preko V3 energiju trošilu, I_L zadržava svoj smjer.

Zaporni pretvornik



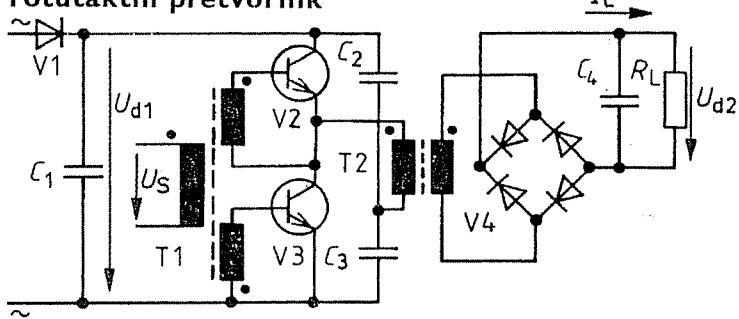
- Visok unutrašnji otpor mrežnog ispravljača sa zapornim pretvornikom, budući da tranzistorska sklopka V3 i R_1 djeluje kao izvor konstantne struje.
- Primarni namot od T1 dobiva strujne impulse stalne amplitude.
- U zapornoj fazi od V3, daje T1 preko V4 energiju na trošilo (C_2, R_L).
- Zatvara V4, a C_2 napaja trošilo (R_L).

Provodni pretvornik

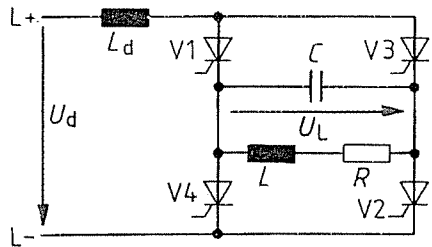
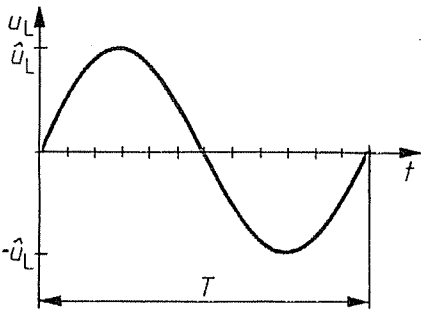
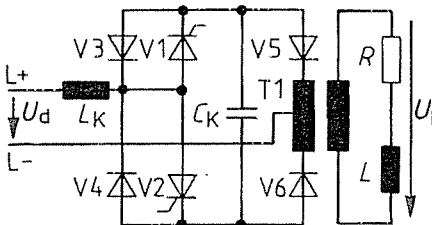
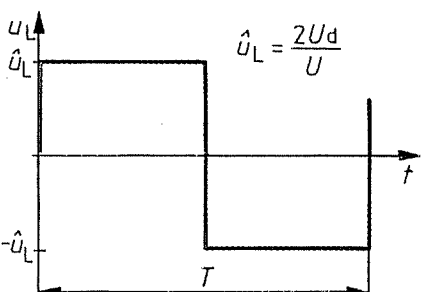
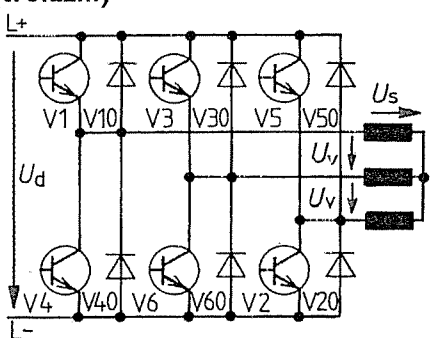
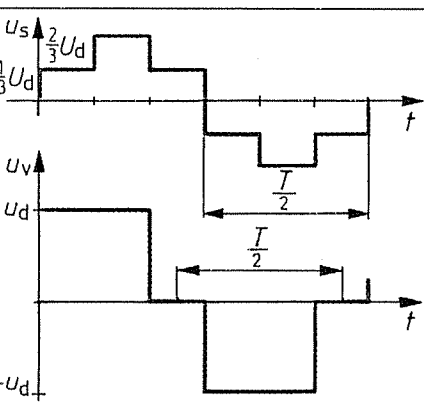
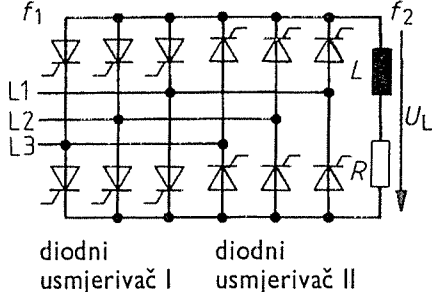
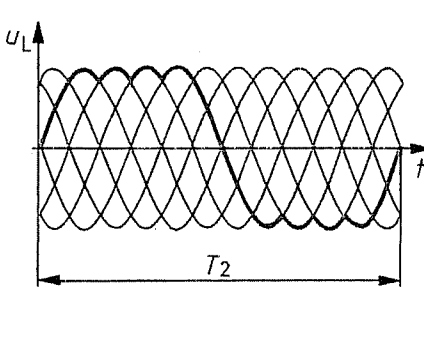
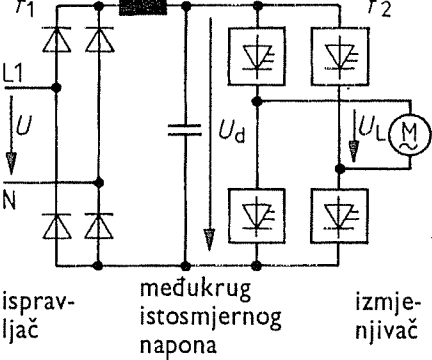
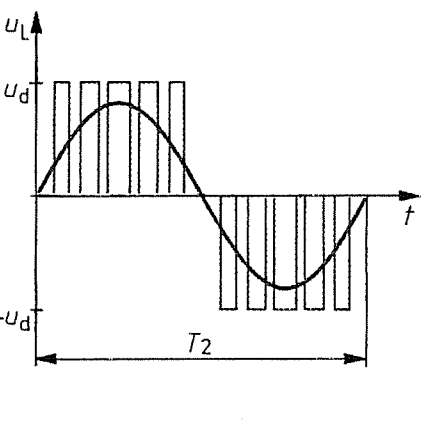


- U fazi vođenja trošilo dobiva energiju od tranzistorske sklopke V2 preko namota 2.2 i V4.
- U zapornoj fazi od V2 privodi se preko V3 na ulaz energija od T1.
- Istaknuta razlika prema zapornom pretvorniku leži u jednakom smjeru namatanja namota 1 i 2.2.

Protutaktni pretvornik



- V2, V3 tvore s C_1, C_3 mosni spoj
- U_{d1} se prekida u pravokutni izmjenični napon amplitude $\frac{U_{d1}}{2}$ i transformira preko T2 na izlaz.
- V4 i C_4 preoblikuju napon sekundara u izlazni istosmjerni napon U_{d2} .

Izmjenjivač i pretvornik frekvencije		
Primjeri spojeva	Izlazni naponi	Napomene
Paralelni titrajni krug — izmjenjivač (vođen opterećenjem) 		<ul style="list-style-type: none"> ● Upotreba u području srednjih frekvencija kod peći za taljenje ● Izvedba s opterećenjem kao: paralelni titrajni krug sa sinusnim naponom i pravokutnom strujom ili serijski titrajni krug sa sinusnom strujom i pravokutnim naponom $\frac{1}{T} = f_B \approx f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$
Samovodeći izmjenjivač (jednofazni) 		<ul style="list-style-type: none"> ● Izmjenjivač u spoju s nul-tom točkom opskrbljuje s gotovo pravokutnim izmjeničnim naponom preko povratnih dioda V3 i V4 bilo koje opterećenje. ● Upotreba npr. kao opskrba strujom u nuždi za telekomunikacijsku tehniku.
Samovodeći izmjenjivač (trofazni) 		<ul style="list-style-type: none"> ● Primjena prvenstveno kod pogona trofaznih strojeva s reguliranim brojem okretaja. ● Izmjenjivač za snage od 10 kW s tiristorima i pojedinačnim krugovima gušenja. ● Dijagram napona kod kuta vođenja struje ventila od $\Theta = 180^\circ$.
Izravni pretvornik frekvencije (trapezni) 		<ul style="list-style-type: none"> ● Antiparalelni spoj dvaju potpuno upravljanih djelomičnih usmjerivača omogućava izmjenični napon s $f_2 < f_1$. ● Kod trapeznog pretvornika izlazni napon se određuje iz broja vrhova mrežnog napona. ● Tri pretvornika kao i upravljački pretvornik omogućavaju opskrbu iz trofaznih pogona.
Međukružni pretvornik frekvencije (impulsni pretvornik) 		<ul style="list-style-type: none"> ● Posebnim upravljanjem širine impulsa može se izmjenični napon mijenjati s obzirom na frekvenciju i amplitudu. ● Sinusoidna frekvencija osnovnog titranja leži ispod frekvencije impulsa (podtitrajni postupak). ● Simbol za ugasivi ventil.

Elektroničko upravljanje brzinom vrtnje strojeva s okretnim poljem

Napajanje		neposredno iz trofazne mreže			posredno iz trofazne mreže preko međukružnog pretvornika frekvencije			
Frekvencija statora	stalna	promjenljiva						
Naziv	Trofazni regulator	Pulsirajući otpor rotora	Podsinkrona usmjerivačka kaskada	Izravni pretvornik frekvencije	Pretvornik frekvencije s naponskim međukrugom	Pretvornik frekvencije sa strujnim međukrugom	Usmjerivački motor	Impulsni pretvornik frekvencije
Spoj								
Svojstva	Reducirani napon statora snižava magnetski tok. Veliko klizanje uzrokuje veliku struju rotora, a time i konstantni moment kod nižih brzina vrtnje.	Utjecaj rotorskog otpora preko impulsnog upravljanog otpora. Snaga klizanja se u krugu rotora pretvara u toplinu.	Snaga klizanja se preko usmjerivačke kaskade vraća nazad u trofaznu mrežu.	● Potpuno upravljeni re-verzijski usmjerivač stvara izmjeničnu struju ● Frekvencija statora $f_2 \leq 0,5$ mrežne frekvencije.	Napon opterećenja utvrđen je naponskim međukrugom. Mreža je opterećena upravljačkom snagom.	Neznatna potrošnja usmjerivača. Uvjetovano utisnutom strujom moguće je napajanje samo pojedinačnog trajnog opterećenja.	Narinuta struja opskrbljuje sinkroni stroj. Položaj polnog kotača daje takt strujnom usmjerivaču, nema prekid tanja kod udara snage.	Neupravljeni mrežni usmjerivač sprečava upravljačku jalovu snagu. Pulsirajući izlazni napon nema viših harmoničkih titraja.
Primjena	Pogoni ventilatora i centrifugalnih pumpi do oko 10 kW.	Pogoni rotora s kliznim kolutima malih gubitaka do MW-og područja, npr. pogoni pumpi i ventilatora.	Pogoni rotora s kliznim kolutima malih gubitaka do MW-og područja, npr. pogoni pumpi i ventilatora.	Napajanje putničkih vlakova s dizelskom lokomotivom, pogon cijevnih mlinova u MW području	Grupni pogoni s visokim sinkronizacijskim zahtjevima do $f_2 \leq 600$ Hz.	Jednomotorni pogoni do 1 MW u području postavljene brzine vrtnje od 1 : 20.	Pogoni do MW područja. Mali pogoni u magnetofonima i gramofonima.	Konstantni međukružni napon može potpuno moći mrežu istosmjernog napona. Do 10 kW tranzistori.
IS: ispravljač, upravljan ili neupravljan; IZM: izmjenjivač, samovodljiv ili putem mreže; IR: istosmjerni regulator; RU: reverzijski usmjerivač; TR: trofazni regulator								

Protusmjerni spojevi

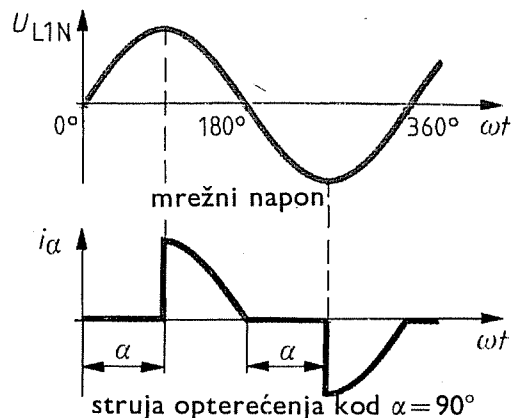
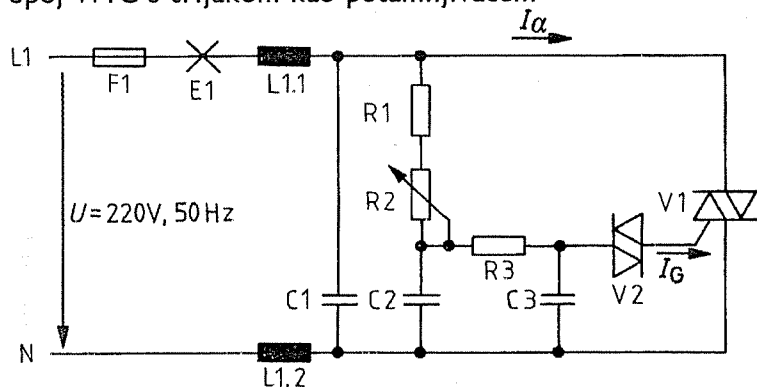
V DIN 41 761/5. 75

Protusmjerni spojevi primjenjuju se kao djelovi usmjerivača snage u električkim sklopovima i postavnici-
cima kao npr. nulnapske sklopke upravljane paketom titraja ili fazno-reznim upravljanjem.

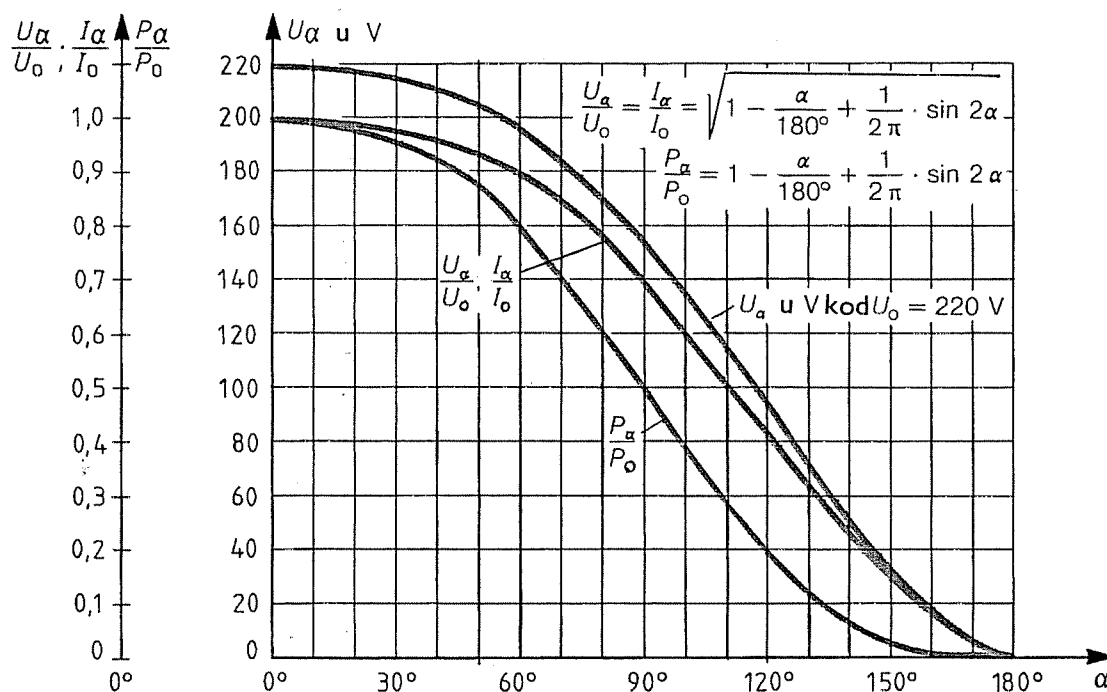
Naziv	Spoj	Svojstva	Primjene
Poluupravljani jednofazni protusmjerni spoj W1H		<ul style="list-style-type: none"> • nesimetrični opteretni napon kod djelomičnog upravljanja • istosmjerna komponenta u struji mreže kod $\alpha > 0^\circ$. 	<ul style="list-style-type: none"> • Izmjenični postavnik u području snaga od 50%...100%
Potpuno upravljani jednofazni protusmjerni spoj W1C		<ul style="list-style-type: none"> • simetrični opteretni napon. • upravljačka jalova snaga u mreži kod $\alpha > 0^\circ$ 	<ul style="list-style-type: none"> • Izmjenični postavnik u području snaga od 0%...100% • S trijakom kao prigušivačem ili elektro-ničkim opterećenim relejom.
Poluupravljani trofazni protusmjerni spoj W3H		<ul style="list-style-type: none"> • nesimetrični opteretni napon kod $\alpha > 0^\circ$ pospješuje nastajanje šuma kod motornog opterećenje • neznatni potrošak kod ventilnog upravljanja. 	<ul style="list-style-type: none"> • Trofazni postavnik u području snaga od 0%...100% kod pogona s nepoznatim zahtjevima kao npr. niski zaletni moment
Dvofazno upravljani trofazni protusmjerni spoj W3.2C		<ul style="list-style-type: none"> • stalna veza trošila s mrežom. • jednostavni uvjeti paljenja. • kod spoja trošila u zvijezdu neutralni vodič ne smije biti priključen. 	<ul style="list-style-type: none"> • Trofazna sklopka (elektronički sklop-nik) s reduciranim potroškom ventila za upotrebe kod čestog uklapanja pri velikim strujama.
Potpuno upravljani trofazni protusmjerni spoj W3C		<ul style="list-style-type: none"> • povećani gubitak za paljenje, jer se strujni krug zatvara najma-nje preko dva vanjska vodiča. 	<ul style="list-style-type: none"> • Trofazni postavnik za pogone s neznatnim zahtjevima (npr. ventilator) • U rasvjetnim i ogri-jevnim uređajima kod spoja u zvijezdu s neutralnim vodičem kao postavnik 3W1C.

Fazno-rezno upravljanje uključuje napon na opterećenje kod određenih faznih kuteva. Razmjena snage može se tako namjestiti između 0% i 100%. Trošila iznad izvjesnih graničnih snaga smiju biti u pogonu samo uz posebnu dozvolu, budući da fazno-rezna upravljanja proizvode povratna djelovanja na mrežu kao npr. upravljačku jalovu snagu.

Primjer:
Spoj W1C s trijakom kao potamnivačem



Upravljačke karakteristike izmjeničnih postavnika kod opterećenja otporima



Najveće snage trošila sa simetričnim fazno-reznim upravljanjem

Priključak	Žarulje u obrtničkim poljoprivrednim uređajima	Trošila s induktivnim udjelom u kućnoj upotrebi (motori, izbojne svjetiljke ili druge)
$U_{L1N} = 220 \text{ V}$	...700 W	...1400 W
$U_{L1L2} = 380 \text{ V}$	...2000 W	...4500 W
380 V; 3/N/PE ~ 50 Hz	...1200 W (simetrično opterećenje)	...2500 W (simetrično opterećenje)
380 V; 3/PE ~ 50 Hz	...3600 W (simetrično opterećenje)	...10 000 W (simetrično opterećenje)

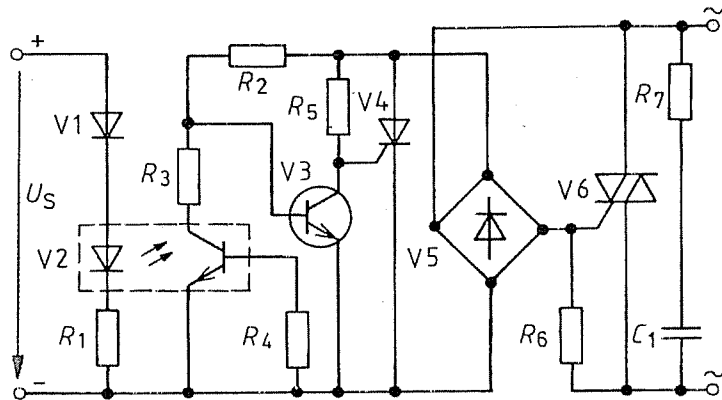
Po kućanskom uređaju dopuštena je instalacija svjetiljki s fazno-reznim upravljanjem samo do priključne vrijednosti od 1000 W.

Nulnaponska sklopka

Nulnaponskom sklopkom naziva se elektronička sklopka koja uključuje opterećenje uvijek u prolazima napona kroz nulu. Ako upravljanje usljeđuje optoelektroničkim veznim članom riječ je o elektroničkim, odn. poluvodičkim relejima.

Prednosti:

- galvansko odvajanje upravljačkog opterećenog kruga
- uključivanje bez odskakivanja, dugo trajanje upotrebe
- neznatne radio smetnje od nulnaponske sklopke
- velika brzina uključivanja



Primjer:

Elektronički opterećeni relej za nazivne struje do 40 A kod upravljačkog napona 3...30 V.

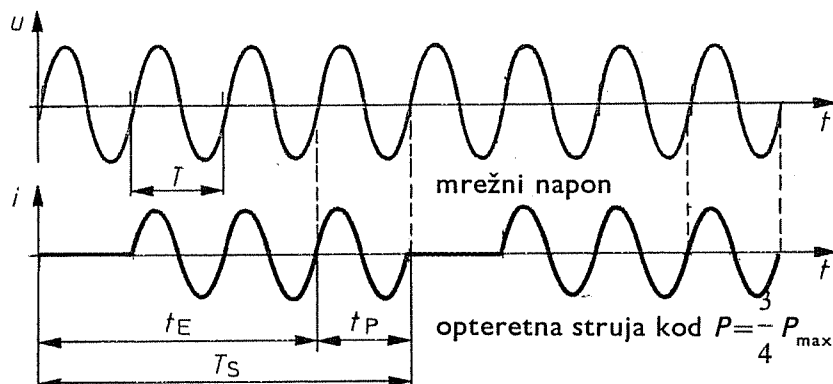
Upravljanje paketom titraja

DIN EIN 50 006/VDE 0838/10. 76

Nulnaponske sklopke koje uključuju na opterećenje neki namjestivi broj perioda izmjeničnog napona, djeluju kao da su upravljane paketom titraja, odnosno punovalno upravljane. Srednja primljena snaga opterećenja može iznositi 0...100%.

Prednosti:

- nema nadvalova u mreži, jer je struje sinusoidna.
 - nema upravljačke jalove snage, jer je $\cos \varphi = 1$.
- ### Nedostaci:
- nije prikladno za rasvjetu i pogone zbog treptenja odnosno trzanja.



$$T = \frac{2}{f}$$

$$T_S = t_E + t_P$$

$$P = \frac{t_E}{T_S} \cdot P_{\text{maks}}$$

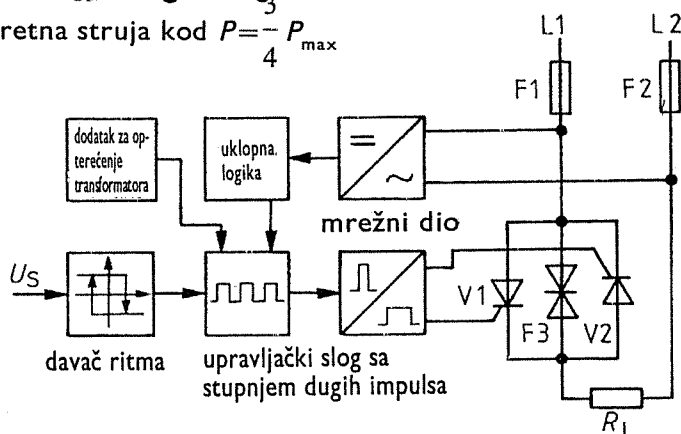
$$P_{\text{maks}} = \frac{U^2}{R_L}$$

Primjer:

Industrijsko upravljanje paketom titraja za nazivne struje do 560 A.

Glavna primjena za zagrijavanje i regulaciju temperature kod:

- talionički peći
- sušilica
- strojeva za žarenje žice
- strojevi za obradu plastike



Najveća snaga trošila¹⁾ sa simetričnim upravljanjem paketom titraja

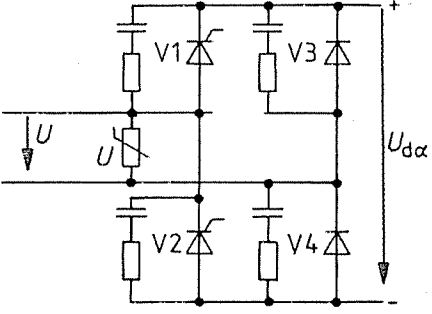
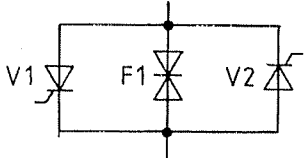
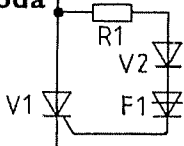
r^2) u min ⁻¹	priključak na 220 V	priključak na 380 V	priključak na 380 V; 3/N
≥1000	... 400 W	... 900 W	... 1800 W
500	... 600 W	...1500 W	... 3000 W
100	... 900 W	...2200 W	... 4400 W
10	...1700 W	...4100 W	... 8300 W
5	...2100 W	...5100 W	...10400 W
3	...2500 W	...6100 W	...12300 W
2	...2800 W	...6900 W	...14000 W
1	...3500 W	...8600 W	...17400 W

¹⁾ čisto otporničko opterećenje ²⁾ učestalost ukapčanja (proces i uklapanja i isklapanja)

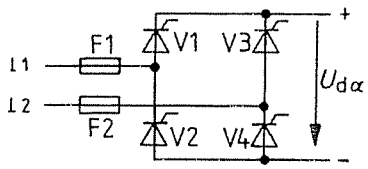
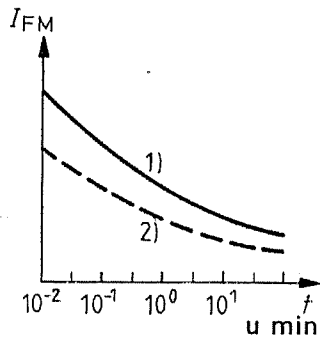
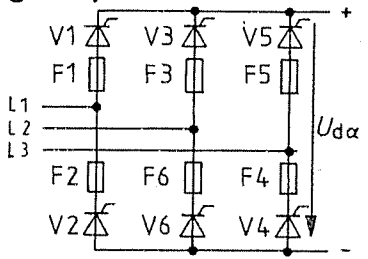
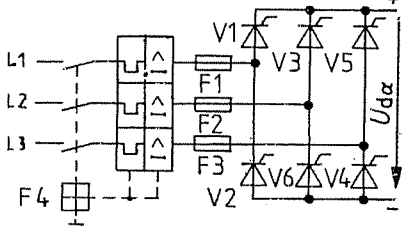
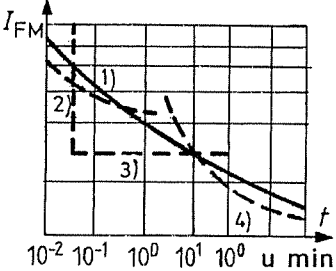
Prenaponska zaštita poluvodičkih ventila i usmjerivača

Prenaponi nastaju i zbog:

- efekta usporavanja nosilaca ventila (EU)
- rasklopnim postupcima na kapacitivnim ili induktivnim opterećenjima
- atmosferskim utjecajima

Primjeri spojeva	Svojstva	Primjene
Kombinirana zaštita 	<ul style="list-style-type: none"> • zaštita protiv prenapona uslijed efekta usporavanja vođenja (EU) pomoću pojedinačnih RC-sklopova ventila • prenaponsko ograničavanje ulaznog napona varistorom. 	<ul style="list-style-type: none"> • zaštita malih usmjerivača i elektroničkih opterećenih releja od ukupnih prenapona. • varistori su kao EU spojevi prikladni samo za tiristore s vrhovima povratne struje < 20 A.
Lavinska dioda 	<ul style="list-style-type: none"> • prenaponsko ograničenje simetričnom lavinskom diodom (protuserijski spoj) • izgubljena toplina kod ograničenja prenapona može se lako odvesti konstruktivnim mjerama. 	<ul style="list-style-type: none"> • ograničenje prenapona tiristora u uređajima iznad 100 kW. • za tiristore s neznatnom naponskom strminom potreban je dodatni EU spoj za usporavanje.
Okidna dioda 	<ul style="list-style-type: none"> • okidne diode imaju određeni okidni napon U_{B0} od 500 V...4000 V i prikladne su za paljenje kod viših napona. 	<ul style="list-style-type: none"> • prenaponski odvodnik za zaštitu velikih tiristora snage u smjeru blokiranja. • samo za uređaje u kojima je dopušteno zaštitno paljenje.

Nadstrujna zaštita poluvodičkih ventila i usmjerivača

Primjer spojeva	Karakteristike	Svojstva	Primjene
Osiguranje ogranka 		<ul style="list-style-type: none"> • niska cijena opreme • dopuštena nadstruja ventila ne može se potpuno iskoristiti 	<ul style="list-style-type: none"> • područje snaga do oko 20 kW
Osiguranje elementa 		<ul style="list-style-type: none"> • viša cijena opreme ovisno o osiguranju ogranka • bolje iskorištenje 	<ul style="list-style-type: none"> • kod protunaponskog pogona • kod više paralelno spojenih ventila po grani
Kombinirana zaštita 		<ul style="list-style-type: none"> • viša cijena opreme • vrlo dobro prilagođenje na karakteristiku preopterećenja ventila 	<ul style="list-style-type: none"> • područje snaga iznad 20 kW

1) karakteristika granične struje ventila,
3) karakteristika brzog okidača,

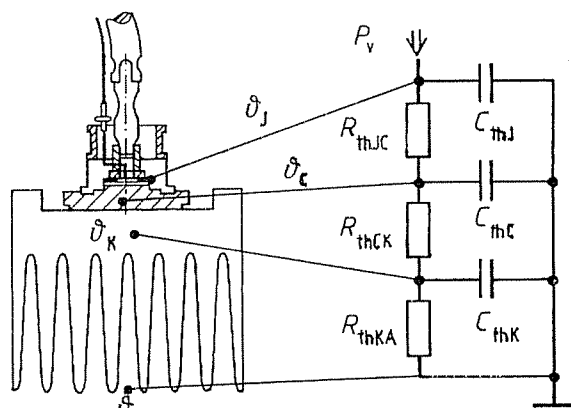
2) karakteristika taljena osigurača,
4) karakteristika termičkog nadstrujnog okidanja.

Hlađenje i načini hlađenja poluvodičkih ventila i usmjerivača

DIN 41 751/5.77

Odvođenje topline gubitaka poluvodičkih ventila utječe na opterećenje i volumen izgradnje usmjerivačkih naprava.

Primjer: Ventil s tlačno lijevanim hladilom



Nadomjesna shema za prijelazni toplinski otpor $Z_{th} = f(t)$

Prijelazna pojava: $[C_{th}] = \frac{Ws}{K}$

Toplinska vrem. konstanta $\tau_{th} = R_{th} \cdot C_{th}$; $[\tau_{th}] = s$

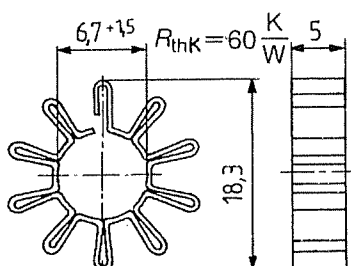
Stacionarno stanje:

$Z_{th} = R_{th} \neq f(t)$; $[R_{th}] = \frac{K}{W}$

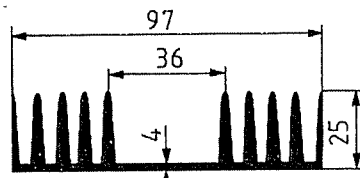
$P_v = \frac{\theta_J - \theta_A}{T_{thJA}}$

$R_{thJA} = R_{thJC} + R_{thCK} + R_{thKA}$

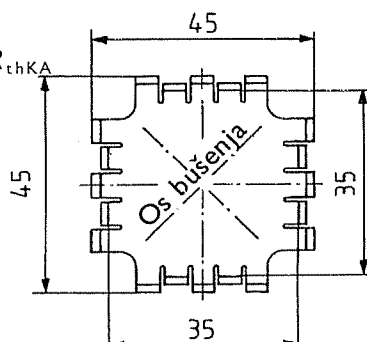
Oblici hladila:



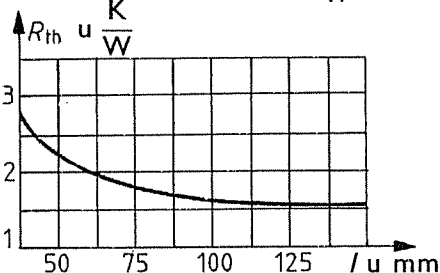
Opružno hladilo iz elastične bronce, pocrnjeno



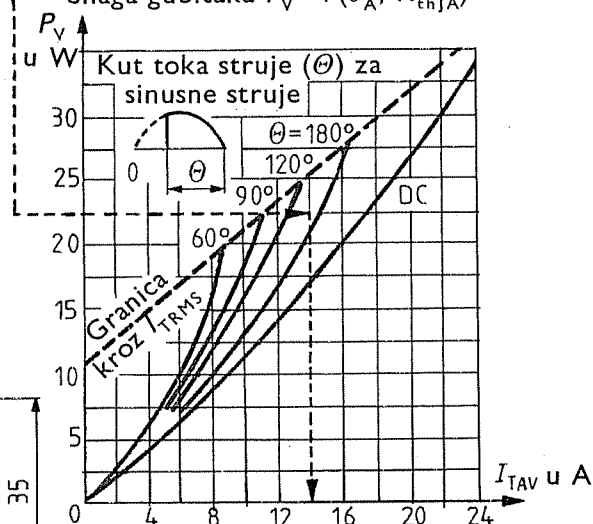
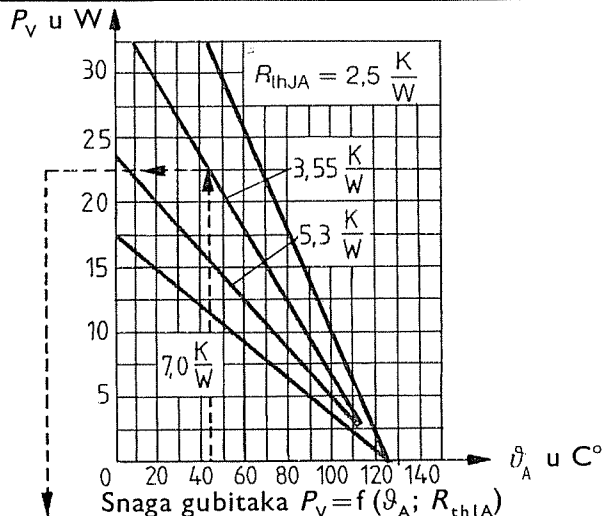
Rebrasto hladilo iz tlačno-lijevanog aluminija, kao šipkasti materijal



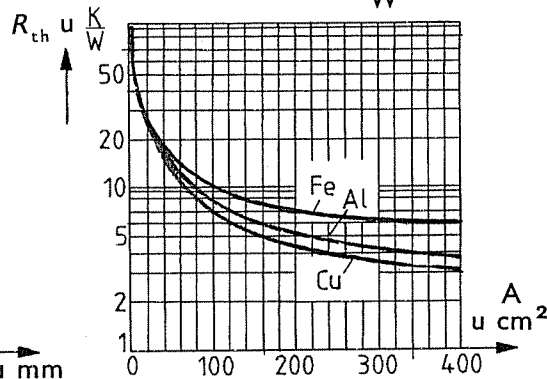
Prstenasto hladilo iz aluminija $R_{thK} = 6 \frac{K}{W}$



Toplinski otpor rebrastog hladila kao $f(l)$



Struja tiristora $I_{TAV} = f(P_v; \theta)$
Strujna opteretivost tiristora CS8 kod $\theta_A = 45^\circ C$, $R_{thJA} = 3,55 \frac{K}{W}$ i $\theta = 180^\circ$



Toplinski otpori R_{thKA} od 1 mm debelih, golih, kvadratičnih limova

Oznake načina hlađenja

Vrsta hlađenja	Rashladno sredstvo	Neposredno hlađenje	Posredno hlađenje nosiocima topline					
			Vodiči topline	prirodan optok		prisilan optok		
				zrak	ulje	zrak	ulje	voda
prirodno	zrak	S	KS	LS	OS	LUS	OUS	—
pojačano	zrak ¹⁾	F | G	KF	—	OF	LUF	OUF	WUF
	voda	W	—	—	OW	LUW	OUW	WUW

¹⁾ Kod posrednog pojačanog hlađenja zrakom moguće je umjesto oznake F upotrijebiti oznaku G.

Mjerenje, upravljanje, regulacija

Mjerenje

Oznake na skalama instrumenata . . .	212
Mjerni transformator	213
Mjerenja mješovitih napona i struja	213
Karakteristični brojevi aparata za mjerenje snage i faktora snage . . .	214
Mjerni spojevi za snagu i faktor snage	214
Karakteristični brojevi za električna brojila, tarifne uklopne satove i prijemnike daljinskog upravljanja .	215
Tehničke vrijednosti električnih brojila	215
Spojevi brojila	216
Mjerenja s katodnim osciloskopom	217
Mjerni mostovi	219
Električno mjerenje neelektričnih veličina	220

Upravljanje i regulacija

Pojmovi i oznake regulacijske tehnike i tehnike upravljanja	221
Vrste upravljača	222
Grafičke oznake za upravljanje, regulaciju	222
Vremensko ponašanje vodećih veličina	223
Vremensko ponašanje članova regulacijskog kruga	223
Vremensko ponašanje regulacijskih staza	224
Kontinuirane regulacijske naprave za električne regulacijske zadatke .	225
Nekontinuirane regulacijske naprave	226
Prikladost regulatora kod danih regulacijskih staza	226
Namještanje regulatora	227
Logički vezni članovi	228
Pojednostavljenja s Karnaughovim tablicama	229
Relaksacijski sklopovi	230
Bistabilni sklopovi	231
Kodovi	232
ASCII-kod	233
Brojilo, djelilo, posmični registar .	234
Memorijski programirano upravlja- nje (MPU)	235
Simboli za memorijski programi- rano upravljanje (MPU)	236
Česti upravljački članovi, prikaz . .	237
Koračni motor	238
Mikroračunalo	239
Upravljanje pomoću sklopnika . . .	240

Oznake na skalama instrumenata

DIN 43 802 T. 6/6.64

Primjer:



mjerni mehanizam

1,5
2,5

razred točnosti



vrsta struje



osn. položaj



ispitni napon

Mjerni sustav

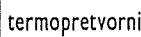


Mjerni sustav s pomičnim svitkom i trajnim magnetom, općenito

dodatak:
s ugrađenim ispravljačem



s ugrađenim neizoliranim termopretvornikom



termopretvornikom



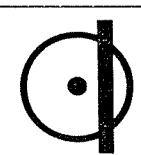
kvocijentni mjerni sustav s pomičnim svitkom



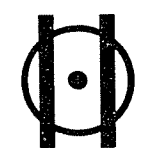
elektrodinamički mjerni sustav oklopljen željezom



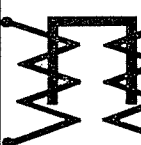
kvocijentni elektrodinamički mjerni sustav bez željeza



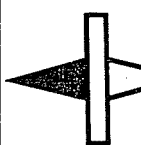
indukcijski mjerni sustav



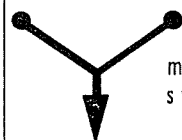
kvocijentni indukcijski mjerni sustav



kvocijentni mjerni sustav s pomičnim željezom



mjerni sustav s pomičnim magnetom



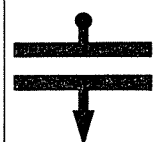
mjerni sustav s vrućom žicom



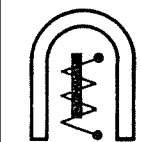
bimetalni mjerni sustav



kvocijentni mjerni sustav s pomičnim magnetom



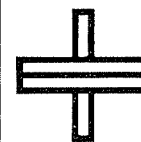
elektrostatički mjerni sustav



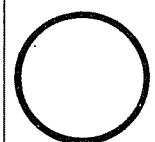
mjerni sustav s pomičnim željezom i magnetom



vibracijski mjerni sustav



bez željeza elektrodinamički mjerni sustav



vibracijski mjerni sustav

Vrste struje



istosmjerna struja



istosmjerna i izmjenična struja



trofazni instrument s dva mjerna sustava



izmjenična struja



trofazni instrument s jednim mjernim sustavom



trofazni instrument s tri mjerna sustava

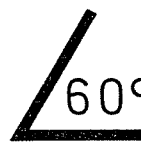
Osnovni položaj



uspravni osnovni položaj



vodoravni osnovni položaj



kosi osnovni položaj, kut nagiba npr. 60°

Ispitni naponi



ispitni napon 500 V



ispitni napon viši od 500 V, npr. 2 kV



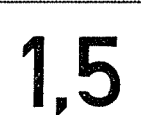
bez ispitivanja na napon

Posebno upozorenje



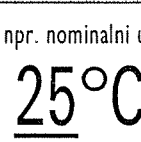
Upozorenje! Uzeti u obzir naputak

Razredi točnosti



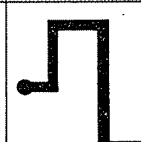
razredi označuju mjernu pogrešku npr. 1,5 se odnosi na krajnju vrijednost

Nominalni uvjeti



npr. nominalni uvjeti 25°C, područje utjecaja 15 do 25°C i 25 do 35°C

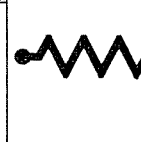
Upute



za dodatni paralelni otpor



za dodatni serijski otpor



za dodatni prividni otpor

Mjerni transformator

DIN 42 600; DIN 42 601
VDE 0414

(JUS N.H9.100)

Naponski transformator — nazivni teret: prividna vodljivost aparata Y priključenih na sekundar u S
Strujni transformator — nazivni teret: prividni otpor Z aparata priključenih na sekundar u Ω
Termička granična struja primara: primarna struja strujnog transformatora I_{1th} , koju izdrži namot primara 1 sekundu.
Dinamička granična struja: 1. amplituda struje kratkog spoja, koju izdrži sekundarni namot strujnog transformatora.
Nazivna snaga: $S_N = Y \cdot U_{2N}^2$ (nap. transformator) odn. $S_N = Z \cdot I_{2N}^2$ (strujni transformator) u VA.

Nazivne struje za induktivne strujne transformatore

Primarne nazivne struje u A					Sekundarne nazivne struje u A
Niz	neprespojiv	prespojiv 1:2	Niz	prespojiv 1:2:4	
0,5; 1 N 3 N; 6 N 10 N; 20 N	5; 10; 15; 20; 25 30; 40; 50; 60; 75 više struje	2 · 5; 2 · 10; 2 · 15 2 · 25; 2 · 50; 2 · 75 2 · 100; 2 · 150; 2 · 200;	110 N 220 N	4 · 100; 4 · 150 4 · 150; 4 · 300	5 1 (rijetko)
30 N; 45 N 60 N	naz. vrijedn. $\times 10^1$ 10^2 ili 10^3	2 · 300; 2 · 250; 2 · 100; 2 · 200	380 NE	4 · 300	

Nazivni naponi za induktivne naponske transformatore

Niz	Primarni napon u kV	Sekundarni naponi u kV	Niz	Primarni naponi u V	Sekundarni naponi u V
0,5 1 N ...45 N	0,1; 0,22; 0,38; 0,5 1; 2; 5; 6; 10; 15; 20 25; 30; 35; 45 $i \frac{1}{\sqrt{3}}$ — struke vrijednosti	100 $\frac{100}{\sqrt{3}}$; (rijetko)	60 N 110 N 220 N 380 NE	$\frac{60}{\sqrt{3}}$; $\frac{110}{\sqrt{3}}$; $\frac{220}{\sqrt{3}}$ $\frac{400}{\sqrt{3}}$	$\frac{100}{\sqrt{3}}$; $\frac{2 \cdot 100}{\sqrt{3}}$ $\frac{2 \cdot 200}{\sqrt{3}}$

Nazivne snage za induktivne mjerne transformatore u VA

Razred	Strujni transformator, nizovi			Naponski transformator, nizovi			
	0,5; 1 N	3 N...45 N	60 N...380 NE	0,5	1 N...6 N	10 N...45 N	60 N...380 NE
0,2		5; 10; 15	15	10	10	25	100
0,5	2,5; 5; 10	5; 10; 15; 30	30	15; 25	25	25; 75	50 (150)
1	2,5; 5; 10	5; 10; 15; 30	30; 60	25; 30	50	50; 150	(75)
3		5; 10; 15; 30 60					

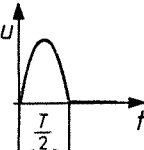
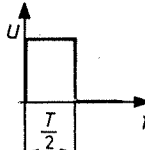
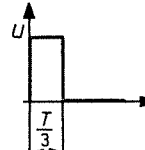
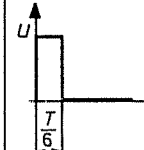
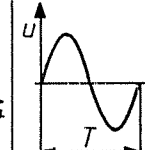
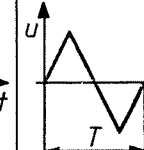
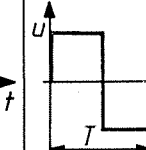
Granice pogreške induktivnih mjernih transformatora¹⁾

Razred	kod $1,0 \cdot I_N$		kod $0,2 \cdot I_N$		kod $0,8...1,2 \cdot U_N$		kod $0,05 \cdot U_N$	
	F_I	δ_I	F_I	δ_I	F_u	δ_u	$\pm F_u$	$\pm \delta_u$
0,1	$\pm 0,1 \%$	± 5 min	$\pm 0,2 \%$	± 8 min	$\pm 0,1 \%$	5	1,0 %	40 min
0,2	$\pm 0,2 \%$	± 10 min	$\pm 0,35 \%$	± 15 min	$\pm 0,2 \%$	10	1,0 %	40 min
0,5	$\pm 0,5 \%$	± 30 min	$\pm 0,75 \%$	± 40 min	$\pm 0,5 \%$	20	1,0 %	40 min
1	$\pm 1,0 \%$	± 60 min	$\pm 1,5 \%$	± 80 min	$\pm 1,0 \%$	40	2,0 %	80 min
3					$\pm 3,0 \%$	120	6,0 %	240 min

Mjerenja mješovitih napona i struja

Električni naponi i struje karakterizirani već prema mjernom sustavu aritmetičkom srednjom vrijednosti (AV) ili efektivnom (RMS) vrijednosti. Faktor oblika daje odnos efektivne vrijednosti prema aritmetičkoj srednjoj vrijednosti. Tjemeni faktor je odnos vršnih vrijednosti prema efektivnoj vrijednosti

faktor oblika: $F = \frac{I_{RMS}}{I_{AV}}$; $F = \frac{U_{RMS}}{U_{AV}}$ tjemeni faktor: $F_{crest} = \frac{\hat{i}}{I_{RMS}}$; $F_{crest} = \frac{\hat{u}}{U_{RMS}}$

Oblik napona							
U_{AV}	$0,318 \cdot \hat{u}$	$0,5 \cdot \hat{u}$	$0,333 \cdot \hat{u}$	$0,167 \cdot \hat{u}$	$^2) 0,636 \cdot \hat{u}$	$^2) 0,5 \cdot \hat{u}$	$^2) 1,0 \cdot \hat{u}$
U_{RMS}	$0,5 \cdot \hat{u}$	$0,707 \cdot \hat{u}$	$0,578 \cdot \hat{u}$	$0,408 \cdot \hat{u}$	$0,707 \cdot \hat{u}$	$0,578 \cdot \hat{u}$	$1,0 \cdot \hat{u}$
F	1,57	1,41	1,73	2,45	1,11	1,16	1,0
F_{crest}	2,0	1,41	1,73	2,45	1,41	1,73	1,0

1) I_N , U_N nazivne vrijednosti primarne strane, F_I , F_u strujna ili naponska pogreška; δ_I , δ_u fazni kut struje odnosno napona; 2) nakon ispravljanja

Karakteristični brojevi aparata za mjerenje snage i faktora snage

DIN 43 807/10:83

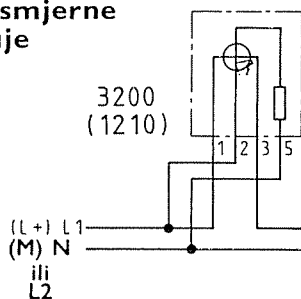
Primjer označivanja:

vrsta struje _____ 6 2 0 1 _____
mjerna veličina _____ način priključka
način mjerenja

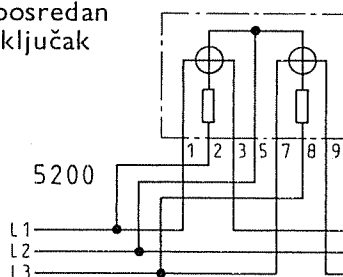
Znamenka	Vrst struje	Mjerna veličina	Način mjerenja	Način priključenja
0	istosmj. — dva vodiča	struja	svi slučajevi, osim 1...6	neposredan
1	istosmj. — tri vodiča	napon	L + vodič u struj. svitku	na strujni transform.
2	istosmj. — tri vodiča	djelatna snaga	L — vodič u struj. svitku	na strujni i nap. trans.
3	jednofazna izmjenična	jalova snaga	bez priključ. N vodiča	na poredne otpornike
4	trofazna — tri vodiča,	faktor snage	s priključ. N vodičem	
5	simetrično opterećenje		priv. otpor nulte točke	
6	trofazna — tri vodiča,		privedan umjetni spoj	
	po volji opterećenje			

Mjerni spojevi za snagu i faktor snage

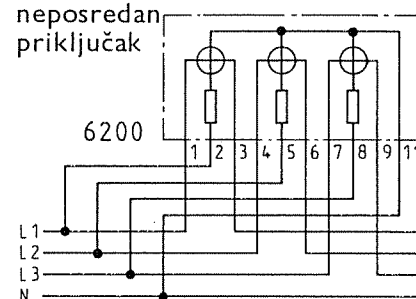
Mjerni instrument za djelatnu snagu za izmjeničnu struju odnosno mjerni instrument istosmjerne struje



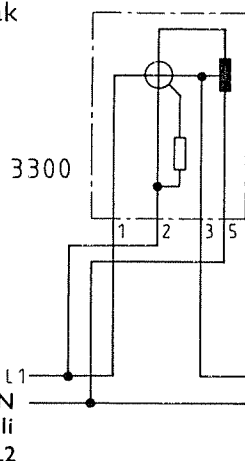
Mjerni instrument za djelatnu snagu trofazne struje s tri vodiča opterećenje po volji neposredan priključak



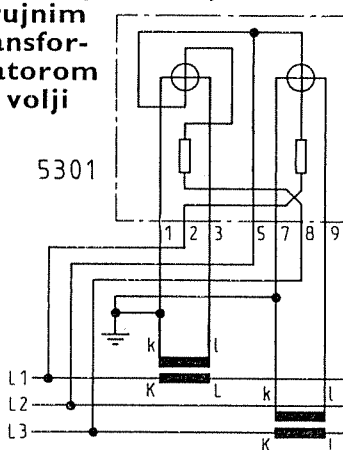
Mjerni instrument za djelatnu snagu trofazne struje s četiri vodiča neposredan priključak



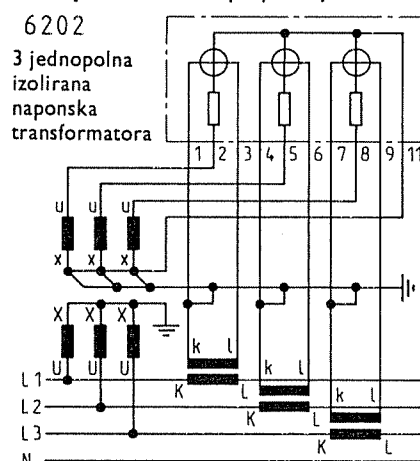
Mjerni instrument za jalovu snagu izmjenične struje neposredan priključak



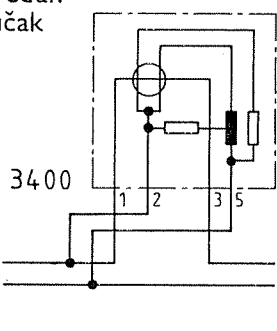
Mjerni instrument za jalovu snagu trofazne struje s tri vodiča opterećenje strujnim transformatorom po volji



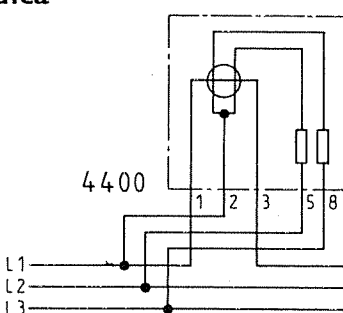
Mjerni inst. za djel. sn. trof. struje s četiri vodiča sa str. i nap. trans. nep. priključak



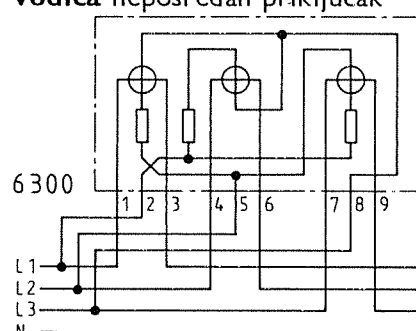
Mjerni instrument za faktor snage izmjenične struje neposredan priključak



Mjerni instrument za faktor snage trofazne struje s tri vodiča

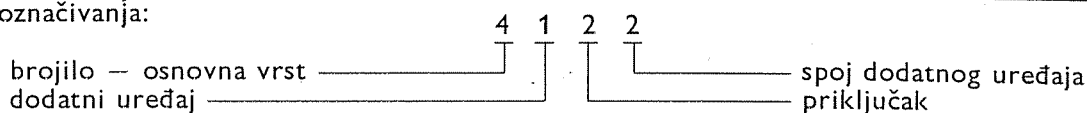


Mjerni instrument za jalovu snagu trofazne struje s četiri vodiča neposredan priključak



Karakteristični brojevi za električna brojila, tarifne uklopne satove i prijemnike daljinskog upravljanja DIN 43 856/1.73

Primjer označivanja:



Broj	Osnovna vrst	Dodatni uređaj	Priključak	Spoj dodatnog uređaja
		nema	neposredno	bez vanjskog priključka
1	L/N (stezaljke: 1...6)	dvotarifno (stezaljke: 13, 15)	strujni transformator	jednopolni unutarnji priključak (stezaljke: 13 ili 14)
2	L1/L2 (stezaljke: 1...6)	maksimum (stezaljke: 14, 16)	strujni i naponski transformator	vanjski priključak (stezaljke 13, 15 ili 14, 16)
3	L1/L2/L3 (stezaljke: 1...9)	dvoratfno i maksimalno (stezaljke: 13...16)		prklj. maksimalni okidač u isklonpom spoju
4	L1/L2/L3/N (stezaljke 1...12)	maksimum električnim vraćanjem (stezalj.: 14, 16...19)		unut. maksimalni okidač u kratkospojnom spoju
5	L1/L2/L3 60° kompenzacija (stezaljke: 1...9)	dvotarifno i maksimalno s električnim vraćanjem (stezaljke: 13...15, 18, 19)		vanjski prklj. maksimalni okidač u isklonpom spoju
6	L1/L2/L3 90° kompenzacija (stezaljka 1...9)			vanjski prklj. maksimalni okidač u kratkospojnom spoju
7	L1/L2/L3/N 90° kompenzacija (stezaljka: 1...12)			

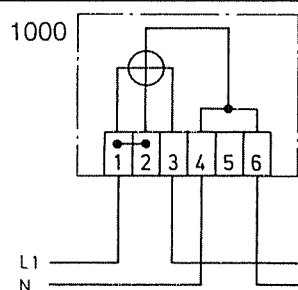
Spojni broj	Značenje	Dodatne oznake	
		Simbol	Značenje
01	Tarifni uklopni sat sa: dnevnom sklopkom maksimalnom sklopkom dnevnom i maksimalnom sklopkom dnevnom i tjednom sklopkom maksimalnom i tjednom sklopkom dnevnom, maks. i tjednom sklopkom tjednom sklopkom	Z	dvotarifni okidač za brojčanike
02		d	dnevna sklopka za dvotarifni okidač
03		w	tjedna sklopka
04		M	maksimalni okidač za kvačilo
05		ML	maksimuma
06		mo	maksimalni hodni mehanizam
07		mk	maksimalna sklopka za pokretanje maksimalnog okidača u isklonpom spoju
11	Prijemnik daljinskog upravljanja sa jednom preklopkom dvije preklopke tri preklopke četiri preklopke		maksimalna sklopka za pokretanje maksimalnog okidača u kratkospoj. spoju
12		(M)	pogonski motor
13		E	prijemni dio uređ. daljinskog upravljanja
14			

Tehničke vrijednosti električnih brojila DIN 43 850/8.80

Brojilo za	Nazivna struja I_N	Granič. struja $I_G \geq 1,25 \cdot I_N$	Nazivni napon U_N
izmjeničnu struju	10 A	40 A ili 60 A	220 V
trofaznu struju	10 A odn. 15 A	40 A ili 60 A, odn. 60 A	3 · 380 V (3 vodiča) odnosno 3 · 220/380 V (četiri vodiča)
strujni transformat.	1 A odnosno 5 A		
naponski transformator			3 · 100 V (3 vodiča) odnosno 3 · 58/100 V, 3 · $\frac{100}{\sqrt{3}}$ /100 V (4 vodiča)

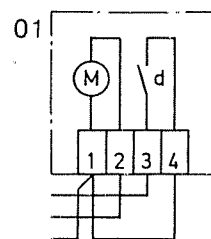
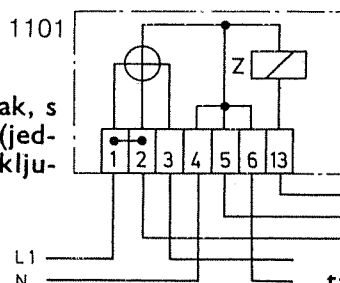
Konstanta brojila c_z u okretajima po kWh: 120; 150; 187,5; 240; 300; 375; 480; 600; 750; 960
Mjerni period za maksimalno brojilo u minutama: 5; 10; 15 (prednosna vrijednost); 30; 60

Jednopolna izmjenična brojila djelatne snage



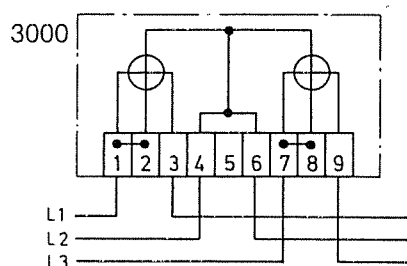
neposredni priključak

za neposredni priključak, s dvotarifnim uređajem (jednopolni unutarnji priključak)

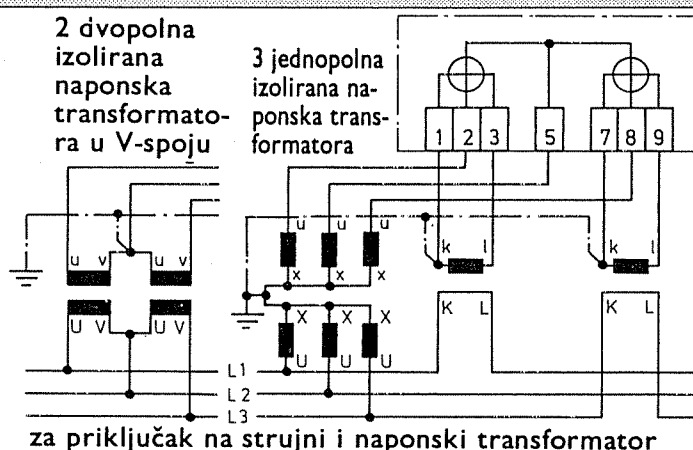


tarifno uklopno brojilo s dnevnim sklopkom

Trovodičko trofazno brojilo djelatne snage

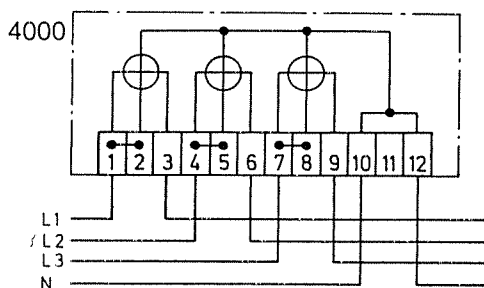


za neposredan priključak

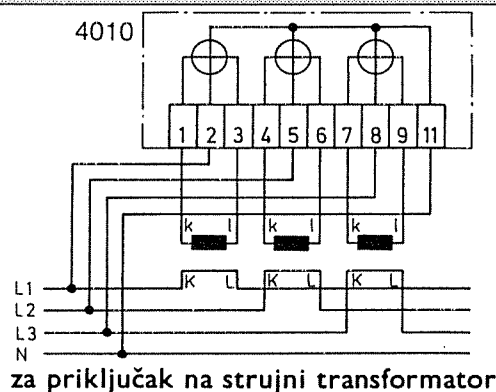


za priključak na strujni i naponski transformator

Četverovodičko trofazno brojilo djelatne snage

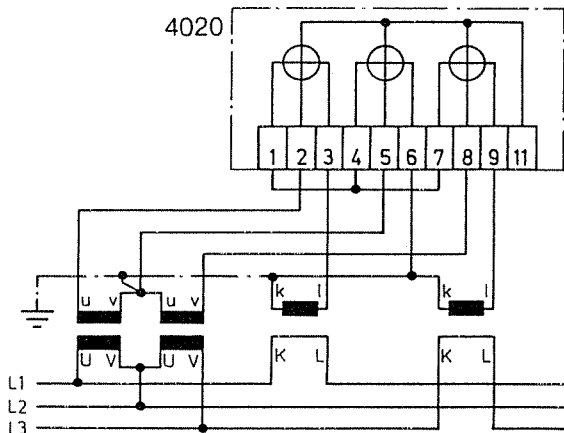


za neposredan priključak



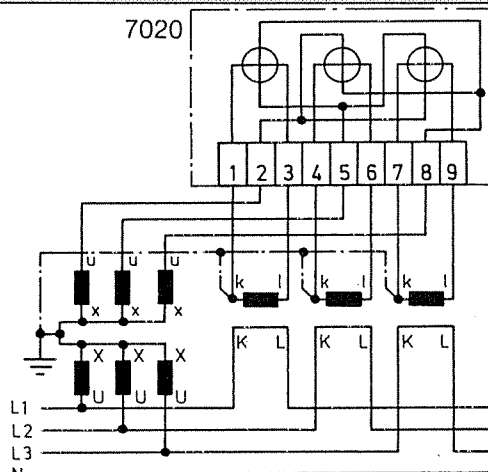
za priključak na strujni transformator

Četverovodičko trofazno brojilo djelatne snage



za priključak na strujni i naponski transformator

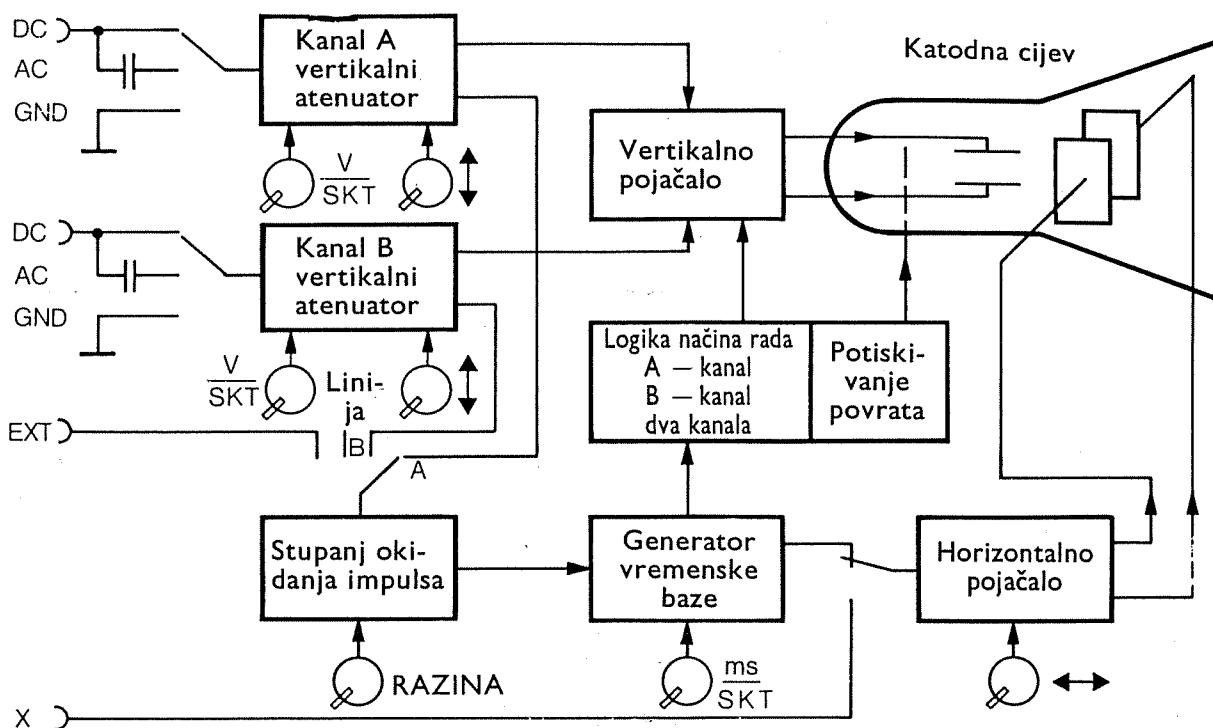
Četverovodičko trofazno brojilo jalove snage



za priključak na strujni i naponski transformator

Mjerenja s katodnim osciloskopom

Princip dvokanalnog osciloskopa



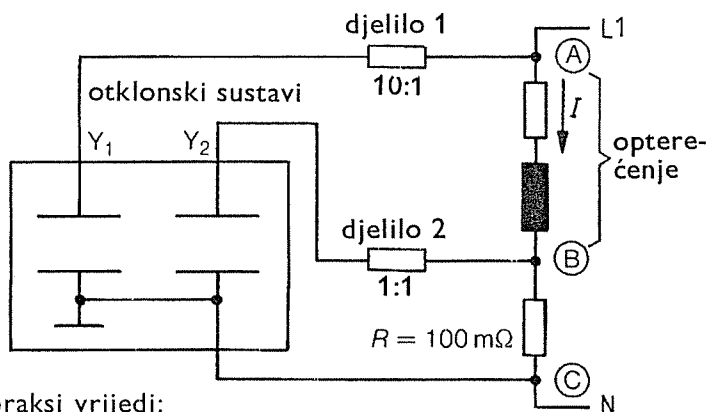
Opis i posluživanje

Natpis	Značenje	Natpis	Značenje
POWER	Mrežna sklopka, U, IZ, osvjetljenje ekranske mreže	X-MAGN	Širenje vremenske baze
INTENS HELLIGK	Upravljanje svjetline oscilograma	Okidanje A; B EXT Linija	Vremenska baza se okida — signalom kanala A (B) — vanjskim signalom — signalom mrežnog napona
FOCUS	Namještanje oštine oscilograma	LEVEL NIVEAU	Namještanje razine okidnog signala
INPUT A (B)	Ulazna priključnica za kanal A (kanal B), često kanal 1 i 2	AUTO	Krajnji položaj namještanja razine. Automatsko okidanje vremenske baze kod vršne razine. Bez okidnog signala vremenska baza slobodno teče.
AC-DC-GND	Ulaz; preko kondenzatora neposredan spoj na masu	+/-	Okidanje na pozitivnom odnosno negativnom boku okidnog signala.
CHOP — ALT	Preklapanje zrake stalne frekvencije s jednog vertikalnog kanala na drugi Preklapanje zrake na kraju ciklusa vremenskog otklona s jednog vertikalnog kanala na drugi	TIME/DIV	Vremensko mjerilo u $\mu\text{s}/\text{DIV}$ ili ms/SKT ili ms/CM .
INVERT CH.B	Mjerni signal na kanalu B se invertira	VOLTS/DIV	Vertikalni atenuator za kanal A i B u mV/DIV ili mV/SKT ili V/cm .
ADD	Zbrajanje signala kanala A i B	CAL	Baždarna točka za faktore mjerila kod desnog graničnog otklona.
POSITION	Vertikalni pomak slike Horizontalni pomak slike		
Tehnički podaci		Primjer	
Ulazna osjetljivost		Pribor	
Ulazna impedancija		Redno djelilo npr. 1:1; 1:10; 100:1	
Vertikalna širina pojasa		Tipka demodulatora npr. 0 Hz...15 Hz	
Ulazna veza		Četverokanalna preklopka	
Vrijeme porasta		Zaštitno sjenilo s kamerom	

Mjerenja s katodnim osciloskopom

Primjer: Mjerenje napona i struje dvokanalnim osciloskopom

Budući da oba Y-otklonska sustava imaju zajedničku masu, moraju mjerni vodovi imati zajedničku referentnu točku (npr. C)



u praksi vrijedi:

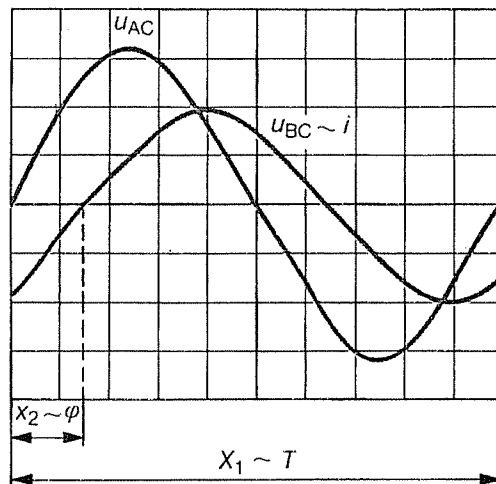
$$u_{AC} \gg u_{BC} \text{ i time } u_{AB} \approx u_{AC}$$

Napon u_{AB} može se mjeriti dvokanalnim osciloskopom također kao diferencijalni napon.

Pri tome

- za oba kanala namjestiti jednako vertikalno mjerilo ($k_{Y2} = k_{Y1}$)
- jedan Y-ulazni signal invertirati
- izvršiti zbrajanje oba Y-signala

$$k_x = 2 \frac{\text{ms}}{\text{dsk}}; k_{Y1} = 10 \frac{\text{V}}{\text{dsk}}; k_{Y2} = 0,2 \frac{\text{V}}{\text{dsk}}^{1)}$$



numerički

$$\text{proračun: } T = X_1 \cdot k_x = 10 \text{ dsk} \cdot 2 \frac{\text{ms}}{\text{dsk}} = 20 \text{ ms}$$

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{20 \text{ ms}} = 50 \text{ Hz}$$

$$\hat{u}_{AC} = Y_1 \cdot k_{Y1} \cdot k_{T1} = 3,1 \text{ dsk} \cdot 10 \frac{\text{V}}{\text{dsk}} \cdot \frac{10}{1} = 310 \text{ V}$$

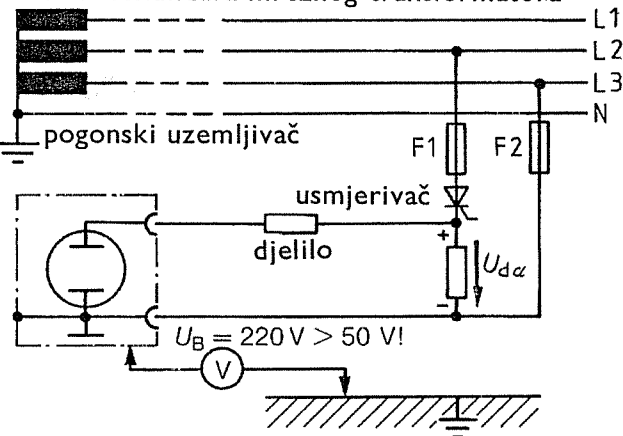
$$\hat{u}_{BC} = Y_2 \cdot k_{Y2} \cdot k_{T2} = 2 \text{ dsk} \cdot 0,2 \frac{\text{V}}{\text{dsk}} \cdot \frac{1}{1} = 400 \text{ mV}$$

$$i = \frac{\hat{u}_{BC}}{R_{mj}} = \frac{400 \text{ mV}}{100 \text{ m}\Omega} = 4 \text{ A}$$

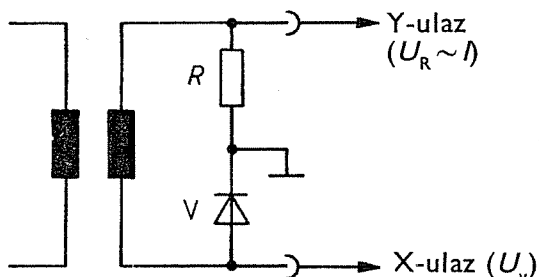
$$\varphi = X_2 \cdot k_x \cdot \frac{360^\circ}{20 \text{ ms}} = 1,5 \text{ dsk} \cdot 2 \frac{\text{ms}}{\text{dsk}} \cdot \frac{360^\circ}{20 \text{ ms}} = 54^\circ$$

U energetskej elektronici osciloskopi se napajaju prvenstveno preko odvojnog transformatora. Tako se svaka točka uzemljene mreže napona može povezati s masom osciloskopa. Slika prikazuje kako je mjerenje opasno. Priključnice mase na prednjoj ploči i metalno kućište primaju mrežni potencijal. Da bi se otklonila opasnost od dodira osciloskop treba prekriti izolirajućim materijalima ili mjerni napon dovesti preko razdvojnog pojačala (npr. s optičkim veznim članom).

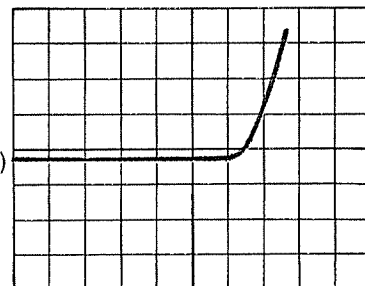
strana sekundara mrežnog transformatora



Primjer: Prikaz karakteristike diode

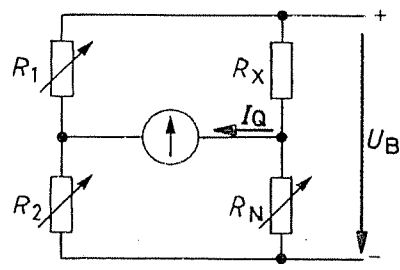
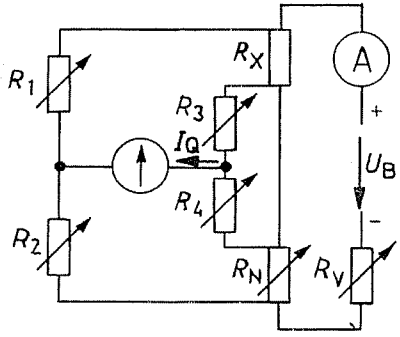
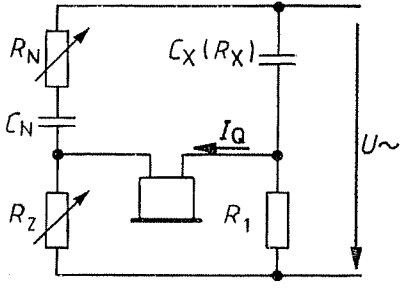
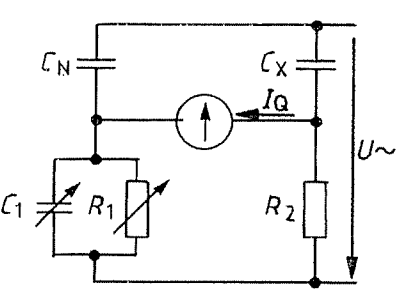
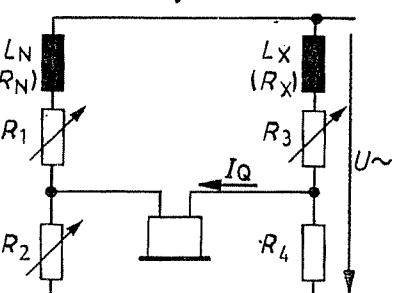


$$\text{karakteristika diode } k_x = 0,5 \frac{\text{V}}{\text{dsk}}; k_y \approx 5 \frac{\text{mA}}{\text{dsk}}^{1)}$$



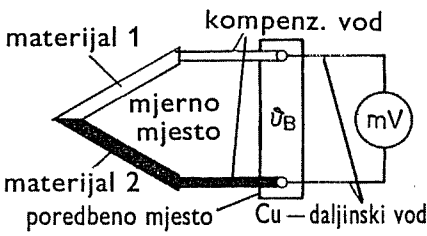
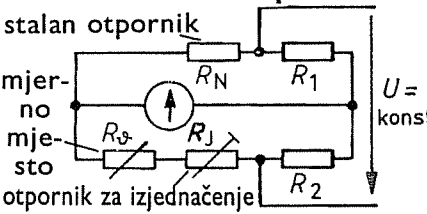
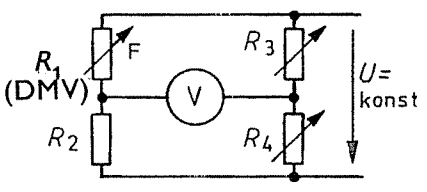
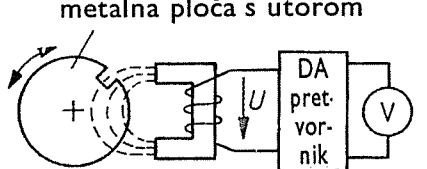
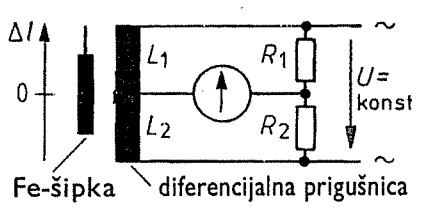
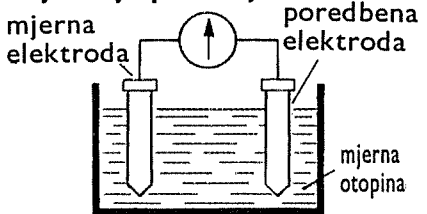
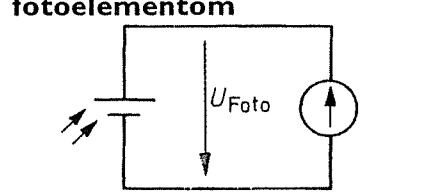
¹⁾ k_x faktor otklona u X-smjeru; k_{Y1}/k_{Y2} faktor otklona u Y-smjeru za kanal 1/2; dsk = dio skale.

Mjerni mostovi

Princip spajanja	Svojstva	Primjene
Wheatstoneov mjerni most 	<ul style="list-style-type: none"> • mjerni uvjet $I_Q = 0$ A (uravnoteženi most): $R_x = R_N \cdot \frac{R_1}{R_2}$ • točnost mjerenja ovisi pored ostalog o osjetljivosti galvanometra i točnosti poredbenih otpornika. 	<ul style="list-style-type: none"> • S prijelaznim otporima i otporima vodova upotreba za mjerenje otpora za $R_x = 1 \Omega \dots 1 \text{ M}\Omega$ do mjernih točnosti od 0,02 %. • Otklonski mjerni mostovi ($I_q \neq 0$ A) istosmjerne ili izmjenične struje. Za mjerenje ostalih fizikalnih veličina (vidi str. 220).
Thomsonov mjerni most 	<ul style="list-style-type: none"> • mjerni uvjet $I_Q = 0$ A: $R_x = R_N \cdot \frac{R_1}{R_2} = R_N \cdot \frac{R_3}{R_4}$ • točnost mjerenja osim uvjeta za Wh most ovisi i o većim strujama; stoga se upotrebljava vanjski izvor napona U_B • isključivanje otpora vodova neposrednim zahvatom na R_X i R_N • kompenzacija prijelaznih otpora s R_3 i R_4. 	<ul style="list-style-type: none"> • mjerenje malih otpora u području $R_x = 10 \Omega$ do mjernih točnosti od 0,1 %
Wienov mjerni most 	<ul style="list-style-type: none"> • mjerni uvjet $I_Q = 0$ A (izostanak tona): $C_x = C_N \cdot \frac{R_1}{R_2}$ $\text{tg } \delta_x = \omega \cdot C_N \cdot R_N$ $R_N = R_N \cdot \frac{R_2}{R_1}$ • uravnoteženje mosta s R_N koji također može biti paralelno priključen na C_N 	<ul style="list-style-type: none"> • mjerenja kapaciteta za $C_x = 1 \text{ nF} \dots 100 \text{ }\mu\text{F}$ kod niskih i srednjih frekvencija, $C_x \geq 100 \text{ pF}$ s granicama pogreške do 0,1 % • mjerenje faktora gubitaka ($\text{tg } \delta$) do 1 % mjerne točnosti • Wien-Maxwellov mjerni most za mjerenje velikih kapaciteta pri malim naponima.
Scheringov mjerni most 	<ul style="list-style-type: none"> • nazivni kapacitet bez gubitaka ($\text{tg } \delta_N = 0$). • uravnoteženje faze s C_1 • dokaz uravnoteženja mosta vibracijskim galvanometrom • mjerni uvjet $I_Q = 0$ A: $C_x = C_N \cdot \frac{R_1}{R_2}$ $\text{tg } \delta_x = \omega \cdot C_1 \cdot R_1$ • uobičajena mjerna frekvencija 50 Hz ... 150 Hz 	<ul style="list-style-type: none"> • mjerenje kapaciteta i faktora gubitaka s mjernim točnostima kao u Wienovog mosta. • kao visokonaponski mjerni most za određivanje kapaciteta, npr. kabela, izolatora pri mjernim naponima do 500 kV.
Maxwellov mjerni most 	<ul style="list-style-type: none"> • uspoređivanje L_x i L_N • uravnoteženje faze s R_1 i R_3 • uravnoteženje mosta ($I_Q = 0$ A) ako je $L_x = L_N \cdot \frac{R_4}{R_2}$ ako je $(R_x + R_3) \cdot R_2 = (R_N + R_1) \cdot R_4$ 	<ul style="list-style-type: none"> • mjerenje induktivnosti za $L_x = 0,1 \text{ mH} \dots 10 \text{ H}$ • kod zavojnice bez željezne jezgre je R_x otpor namota zavojnice ($R_x = R_w$) • kod zavojnice sa željeznom jezgrom R_x je djelatni otpor, R_w treba dodatno ispitati istosmjernom strujom.

I_Q : struja u dijagonali mosta

Električno mjerenje neelektričnih veličina

Mjerni postupak	Svojstva	Primjene
Mjerenje temperature termoelementom 	<ul style="list-style-type: none"> • Temperaturna razlika između mjernog i poredbenog mjesta uzrokuje proporcionalni napon. • Kompenzacijski vodovi su iz istog materijala kao i termopar. • Kod kolebajuće poredbene temperature ϑ_B potrebna je kompenzacija. 	<ul style="list-style-type: none"> • Kod malih, točkastih mjesta • Veliko mjerno područje $\vartheta_{mi} = -200^\circ\text{C} \dots 1600^\circ\text{C}$ • Uobičajeni termoparovi s ϑ_m Cu-Konst.: $-200^\circ\text{C} \dots 600^\circ\text{C}$ Fe-Konst.: $-200^\circ\text{C} \dots 900^\circ\text{C}$ NiCr-Ni: $0^\circ\text{C} \dots 1200^\circ\text{C}$ PtRh-Pt: $0^\circ\text{C} \dots 1600^\circ\text{C}$
Mjerenje temperature temperaturno ovisnim otpornikom stalan otpornik 	<ul style="list-style-type: none"> • Mjerni otpornik R_N je sastavni dio mjernog mjesta. • Mjerni instrument leži u dijagonali mosta. • Početak mjernog područja (otklon nula) kod uravnoteženja mosta • Promjena temperature uzrokuje proporcionalnu struju mosta 	<ul style="list-style-type: none"> • Daljinsko mjerenje bez dodatnih pojačala. • Metalni temperaturni osjetnici a) Platina (otporna na koroziju, visoka temperatura taljenja) b) Nikal (visoki temperaturni koeficijent, mjerne temperature do 150°C)
Mjerenje sile rasteznom mjernom vrpcom (RMV) 	<ul style="list-style-type: none"> • Uravnoteženje mosta s R_3 i R_4 u neopterećenom stanju. • Kod opterećenja promjena otpora je proporcionalna promjeni duljine odnosno promjeni sile. • Rastezna mjerna traka, često krivudava žica iz konstantna u plastičnoj foliji. 	<ul style="list-style-type: none"> • Napajanje istosmjernim ili izmjeničnim naponom • Mjerenje sile vlaka, tlaka, savijanja i torzije. • Posredno mjerenje razine dinamometarskom kutijom s rasteznom mjernom trakom. • Mjerenje tlaka pomacima membrane.
Mjerenje brzine vrtnje induktivnim davačem metalna ploča s utorom 	<ul style="list-style-type: none"> • Promjena magnetske vodljivosti proizvodi u glavi osjetnika naponske impulse. • Digitalno-analogni pretvornik pretvara impulse po jedinici vremena u napon proporcionalan brzini vrtnje. 	<ul style="list-style-type: none"> • Moguća mjerenja bez dodira na bilo kojim mjestima. • Mjerenja brzine vrtnje tahogeneratorom bez opterećenja. • Mjerno područje od malih do vrlo velikih brzina vrtnje.
Mjerenje puta induktivnim davačem 	<ul style="list-style-type: none"> • Uravnoteženje mosta u srednjem položaju Fe-šipke ($L_1 = L_2$). • Promjena puta Δl uzrokuje proporcionalan napon mosta zbog promjene induktiviteta ($L_1 \neq L_2$). • Ostali mjerni postupci izvide se diferencijalnim transformat. 	<ul style="list-style-type: none"> • Mjerenje puta pomakom Fe-šipke, npr. kod tekućina s plovkom • Mjerenje tlaka mjernim mehanizmom s cjevastom oprugom.
Mjerenje pH-vrijednosti mjerna elektroda poredbena elektroda 	<ul style="list-style-type: none"> • pH-vrijednost je mjera za jakost kiselina ili lužina • potencijal poredbene elektrode je neovisan o pH-vrijednosti • Potencijal mjerne elektrode je ovisan o pH-vrijednosti. • Napon ćelije je mjera za pH-vrijednost mjerne otopine. 	<ul style="list-style-type: none"> • Nadzor neutralnosti otopina • Mjerenja kiselosti i lužnatosti. • Uobičajen davač pH-vrijed.: mjerna elektroda od antimona s poredbenom elektrodom od srebrnog klorida; staklena mjerna elektroda s poredbenom elektrodom od srebrnog klorida
Mjerenje jakosti svjetla fotoelementom 	<ul style="list-style-type: none"> • Kod osvjetljenja nastaje proporcionalni foto napon U_{Foto} (vidi str. 73.) 	<ul style="list-style-type: none"> • mjerilo rasvjete (luksometar) • svjetlomjer • mjerilo refleksije • mjerilo mutnoće

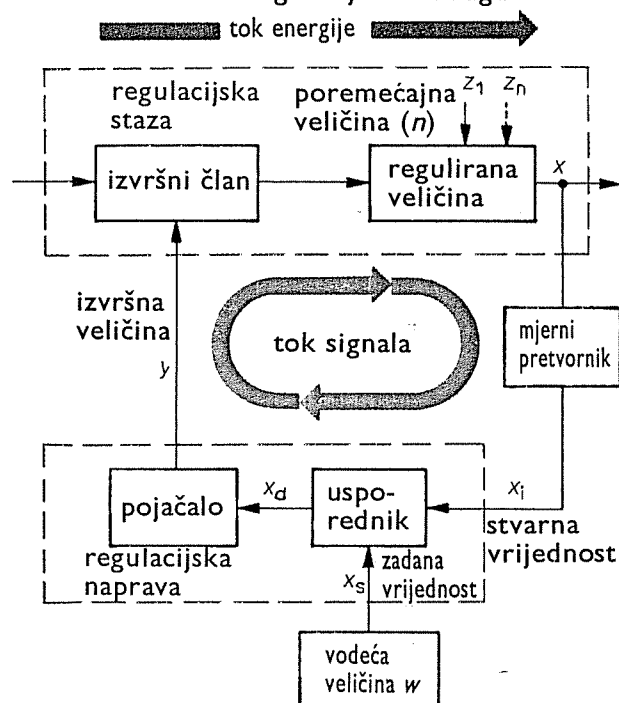
Pojmovi i oznake regulacijske tehnike i tehnike upravljanja

DIN 19226/5.68

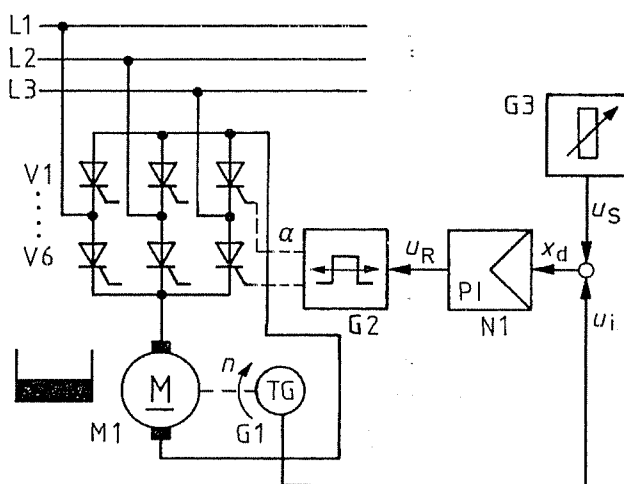
Oznake regulacije

- redno obuhvaćanje regulirane veličine
- uspoređivanje s vodećom veličinom
- zatvoreni tok djelovanja (regulacijski krug)

članovi i veličine u regulacijskom krugu



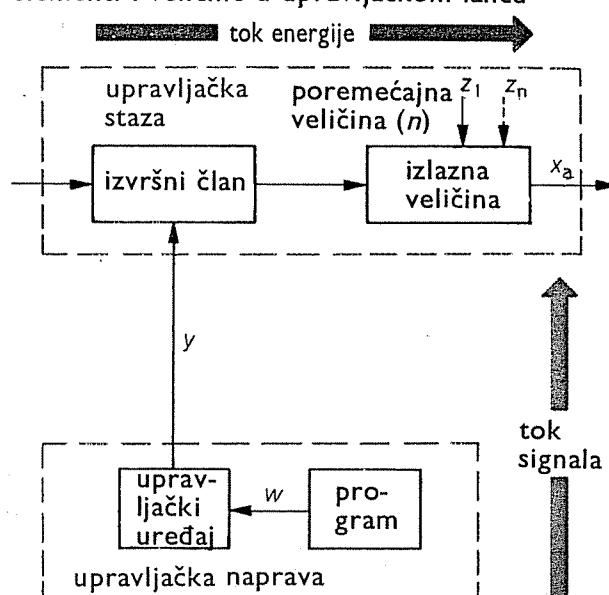
primjer: regulacija brzine vrtnje



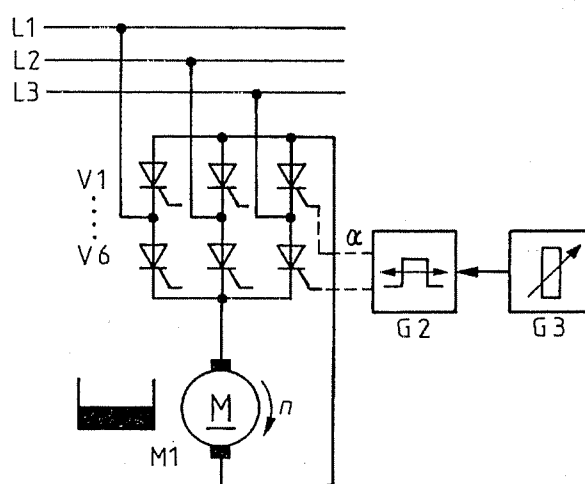
Oznake upravljanja

- ulazne veličine utječu na izlazne veličine
- ovo se događa prema zakonitostima koje su dane sustavom
- otvoreni tok djelovanja





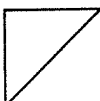
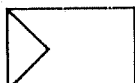
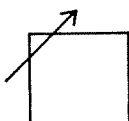
elementi i veličine u upravljačkom lancu



primjer: upravljanje brzinom vrtnje



Znak u formuli	Naziv	Objašnjenje	Primjer
—	Regulac. staza	Dio puta djelovanja predstavlja područje uređaja na koje treba utjecati.	V1...V6, M1
—	Uprav. staza	Aparat koji tvori regulacijsku razliku iz koje se može izvesti izvršna veličina.	G2, N1
—	Izvršni član	Član na ulazu staze, koji zahvaća u tok energije ili mase odgovarajuće izvršnoj veličini.	V1...V6
x	Regulirana veličina	Veličina koja na regulacijskoj stazi zahvaća vodeću veličinu.	Brzina vrtnje n
x _a	Izlazna veličina	Fizikalna veličina na koju se treba utjecati odgovarajuće utvrđenoj regulaciji.	Brzina vrtnje n

Pojmovi i oznake regulacijske tehnike i tehnike upravljanja				DIN 19226/5.68 (JUS N.A3.007) V DIN 19237/2.80		
Znak u formuli	Naziv	Objašnjenje		Primjer		
w	Vodeća veličina	Veličina koja se dovodi izvana u regulacijski krug odnosno upravljački lanac, koji sam ne utječe na nju, a koju treba slijediti regulirana odnosno izlazna veličina.		U		
x _d x _w x _s X _p	Regul. razlika Regul. odstup. Stvarna vrijednost Zadana vrijednost	Razlika između vodeće i regulirane veličine x _d = w - x Negativna regulacijska razlika x _w = x - w = -x _d Vrijednost regulacijske veličine koju ova u promatranom trenutku doista ima. Vrijednost regulacijske veličine kojoj ova u promatranom trenutku teži zbog promatrane veličine		U _p - U _s U _s U _s		
y z	Izvršna veličina Poremećena veličina	Veličina koja prenosi djelovanje regulacijskog ili upravljačkog uređaja na regulacijsku odnosno upravljačku stazu. Veličina koja izvana djeluje na regulacijski krug, te na nepoželjan način utječe na regulacijsku odnosno izlaznu veličinu.		Kut paljenja α Opterećenje motora		
W _n X _h Y _h Z _h	Vodeće podr. Regulac. podr. Izvršno podr. Porem. podr.	Područja unutar čijih granica smiju ležati vodeća regulacijska, izvršna i poremećajna veličina, a da se ne povrijedi sposobnost djelovanja uređaja.				
Vrste upravljanja						
Naziv		Objašnjenje		Primjeri primjene		
Vodeće upravljanje		Izlaznoj veličini su često dodijeljene ulazne veličine ali ovisno o poremećajnoj veličini		Potamnjivač za kontinuirana upravljanja svjetlom		
Upravljanje pridržnim članom		Ulazni signal se pohranjuje dok ne nastupi novi signal		Upravljanja motorima sa sklopnicama		
Programsko upravljanje	Upravljanje s vremenskim rasporedom	Vremenski ovisno utjecanje vodeće veličine programskom memorijom		Upravljanje rasvjete uklopnim satom		
	Upravljanje s putnim rasporedom	Potpuno ovisno utjecanje vodeće veličine		Upravljanje dizalima, kočenje etažnim kontaktima, mehanički upravljani okretni automati		
	Postupno upravljanje	Vodeća veličina slijedi program, čije korake potvrđuje izlazna veličina prije početka novog koraka		Upravljanje dizalima s čvrsto ugrađenim programom, alatni stroj s numeričkim upravljanjem		
	Memorijski programirano upravljanje	Upravljanje kod kojeg je program pohranjen u programskoj memoriji		Mikroračunalna upravljanja sa slobodno programirljivom memorijom.		
Grafičke oznake za upravljanje, regulaciju						
mjerno mjesto, osjetnik	izvršni član, izvršno mjesto	pogon izvršne naprave	izvršni uređaj	mjerni pretvornik signala	regulator	postavnik
						

Vremensko ponašanje

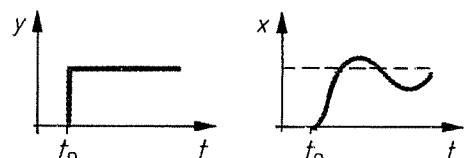
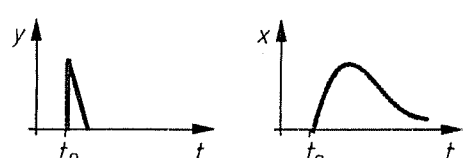
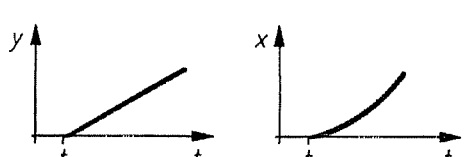
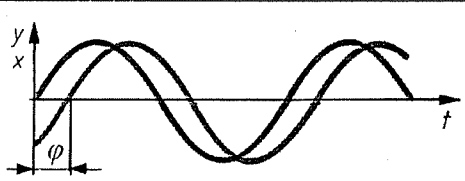
DIN 19226/5.68
V DIN 19237/2.80

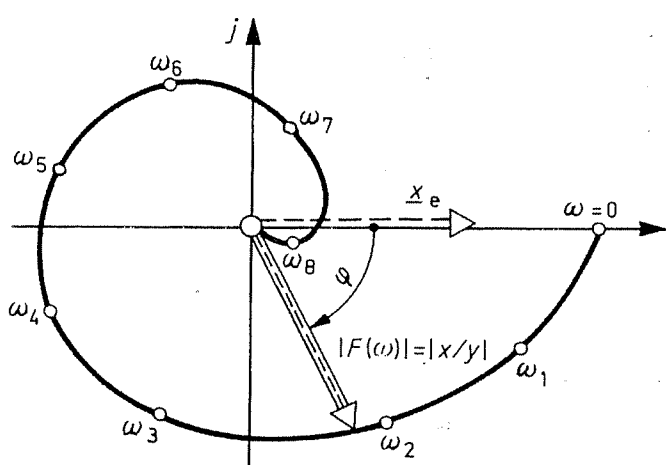
Vremensko ponašanje vodećih veličina

Naziv	Objašnjenje	Primjer
Slijedna regulacija	Vrijednost regulirane veličine slijedi promjenljiva vrijednost vodeće veličine	Vremenskim prilikama vođena regulacija grijanja
Regulacija s vremen. rasporedom	Vrsta slijedne regulacije kod koje je vodeća veličina utvrđena vremenskim rasporedom	Regulacija grijanja s dnevnim ili tjednim programiranjem
Regulacija stalne vrijednosti	Zadana vrijednost vodeće veličine je namještena na stalnu vrijednost	Regulacija brzine vrtnje, stabiliziranje napona

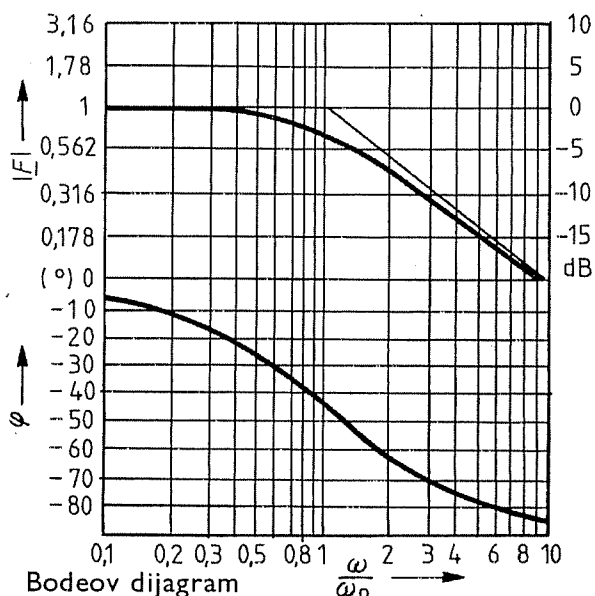
Vremensko ponašanje članova regulacijskog kruga

Za postizanje optimalnog međudjelovanja regulacijske staze i regulacijskih naprava potrebno je poznavanje vremenskog ponašanja pojedinačnih članova. Kod ispitivanja osobito se izlaže regulacijska staza s različitim promjenama ulazne veličine, te promatra vremenski tok izlazne veličine. Mogući su sljedeći postupci:

Postupak	Objašnjenje	Vremenski tok
Odziv na skok	Vremenski tok izlazne veličine nakon skokovite promjene ulazne veličine.	
Impulсни odziv	Vremenski tok izlazne veličine kod šiljastog impulsa ulazne veličine.	
Odziv na funkciju porasta	Vremenski tok izlazne veličine kod funkcije porasta s definiranom brzinom promjene kao ulazne veličine.	
Sinusni odziv	Vremenski tok izlazne veličine kod sinusnog oblika toka i promjene frekvencije $\omega=0$ do $\omega=\infty$, ($\omega=2\pi f$, kružna frekvencija) ulazne veličine. Frekvencijski odziv ($|F(\omega)|=|x/y|$) i fazni odziv (tok faznog kuta $\varphi=f(\omega)$) prikazani su Niquistovim ili Bode-ovim dijagramom u svrhu ocjene stabilnosti.	



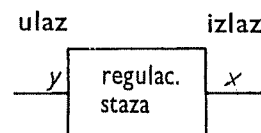
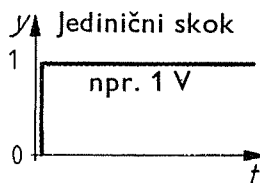
Niquistov dijagram

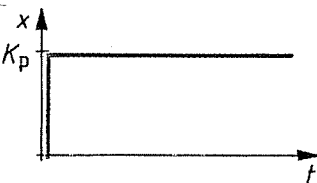
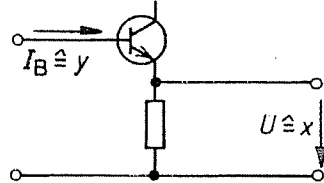
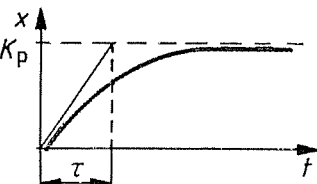
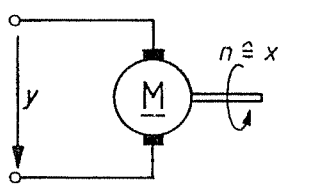
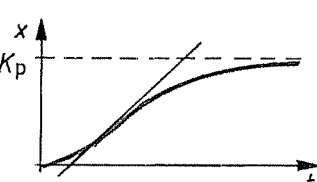
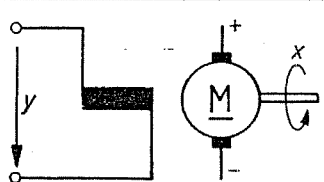
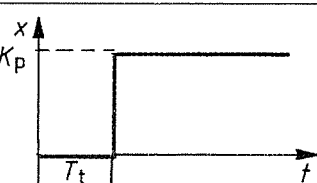
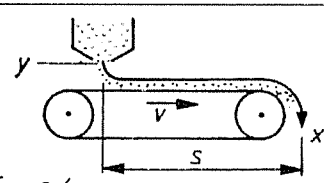
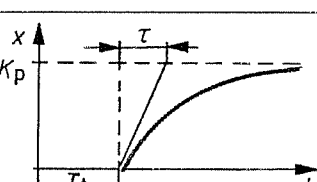
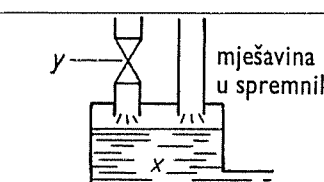
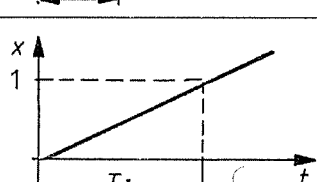
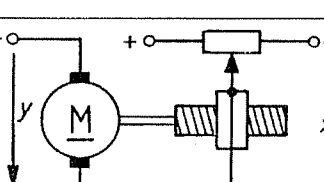
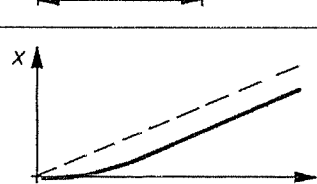
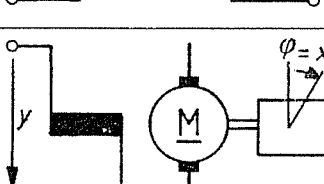
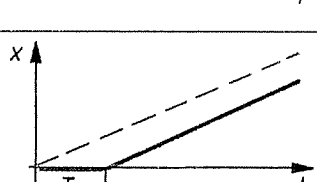
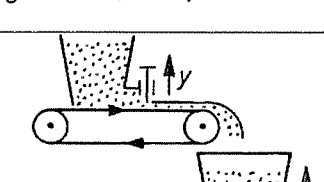


Bodeov dijagram

Postupak odziva na skok

Postupak odziva na skok ima u praksi najveće značenje, jer se prijelazna funkcija može eksperimentalno odrediti najčešće s neznatnim naporom.

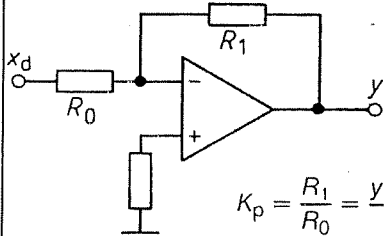
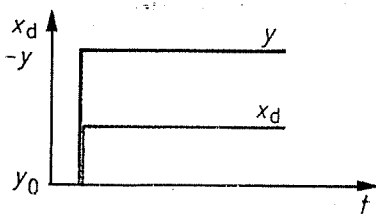
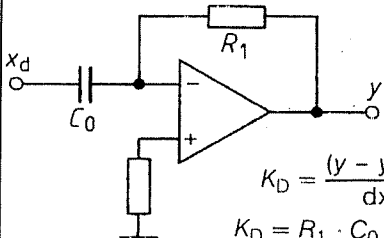
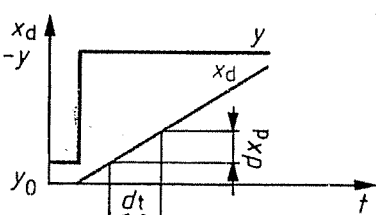
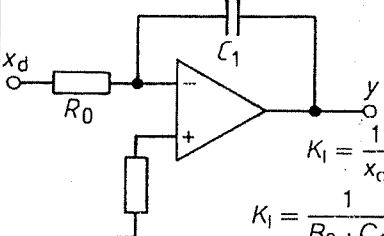
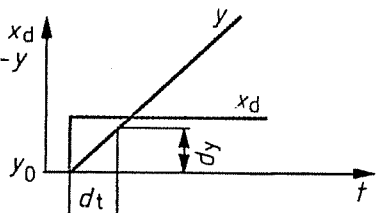
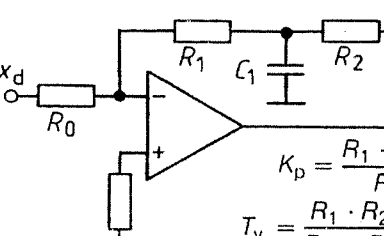
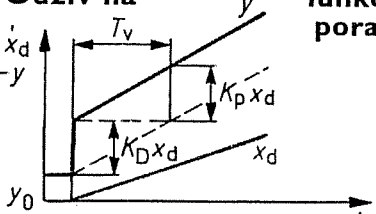
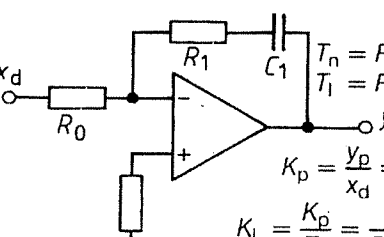
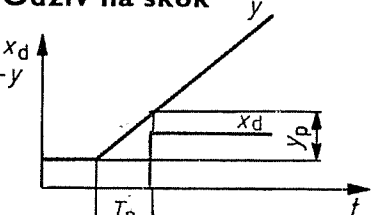
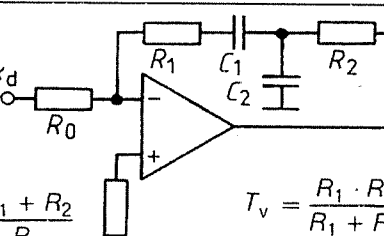
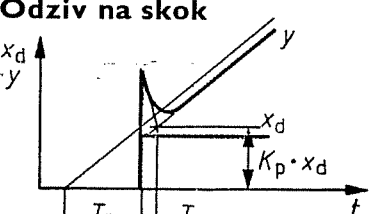


	Naziv, obilježne veličine	Odziv na skok	Primjer	Prijelazno ponašanje
P – staze (staze s izjednačenjem)	P₀ – staza koeficijent proporcionalnosti $K_p = x/y$			x slijedi ulaznu veličinu y proporcionalno i neusporeno
	P – T₁ – staza koeficijent proporcionalnosti $K_p = x_{\infty}/y$ vremenska konstanta τ			x slijedi ulaznu veličinu y proporcionalno, usporeno prema e-funkciji
	P – T₂ – staza koeficijent proporcionalnosti $K_p = x/y$ vremenske konstante τ_1, τ_2			x slijedi ulaznu veličinu proporcionalno usporeno s dvije vremenske konstante
	P – T_t staza koeficijent proporcionalnosti $K_p = x/y$ mrtvo vrijeme T_t			x slijedi proporcionalno ulaznu veličinu y, ali usporeno za vrijeme T _t .
	P – T_t – T₁ – staza koeficijent proporcionalnosti $K_p = x_{\infty} - y$ mrtvo vrijeme T_t vrem. konst τ			x slijedi ulaznu veličinu y proporcionalno usporen s e-funkcijom i mrtvim vremenom.
	I – staze (staze bez izjednačenja)	I₀ – staza Integracijsko vrijeme T_I			x je vremenski integral ulazne veličine y.
I – T₁ – staza integracijsko vrijeme T_I vremenska konstanta usporavanja τ				x je vremenski integral ulazne veličine y, usporen nekom vremenskom konstantom
I – T_t staza Integracijsko vrijeme T_I mrtvo vrijeme τ				x je vremenski integral ulazne veličine y, usporen mrtvim vremenom T _t .

Kontinuirane regulacijske naprave za električne regulacijske zadatke

DIN 19226/5.68
DIN 19229/19.75

Kod regulacijskih naprava s kontinuiranim djelovanjem može izvršna veličina Y , unutar izvršnog opsega Y_h , poprimiti svaku vrijednost. Relativno jednostavno s elektroničkim regulatorima ostvariva željena svojstva ovdje će se razmatrati i za regulacijske uređaje koji ne rade elektronički (mehanički, pneumatski, hidraulički)

Regulator		Odziv regulatora	Objašnjenje
Tip	Karakteristične veličine		
P	 $K_p = \frac{R_1}{R_0} = \frac{y - y_0}{x_d}$	Odziv na skok 	regulacijska razlika uzrokuje proporcionalnu promjenu izvršne veličine K_p : koeficijent proporcionalnosti
D	 $K_D = \frac{(y - y_0) dt}{dx_d}$ $K_D = R_1 \cdot C_0 = T_D$	Odziv na funkciju porasta 	brzina promjene regulacijske razlike uzrokuje određenu vrijednost izvršne veličine K_D : diferencijski koeficijent T_D : diferencijsko vrijeme
I	 $K_I = \frac{1}{x_d} \cdot \frac{dy}{dt}$ $K_I = \frac{1}{R_0 \cdot C_1} = \frac{1}{T_I}$	Odziv na skok 	regulacijska razlika uzrokuje određenu brzinu promjene izvršne veličine K_I : integracijski koeficijent T_I : integracijsko vrijeme
PD	 $K_p = \frac{R_1 + R_2}{R_0}$ $T_v = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} \cdot C_1$	Odziv na funkciju porasta 	regulacijska razlika uzrokuje promjenu izvršne veličine s P-članom i D-članom K_p : vrijednost proporcionalnosti T_v : derivacijsko vrijeme
PI	 $T_n = R_1 \cdot C_1$ $T_I = R_0 \cdot C_1$ $K_p = \frac{y_0}{x_d} = \frac{R_1}{R_0}$ $K_I = \frac{K_p}{T_n} = \frac{1}{R_0 \cdot C_1}$	Odziv na skok 	regulacijska razlika uzrokuje promjenu izvršne veličine s P-člankom i I-člankom T_n : vrijeme reguliranja ili uspostavljanja
PID	 $K_p = \frac{R_1 + R_2}{R_0}$ $T_v = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} \cdot C_2$ $T_n = (R_1 + R_2) C_2$	Odziv na skok 	regulacijska razlika uzrokuje promjenu izvršne veličine s P-, I- i D-udjelom.

Dvopoložajna regulacijska naprava

Izvršna veličina može kod dvopoložajnog regulatora poprimiti samo dva stanja: U i IZ. Dvopoložajni regulatori prikladni su zbog nekontinuiranog ponašanja samo za primjenu na takvim regulacijskim stazama kod kojih je promjena regulacijske veličine vremenski ovisna (usporena).

Tropoložajna regulacijska naprava

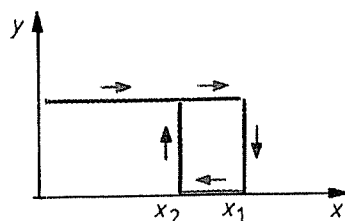
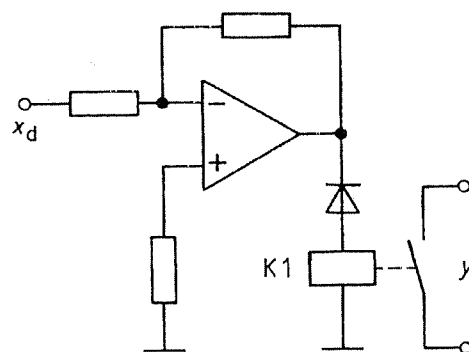
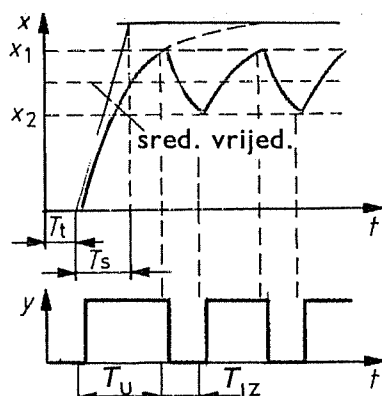
Tropoložajne regulacijske naprave raspolažu s tri uklopna stanja: stanje I — IZ — stanje II. I ova vrst regulacije može se primjenjivati samo na usporenim regulacijskim stazama.

Karakteristika, kar. veličine

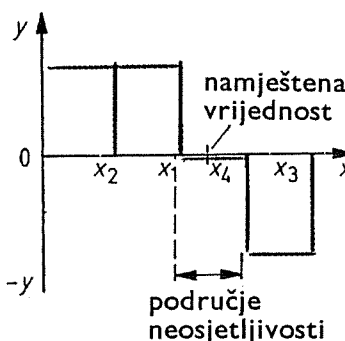
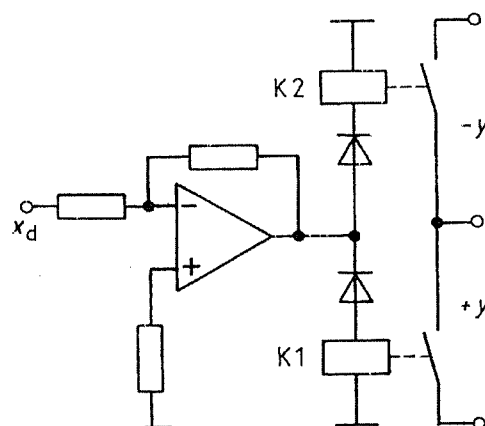
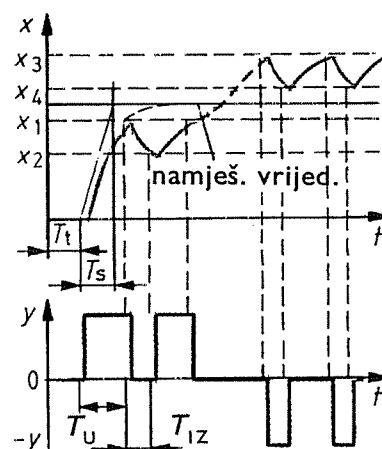
Vremensko ponašanje

Elektronička izvedba

Dvopoložajni regulator


 T_t : mrtvo vrijeme
 T_s : vremenska konstanta


Tropoložajni regulator


 T_t : mrtvo vrijeme
 T_s : vremenska konstanta


Prikladnost regulatora kod danih staza

Staza		Regulator					2-polož. regulator
		P	I	PI	PD	PID	
P-staze	P_0	—	×	×	—	—	—
	$P-T_1$	×	×	×	—	—	×
	$P-T_2$	—	—	×	—	×	×
	$P-T_t$	—	×	×	—	—	—
	$P-T_t-T_1$	×	—	×	×	×	×
I-staze	I_0	×	—	×	—	—	×
	$I-T_1$	—	—	×	×	×	×
	$I-T_t$	—	—	—	×	×	—

× × : osobito prikladan, × : prikladan — : neprikladan

Namještanje regulatora

Regulacijska naprava je to bolje namještena,

- što je manje preostalo regulacijsko odstupanje x_w ,

- što je kraće vrijeme utitravanja i

- što je manje maksimalno nadvišenje V_m .

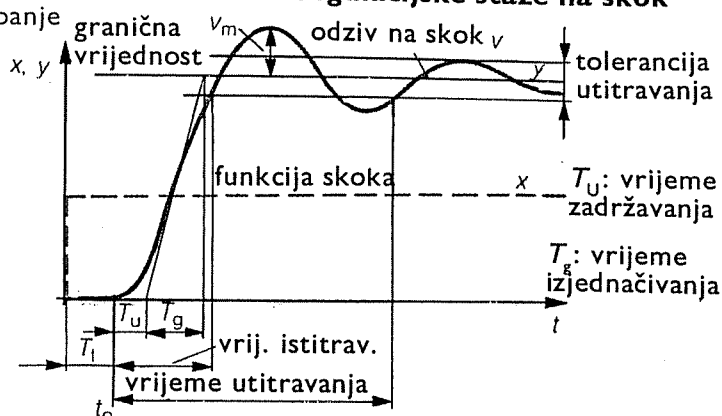
Kod prevelikih pojačanja regulacijskog kruga može regulacijski krug postati nestabilan.

$$V_0 = |K_{PR} \cdot K_{PS}|$$

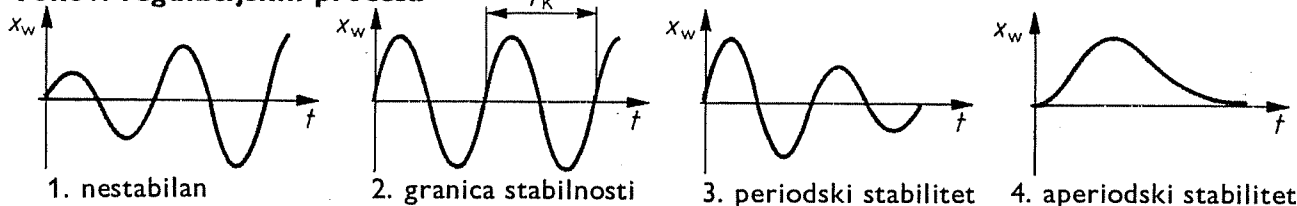
K_{PR} : P-koeficijent (regulator)

K_{PS} : P-koeficijent (staza)

Odziv regulacijske staze na skok



Tokovi regulacijskih procesa



Postupak po Ziegleru i Nicholsu

Jednostavan postupak kod nepoznatih karakterističnih vrijednosti regulacijske staze.

Postupak:

- Regulator upotrebljavati kao P-regulator u zatvorenom regulacijskom krugu ($T_n = \infty$; $T_v = 0$).
- Povećivati koeficijent proporcionalnosti K_{PR} sve, dok regulacijsko odstupanje x_w izvodi trajna titranja s konstantnom amplitudom.
- U tom stanju odrediti trajanje titraja T_k i kritični P-koeficijent K_{PRK} .

- Iz tablice najpovoljnijih namještanja regulatora uzeti

Tip regulatora	P-vrijednosti K_{PR}	Derivacijsko vrijeme T_v	Vrijeme reguliranja T_n
P	$0,5 \cdot K_{PRK}$	—	—
PD	$1,25 \cdot K_{PRK}$	$0,12 \cdot T_k$	—
PI	$0,45 \cdot K_{PRK}$	—	$0,85 \cdot T_k$
PID	$0,6 \cdot K_{PRK}$	$0,12 \cdot T_k$	$0,85 \cdot T_k$

Postupak po Chienu, Hronesu i Reswicku

Ako su poznate karakteristične vrijednosti realne staze ili se mogu lako odrediti odzivom na skok (vidi gore), postupa se po sljedećoj tablici. Pri tom treba razlikovati da li je

- regulacijski tok aperiodski ili
- periodski, a treba uslijediti s oko 20 % nadvišenja, odnosno da li
- regulacijska naprava treba biti namještena optimalno za izreguliranje smetnji (poremećajnim veličinama)
- namjestiti promjene vodeće veličine (vođenje).

Težiti za najkraćim trajanjem postupka i reguliranja. Mrtvo vrijeme T_t i vrijeme zadržavanja T_u koji kod staza s T_2 — karakteristikom zajedno tvore nadomjesno mrtvo vrijeme T_{tE} ($T_t + T_u = T_{tE}$) utječu na mogućnost regulacije staze, ako su veliki u odnosu prema vremenu izjednačenja T_g .

Približne vrijednosti:

dobro regulirljivo: $T_g/T_{tE} > 10$
 umjereno regulirljivo: $T_g/T_{tE} > 4 < 9$
 loše regulirljivo: $T_g/T_{tE} < 3$

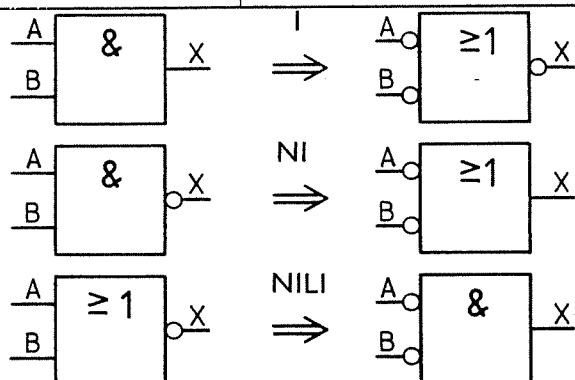
Ako nema mrtvog vremena, u jednadžbe se umjesto T_{tE} stavlja T_u .

		Poremećaj		Vođenje	
		Aperiodski regulacijski postupak	Periodski, s $\approx 20\%$ nadvišenja	Aperiodski regulacijski postupak	Periodski s $\approx 20\%$ nadvišenja
Tip regulatora	P	$K_{PR} = 0,3 \cdot \frac{T_g}{K_{PS} \cdot T_{tE}}$	$K_{PR} = 0,7 \cdot \frac{T_g}{K_{PS} \cdot T_{tE}}$	$K_{PR} = 0,3 \cdot \frac{T_g}{K_{PS} \cdot T_{tE}}$	$K_{PR} = 0,7 \cdot \frac{T_g}{K_{PS} \cdot T_{tE}}$
	PI	$K_{PR} = 0,6 \cdot \frac{T_g}{K_{PS} \cdot T_{tE}}$	$K_{PR} = 0,7 \cdot \frac{T_g}{K_{PS} \cdot T_{tE}}$	$K_{PR} = 0,35 \cdot \frac{T_g}{K_{PS} \cdot T_{tE}}$	$K_{PR} = 0,6 \cdot \frac{T_g}{K_{PS} \cdot T_{tE}}$
		$T_N = 4 \cdot T_{tE}$	$T_N = 2,3 \cdot T_{tE}$	$T_N = 1,2 \cdot T_g$	$T_N = T_g$
	PID	$K_{PR} = 0,95 \cdot \frac{T_g}{K_{PS} \cdot T_{tE}}$	$K_{PR} = 1,2 \cdot \frac{T_g}{K_{PS} \cdot T_{tE}}$	$K_{PR} = 0,6 \cdot \frac{T_g}{K_{PS} \cdot T_{tE}}$	$K_{PR} = 0,95 \cdot \frac{T_g}{K_{PS} \cdot T_{tE}}$
		$T_v = 0,42 \cdot T_{tE}$	$T_v = 0,42 \cdot T_{tE}$	$T_v = 0,5 \cdot T_{tE}$	$T_v = 0,4 \cdot T_{tE}$
		$T_N = 2,4 \cdot T_{tE}$	$T_N = 2 \cdot T_{tE}$	$T_N = T_g$	$T_N = 1,35 \cdot T_g$

Logički vezni članovi

DIN 40700.T 14/7.76
DIN 66000/6.75

Spojni simboli	Logička funkcija, naziv	Tablica stanja			Nadomjesni spoj
		A	B	X	
	$X = A \wedge B$ I-veza (konjunkcija)	0	0	0	
		0	1	0	
		1	0	0	
		1	1	1	
	$X = A \vee B$ ILI-veza (disjunkcija)	0	0	0	
		0	1	1	
		1	0	1	
		1	1	1	
	$X = \bar{A}$ NE (negacija)	0	—	1	
		1	—	0	
		—	—	—	
		—	—	—	
	$X = \overline{A \wedge B}$ NI-veza	0	0	1	
		0	1	1	
		1	0	1	
		1	1	0	
	$X = \overline{A \vee B}$ NILI-veza	0	0	0	
		1	0	0	
		1	0	0	
		1	1	0	
	$X = (\bar{A} \wedge B) \vee (A \wedge \bar{B})$ EX ILI (protuvalencija)	0	0	0	
		0	1	1	
		1	0	1	
		1	1	0	
	$X = (\bar{A} \vee B) \wedge (A \vee \bar{B})$ (ekvivalencija)	0	0	1	
		0	1	0	
		1	0	0	
		1	1	1	
	$X = \bar{A} \vee B$ zaporna vrata (inhibicija)	0	0	0	
		0	1	1	
		1	0	0	
		1	1	0	
	$X = \bar{A} \wedge B$ (implikacija)	0	0	1	
		0	1	1	
		1	0	0	
		1	1	1	



Nadomještavanje logičkih članova ostalima.

Istovrijedni vezni članovi dobivaju se kada su:

1. svi & kroz \geq ,
2. svi \geq kroz & nadomješteni i
3. svi priključci prema stanju izlaza su invertirani (izuzetak: NE-član)

Usporediti logičku algebru (str. 10)

Pojednostavljenja s Karnaughovim tablicama

Pravila

- U Karnaugh — Veitchovom dijagramu (K—V-dijagram ili K—V-tablica) se zbog pojednostavljenja normalnih Ili oblika sve veze tablice stanja za koje je $X=1$, prenose u odgovarajuće polje KV-tablice.
- Od polja do polja samo kada se jedna ulazna varijabla mijenja.
- Potrebna su 2^n -polja (n =broj ulaznih varijabli).
- Susjedne potpune konjunkcije 2., 4. i 8. blokova obuhvatiti zajedno.

- Susjedne su one potpune konjunkcije polja koja se međusobno dotiču s jednom stranom (ne s uglom).
- Također se mogu obuhvatiti polja koja leže na rubu tablice.
- Varijable jednog bloka, koje se pojavljuju negirane i ne negirane, otpadaju.
- U jednom bloku sadržane varijable su l-povezane.
- Ako se l-veze s Ili-vezom međusobno vežu, nastaje pojednostavljena jednačba funkcije.

Tablica stanja \Rightarrow

Jednačba \Rightarrow

K—V-tablica \Rightarrow

Preostale varij.

Primjer za 2 varijable

	A	B	X
1	0	0	1
2	0	1	0
3	1	0	1
4	1	1	0

$$\begin{aligned} X &= \bar{A} \wedge \bar{B} \\ X &= \bar{A} \wedge B \\ X &= A \wedge \bar{B} \\ X &= A \wedge B \end{aligned}$$

	A	\bar{A}
B		
\bar{B}	1	1

$$\boxed{} : \bar{B}$$

Logička funkcija: $X = (\bar{A} \wedge \bar{B}) \vee (A \wedge \bar{B}) \Rightarrow$ Minimalizirana logička funkcija: \bar{B}

Primjer za 3 varijable

	A	B	C	X
1	0	0	0	1
2	0	0	1	1
3	0	1	0	1
4	0	1	1	0
5	1	0	0	1
6	1	0	1	0
7	1	1	0	0
8	1	1	1	0

$$\begin{aligned} X &= \bar{A} \wedge \bar{B} \wedge \bar{C} \\ X &= \bar{A} \wedge \bar{B} \wedge C \\ X &= \bar{A} \wedge B \wedge \bar{C} \\ X &= \bar{A} \wedge B \wedge C \\ X &= A \wedge \bar{B} \wedge \bar{C} \\ X &= A \wedge \bar{B} \wedge C \\ X &= A \wedge B \wedge \bar{C} \\ X &= A \wedge B \wedge C \end{aligned}$$

	A	\bar{A}
B		
\bar{B}	1	1
C		

$$\begin{aligned} \boxed{} &: \bar{A} \wedge \bar{C} \\ \boxed{} &: \bar{A} \wedge \bar{B} \\ \boxed{} \boxed{} &: \bar{B} \wedge \bar{C} \end{aligned}$$

Logička funkcija: $X = (\bar{A} \wedge \bar{B} \wedge \bar{C}) \vee (\bar{A} \wedge \bar{B} \wedge C) \vee (\bar{A} \wedge B \wedge \bar{C}) \vee (\bar{A} \wedge B \wedge C) \Rightarrow$ Minimalizirana logička funkcija: $(\bar{A} \wedge \bar{C}) \vee (\bar{A} \wedge \bar{B}) \vee (\bar{B} \wedge \bar{C})$

Primjer za 4 varijable

	A	B	C	D	X
1	0	0	0	0	1
2	0	0	0	1	1
3	0	0	1	0	1
4	0	0	1	1	1
5	0	1	0	0	0
6	0	1	0	1	0
7	0	1	1	0	0
8	0	1	1	1	0
9	1	0	0	0	0
10	1	0	0	1	1
11	1	0	1	0	0
12	1	0	1	1	1
13	1	1	0	0	0
14	1	1	0	1	0
15	1	1	1	0	0
16	1	1	1	1	0

$$\begin{aligned} X &= \bar{A} \wedge \bar{B} \wedge \bar{C} \wedge \bar{D} \\ X &= \bar{A} \wedge \bar{B} \wedge \bar{C} \wedge D \\ X &= \bar{A} \wedge \bar{B} \wedge C \wedge \bar{D} \\ X &= \bar{A} \wedge \bar{B} \wedge C \wedge D \\ X &= \bar{A} \wedge B \wedge \bar{C} \wedge \bar{D} \\ X &= \bar{A} \wedge B \wedge \bar{C} \wedge D \\ X &= \bar{A} \wedge B \wedge C \wedge \bar{D} \\ X &= \bar{A} \wedge B \wedge C \wedge D \\ X &= A \wedge \bar{B} \wedge \bar{C} \wedge \bar{D} \\ X &= A \wedge \bar{B} \wedge \bar{C} \wedge D \\ X &= A \wedge \bar{B} \wedge C \wedge \bar{D} \\ X &= A \wedge \bar{B} \wedge C \wedge D \\ X &= A \wedge B \wedge \bar{C} \wedge \bar{D} \\ X &= A \wedge B \wedge \bar{C} \wedge D \\ X &= A \wedge B \wedge C \wedge \bar{D} \\ X &= A \wedge B \wedge C \wedge D \end{aligned}$$

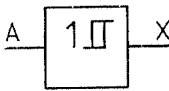
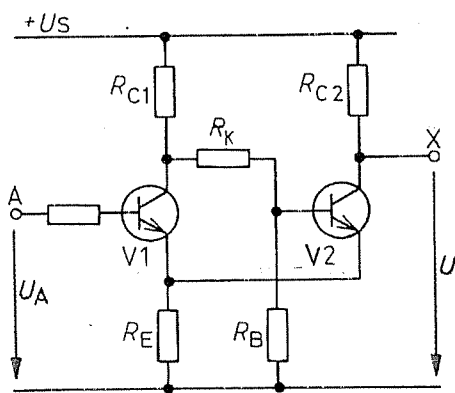
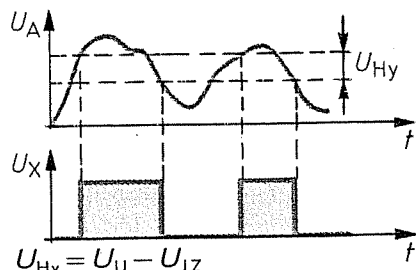
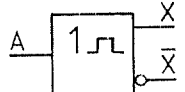
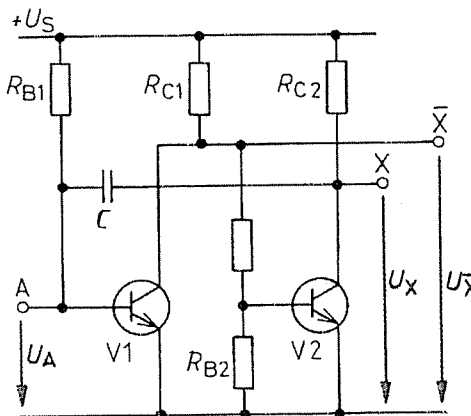
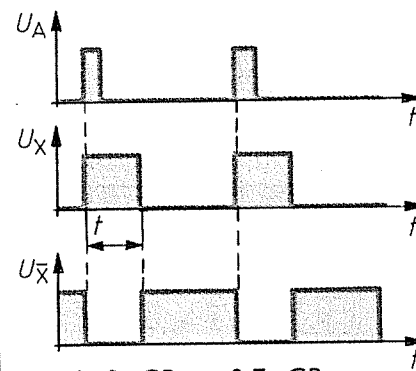
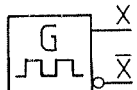
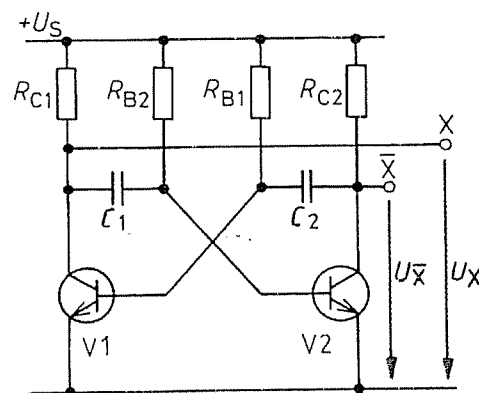
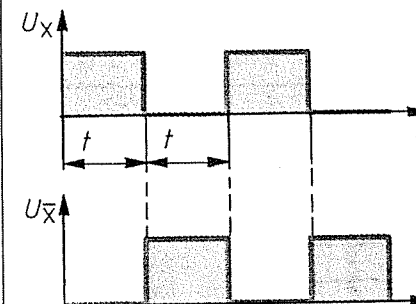
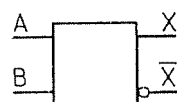
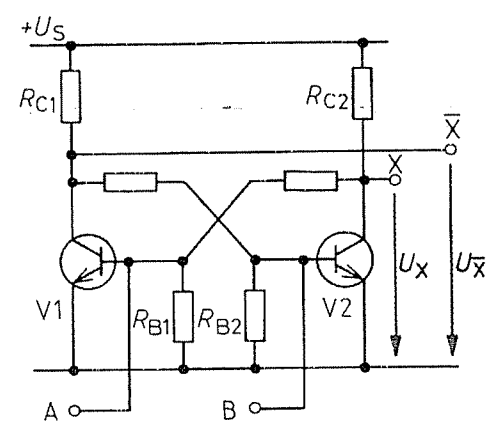
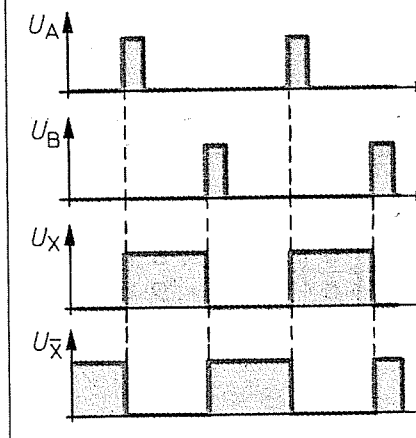
	A	\bar{A}
B		
\bar{B}	1	1
C		

$$\begin{aligned} \boxed{} &: A \wedge \bar{C} \\ \boxed{} \boxed{} &: \bar{C} \wedge \bar{D} \end{aligned}$$

Logička funkcija:

Minimalizirana logička funkcija:

$$X = (\bar{A} \wedge \bar{B} \wedge \bar{C} \wedge \bar{D}) \vee (\bar{A} \wedge \bar{B} \wedge \bar{C} \wedge D) \vee (\bar{A} \wedge \bar{B} \wedge C \wedge \bar{D}) \vee (\bar{A} \wedge \bar{B} \wedge C \wedge D) \vee (A \wedge \bar{B} \wedge \bar{C} \wedge \bar{D}) \vee (A \wedge \bar{B} \wedge \bar{C} \wedge D) \vee (A \wedge B \wedge \bar{C} \wedge \bar{D}) \vee (A \wedge B \wedge \bar{C} \wedge D) \Rightarrow X = (A \wedge \bar{C}) \vee (\bar{C} \wedge \bar{D})$$

Spojni simboli	Realizacija	Naponske karakteristike	Primjena
Schmittov okidni sklop (Schmittov triger) 		 $U_{Hy} = U_U - U_{IZ}$ $U_{Hy} = \frac{U_s}{R_{C2} + R_E} \cdot \frac{R_B \cdot R_{C1} \cdot R_E}{R_E (R_B + R_K + R_{C1}) + R_B \cdot R_{C1}}$	Sklopka pražne vrijed- nosti, obliko- vač impulsa
Monostabilni multivibrator 		 $t_U = \ln 2 \cdot C R_{B1} \approx 0,7 \cdot C R_{B1}$	Zatezna sklopka, vremen- ska sklopka
Astabilni multivibrator 		 $t_U = \ln \cdot R_{B2} \cdot C_1 \approx 0,7 \cdot R_{B2} \cdot C_1$ $t_{IZ} = \ln \cdot R_{B1} \cdot C_2 \approx 0,7 \cdot R_{B1} \cdot C_2$ $f = \frac{1}{t_U + t_{IZ}}$	Genera- tor pravo- kutnog impulsa
Bistabilni multi- vibrator, flip-flop 			Djelilo frekven- cije, memorija signala

Bistabilni sklopovi

DIN 40900 T.12/7.84

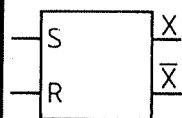
Spojni simbol

Tablica stanja

Napomena

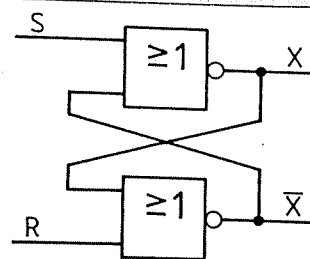
Realizacija

RS – NILI-flip-flop

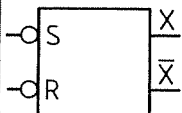


S	R	X	\bar{X}	
1	0	1	0	postavljanje
0	1	0	1	povratno postav.
0	0	X_n	\bar{X}_n	spremanje
1	1	0	0	neodređeno

S: postaviti
R: natrag postaviti (vratiti)

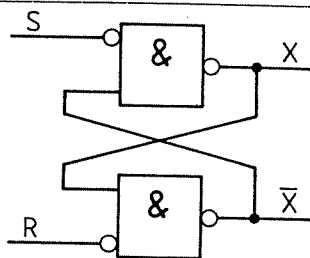


RS – NI-flip-flop

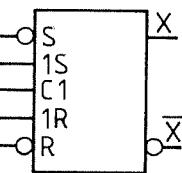


S	R	X	\bar{X}	
0	1	1	0	postavljanje
1	0	0	1	povratno postav.
1	1	X_n	\bar{X}_n	spremanje
0	0	1	1	neodređeno

postaviti: $X_1 \rightarrow 1$
natrag postaviti: $X_1 \rightarrow 0$
 X_{1n}, X_{2n} mogu imati stanje signala 0 ili 1

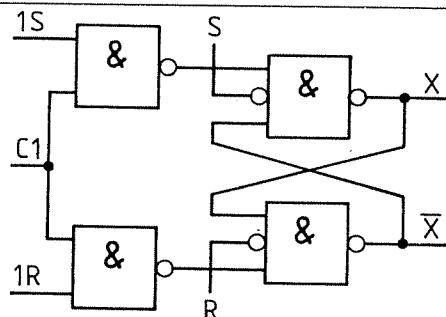


RS – FF, ovisi o izl. stanju

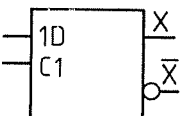


S_n	R_n	X_{n+1}	\bar{X}_{n+1}
1	0	1	0
0	1	0	1
0	0	X_n	\bar{X}_n
1	1	1	1

Indeks n: Stanje prije impulsa ritma.
Indeks n+1: Stanje nakon impulsa ritma

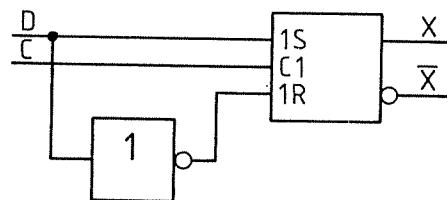


Usporeni -(D) flip-flop

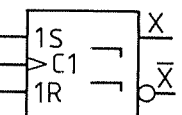


D_n	X_{n+1}	\bar{X}_{n+1}
1	1	0
0	0	1

\neg : Usporavanja: Na izlazu se promijeni stanje tek kada ulaz C ponovo vodi prvobitni signal



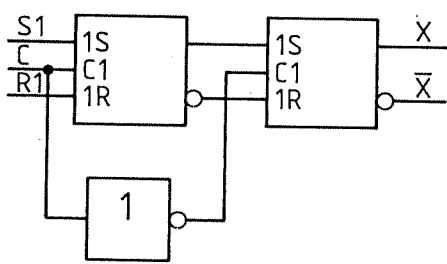
Master-Slave-FF (glavni-pomoćni) upravlan s oba boka



1S	1R	C1	X	\bar{X}
*	*	0	X_n	\bar{X}_n
1	0	\neg	1	0
0	1	\neg	0	1
0	0	\neg	X_n	\bar{X}_n
1	1	\neg	0	0

* = bilo koje stanje

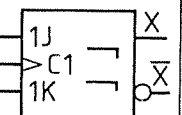
\neg : Promjena stanja na izlazu postaje djelotvorna tek kada ulaz C1 ponovo vodi prvobitni signal



Master-FF (glavni)

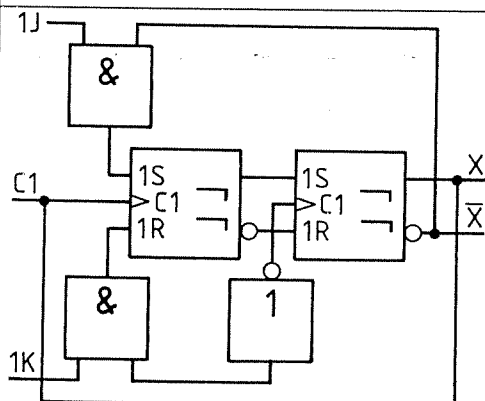
Slave-FF (pomoćni)

J-K-Master-Slave-FF (glavni-pomoćni), upravlan s oba boka



1J	1K	C1	X	\bar{X}
*	*	0	X_n	\bar{X}_n
1	0	\neg	1	0
0	1	\neg	0	1
0	0	\neg	X_n	\bar{X}_n
1	1	\neg	\bar{X}_n	X_n

promjena



Kodovi

Primjer: prikaz broja

	3	6	5
	↙	↓	↘
u BCD-kodu	0011	0110	0101
u Aikenovom kodu	0011	1100	1011

Tetradni kodovi

Jednokoračni tetradni kod

Decimalni kod	BCD-kod	Aikenov kod	Grayev kod	Glixonov kod	O'Brienov kod
0	0 0 0 0	0 0 0 0	0 0 0 0	0 0 0 0	0 0 0 1
1	0 0 0 1	0 0 0 1	0 0 0 1	0 0 0 1	0 0 1 1
2	0 0 1 0	0 0 1 0	0 0 1 1	0 0 1 1	0 0 1 0
3	0 0 1 1	0 0 1 1	0 0 1 0	0 0 1 0	0 1 1 0
4	0 1 0 0	0 1 0 0	0 1 1 0	0 1 1 0	0 1 0 0
5	0 1 0 1	1 0 1 1	0 1 1 1	0 1 1 1	1 1 0 0
6	0 1 1 0	1 1 0 0	0 1 0 1	0 1 0 1	1 1 1 0
7	0 1 1 1	1 1 0 1	0 1 0 0	0 1 0 0	1 0 1 0
8	1 0 0 0	1 1 1 0	1 1 0 0	1 1 0 0	1 0 1 1
9	1 0 0 1	1 1 1 1	1 1 0 1	1 0 0 0	1 0 0 1
Vrijednost	8 4 2 1	2 4 2 1			
Mjesto			4 3 2 1	4 3 2 1	4 3 2 1

Višemjesni kodovi

Decimalni br.	Kod 2 od 5	Kod 1 od 10	Trokoračni Hammingov kod
0	0 0 0 1 1	0 0 0 0 0 0 0 0 0 1	0 0 0 0 0 0 0
1	0 0 1 0 1	0 0 0 0 0 0 0 0 1 0	0 0 0 0 1 1 1
2	0 0 1 1 0	0 0 0 0 0 0 0 1 0 0	0 0 1 1 0 0 1
3	0 1 0 0 1	0 0 0 0 0 0 1 0 0 0	0 0 1 1 1 1 0
4	0 1 0 1 0	0 0 0 0 0 1 0 0 0 0	0 1 0 1 0 1 0
5	0 1 1 0 0	0 0 0 0 1 0 0 0 0 0	0 1 0 1 1 0 1
6	1 0 0 0 1	0 0 0 1 0 0 0 0 0 0	0 1 1 0 0 1 1
7	1 0 0 1 0	0 0 1 0 0 0 0 0 0 0	0 1 1 0 1 0 0
8	1 0 1 0 0	0 1 0 0 0 0 0 0 0 0	1 0 0 1 0 1 1
9	1 0 0 0 0	1 0 0 0 0 0 0 0 0 0	1 0 0 1 1 0 0
Mjesto	5 4 3 2 1	9 8 7 6 5 4 3 2 1 0	7 6 5 4 3 2 1

ASCII kod

(American Standard Code for Information-Interchange)

Sastav: 7 bita i 1 ispitni bit, 128 znakova. Ovime se mogu prikazati upravljačke naredbe, alfanumerički znakovi i posebni znakovi.

Vrste upravljačkih znakova:

TC: Prijenosni upravljački znak (Transmission-Control)

FE: Upravljački znak formata (Format Effectors)

IS: Informacijski rastavni znak (Information Separators)

DC: Upravljački znak aparata

—: Ostali upravljački znakovi

Ispitni bit: Kod svake kodne riječi nadopunjava se broj mjesta s vrijednošću 1, na paran broj (p. b.) ili na neparan broj (n. b.).

Primjeri:

kodna riječ	heks.	okt.	dec.	ASC II	P-bit
1 0 0 0 1 0 1 1	0 B	13	11	VT	p. b.
0 1 0 1 0 1 0 0	54	124	84	T	n. b.
1 0 1 1 1 1 1 1	3F	77	63	?	n. b.
P 7 6 5 4 3 2 1	← LSB				

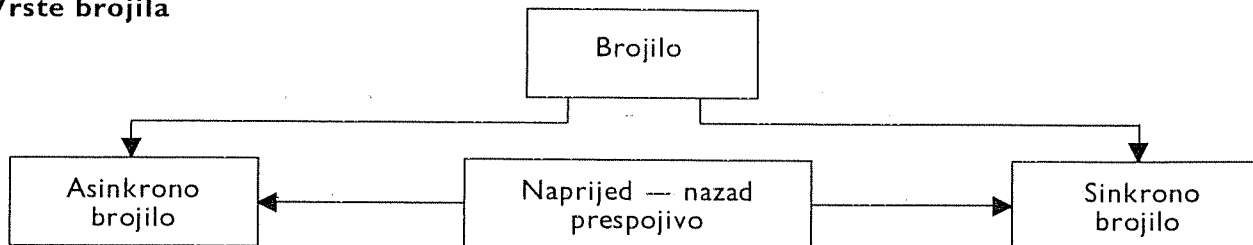
↑ P = ispitni bit (MSB)

LSB: Least Significant Bit (najmanje značajan bit)

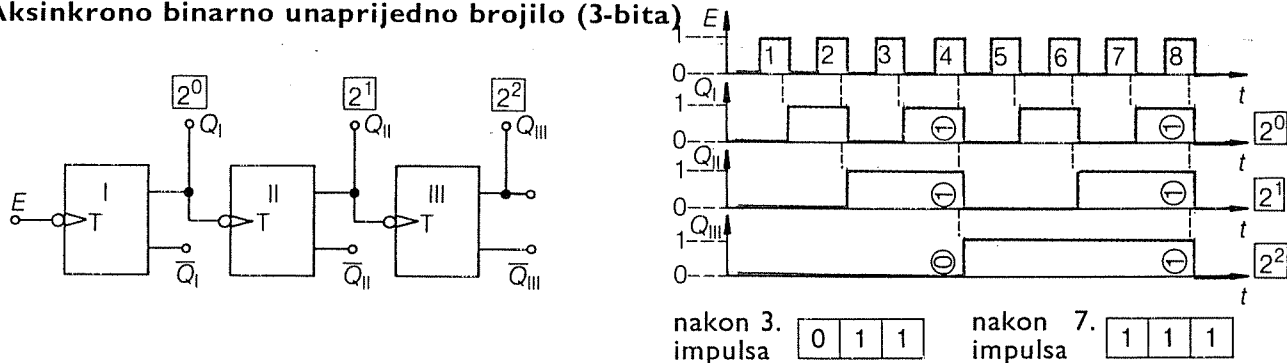
MSB: Most Significant Bit (najznačajniji bit)

ASCII kod											DIN 66 003/6.74				
			8	9	A	B	C	D	E	F	P=1 P=0	Pridruživ. ispitnog bita			
			0	1	2	3	4	5	6	7					
heksade- malni broj	oktalni broj	decimalni broj	P	P	P	P	P	P	P	P	8 7 6 5	4	3	2	1
			0	0	0	0	1	0	1	1	1					1
00	0	0	NUL	DLE	SP	0	@	P	à	P	0		0	0	0
01	1	1	SOH	DC1	!	1	A	Q	a	q	0		0	0	1
02	2	2	STX	DC2	"	2	B	R	b	r	0		0	1	0
03	3	3	ETX	DC3	#	3	C	S	c	s	0		0	1	1
04	4	4	EOT	DC4	\$	4	D	T	d	t	0		1	0	0
05	5	5	ENQ	NAK	%	5	E	U	e	u	0		1	0	1
06	6	6	ACK	SYN	&	6	F	V	f	v	0		1	1	0
07	7	7	BEL	ETB	'	7	G	W	g	w	0		1	1	1
08	10	8	BS	CAN	(	8	H	X	h	x	1		0	0	0
09	11	9	HT	EM	)	9	I	Y	i	y	1		0	0	1
0A	12	10	LF	SUB	*	:	J	Z	j	z	1		0	1	0
0B	13	11	VT	ESC	+	;	K	[	k	{	1		0	1	1
0C	14	12	FF	FS	,	<	L	\	l	|	1		1	0	0
0D	15	13	CR	GS	-	=	M	]	m	~	1		1	0	1
0E	16	14	SO	RS	.	>	N	^	n		1		1	1	0
0F	17	15	SI	US	/	?	O	—	o	DEL	1		1	1	1
			00...0F	10...1F	20...3F	30...3F	40...4F	50...5F	60...6F	70...7F	← heks. broj od —do				
			0...10	20...37	40...57	60...77	100...117	120...137	140...157	160...177	← okt. broj od —do				
			0...15	16...31	32...47	48...63	64...79	80...95	96...111	112...127	← dec. broj od —do				
Naredba	Vrsta naredbe	Značenje													
		engleski							njemački						
NUL	—	NULL							Nula, ništa						
SOH	TC	START OF HEADING							Početak linije uvoda						
STX	TC	START OF TEXT							Znak početka teksta						
ETX	TC	END OF TEXT							Znak kraja teksta						
EOT	TC	END OF TRANSMISSION							Kraj prijenosa						
ENQ	TC	ENQUIRY							Poziv za prijenos podataka						
ACK	TC	ACKNOWLEDGE							Pozitivni povratni signal						
BEL	—	BELL							Znak zvona						
BS	FE	BACKSPACE							Povratni korak						
HT	FE	HORIZONTAL TABULATION							Horizontalni tabulator						
LF	FE	LINE FEED							Pomak reda (linije)						
VT	FE	VERTICAL TABULATION							Vertikalni tabulator						
FF	FE	FORM FEED							Pomak formulara						
CR	FE	CARRIAGE RETURN							Povrat kolica						
SO	—	SHIFT OUT							Znak trajnog prespajanja						
SI	—	SHIFT IN							Znak povratnog spajanja						
DLE	TC	DATA LINK ESCAPE							Prespajanje prijenosa podataka						
DC1...4	DC	DEVICE CONTROL 1...4							Upravljački znak naprave 1...4						
NAK	TC	NEGATIVE ACKNOWLEDGE							Negativni povratni signal						
SYN	TC	SYNCHRONOUS IDLE							Sinkronizacija						
ETB	TC	END OF TRANSMISSION BLOCK							Kraj prijenosnog bloka						
CAN	—	CANCEL							Poništen, ništetan						
EM	—	END OF MEDIUM							Kraj zapisivanja						
SUB	—	SUBSTITUTE							Supstitucija						
ESC	—	ESCAPE							Prespajanje						
FS	IS	FILE SEPARATOR							Znak razdvajanja glavne grupe						
GS	IS	GROUP SEPARATOR							Znak razdvajanja grupe						
RS	IS	RECORD SEPARATOR							Znak razdvajanja podgrupe						
US	IS	UNIT SEPARATOR							Znak razdvajanja dijela grupe						
SP	—	SPACE							Znak razmaka						
DEL	—	DELETE							Brisanje						

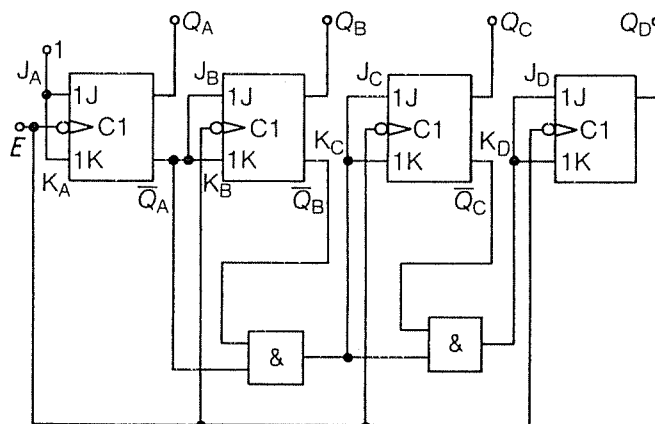
Vrste brojila



Aksinkrono binarno unaprijedno brojilo (3-bita)

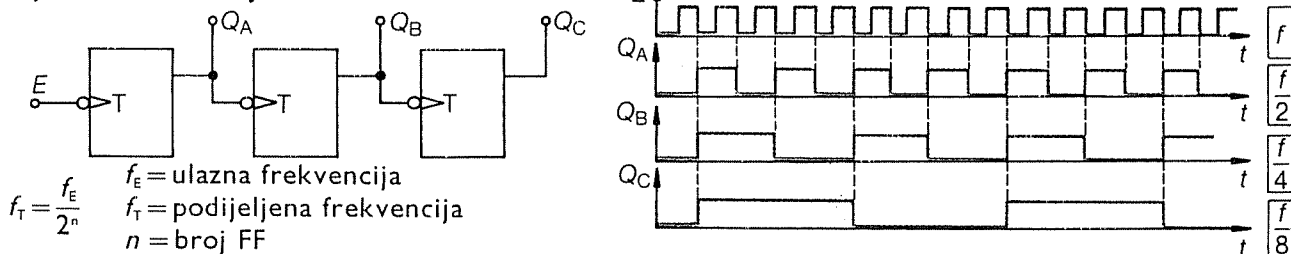


Sinkrono binarno unazadno brojilo (4-bita)

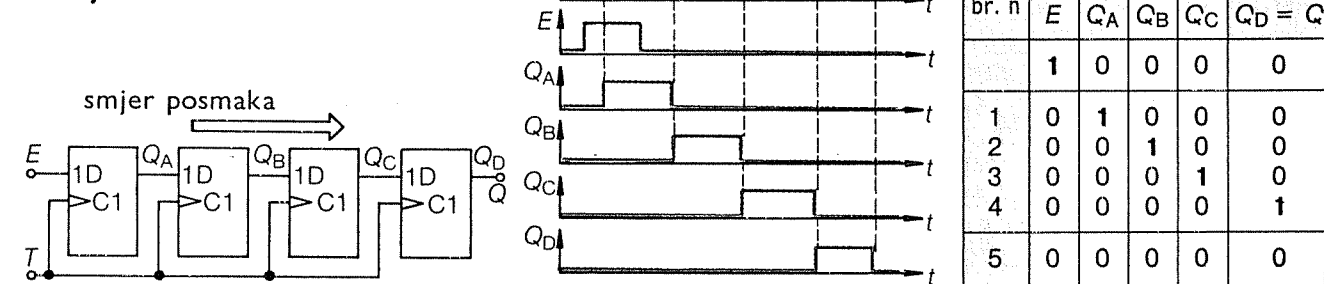


deci- malna vrijednost	Q _D	Q _C	Q _B	Q _A	\bar{Q}_D	\bar{Q}_C	\bar{Q}_B	\bar{Q}_A	deci- malna vrijednost
0	0	0	0	0	1	1	1	1	15
1	0	0	0	1	1	1	1	0	14
2	0	0	1	0	1	1	0	1	13
3	0	0	1	1	1	1	0	0	12
4	0	1	0	0	1	0	1	1	11
5	0	1	0	1	1	0	1	0	10
6	0	1	1	0	1	0	0	1	9
7	0	1	1	1	1	0	0	0	8
8	1	0	0	0	0	1	1	1	7
9	1	0	0	1	0	1	1	0	6
10	1	0	1	0	0	1	0	1	5
11	1	0	1	1	0	1	0	0	4
12	1	1	0	0	0	0	1	1	3
13	1	1	0	1	0	0	1	0	2
14	1	1	1	0	0	0	0	1	1
15	1	1	1	1	0	0	0	0	0

Djelilo frekvencije:



Posmični registar sa serijskim ulazima i izlazima

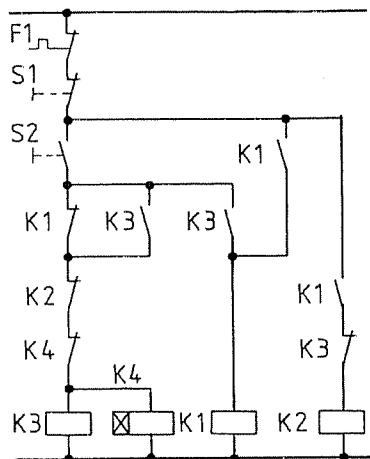


Memorijski programirano upravljanje (MPU)

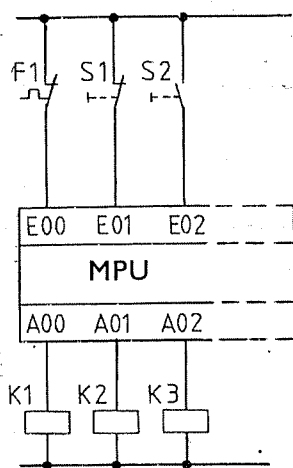
V DIN 19 237/2.80
DIN 19 239/5.83

Primjer: Automatski spoj zvijezda-trokut

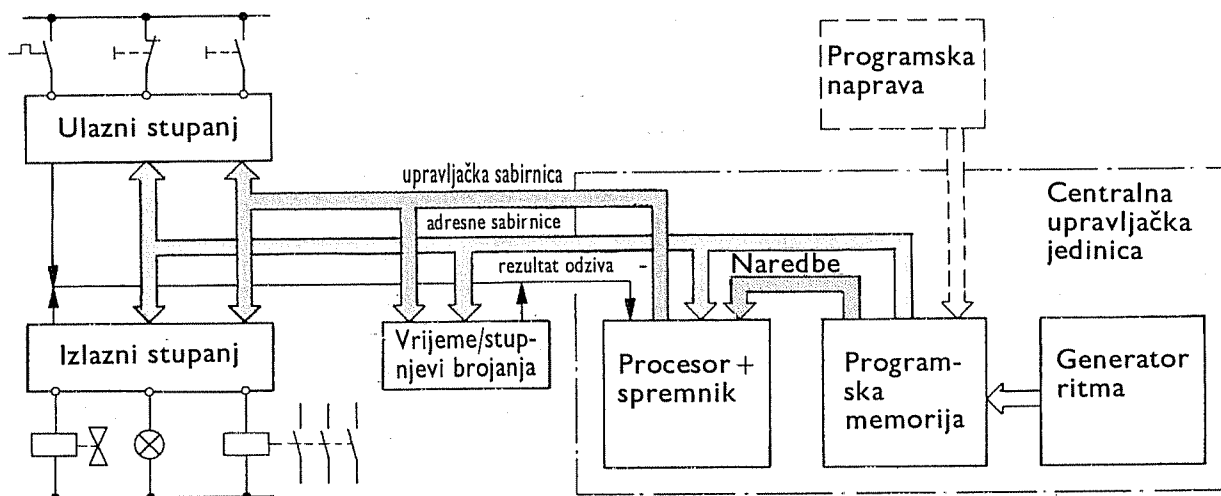
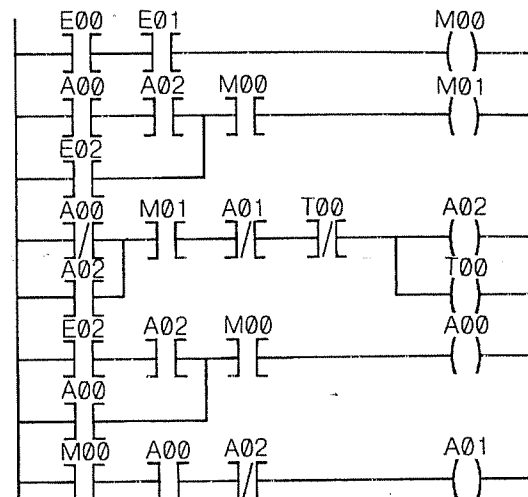
Strujna shema konvencionalnog upravljanja



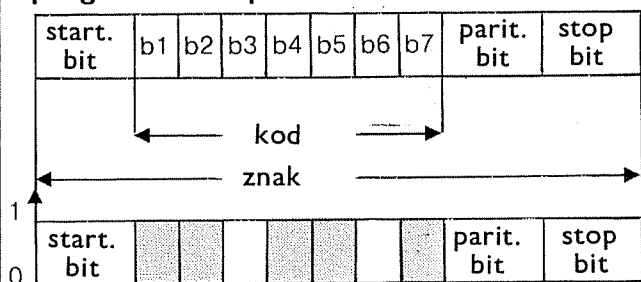
Priključivanje MPU



Programiraje prema kontaknoj shemi



Tijek znakova za prijenos znakova s programske naprave



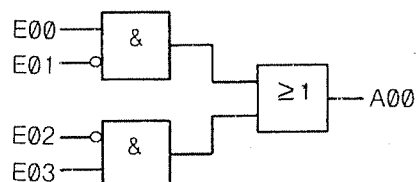
Primjer: znak [će biti prenesen u ASCII kodu

Struktura upravljačkih naredbi

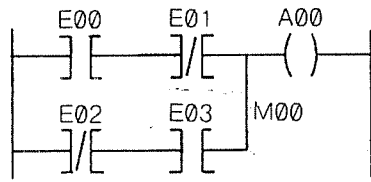
upravljačka naredba		
operacija	operand	
	obilježavanje	parametar
U	E	15
I	ulaz	br. 15
O	E	16
ILI	ulaz	br. 16
=	A	01
dodjela	izlaz	br. 01

Programiranje (načini prikaza)

Schema djelovanja (SD)



Kontaktna shema (KS)



Tablica naredbi (TN)

0 1 0 1 0	L I I	E 1 0 1 0
0 1 0 1 1	U I N I	E 1 0 1 1
0 1 0 1 2	= I I	M 1 0 1 0
0 1 0 1 3	L I N I	E 1 0 1 2
0 1 0 1 4	U I I	E 1 0 1 3
0 1 0 1 5	O I I	M 1 0 1 0
0 1 0 1 6	= I I	A 1 0 1 0

grafički simboli

simboli ASCII koda

mnemoničko skraćivanje oznaka funkcija

Simboli za memorijski programirano upravljanje (MPU)

DIN 19 239/5.83

Operacije obrade signala

Naziv	Znak	Prikaz shema djelovanja (SD) | kontaktna shema (KS)	Naziv	Znak	Prikaz u SD	Napomene
I	U		Postav- ljanje	S		
ILI	O		Vraćanje	R		
NE	N		Zbrajanje	ADD		
			Oduzi- manje	SUB		
			Množenje	MUL		
isključivo ILI	XO		Dijeljenje	DIV		
Dodjela	=		Brojenje unaprijed	BG		Brojenje (+1) kod promjene signala od „0” na „1”
			Brojenje unazad	BD		Brojenje (-1) kod promjene signala od „0” na „1”

Operacije za organizaciju programa

Nulta operacija	NOP	Prazno memorijsko mjesto
Punjenje	P	Označava početak slijeda naredbi
Skok	S	Program će se nastaviti na danoj adresi
Kraj	KP	

Oznake operanada

ulaz	U	konstanta	K
izlaz	IZ	memorija	M

Vremenski članovi

Impuls	TI		
Usporeno uključivanje	TU		
Usporeno isključivanje	TI		

Pravila programiranja

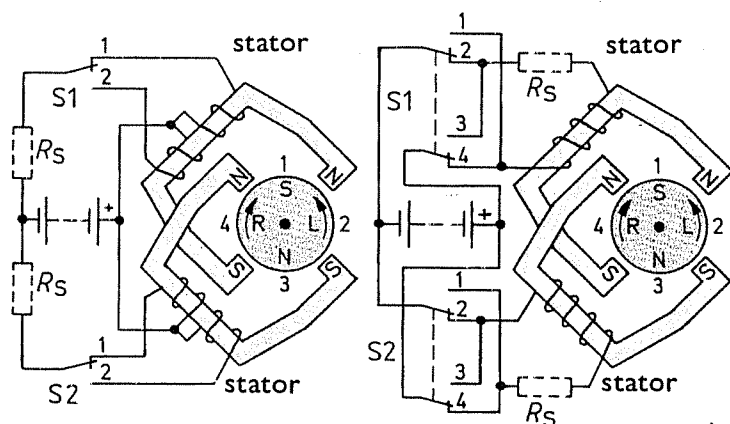
- Svako logičko spajanje počinje s P-naredbom (također I ili ILI).
- Naredbe i logička spajanja mogu upravljati po volji mnogim operandima.
- Jedan operand može biti po volji često programiran
- Kod mnogih MPU sustava mora u načelu ILI-veza programirati I-veza.
- Kod razgranatih strujnih tokova pravilo ILI mora biti prije I iznuđeno programiranjem memorije.
- **Sigurnost od prekida žice** postiže se time da se svi davači naredbi spojeni kao isklonpnici koji moraju isključiti potrošača, programiraju s I ili ILI.
- **Sigurnost spoja** uzemljenja postoji ako su svi davači naredbi koji se uključuju na potrošač spojeni kao radni kontakt i programirani.

Česti upravljački članovi

DIN 19 239/5.83

Funkcija	Strujna shema	Kontaktna shema	Schema djelovanja	Tablica naredbi																											
I				<table><tr><td>0,0,0</td><td>L</td><td>E,0,0</td></tr><tr><td>0,0,1</td><td>U</td><td>E,0,1</td></tr><tr><td>0,0,2</td><td>=</td><td>A,0,0</td></tr><tr><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td></tr></table>	0,0,0	L	E,0,0	0,0,1	U	E,0,1	0,0,2	=	A,0,0																		
0,0,0	L	E,0,0																													
0,0,1	U	E,0,1																													
0,0,2	=	A,0,0																													
ILI				<table><tr><td>0,0,0</td><td>L</td><td>E,0,0</td></tr><tr><td>0,0,1</td><td>O</td><td>E,0,1</td></tr><tr><td>0,0,2</td><td>=</td><td>A,0,0</td></tr><tr><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td></tr></table>	0,0,0	L	E,0,0	0,0,1	O	E,0,1	0,0,2	=	A,0,0																		
0,0,0	L	E,0,0																													
0,0,1	O	E,0,1																													
0,0,2	=	A,0,0																													
Spremnik				<table><tr><td>0,0,0</td><td>L</td><td>E,0,0</td></tr><tr><td>0,0,1</td><td>U</td><td>E,0,1</td></tr><tr><td>0,0,2</td><td>=</td><td>M,0,0</td></tr><tr><td>0,0,3</td><td>L</td><td>E,0,2</td></tr><tr><td>0,0,4</td><td>U</td><td>E,0,3</td></tr><tr><td>0,0,5</td><td>O</td><td>M,0,0</td></tr><tr><td>0,0,6</td><td>=</td><td>A,0,0</td></tr><tr><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td></tr></table>	0,0,0	L	E,0,0	0,0,1	U	E,0,1	0,0,2	=	M,0,0	0,0,3	L	E,0,2	0,0,4	U	E,0,3	0,0,5	O	M,0,0	0,0,6	=	A,0,0						
0,0,0	L	E,0,0																													
0,0,1	U	E,0,1																													
0,0,2	=	M,0,0																													
0,0,3	L	E,0,2																													
0,0,4	U	E,0,3																													
0,0,5	O	M,0,0																													
0,0,6	=	A,0,0																													
Povratno usporenje				<table><tr><td>0,0,0</td><td>L</td><td>E,0,0</td></tr><tr><td>0,0,1</td><td>O</td><td>A,0,0</td></tr><tr><td>0,0,2</td><td>U</td><td>T,0,0</td></tr><tr><td>0,0,3</td><td>=</td><td>A,0,0</td></tr><tr><td>0,0,4</td><td>L</td><td>E,0,1</td></tr><tr><td>0,0,5</td><td>U</td><td>A,0,0</td></tr><tr><td>0,0,6</td><td>=</td><td>T,0,0</td></tr><tr><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td></tr></table>	0,0,0	L	E,0,0	0,0,1	O	A,0,0	0,0,2	U	T,0,0	0,0,3	=	A,0,0	0,0,4	L	E,0,1	0,0,5	U	A,0,0	0,0,6	=	T,0,0						
0,0,0	L	E,0,0																													
0,0,1	O	A,0,0																													
0,0,2	U	T,0,0																													
0,0,3	=	A,0,0																													
0,0,4	L	E,0,1																													
0,0,5	U	A,0,0																													
0,0,6	=	T,0,0																													
Memorija prevladava vraćanje				<table><tr><td>0,0,0</td><td>L</td><td>E,0,0</td></tr><tr><td>0,0,1</td><td>U</td><td>E,0,1</td></tr><tr><td>0,0,2</td><td>S</td><td>A,0,0</td></tr><tr><td>0,0,3</td><td>L</td><td>E,0,2</td></tr><tr><td>0,0,4</td><td>R</td><td>A,0,0</td></tr><tr><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td></tr></table>	0,0,0	L	E,0,0	0,0,1	U	E,0,1	0,0,2	S	A,0,0	0,0,3	L	E,0,2	0,0,4	R	A,0,0												
0,0,0	L	E,0,0																													
0,0,1	U	E,0,1																													
0,0,2	S	A,0,0																													
0,0,3	L	E,0,2																													
0,0,4	R	A,0,0																													
prevladava postavljanje		Kod istovremene naredbe postavljanja i vraćanja (u osnovno stanje) prevladava posljednje programirana naredba.		<table><tr><td>0,0,0</td><td>L</td><td>E,0,2</td></tr><tr><td>0,0,1</td><td>R</td><td>A,0,0</td></tr><tr><td>0,0,2</td><td>L</td><td>E,0,0</td></tr><tr><td>0,0,3</td><td>U</td><td>E,0,1</td></tr><tr><td>0,0,4</td><td>S</td><td>A,0,0</td></tr><tr><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td></tr></table>	0,0,0	L	E,0,2	0,0,1	R	A,0,0	0,0,2	L	E,0,0	0,0,3	U	E,0,1	0,0,4	S	A,0,0												
0,0,0	L	E,0,2																													
0,0,1	R	A,0,0																													
0,0,2	L	E,0,0																													
0,0,3	U	E,0,1																													
0,0,4	S	A,0,0																													
Samo-podržanje				<table><tr><td>0,0,0</td><td>L</td><td>E,0,0</td></tr><tr><td>0,0,1</td><td>O</td><td>A,0,0</td></tr><tr><td>0,0,2</td><td>U</td><td>E,0,1</td></tr><tr><td>0,0,3</td><td>=</td><td>A,0,0</td></tr><tr><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td></tr></table>	0,0,0	L	E,0,0	0,0,1	O	A,0,0	0,0,2	U	E,0,1	0,0,3	=	A,0,0															
0,0,0	L	E,0,0																													
0,0,1	O	A,0,0																													
0,0,2	U	E,0,1																													
0,0,3	=	A,0,0																													

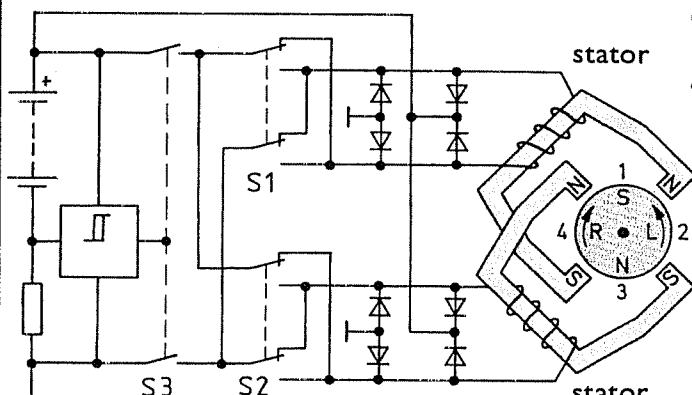
Konstrukcija i način djelovanja odgovaraju sinkronom stroju. Vrtanja se postiže upravljanjem naizmjenice statorskih namota (promjenom polariteta) uz pomoć elektronike.



jednopolno

dvopolno

Upravljanje
(s R_s : L/R – upr.)



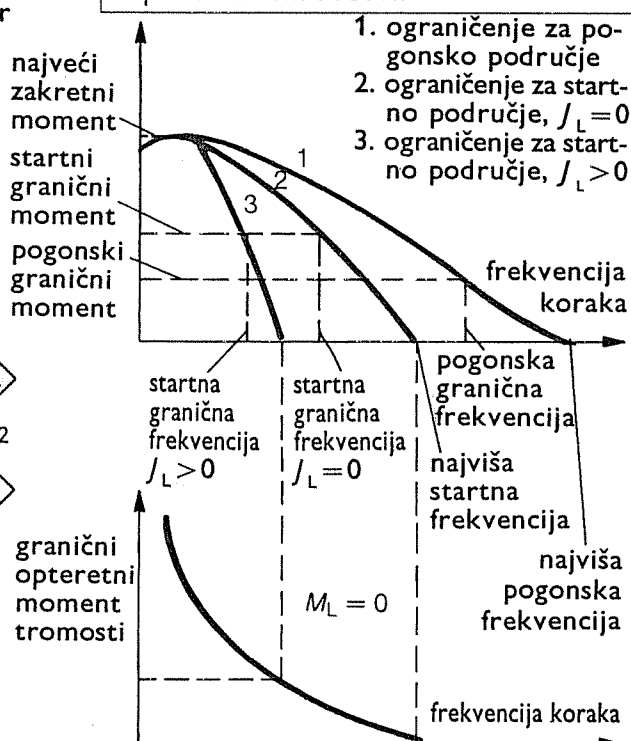
Upravljanje (vibratorsko) stalnom strujom

Sklopka S3 se otvara nakon postizanja dopuštene upravljačke struje. Propusne diode vode opadajuću struju sve dok se S3, nakon postizanja donjeg sklopnog praga ne zatvori itd.

¹⁾ usporediti str. 86

Broj koraka kod smjera okretanja		Polukoračni pogon							
		jednopolni				dvopolni			
		S1	S1	S2	S2	S1	S1	S2	S2
D	L	1	2	1	2	1,3	2,4	1,3	2,4
1	1	x	—	x	—	—	x	—	x
1 1/2	1 1/2	x	—	—	—	—	x	—	—
2	4	x	—	—	x	—	x	x	—
2 1/2	3 1/2	—	—	—	x	—	—	x	—
3	3	—	x	—	x	x	—	x	—
3 1/2	2 1/2	—	x	—	—	x	—	—	—
4	2	—	x	x	—	x	—	—	x
1 1/2	1 1/2	—	—	x	—	—	—	—	x
1	1	x	—	x	—	—	x	—	x

Punokoračni se pogon dobiva kad otpadnu crveni redovi.



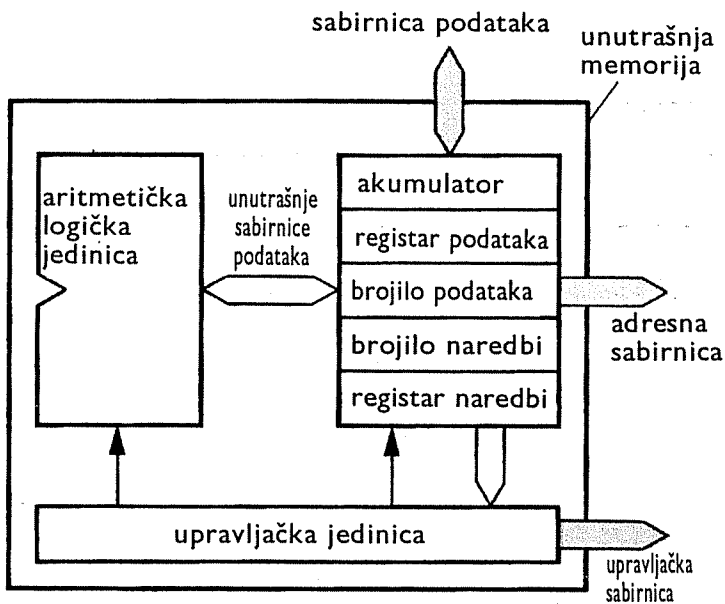
Načelni tok karakteristike

Svojstva upravljanja

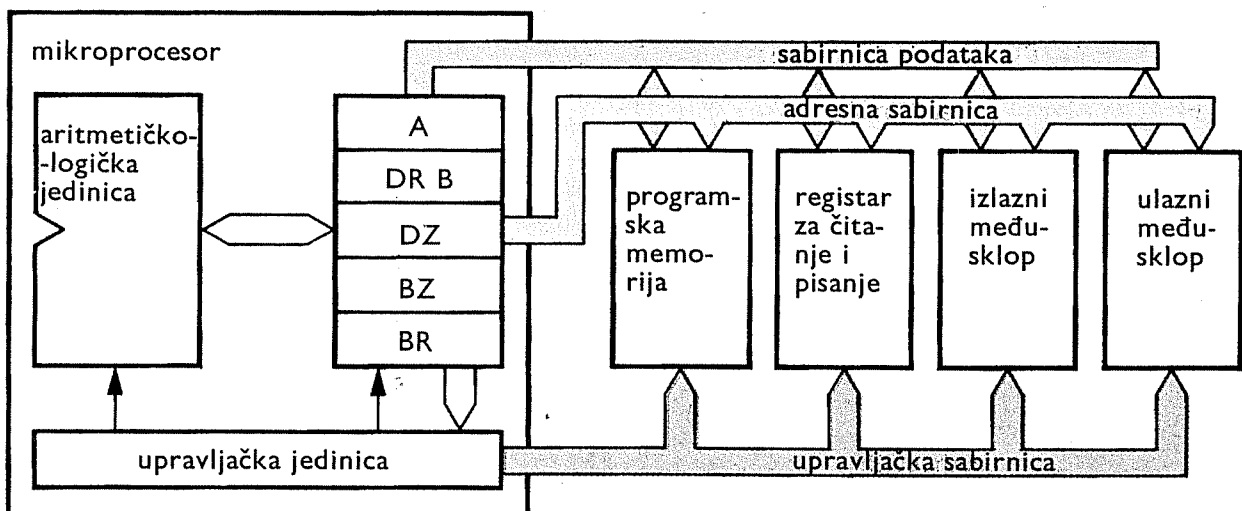
Način upravljanja	Prednosti	Nedostaci
jednopolno	Jednostavni sklopni stupnjevi snage (jednostavna preklopka)	Cu-volumen nije iskorišten. Nema potpunog zakretnog momenta.
dvopolno	Cu-volumen dobro iskorišten, veći zakretni moment, viša frekvencija koraka	Skupi sklopni stupnjevi snage (dvostruka preklopka).
upravljanje stalnim naponom (L/R)	Viša frekvencija koraka zbog manje vremenske konstante L/R. Jeftino ograničenje struje otporom.	Povećana snaga gubitaka kroz otpor.
(vibratorsko) upravljanje stalnom strujom	Optimalna snaga motora, visoka frekvencija koraka, veliki zakretni moment, visoka korisnost.	Skupo upravljanje.
punokoračni pogon	Veći zakretni moment.	Neznatni broj koraka (korak po okretaju).
polukoračni pogon	Dvostruki broj koraka nasuprot punokoračnom pogonu, neznatno nadvišenje	Manji zakretni moment.

Mikroračunalo

Mikroprocesor



- Mikroprocesori su visokointegrirani sklopovi koji sadrže veliki broj veznih sklopova
- Funkcije koje treba preuzeti mikroprocesor određuju se **programom**
 - unošenje podataka i naredbi u mikroprocesor
 - obrada (promjena) podataka
 - iznošenje podataka
- Podaci i naredbe moraju biti predstavljeni binarnim brojevima



Računalo se sastoji od centralne jedinice, programske memorije, registara za čitanje i pisanje, te ulazno-izlaznih međusklopova. **Mikroračunalo** ujedinjuje ove jedinice na jednom čipu.

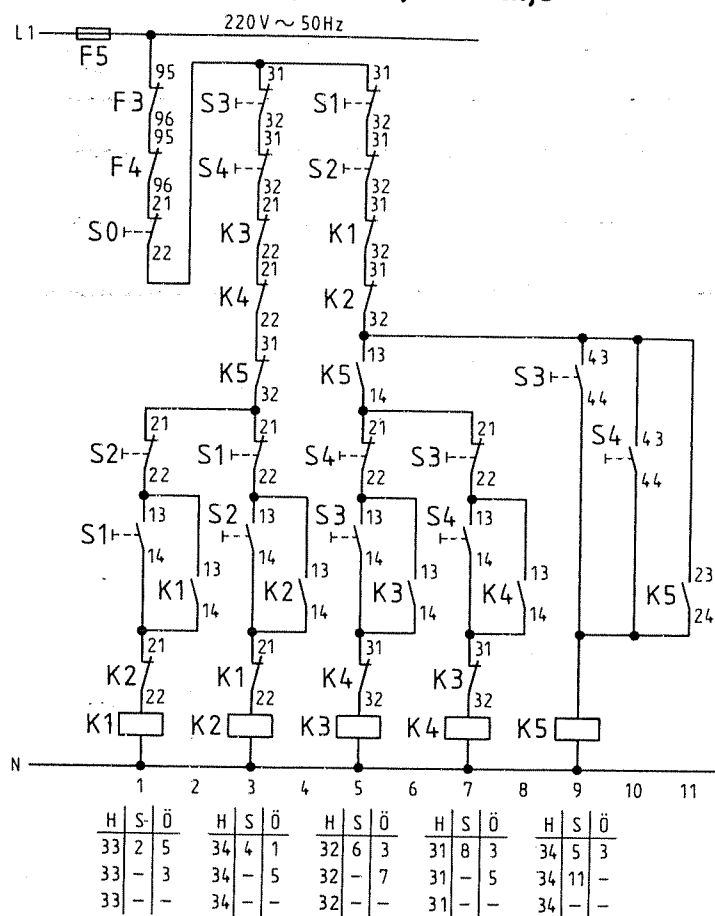
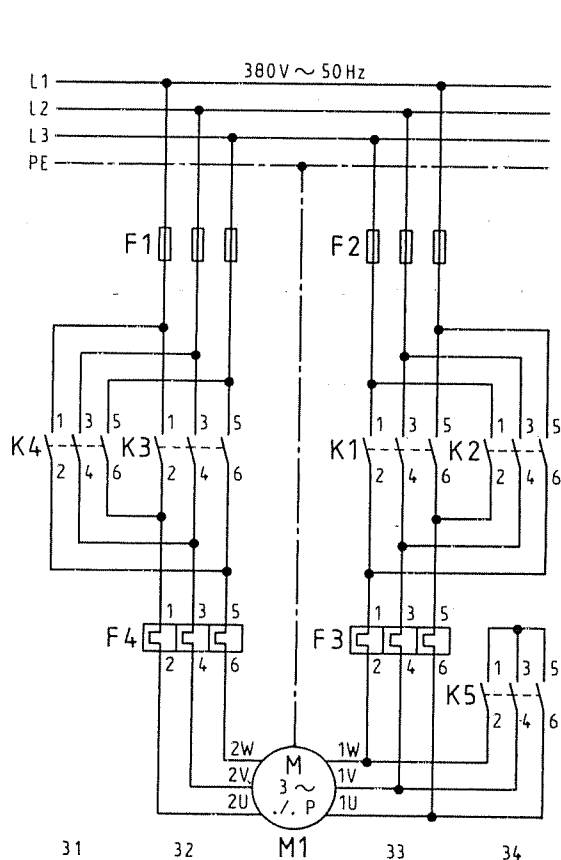
Pojmovi i skraćenice (izvod)

access	Pristup određenom mjestu memorije
Accumulator	Registar za memoriranje
ALGOL	Programski jezik za tehničko-znanstvenu primjenu
ALU	A rithmetic L ogic U nit — aritmetičko logička jedinica
assemble	Prevođenje u strojni program
BASIC	Programski jezik koji se lako uči
buffer	Spremnik
byte	Obično riječ od 8 bita
compiler	Program koji prevodi program višeg programskog jezika u strojni kod
EEROM	E lectrically E rasable R OM
	Postojana memorija, električki izbrisiva
EEPROM	E lectrically E rasable P ROM
	Postojana memorija, programirljiva, izbrisiva električki

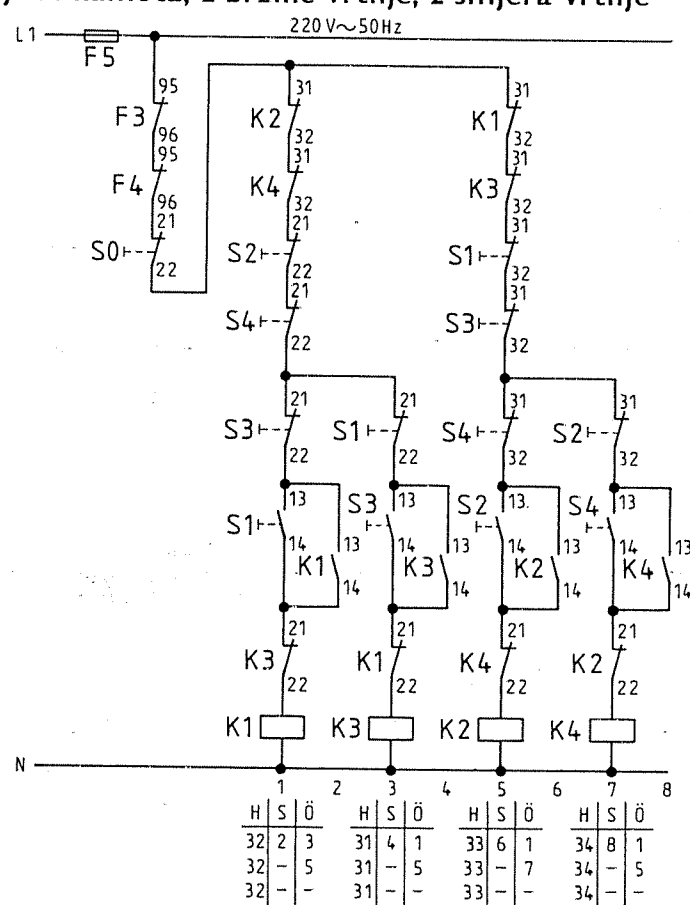
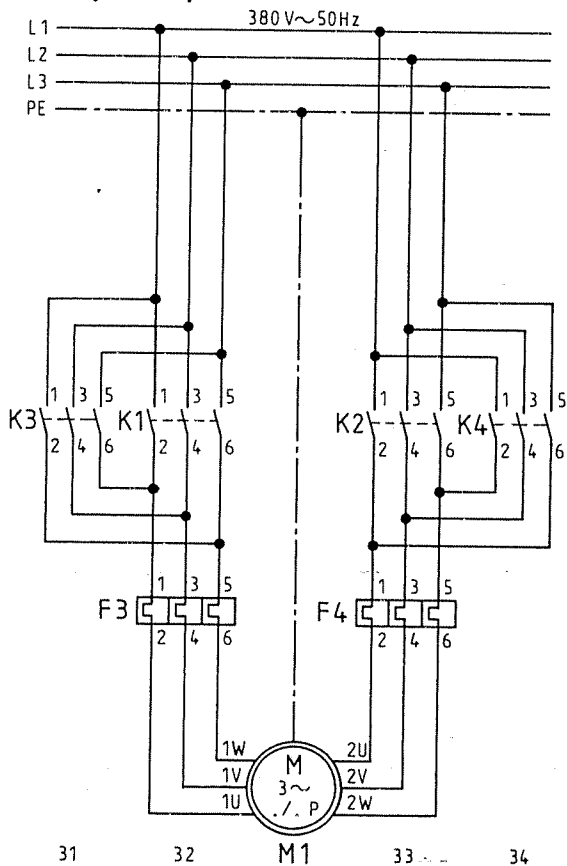
EPROM	E rasable P ROM
	Memorija programirljiva, izbrisiva ultravioletnim svjetlom
interface	Međusklop za povezivanje računala s periferijskim napravama
interpreter	Program za prevođenje
Keyboard	Tastatura
LSB	L east S ignificant B it — najmanje značajan bit
MSB	M ost S ignificant B it — najznačajniji bit
PROM	P rogrammable R ead O nly M emory — Programirljiva stalna memorija
RAM	R andom A ccess M emory — memorija s izravnim pristupom, čitaj/piši prolazna memorija

Upravljanje pomoću sklopnika

Polnopreklopivi trofazni motor s 1 namotom, 2 brzine vrtnje, 2 smjera vrtnje

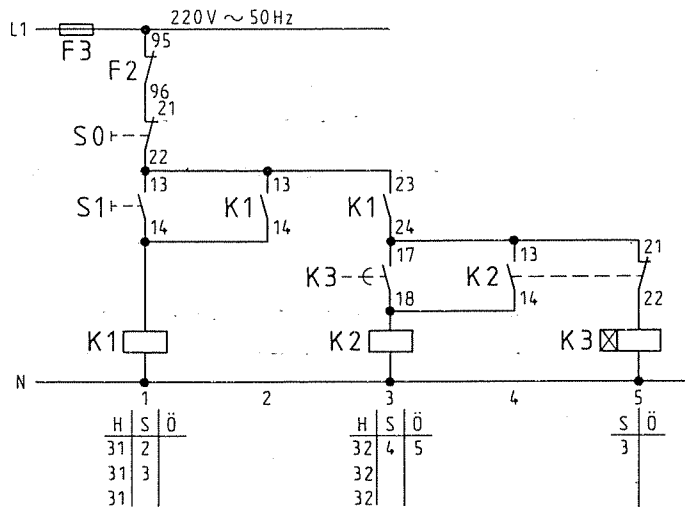
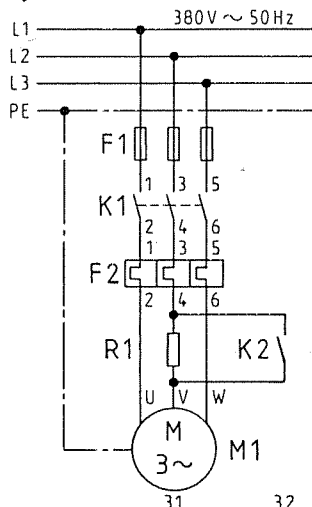


Polnopreklopivi trofazni motor s 2 odvojena namota, 2 brzine vrtnje, 2 smjera vrtnje

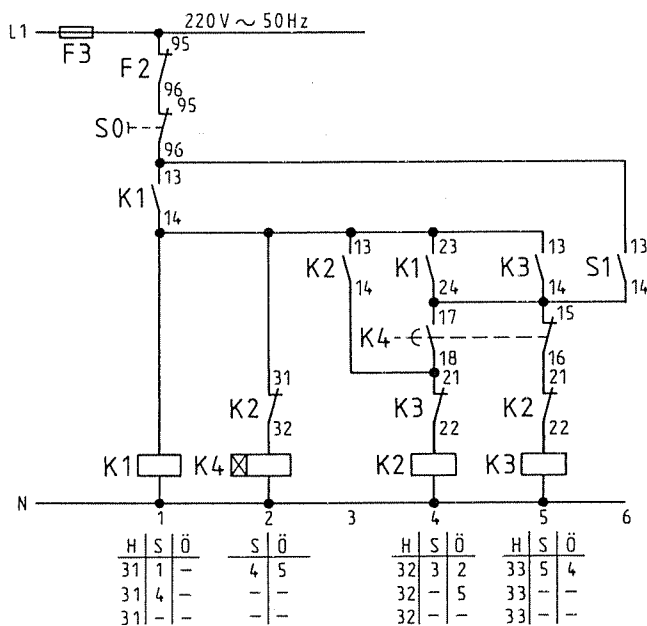
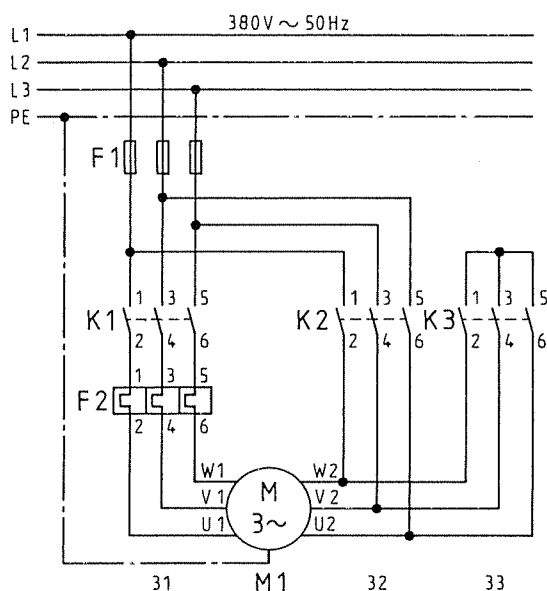


Upravljanje pomoću sklopnika

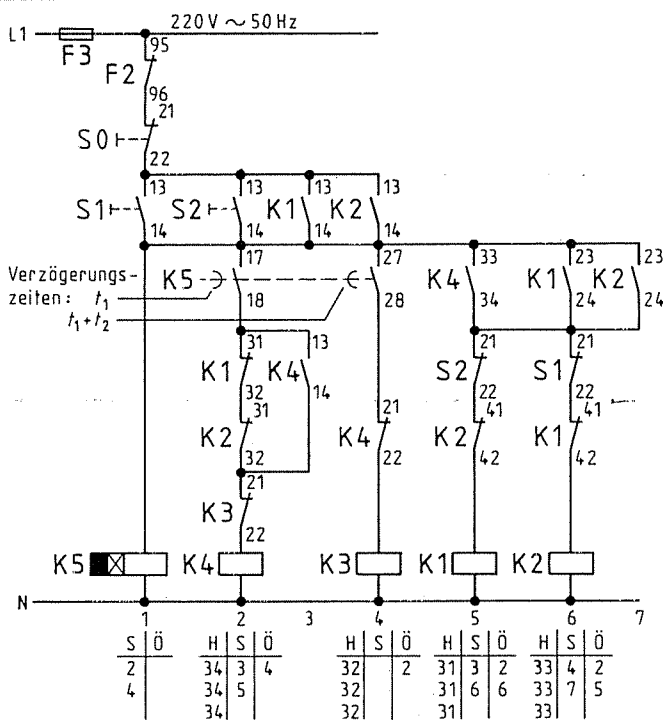
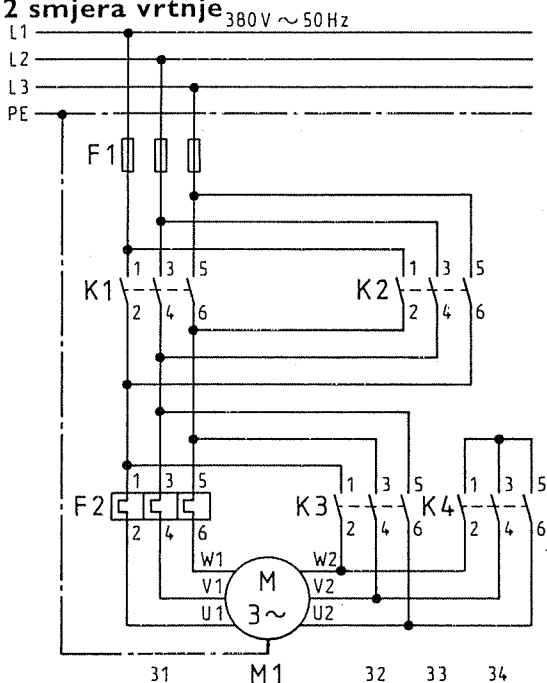
Pokretanje trofaznih motora s kaveznim rotorom, KUSA spoj



Pokretanje zvijezda – trokut



Pokretanje zvijezda – trokut u 2 smjera vrtnje



Materijali

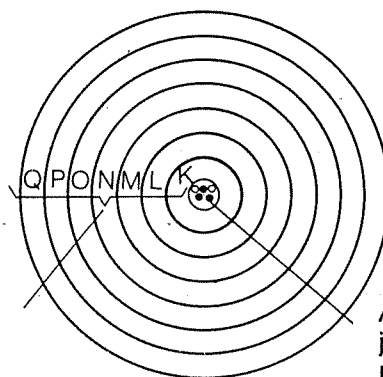
Periodički sustav elemenata	244
Konstante elemenata	245
Svojstva materijala	246
Čelici	248
Brojčane oznake za materijale	250
Neželjezni materijali	252
Otporski materijali	253
Materijali ogrjevnih otpornika	253
Termobimetali	254
Materijali za kontakte	254
Magnetski materijali	255
Tiskani spojevi	257
Izolacijski materijali, plastične mase	258
Svojstva plastičnih masa	259
Prepoznavanje plastičnih masa	260
Slojeviti prešani materijali, izolacijske folije i izolacijski lakovi	261
Keramički izolacijski materijali	262
Klase izolacijskih tvari	263
Oprema radionice u elektrotehničkom obrtu	264
Vrste navoja	265
Vijci i matice	266
Bušenje	267
Lemljenje	268
Ljepljenje	271
Zavarivanje plastičnih masa	272

Periodički sustav elemenata

Djelići atoma

Naziv	Naboj eu As (C)	Masa m u g
Elektron	$-1,602 \cdot 10^{-19}$	$9,1089 \cdot 10^{-28}$
Neutron	0	$1,6748 \cdot 10^{-24}$
Proton	$+1,602 \cdot 10^{-19}$	$1,6725 \cdot 10^{-24}$

Model atoma



Putanja kruženja elektrona u ljuski

Atomska jezgra s protonima i neutronima

Peri-oda	Ljuska																																					
1	K	1 H																	2 He																			
2	L	3 Li	4 Be													5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne																	
3	M	11 Na	12 Mg	13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar									19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr			
4	N	37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe																			
5	O	85 Fr	86 Ra	87 Ac	88 Ku	89 Ha																																
6	P	133 Cs	137 Ba	139*) La	179 Hf	181 Ta	184 W	186 Re	190 Os	192 Ir	195 Pt	197 Au	201 Hg	204 Tl	207 Pb	209 Bi	210 Po	210 At	222 Rn																			
7	Q	223 Fr	226 Ra	227**) Ac	228 Ku	229 Ha																																
6	P	*) Lantonidi				140 Ce	141 Pr	144 Nd	147 Pm	150 Sm	152 Eu	157 Gd	159 Tb	163 Dy	165 Ho	167 Er	169 Tm	173 Yb	175 Lu																			
7	Q	**) Aktinidi				232 Th	231 Pa	238 U	237 Np	242 Pu	243 Am	247 Cm	249 Bk	251 Cf	254 Es	253 Fm	256 Md	259 No	263 Lr																			

Primjer:

Atomski broj

Kratica

Redni broj

Valencija

1

1

1

1

Primjer:

Atomski broj

Kratica

Redni broj

Valencija

Laki metal



Teški metali



Nemetal



Polumetal



Plemeniti metal



Plemeniti plin

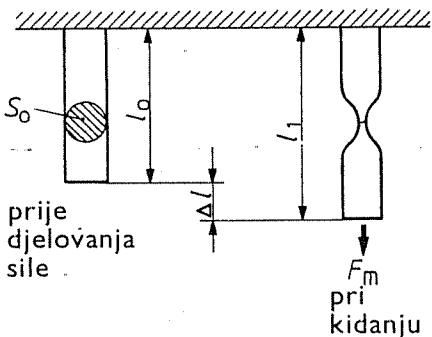


Konstante elemenata pri 20 °C i 1,03 Pa

Ime	Simbol	Redni broj	Gustoća ρ u g/cm ³ Plin mg/cm ³	Talište ϑ_F u °C	Vrelište ϑ_C u °C	Specifična temperatura taljenja q u kJ/kg	Specifični toplinski kapacitet c u J/kg K	Koeficijent uzdužnog rastezanja α u 10 ⁻⁶ /K (0...100 °C)	Električna vodljivost χ u m/Ωmm ²	Temperaturni koeficijent α u 10 ⁻³ /K
Aluminij	Al	13	2,7	660	2270	398	899	23,9	37,8	4,7
Antimon	Sb	51	6,69	630,5	1640	163	210	10,8	2,59	5,4
Argon	Ar	18	1,78	-186	-186	—	—	—	—	—
Arsen	As	33	5,73	sublimira ¹⁾	618	—	350	10,8	—	—
Bakar	Cu	29	8,96	1083	2390	205	390	16,8	58	43
Barij	Ba	56	3,8	710	1696	—	—	19	2,78	6,5
Berilij	Be	4	1,85	1283	2870	—	1885	12,3	31,2	9,0
Bizmut	Bi	83	9,8	271	1560	54	126	13,5	0,91	4,5
Bor	B	5	17...2,3	2300	2500	—	960 ¹⁾	8	0,91	—
Brom	Br	35	3,19	-7,3	59	—	—	1150 ²⁾	—	—
Cink	Zn	30	7,13	419,5	906	100	395	29	17,6	4,2
Dušik	N	7	1,25	-210	-196	—	1050	—	—	—
Flor	Cl	17	1,557	—	-34,1	—	—	—	—	—
Fosfor	P	15	1,83	44,1	280	21	755 ¹⁾	—	—	—
Galij	Ga	31	5,91	29,75	1983	—	—	18	2,5	4,8
Germanij	Ge	32	5,32	938	2700	409	310	6	2,83	4,7
Helij	He	2	0,18	-272	-268,9	—	5230 ²⁾	—	—	—
Indij	In	49	7,3	155	2000	238	—	44	—	—
Iridij	Ir	77	22,4	2454	> 4800	—	—	—	10,5	4,2
Jod	I	53	4,94	113,7	184,5	62	220	—	—	—
Kadmij	Cd	48	8,64	321	767	54	230	29,4	13,7	4,2
Kalcij	Ca	20	1,55	850	1439	329	630	—	—	—
Kalij	K	19	0,86	63,5	776	58	750	84	15,9	5,7
Kisik	O	8	1,43	-219	-183	13	920	—	—	—
Klor	Cl	17	1,557	—	-34,1	—	—	—	—	—
Kobalt	Co	27	8,9	1490	3200	243	437	15	17,8	5,9
Kositar	Sn	50	7,29	232	2360	59	228	27	8,7	4,6
Kripton	Kr	36	3,74	-157,2	-152,9	—	—	—	—	—
Krom	Cr	24	7,2	1900	2300	314	460	8,5	6,76	—
Ksenon	Xe	54	—	-112	-108	—	—	—	—	—
Litij	Li	3	0,53	180	1340	669,9	—	58	11,7	4,9
Magnezij	Mg	12	1,74	650	1097	373	924	26	23,3	4,1
Mangan	Mn	25	7,43	1244	2152	264	504	15	2,56	5,3
Molibden	Mo	42	10,2	2620	~4800	273	270	5	20	4,7
Natrij	Na	11	0,97	97,7	883	113	1260	72	23,3	5,4
Neon	Ne	10	0,899	-248	-246	—	—	—	—	—
Nikalj	Ni	28	8,91	1452	3075	301	441	13	14,5	6,7
Olovo	Pb	82	11,34	327	1750	25	130	29	4,77	4,2
Osmij	Os	76	22,7	2500	~5300	—	—	5	10,5	4,2
Paladij	Pd	46	12	1554	3387	—	—	10,6	10,2	3,7
Platina	Pt	78	21,5	1768	~4400	100	134	9	10,2	3,9
Radij	Ra	88	5	700	1700	—	—	—	—	—
Radon	Rn	86	—	-71	-61,9	—	—	—	—	—
Selen	Se	34	4,8	220	688	83	330	—	—	—
Silicij	Si	14	2,35	141,4	2630	142	75	7	0,001	—
Sumpor	S	16	2,07	112,8	444,6	38	710 ¹⁾	90	—	—
Srebro	Ag	47	10,5	960,8	1980	105	230	29,4	67,1	4,1
Stroncij	Sr	38	2,54	757	1366	136	75	—	3,25	3,8
Tantal	Ta	73	16,6	2990	4100	172	138	6,5	7,14	3,5
Talij	Tl	81	11,85	303	1457	—	—	—	6,25	5,2
Telur	Te	52	6,24	453	1390	140	200	17,2	0,0016	—
Titan	Ti	22	4,5	1660	3535	88	630	8,2	2,36	5,4
Uran	U	92	18,7	1130	3500	365	120	—	4,76	2,8
Ugljik	C	6	3,51	—	—	—	500	—	—	—
Vanadij	V	23	6,1	1900	3000	343	504	8,3	—	—
Vodik	H	1	0,09	-257	-252	—	14240	—	—	—
Volfram	W	74	19,3	3380	4727	193	143	4,5	18,2	4,8
Zlato	Au	79	19,3	1063	2700	63	130	14,3	47,6	4,0
Željezo	Fe	26	7,87	1535	2880	268	466	11	10	4,6
Živa	Hg	80	13,96	-38,9	357	11,3	138	182	1,063	0,99

¹⁾ pri 0 °C

²⁾ pri 10 °C

Svojstva materijala				
Oznaka	Znak u formuli	Jedinica	Objašnjenje	Formula
Gustoća	ρ	$\frac{\text{kg}}{\text{dm}^3}$	Masa reducirana na volumen	$\rho = \frac{m}{V}$
Elastičnost	—	—	Izobličenje zbog djelovanja sile i nestanak izobličenja nakon prestanka djelovanja sile	—
Plastičnost	—	—	Izobličenje zbog djelovanja sile bez nestanka izobličenja nakon djelovanja sile	—
Žilavost	—	—	Lomljenje zbog djelovanja sile s izobličenjem	—
Krtost	—	—	Lomljenje zbog djelovanja sile bez izobličenja	—
Tvrdoća	HB HV HRC	— — —	Otpor prema prodiranju u neki materijal: Postupak ispitivanja <ul style="list-style-type: none"> • Brinell (utiskivanje čelične kugle u materijal) • Vickers (utiskivanje dijamantne piramide u materijal) • Rockwell (utiskivanje dijamantne kugle u materijal u dva stupnja) 	$H_B = \frac{F_B}{A} \cdot 0,102$ $HRC = 100 - \frac{t_b}{0,002}$ F_B : Opteretna sila A : Utisna površ. t_b : trajna dubina prodiranja
Čvrstoća	R_m $\sigma_{d, B}$ $\sigma_{d, B}$ τ_B $\sigma_{k, B}$ $\tau_{t, B}$	$\frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$ $\frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$ $\frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$ $\frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$ $\frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$ $\frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$	Otpornost na prijelom Rastezna čvrstoća Tlačna čvrstoća Čvrstoća na savijanje Čvrstoća na posmak Čvrstoća na izvijanje Čvrstoća na torziju	$R_m = \frac{F_m}{S_0}$ F_m : Sila pri kidanju S_0 : Početni pritisak
Rastezanje	ε	1	Promjena duljine pri djelovanju sile 	$A = \frac{\Delta l_B}{l_0} \cdot 100\%$ A : prijelomno rastezanje A_5 : Prijelomno rastezanje, kada je kod vlačnog štapa $l_0 = 5 \cdot d_0$ Δl_B : promj. dulj. kod prijeloma l_0 : početna duljina
Granica rastezanja	R_e	$\frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$	Granica rastezne čvrstoće (još i: granica razvlačenja), pri kojoj elastično izobličenje prelazi u plastično izobličenje	

Svojstva materijala				
Oznake	Znakovi u form.	Jedinica	Objašnjenje	Formula
Toplinska čvrstoća	—	—	Otpor prema razaranju zbog visokih temperatura	—
Toplinska stabilnost	—	—	Sposobnost upotrebe alata pri visokim temperaturama	—
Toplinska vodljivost	λ	$\frac{W}{m \cdot ^\circ C}$	Provođenje topline: prodiranje topline kroz izradak Toplinska vodljivost: provođenje topline svedeno na masu izratka i razliku temperature Vrijednosti su kod plinova i tekućina jako ovisne o temperaturi!	$\lambda = \frac{Q \cdot s}{\Delta \vartheta \cdot A \cdot t}$ s: debljina A: površina
Specifični toplinski kap.	c	$\frac{kJ}{kg \cdot K}$	Toplina potrebna za zagrijavanje svedena na masu i razliku temperature	$c = \frac{Q}{m \cdot \Delta \vartheta}$
Spec. temp. taljenja	q	$\frac{kJ}{kg}$	Toplina potrebna za taljenje 1 kg neke tvari pri temperaturi taljenja	—
Specifična toplina isparavanja	r	$\frac{kJ}{kg}$	Količina topline potrebna za isparavanje 1 kg neke tvari pri temperaturi vrelišta	—
Koeficijent volumenskog rastezanja	γ	$\frac{1}{K}$ K^{-1}	Toplinsko rastezanje: promjena volumena nekog tijela pri promjeni temperature Koeficijent volumenskog rastezanja: promjena volumena svedena na prvobitni volumen i promjenu temperature	$\gamma = \frac{\Delta V}{V_0 \cdot \Delta \vartheta}$ Plinovi: $\gamma = \frac{1}{273 K}$
Koeficijent rastezanja	α	$\frac{1}{K}$ K^{-1}	Promjena duljine svedena na početnu duljinu i promjenu temperature Čvrsta tijela: $\gamma \approx 3 \cdot \alpha$	$\alpha = \frac{\Delta l}{l_0 \cdot \Delta \vartheta}$
Specifična toplinska (kalorijska) vrijednost Spec. ogrjev. moć	H_u H_0	$\frac{kJ}{kg}$ $\frac{kJ}{kg}$	Izgaranjem tvari nastaje toplina, niža ogrjevna moć: dimni plinovi sadrže vodeni plin, viša ogrjevna moć: dimni plinovi sadrže vodenu paru	—
Spec. elektr. otpor	ρ	$\frac{\mu\Omega \cdot m}{\frac{\Omega \cdot mm^2}{m}}$	Električni otpor tvari duge 1 m i presjeka 1 mm ²	$\rho = \frac{R \cdot q}{l}$
Električna vodljivost	κ	$\frac{MS}{\frac{m}{\Omega \cdot mm^2}}$	Recipročna vrijednost specifičnog električnog otpora	$\kappa = \frac{l}{R \cdot q}$
Temperaturni koeficijent	α β	$\frac{1}{K}; K^{-1}$ K^{-2}	Promjena električnog otpora pri promjeni temperature < 200°C: α_{20} temperaturni koeficijent pri 20°C > 200°C: β	$\alpha = \frac{\Delta R}{R_{20} \cdot \Delta \vartheta}$ $\beta = \frac{\alpha^2}{2}$ $\Delta R = R_{20} \cdot (\alpha \cdot \Delta \vartheta + \beta \cdot \Delta \vartheta^2)$

Označavanje vrsta čelika

Struktura oznake

Čelici se označavaju oznakom koja se sastoji iz najviše četiri dijela:

ČXXXX(X).X(X...)-X(X...)

- slovni simbol — Č ili ČL kojim se označava materijal, čelik ili čelični ljev: _____
- **osnovna oznaka** — sastoji se iz četiri odnosno pet broječnih simbola, kojima se označava vrsta čelika: _____
- **dopunska oznaka** — sastoji se iz jednog, dva ili više broječnih ili slovnih simbola i njihovih kombinacija, kojima se po potrebi označava namjena, odnosno stanje čelika: _____
- ostale dopunske oznake — sastoje se iz jednog, dva ili više broječnih ili slovnih simbola i njihovih kombinacija, kojima se po potrebi označavaju druge karakteristike čelika. _____

Osnovna oznaka označuje vrstu čelika.

1. Čelici s negarantiranim sastavom

Simbol na 1. mjestu: 0

Simbol na 2. mjestu označuje grupu minimalne vlačne čvrstoće:

Simbol	Čvrstoća N/mm ²	Simbol	Čvrstoća N/mm ²
0	—	4	400...490
1	...330	5	500...590
2	340...360	6	600...690
3	370...390	7	700...

Simbol na 3. i 4. mjestu označuje redni broj čelika:

- 0...44 — ugljični čelici s negarantiranom čistoćom i čelici trgovačke kvalitete,
- 45...89 — ugljični čelici s garantiranom čistoćom,
- 90...99 — (slobodno)

2. **Ugljični i legirani čelici** s garantiranim sastavom

Simboli na 1. i 2. mjestu:

a) u ugljičnih čelika

- simbol na 1. mjestu: 1
- simbol na 2. mjestu: deseterostruka vrijednost maksimalnog postotka ugljika zaokružena na desetine; broječni simbol za $C \geq 0,9\%$ jest 9

b) u legiranih čelika

- simbol na 1. mjestu: oznaka najutjecajnijeg legirnog elementa
- simbol na 2. mjestu: oznaka drugog (po redu) najutjecajnijeg legirnog elementa; za jednostruko legiran čelike broječni je simbol 1.

Element:	C	Si	Mn	Cr	Ni	W	Mo	V	ostali
Oznaka:	1	2	3	4	5	6	7	8	9

Pod najutjecajnijim legirnim elementom razumijeva se onaj kojemu pripada najveći umnožak sadržaja u čeliku [%] i faktora vrijednosti.

Element	Si	Mn	Cr	Ni	W	Mo	V	Co	Ti	Cu	Al	ostali
Faktor vrijednosti	1	1	4	4	7	14	17	20	30	1	1	30

Ako višestruko legirani čelici imaju više legiranih elemenata s istim umnoškom, smatrat će se najutjecajnijim elementom onaj kojemu oznaka ima viši broj.

Simboli na 3. i 4. mjestu označuju redni broj čelika:

- 0...19 — čelici koji nisu namijenjeni toplinskoj obradi,
- 20...29 — čelici za cementiranje,
- 30...39 — čelici za poboljšavanje,
- 40...49 — ugljični i malo legirani alatni čelici,
- 50...59 — visokolegirani alatni čelici,
- 60...69 — čelici s posebnim fizikalnim svojstvima,
- 70...79 — kemijski otporni i vatrostalni čelici,
- 80...89 — (slobodno),
- 90...99 — čelici za automate i ostali čelici.

Dodatna oznaka označuje stanje čelika:

- 0 — bez određene toplinske obrade,
- 1 — žaren,
- 2 — meko žaren,
- 3 — normaliziran,
- 4 — poboljšan,
- 5 — hladno deformiran,
- 6 — ljušten ili brušen
- 9 — obrađen po posebnim uputama.

Čelici

Opći konstrukcijski čelici (JUS C.B0.500 — 1970. i 1972)

Mehanička svojstva

Oznaka	Granica plastič. min. N/mm^2	Vlačna čvrstoća N/mm^2	Relativna produlj. %	Pokus savijanja* ($\alpha=180^\circ$)	Udarne žilavost	
					J/mm^2	$^\circ C$
Č.0000	—	330...500	—	$D=3a$	—	—
Č.0261 Č.0270 Č.0271	210	340...420	28	$D=0,5a$	0,35 — —	+20 — —
Č.0361 Č.0362 Č.0363 Č.0370 Č.0371	240	370...450	25	$d=1a$	0,35 0,35 0,35 — —	+20 0 -20 — —
Č.0460 Č.0461 Č.0462 Č.0463 Č.0471	260	420...500	22	$D=2a$	— — — — 0,35	— — — — +20
Č.0481 Č.0482 Č.0483	290	440...540	22	$D=2a$	0,35 0,35 0,35	+20 0 -20
Č.0561 Č.0562 Č.0563	360	520...620	22	$D=2a$	0,35 0,35 0,35	+20 0 -20
Č.0545 Č.0645 Č.0745	300 340 370	500...600 600...720 700...850	20 15 10	— — —	— — —	— — —

* α — kut savijanja, D — promjer pritiskivača, a — debljina lima

Čelici za automate (JUS C.B0.505 — 1967)

Mehanička svojstva (pri debljini 16...30 mm)

Oznaka	Stanje	Granica plastičnosti σ_v N/mm^2 min.	Vlačna čvrstoća σ_M N/mm^2	Rel. produljenje δ_5 % min.
Č.1190	hladno vučeno normalizirano	350 210	500...700 370	8 25
Č.1290	hladno vučeno normalizirano	370 230	520...770 380	7 23
Č.1490	hladno vučeno normalizirano poboljšano	400 290 370	600...850 500 600...700	7 17 16
Č.1590	hladno vučeno normalizirano poboljšano	450 330 400	700...950 600 650...800	6 13 12
Č.3190	hladno vučeno normalizirano	330 300	550...750 400	8 20
Č.3990	hladno vučeno normalizirano	370 230	520...770 380	7 23

Čelici za opruge (JUS C.B0.551 — 1960)

Sastav i mehanička svojstva

Oznaka	Sastav (prosječne vrijednosti) %					Žareno	Poboljšano		
						Tvrdća HB max	Granica plast. N/mm ²	Vlačna čvrstoća N/mm ²	Pro- duljenje δ ₅ %
	C	Si	Mn	Cr	V				
Č.2130	0,38	1,50	0,65	—	—	217	1050	1200...1400	6
Č.2131	0,46	1,65	0,65	—	—	230	1100	1300...1500	6
Č.2132	0,51	1,65	0,65	—	—	230	1100	1300...1500	6
Č.2133	0,55	1,65	0,85	—	—	235	1100	1300...1500	6
Č.2134	0,65	1,65	0,85	—	—	240	1200	1400...1600	6
Č.2330	0,60	1,45	1,05	—	—	240	1100	1300...1500	6
Č.2331	0,60	1,65	0,85	(0,4)	—	240	1100	1300...1500	6
Č.4230	0,67	1,30	0,50	0,50	—	240	1350	1500...1700	5
Č.4830	0,51	0,25	0,95	1,05	1,10	235	1200	1359...1700	6
Č.4831	0,58	0,25	0,95	1,05	0,10	235	1350	1350...1700	6

Čelici

Čelici za opruge (JUS C.B0.551 — 1960)

Toplinska obrada

Oznaka	Kovanje °C	Meko žarenje °C	Normalizacija °C	Poboljšanje	
				kaljenje °C	popuštanje °C
Č.2130	1050...850	640...680	830...860	830...860 voda	470...540
Č.2131	1050...850	640...680	830...860	820...860 voda	470...540
Č.2132	1050...850	640...680	830...860	820...860 voda	470...540
Č.2133	1050...850	640...680	830...860	830...860 ulje	470...540
Č.2134	1050...850	640...680	830...860	820...850 ulje	470...540
Č.2330	1050...850	680...700	830...860	820...850 ulje	470...540
Č.2331	1050...850	640...680	830...860	820...850 ulje	470...540
Č.4230	1050...850	640...680	830...860	820...850 ulje	430...500
Č.4830	1100...850	640...680	830...880	830...860 ulje	430...520
Č.4831	1100...850	640...680	830...880	830...860 ulje	430...500

Brojčane oznake za materijale

2. Brojčane oznake kemijskog sastava bakra i bakrenih slitina

2.XXXX.

- brojčani simbol osnovnog metala za bakar i bakrene slitine, koji je uvijek broj 2
- znak za razdvajanje — točka
- brojčani simbol prvog najvažnijeg dodatnog elementa
- brojčani simbol drugog najvažnijeg dodatnog elementa
- glavna skupina bakra ili prvi redni broj bakrenih slitina
- drugi redni broj bakrenih slitina
- znak za razdvajanje od idućeg podatka — točka.

Ukupna oznaka

Ukupna oznaka osnovnog kemijskog sustava unosi se u ukupnu oznaku slitine, neposredno iza oznake načina izrade, odnosno namjene slitine.

Primjer označavanja prema standardu JUS C.D1.002.

Redni broj u skupini	Brojčana oznaka kemijskog sustava	Oznake kemijskim simbolima za kemijski sastav
1	2.0001.00	Ek — cu
1	2.0011.00	EB1 — cu
2	2.0012.00	EB2 — Cu
1	2.0021.00	ET1 — Cu
2	2.0022.00	ET2 — Cu
3	2.0023.00	T1 — Cu
4	2.0024.00	T2 — CU
1	2.0031.00	ED — Cu
2	2.0032.00	DNP — Cu
3	2.0033.00	DVP1 — Cu
4	2.0034.00	DVP2 — Cu

Bakar za elektrotehniku

Mehanička i električna svojstva proizvoda osim žica prema DIN 40500 — 1970

Oznaka i stanje DIN JUS	Oblici i dimenzije	Debljina min	Vlač. čvrst. min N/mm ²	Gran. plast. σ _{0,2}	Tvrdoća HB10	Vodljivost m Ω mm ²
E-Cu F20 ET1-Cu	limovi i trake	do 1 0,1 do 5 10...100	200	maks 120	45 do 70	57
	šipke plos. šir. 10...100 plos. šir. 100...200 cijevi svih Ø	2... 40 5... 30 sve				
E-Cu F25 ET1-Cu Č25	limovi i trake	do 1 1... 5 10...100	250	min 200	70 do 90	56
	šipke plos. šir. 10...100 plos. šir. 100...200 cijevi svih Ø	2... 40 5... 30 do 10				
E-Cu F30 ET1-Cu Č30	limovi i trake	do 1 1... 5	300	min 250	85 do 105	55
	šipke plos. šir. 10...100 plos. šir. 100...200 cijevi do Ø160	6...50 2...15 5...12 do 5				56
						55
E-Cu F37 ET1-Cu Č37	limovi i trake	do 1 1... 3 2...10	370	min 330	95 do 115	55
	šipke plos. šir. 10...100 plos. šir. 10... 50 cijevi do Ø50	2... 3 3... 6 do 3				

Brojčane oznake za materijale

2. Brojčane oznake kemijskog sastava aluminija i aluminijских slitina

JUS C.C0.002

3.XXXX.

- Brojčani simbol osnovnog metala, koji je za aluminij i slitine aluminija uvijek broj 3
- Znak za razdvajanje — točka
- Brojčani simbol prvog najzastupljenijeg dodatnog slijevnog elementa, odnosno nula za aluminij
- Brojčani simbol drugog najzastupljenijeg dodatnog slijevnog elementa
- Prvi i drugi broj daju podatke o namjeni aluminija i slitina aluminija (za lijevanje ili gnječenje)

Znak za razdvajanje od sljedećeg podatka — točka (.)

Aluminij za elektrotehniku

Mehanička i električna svojstva žica prema DIN 40501 — 1973.

Oznaka i stanje	Promjer mm	Vlačna čvrstoća n/mm ²	Granica plastičnosti $\sigma_{0,2}$ N/mm ²	Svojstva 20 °C Spec. otpor ρ Ω mm ² /m maks	Vodljivost m $\frac{m}{\Omega \text{ mm}^2}$
E-Al F7	— 0,2 do 1 >1 do 3,5 >3,5 do 14	60... 90 ¹⁾ 70...120 70...100 60... 90	60 ⁴⁾ — — 60 ⁴⁾	0,0280 0,02817 0,0280 0,0280	35,7 35,5 35,7 35,7
E-Al F 9 ²⁾	1,5 do 6	90...130	70 ⁵⁾	0,02825	35,4
E-Al F 13 ³⁾	1,5 do 6	130...180	90 ⁵⁾	0,02825	35,4
E-Al F 17	0,2 do 1,5 >1,5 do 3 >3 do 6	180 170 160	— 130 ⁵⁾ 130 ⁵⁾	0,02825 0,02825 0,02825	35,4 35,4 35,4

¹⁾ samo za plosnate

²⁾ i za plosnate do deb. 10 mm

³⁾ i za plosnate do deb. 5 mm

⁴⁾ maksimalna vrijednost

⁵⁾ minimalna vrijednost

Mehanička i električna svojstva proizvoda osim žica prema DIN 40501 — 1973.

Oznaka i stanje	Oblici i dimenzije	Debljina do mm	Vlačna čvrstoća min. N/mm ²	Granica plastič. $\sigma_{0,2}$	Tvrdoća HB	Vidljivi- vost m $\frac{m}{\Omega \text{ mm}^2}$
E-Al F 6,5	šipke plosnati do šir. 200	63 15	65	25	20/30	35,4
E-Al F 7	limovi trake cijevi do $\varnothing 250$	20 3 12	70	50 ¹⁾ 25	18/30 20/30	35,4
E-Al F 8	plosnati šir >120	>5	80	50	22/32	35,2
E-Al F 10	limovi trake šipke plosnati do šir. 80 cijevi do $\varnothing 120$	6 3 20 10	100	80 70	25/35 28/38	34,8
E-Al F 13	limovi trake šipke plosnati do šir. 12	4 2,5 10 3	130	110 90	32/48 32/42	34,5
E-Al F 16	limovi i trake	1,5	160	140	37/52	34,5

Neželjezni materijali

DIN 17 660/4.74
DIN 17 662/4.74
DIN 17 664/4.74 JUS C.D2.100

Legure

Kratice	Sastavine u %												Svojstva		Primjena
													R_m u N/mm ² (srednja vrijed- nost)	HB	
	Cu	Zn	Pb	Sn	Mg	P	Si	Fe	Ni	Mn	Cr	Al			
Mjed: CuZn10 CuZn37 CuZn38Pb1,5 CuZn40Pb2	90 63 60,5 58	10 37 38 40	1,5 2										300 400 500 500		instalacijski dijelovi za E-tehniku, vijci, ravna pera, dna kondenzatora, mjed za ure
Bronca: CuSn2 CuSn6 CuSn8	97 93 91			2 6 8		<0,4							550 565		električki vodljive opruge, otpornost prema koroziji
Novo srebro CuNi10Zn42Pb CuNi12Zn24 CuNi18Zn20	47 64 62	42 24 20	1,5						10 12 18				500 480		šipke, dobro kovke opruge, hladno vučeni dijelovi opruge
CuNi5Fe CuNi44	93 64,5							1,5	5 44	0,5 1,5					elektrotehnika, regulacijski opteretni otpornik
Aluminijska bronca CuAl15 CuAl11Ni	95 76							6	6	1		5 11			štapovi kaveznog rotora, dna kondenzatora, velike čvrstoće
Liješana mjed G-CuZn33Pb GD-CuZn37Pb	61,5 59,5	33 37	2 2	1,5 0,7			0,05 0,1	0,8 0,5	1 1	0,2 0,2		0,5	180 280	45 75	konstrukcijski dijelovi za elektroniku
Liješana alu-bronca G-CuAl10Fe G-CuAl10Ni G-CuAl18Mn	82 77 83	0,5 0,2 0,2	0,2 0,05 0,1	0,3 0,2 0,2	0,05 0,1		0,2 0,1	3 4,5 0,8	3 5,5 1,5	1 2,5 6		10 10 8	500 600 440	115 140 105	komplirani konstrukcijski dijelovi, držači ugljena, visoko opterećeni dijelovi nezatna magnetljivost
Plastične slitine E-AlMgSi0,5 AlZn4,5Mg1		4,5			0,5 1		0,5	0,3		0,5		98,5 94	200	77	električne žice, poluprodukti

Otporski materijali

DIN 17 471/4.83

Kratice (trgovački naziv kao primjer)	ρ_u g/mm ²	R_m N/mm ²	A_5 %	α_u 10 ⁻⁶ /K	λ_u W/mK	c_u J/g·K	T_s °C	T_A °C	ρ_{20} $\mu\Omega$ m	ρ_{20} $\mu\Omega$ m	Osobita svojstva	Primjena
CuNi2	8,9	220	18	16,5	130	0,38	1090	300	0,5	+1,4	mekan	niskoomski otpornici, ogrjevn žice, ogrjev- ni kabeli s niskom temperatu- rom
CuNi6	8,9	250	18	16	92	0,38	1095	300	0,10	+0,7		
CuNi10	8,9	290	20	16	59	0,38	1100	400	0,15	+0,35	otporan prema koroziji i ogorini	
CuMn3	8,8	290	20	15,5	84	0,39	1050	200	0,125	+0,32	meko lemljiv	otpornici s neznatnim opterećenjem
CuNi23Mn	8,9	350	20	16	33	0,37	1150	500	0,30	+0,25	otporan prema koroziji i ogorini	ogrjevn žice, ogrjevni otpornici
CuNi30Mn (Nikelin)	8,8	400	20	14,5	25	0,40	1180	500	0,40	+0,11	dobro otp. prema koroziji i ogorini	Pokretači, javljači
CuMn12Ni (Manganin)	8,4	390	20	18	22	0,41	960	140	0,43	±0,01	visoka vremenska nepromjen. otpota	mjerni i etalonski otpornici, predotpor.
CuNi44 (Konstantan)	8,9	420	20	13,5	23	0,41	1280	600	0,49	-0,08 +0,04	dobro ot- poran pre- ma ogorini	ogrjevn žice, po- tenciometri
NiCr8020 (Nikrotal 80)	8,3	650	18	13	15	0,42	1400	600	0,93	+0,1	kao i CuNi 30 Mn nije feromagne- tičan	otpornici velikog otpota
NiCr6015 (Kronifer II)	8,2	600	18	13,5	13	0,46	1390	600	0,90	+0,15		

Materijali ogrjevnih otpornika

DIN 17 470/10.84

Kratice	ρ_u g/cm ³	R_m N/mm ²	A_5 %	α_u 10 ⁻⁶ /K	λ_u W/mK	c_u J/g·K	T_t °C	T_u °C	ρ_{20} $\mu\Omega$ m	ρ_{100} $\mu\Omega$ m	α_{20} $\mu\Omega$ m/K	Postojanost prema rđanju	Osjetljivost na vibracije
NiCr8020	8,3	810	20	16	14,7	0,46	1400	1200	1,12	1,15	16	Velo veliko	Mala
NiCr6015	8,2	810	30	16	13,4	0,50	1390	1150	1,13	1,24	16	Velo velika	Mala
NiCr3020	7,9	740	30	18	13	0,52	1390	1100	1,04	1,30	18	Velo velika	Mala
NiCr2520	7,8	660	30	18	13	0,52	1380	1050	0,95	1,26	18	Velo velika	—
CrAl255	7,1	740	12	14	12,6	0,55	1500	1300	1,44	1,49	14	srednje	velika
CrAl205	7,2	690	12	14	12,6	0,55	1500	1200	1,37	1,45	14	srednje	velika

ρ : gustoća pri 20 °C

α : koeficijent rastezanja između 20°...100 °C

ρ_{20} : specifični električni otpor pri 20 °C

ρ_{100} : specifični električni otpor pri 100 °C

α_{20} : temperaturni koeficijent <100 °C

T_t : temperatura taljenja

T_u : gornja upotreba temperatura

Termobimetali

DIN 1715 T1/11.83

Primjer:

termobimetal ————— TB 15 77 A ————— kombinacija (A ili B)
 termičko savijanje a u $K^{-1} \cdot 10^6$ ————— spec. elek. otpor u $\mu\Omega m \cdot 100$

Skratčenica	Kratice	Sastojine				Svojstva					
		Mn	Ni	Fe	ostali	α u 10^{-6} K^{-1}	T_G u $^{\circ}C$	ρ u $\frac{kg}{dm^3}$	c u $\frac{W \cdot s}{g \cdot K}$	λ u $\frac{W}{m \cdot K}$	κ u $\frac{MS}{m}$
TB 20110	MnCuNi	Ost.	10...16	0,5	18...10Cu	20,8	350	7,8	0,46	6	0,91
TB 1577A	NiMn206	6	20	Ost.		15,5	450	8,1	0,46	13	1,28
TB 1577B	X60NiMn147	7	14	Ost.	0,6C	15,5	450	8,1	0,46	13	1,28
TB 1170A	NiMn206	6	20	Ost.		11,7	450	8,1	0,46	13	1,43
TB 1075	NiCr 161		16	Ost.	11 Cr	10,8	550	8	0,46	19	1,33
TB 0965	NiMn206	6	20	Ost.		9,8	450	8,2	0,46	15	1,54
TB 1555	NiMn206	6	20	Ost.		15	450	8,2	0,46	16	1,82
TB 1435	NiMn206	6	20	Ost.		14,8	450	8,3	0,46	22	2,86
TB 1425	NiMn206	6	20	Ost.		14	450	8,3	0,44	28	4,00
TB 1511	NiMn206	6	20	Ost.		15	400	8,3	0,44	70	9,09
TB 1109	NiMn206	6	20	Ost.		11,5	400	8,2	0,46	88	11,11

T_G : granična temperatura za trajne promjene

Materijali za kontakte

Kratice	ρ u $\frac{kg}{dm^3}$	T_s u $^{\circ}C$	λ u $\frac{W}{m \cdot K}$	κ u $\frac{MS}{m}$	α u 10^{-3} K^{-1}	Primjeri primjene
Čisti metali:						
Ag (čisto srebro)	10,5	961	0,94	67,1	4,1	relej
AU (čisto zlato)	19,3	1063	0,72	47,6	4	dojavna tehnika
Ir	22,5	2454	0,14	20,4	4,1	slitine
Mo	10,2	2620	0,38	20	4,75	visokonaponske sklopke
W	19,3	3380	0,31	17,6	4,8	prekidački kontakti
Pt	21,4	1769	0,17	10,2	3,9	slitine
Pd	12,0	1552	0,17	9,8	3,7	dojavna tehnika
Re	21,0	3180	0,14	5,3	4,5	prekidački kontakti
Hg	13,6	-39	10	1,04	—	sklopni aparati sigurni od eksplozije

Slitine

CuAg (2...6% Ag) (srebrna bronca)	9,2	1010	0,27	38	—	opruge, noževi, elektrode
Ag (2% Cu + Ni) (tvrdo srebro)	10,5	945	0,97	52	3,5	sklopnici, releji
AgCd (5...20% Cd)	10,4	930	0,41	28	1,9	rasvjetne sklopke, termo- stati i okretni birači, žmig.
PdAg (40% Pd)	11	1230	—	4,9	0,34	dojavna tehnika
AuAg (92% Au)	18,7	1045	0,24	11	—	mikrotehnika
AuNi (95% Au)	18,2	1010	0,20	7,1	0,68	neizgorivi kontakti dije- lovi u mjernoj i doj. tehn.
PtIr (90% Pt)	21,6	1790	0,11	5,5	2,2	sklopnici, releji
PtAg (70% Pt)	12,8	1090	—	3,4	0,3	

Sinter-materijali

AgW (20% Ag)	15,5	960	0,55	22	—	učinska sklopka, vibratori
Ag-volfram-karbid	13	960	—	22	—	sklopke za pokretanje
CuW (20% Cu)	15,5	1050	0,37	20	—	visokonaponska sklopka
AgCdO (90% Ag)	10,2	960	0,68	43	—	motorske zaštitne sklopke
Ag-grafit (2,5% C)	9,5	960	—	48	—	klizni kontakti
C (grafit, ugljen)	~2	~3900	~130	0,07...0,17	-0,04	klizni umeci

Magnetski materijali

Električni lim, električna traka

DIN 46 400 T1/4.83, T2/3.76, T3/11.75

Primjer:

karakt. slovo (a) V: hladno valjani, s neusmjerenom teksturom
 VH: hladno valjani
 WM: s usmjerenom teksturom

V 350 - 50 A

završna kaljena izvedba
 nazivna debljina d u mm puta 100
 gubici kod premagnetiziranja
 $P_{1,5}$ u $\frac{W}{kg}$ puta 100

Kratice	Nazivna deblj. u mm			ρ u $\frac{kg}{dm^3}$	Faktor naslage	$P_{1,5}$ u $\frac{W}{kg}$	Polarizacija $J^{1)}$ u T pri H u kA/m			
	0,35	0,50	0,65				2,5	5	10	30
V 250 - ...A	x			7,6	0,95	2,5	1,49	1,6	1,7	
V 270 - ...A	x	x		7,6	0,95/0,97	2,7	1,49	1,6	1,7	
V 300 - ...A	x			7,65	0,95	3	1,49	1,6	1,7	
V 310 - ...A		x		7,6	0,97	3,1	1,49	1,6	1,7	
V 330 - ...A	x	x	x	7,65	0,95/0,97	3,3	1,49	1,6	1,7	
V 400 - ...A		x	x	7,65	0,97	4	1,51	1,61	1,71	
V 470 - ...A		x	x	7,7	0,97	4,7	1,52	1,62	1,72	
V 530 - ...A		x	x	7,7	0,97	5,3	1,54	1,64	1,74	
V 600 - ...A		x	x	7,75	0,97	6	1,55	1,65	1,75	
V 700 - ...A		x	x	7,8	0,97	7	1,58	1,68	1,76	
V 940 - ...A			x	7,8	0,97	9,4	1,58	1,68	1,7	
VH 280-50		x		7,85	0,97	6,6	1,62	1,7	1,79	1,98
VH 330-65			x	7,85	0,97	8	1,62	1,7	1,79	1,98
VH 370-50		x		7,85	0,97	8,9	1,6	1,68	1,78	1,98
VH 420-65			x	7,85	0,97	10	1,6	1,68	1,78	1,98
VH 430-50		x		7,85	0,97	10,5	1,58	1,65	1,77	1,98
VH 500-65			x	7,85	0,97	12	1,58	1,65	1,77	1,98
VM 89-27	0,27 mm			7,65	0,95	0,89	1,75 za $H=0,8 \frac{kA}{m}$			
VM 97-30	0,30 mm			7,65	0,955	0,97				
VM 111-35	0,35 mm			7,65	0,96	1,11				

Transformatorski lim

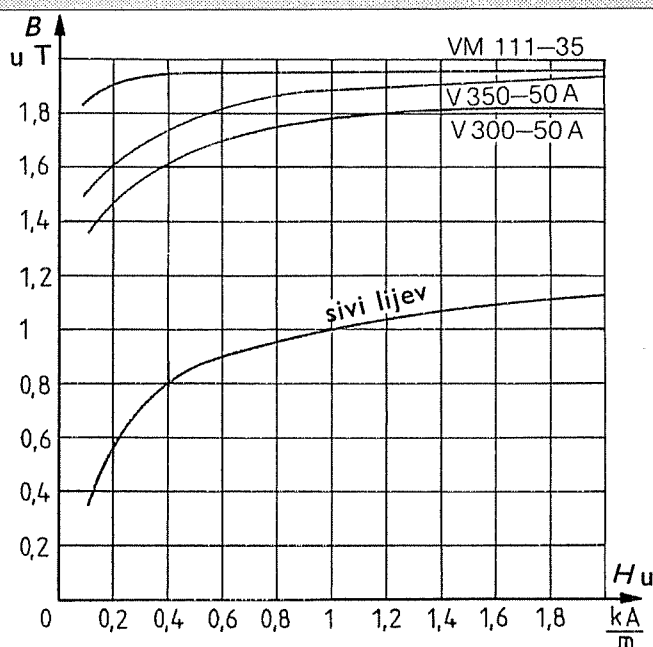
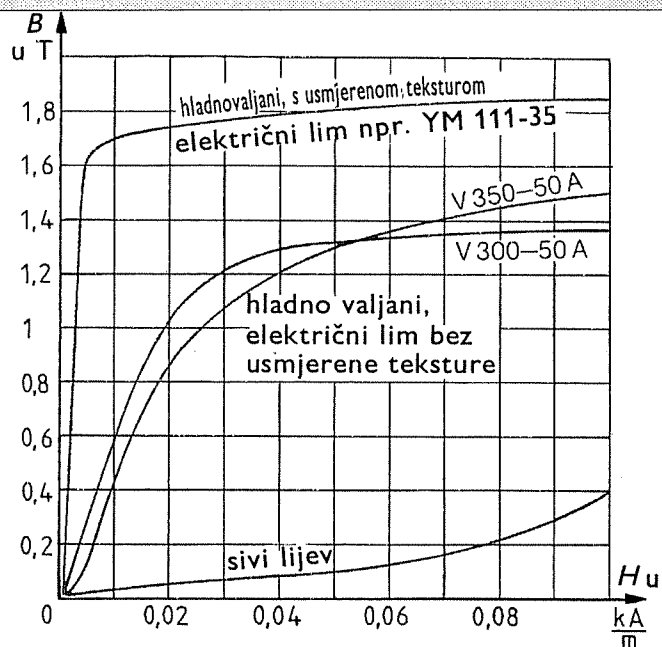
DIN 41 301/7.67

Kra- tice	Sastojine	Označavanje		ρ u $\frac{kg}{dm^3}$	κ u $\frac{MS}{m}$	H_c u $\frac{A}{m}$	B_{Sat} u T	$\mu_{16}^{2)}$ (μ_Δ)	$T_{Curie}^{3)}$ u $^\circ C$	Trgovački naziv (primjer)
		Boja	Broj crti							
A0	čelik s	—	0	7,7	2,5	100	2,03	450	750	trafopren,
A2	2,5...	svijetlo	2	7,63	1,82	60	2	800...900	750	
A3	4,5% Si	zelena	3	7,57	1,47	35	1,92	750...900	750	hiperm 4
C2	čelik s	bijelo/	po 1	7,55	2,00	30	2	1300	750	
C5	3,5... 4,5% Si	crna bijela	1	7,65	2,22	15	2	2100	750	
D1	čelik s	sv. plava/	1	8,15	1,33	60	1,3	1900... 2400	250	permenorm 3601,
D1a	36...	sv. plava/ bijela	do 1	8,15	1,33	50	1,3	2200... 2300	250	magnifer 36 K
D3	40% Ni	sv. plava/ crna	do 1	8,15	1,33	15	1,3	2500... 2900	250	
E3	Ni-Fe-Leg.	svijetlo	1	8,6	2,00	2	0,7... 0,8	(16...35)	400	mumetal,
E4	sa ≈75% Ni	crvena sv. crv./ bijela	do 1	8,7	1,82	1	0,6... 0,8	(30...40)	270... 400	hiperm 500
F3	Ni-Fe-Leg. sa ≈50% Ni	žuto/ zelena	do 1	8,25	2,22	10	1,5	(4)	470	hiperm 50, permenorm 5000, magnifer 50 RG

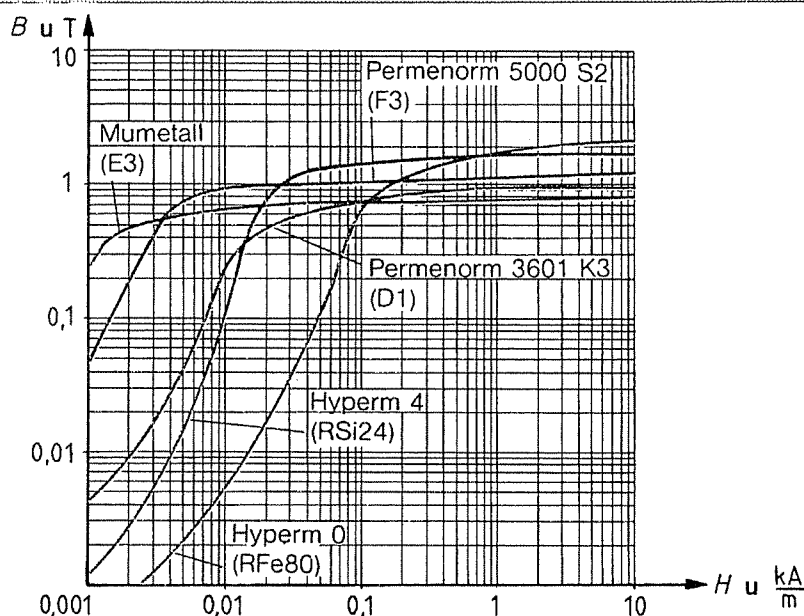
¹⁾ $J = B - \mu \cdot H$ — mjera magnetljivosti ²⁾ $\mu_{16} = \mu_r$ pri $H = 1,6 A/m$ ³⁾ T_{Curie} : temperatura razmagnetiziranja

Magnetski materijali

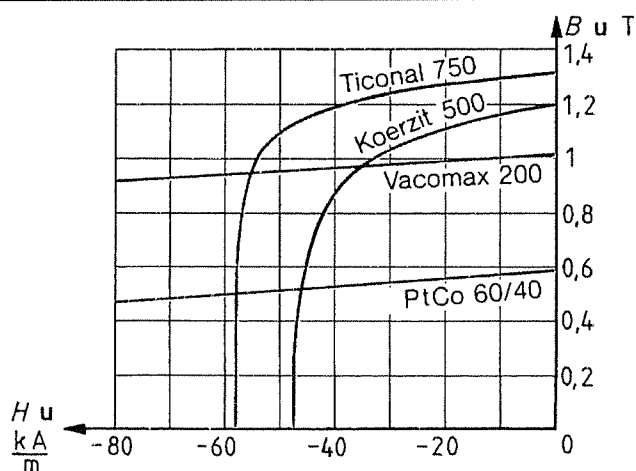
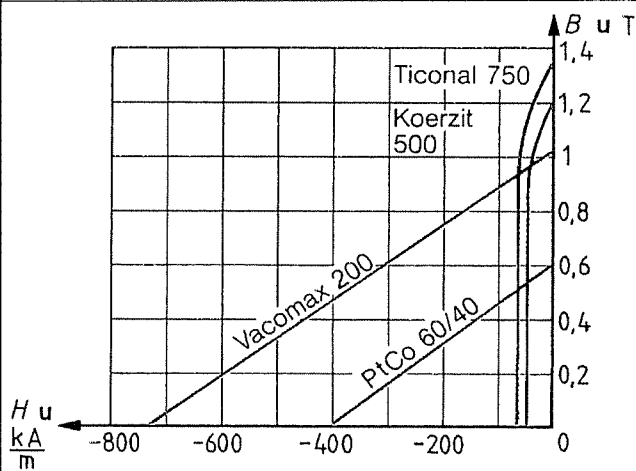
Krivulje magnetiziranja električnog lima i sivog lijeva



Krivulje magnetiziranja materijala za releje i transformatorske limove



Krivulje razmagnetiziranja materijala trajnih magneta



Tiskani spojevi

DIN 40801 (JUS N.R.7.022,025, 021,051)
DIN 40802 JUS N.R.7.080
DIN 40803

Materijal podloge

Oznaka tipa
i primjeri:

EP-GC 02
PF-CP 01

— razred dobrote
— smolni nosač
— smolna podloga

Razred dobrote: kvaliteta opada s većim brojem
(vidi DIN 40802) (dio 2)

Smolna podloga:

PF: fenol

EP: epoksid

Smolni nosač:

CP: celulozni papir

GC: tkanje od stak-
lenih niti

Bakrena presvlaka

nazivna težina masa površina u $\frac{g}{m^2}$	debljina u μm	dozv. odstupanje u μm
152	18	+6/-2
305	35	± 5
610	70	± 8

Nazivne debljine metaliziranih materijala podloge u mm

0,2	0,5	0,8	1	1,2	1,5	1,6	2	2,4	3,2 ¹⁾	6,4 ¹⁾
-----	-----	-----	---	-----	-----	-----	---	-----	-------------------	-------------------

¹⁾ Kod priključaka sastavnih dijelova ove nazivne debljine nisu
uzete u obzir

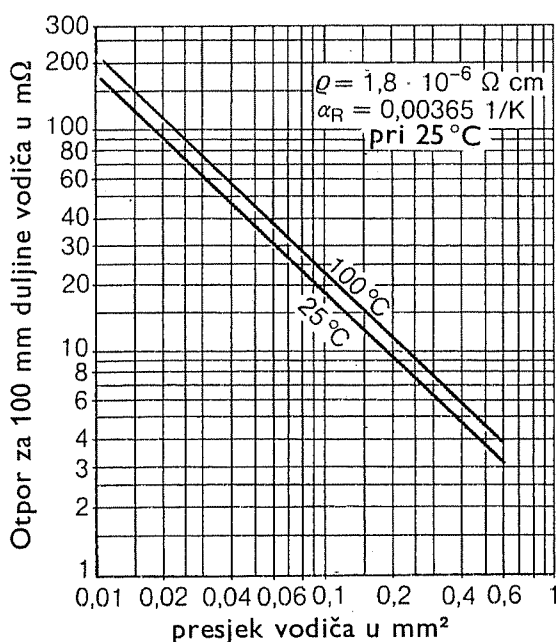
Rasterske mjere u mm

2,50	0,625		
2,54	0,635	0,5	0,1

Promjer rupe i lemne očice u mm

rupa - \varnothing	0,4	0,5	0,6	0,8	0,9	1	1,3	1,6	2
lemna očica - \varnothing			1,8	2,3		2,5	2,8	3,1	3,5

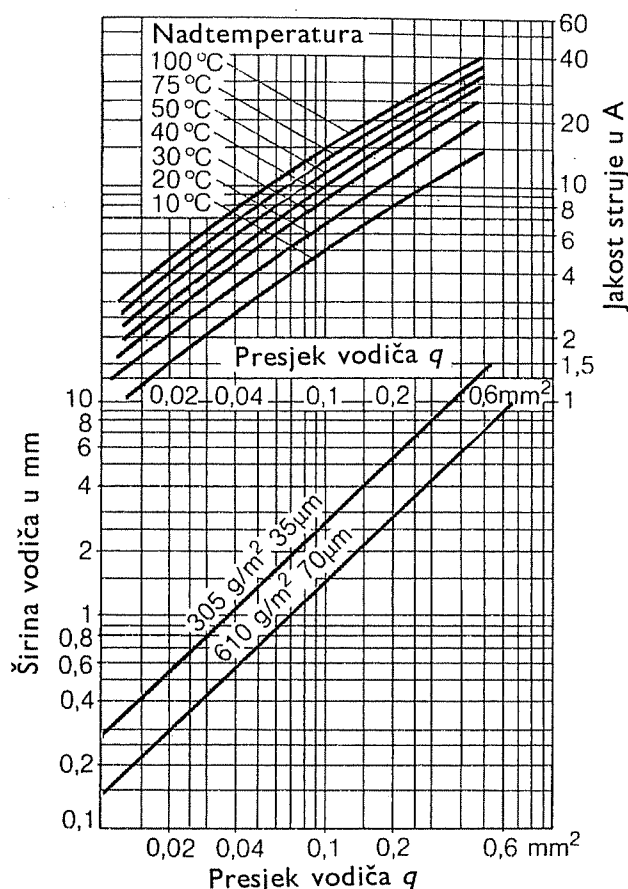
Električni otpor (Cu vodič)



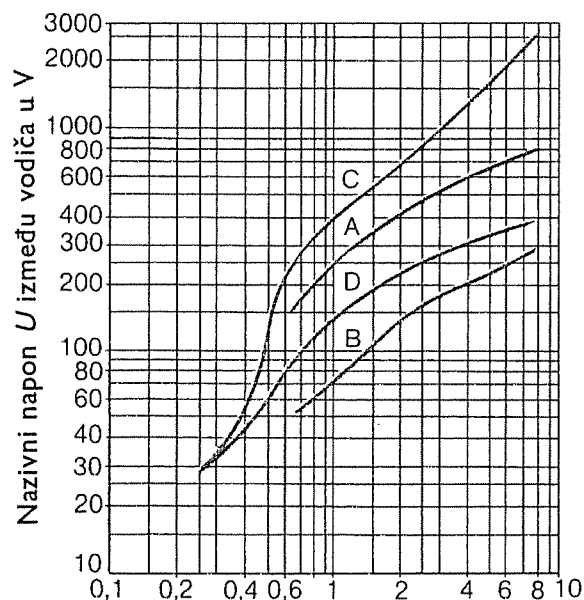
Opteretivost strujom

bakrenih vodiča pri nazivnoj debljini podloge ma-
terijala od 1,6...3,2 mm.

Redukcija za 15%, ako je pločica zaštićena lakom
ili je tanja od 0,8 mm.



Nazivni napon između vodiča (približna vrijednost)



Najmanji razmak između vodiča u mm

- A bez izolacijske presvlake, visine do 3000 m
- B bez izolacijske presvlake, visine iznad 3000 do 15000 m
- C s izolacijskom presvlakom, visine do 3000 m
- D s izolacijskom presvlakom, visine iznad 3000 m

Izolacijski materijali, plastične mase

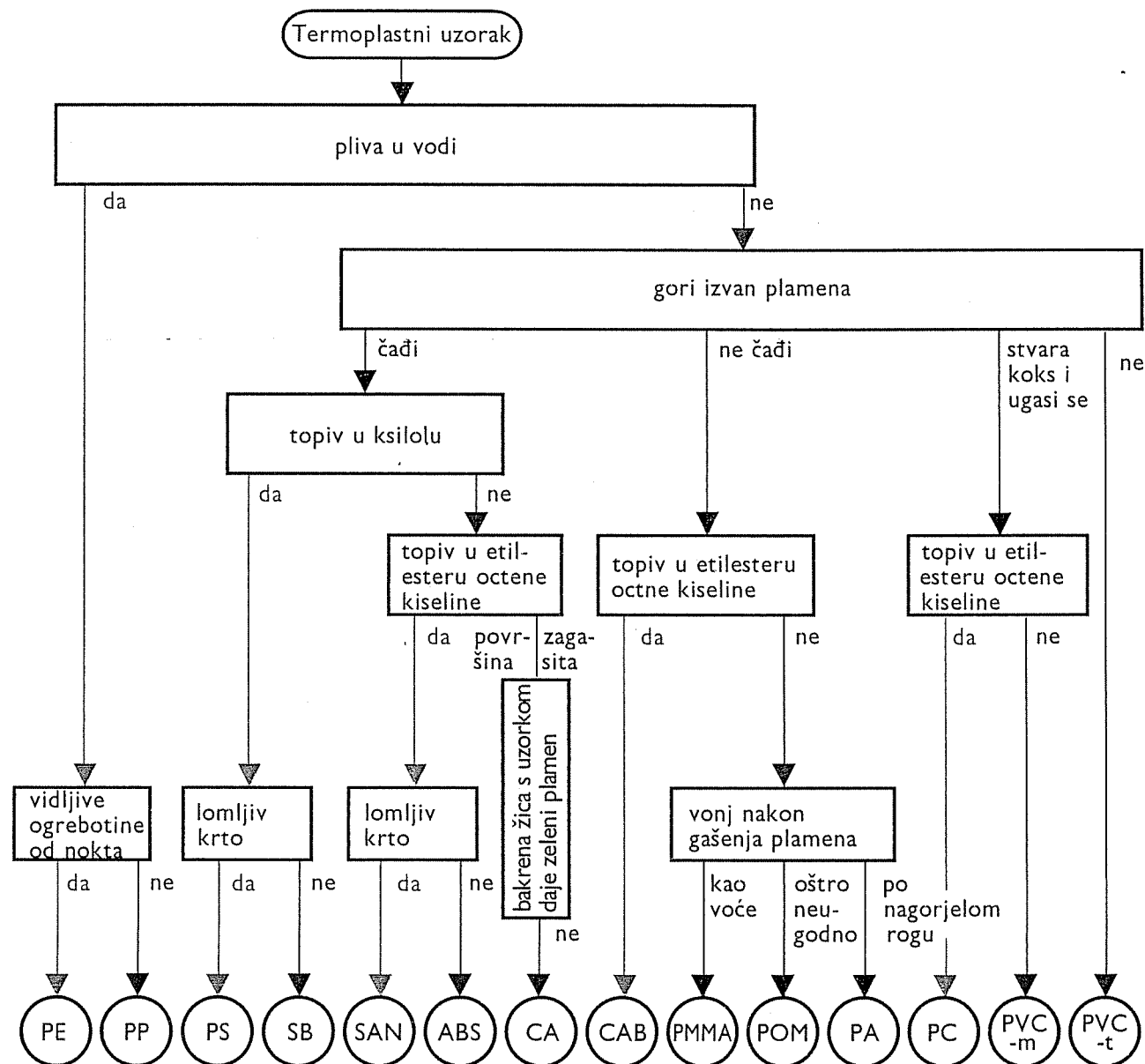
JUS G.C0.11

Oznake	Plastična masa		Svojstva	Primjene	Tvornički nazivi (primjeri)
PVC tvrdi	termoplasti	polivinil-klorid	otporan na mnoge kemikalije, otporan prema starenju	gradnja aparata, građevinska industrija, folije, cijevi, boce	hostalit, vinoflex, trividur
PVC mekan		polivinil-klorid	mala kemijska otpornost	podne prevlake, tapete, umjetna koža, izolacija za žice	mipolam, acella, vestolit
PS		polistirol	tvrd, krt, površinski sjaj, vrlo dobra električna svojstva	ambalaža, nosač svitaka	stirofleks, trolitul, hostiren
SB		stirol-butadin	velika žilavost kao PS, osjetljivost na UV svjetlo	kućišta, instalacijski materijali	stiron, hostiren
SAN		stirol-akrilnitril	otporan na kuhinjske tekućine, otporan na ogrebotine	kućanski aparati	vestovan, tiril
ABS		akrilnitril-butadinstirol	površinski sjaj, udarna žilavost, otporan na ogrebotine	kućišta, dijelovi uređaja, baterijske kutije	novodur, perluran
PE LDPE HDPE		polietilen meki-PE, tvrdi-PE	slaba atmosferska otpornost. Porastom gustoće raste tvrdoća i toplinska otpornost oblika, ali pada prozračnost	izolacija kabela, folije, boce	hostelen, lupolen,
PP		polipropilen	kemijska otpornost, tvrda poršina	baterijske kutije, kućanski aparati	novolen, trolen P
PA 12		poliamid 12	nezatno upijanje vode, vrlo dobra kemijska otpornost	folije za živežne namirnice, precizni elektrotehnički dijelovi	rilsan A., durentan, ultramid
POM		polioksi-metilen, (acetalna smola)	žilav, toplinska otpornost oblika po zadanoj mjeri, otporan na habanje, nije otporan prema kiselinama	zupčanci, klizni ležajevi, armature, sklopni releji, okovi	hostoform, derlin, sustain
PMMA		polimetil-metakrilat	proziran, krt, kemijski otporan, otporan prema starenju i atmosferi	svjetlosne kupole, sjenila, optičke leće	pleksiglas, degalan, vedril
CA CAB		celulozni acetat, celulozni acetobutirat	žilav, prozračan, nije za živežne namirnice, otporan na motorska goriva	okviri za očale, filmovi, kućišta za električne aparate	celidor tenite, cellon
PETP PBTP		polietilen-polibutilen-enterohtalat	tvrd, kristalast, otporan, na habanje, nezatno upijanje vode, malo rastezanje	zupčanci, izolacija žila, kućišta cijevi	vestodur A, B ultradur, crostin
PC		polikarbonat	tvrd, krut, žilav po zadanoj mjeri, otporan prema starenju	kućišta, utikači, letvice, dršci	mokrolan, lexan
UP	duroplasti	poliester, nezasićeni	moćnost po zadanoj mjeri, stalne svjetline i boje, vrlo čvrst	šljemovi, sklopke, dijelovi karoserije	hostaphon, vestopol
EP		epoksid	kemijski otporan, vrlo lako tekuć, nezatna krutost na toplini	precizni dijelovi, dvokomponentno ljepilo, metalni ulošci	araldit, tevokol, skotch-Weld
PF		fenolformaldehid	smeđkast, potamnjuje, krt, nije za živežne namirnice, kemijski otporan	ručka za lonac, nosač svitaka, podnožne ploče, klizni ležaj	bakelit, resinol, trolitan

Svojstva plastičnih masa

Ozna- ke	ρ u $\frac{\text{kg}}{\text{dm}^3}$	Upotrebna temperatura u °C		Kemijska postojanost i topivost												ρ u $\Omega \cdot \text{cm}$	R_m u $\frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$	E_d u $\frac{\text{kV}}{\text{mm}}$	λ_{20} u $\frac{\text{mW}}{\text{mK}}$	ϵ_r	
				motorsko ulje	mineralno ulje	kiselina			lužina		organsko ulje	ksilol	acetone	tetrakloruglik	trikloretilen						metilenklorid
		traj- no	krat- traj- no			slaba	jaka	organska	slaba	jaka											
PVC tvrdi	1,35... 1,4	60... 70	70... 80	—	+	+	○	○	+	+	○	○	○	○	○	○	10^{16}	50	20... 50	100	3,3... 4,0
PVC meki	1,2... 1,3	50... 60	60... 70	—	○	+	+	○	+	○	○	○	○	○	○	○	10^{10} 10^{15}	20	20... 35	100	3,5... 7,5
PS	1,05	65... 80	75... 90	—	○	+	○	○	+	+	+	—	—	—	—	—	10^{17}	50	50	110	2,6
SB	1,04	65... 75	75... 85	○	○	+	○	×	+	+	+	—	—	—	—	—	10^{16}	40	40... 100	120	2,6... 2,9
SAN	1,08	85... 90	90... 95	○	○	+	○	○	+	+	+	—	—	○	—	—	10^{16}	30...	120 50	2,9	
ABS	1,03... 1,07	75... 95	85... 105	○	○	+	○	+	+	+	+	—	—	○	—	—	10^{15}	40	40	150	3,0... 4,0
PE	0,92... 0,96	80... 95	90... 110	○	○	+	○	+	+	+	○	○	+	○	○	○	10^{17} 20	10... 100	70...	350	2,3
PP	0,9	100... 110	130... 140	○	○	+	—	○	+	+	○	○	+	○	○	○	10^{17}	30	70... 90	200	2,4
PA 12	1,02	80... 110	140... 150	+	+	—	—	○	○	○	+	+	+	+	+	+	10^{14}	60	50... 60	200	30... 4,0
POM	1,41	90... 110	110... 140	+	+	—	—	○	+	+	+	+	+	+	○	○	10^{15}	70	50... 70	250	3,7
PMMA	1,18	75... 95	85... 100	—	+	+	○	—	+	○	+	—	—	○	○	—	10^{17}	70	40	186	3,4
CA CAB	1,26 1,17	50... 80	70... 95	— ×	— ×	— ×	— ×	— ○	— ×	— ×	— ×	— ○	— —	○ —	○ —	○ —	10^{14}	30	30... 40	200	3,3... 6,0
PETP PBTP	1,37 1,3	100	160	+	+	+	○	+	+	+	+	+	○	—	—	○	10^{14}	60	50... 100	200	3,0... 4,0
PC	1,2	130	140	—	+	+	○	—	—	—	+	○	○	○	○	—	10^{16}	60	30... 50	198	3,0
UP	1,3	130	170	+	+	+	○	—	○	+	+	×	×	×	×	×	10^{12}	40	10... 15	150	2,7... 3,6
EP	1,1... 1,4	130	180	+	+	+	×	+	+	+	+	×	×	×	×	×	10^{14}	70	35	244	3,5... 5,0
PF	1,25	100... 140	140... 200	+	+	○	—	×	—	×	+	×	×	×	×	×	10^8 ... 10^{12}	50	20	198	4,0... 10,0
+ postojan ○ uvjetno postojan — nepostojan × nije moguć opći sud																					

Prepoznavanje plastičnih masa



duroplastni uzorak

pri struganju vonja na karbol

da ne

slomi se pri padu

da ne

gori

svjetlo žuto, jako čađi

žuto, čađi

djelomično oštar vonj

Feno-plast

Amino-plast

UP

EP

PUR

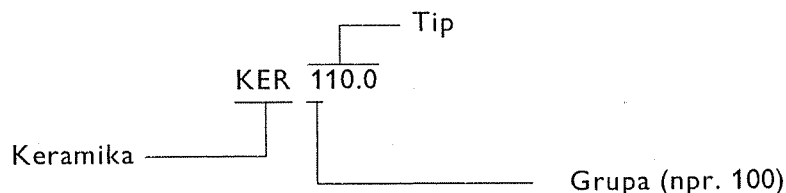
Ostale tipične značajke

Plastična masa	Značajke
Aminoplast fenoplast fenolna smola PE-meki, PVC-meki PP, PUR ABS	ne gori ne gori gore samo punila elastičan neslomljiv razvija cijanovodoničnu kiselinu pri gorenju ostavlja tvrdi, crni pepeo
PMMA, akrilna staklo akrilna smola PUR, mrežasti (duroplast) PUR, limaran (termoplast) PVC	potpuno izgara smeđi ostatatak nakon izgaranja nema smeđeg ostatka nakon izgaranja razvija solnu kiselinu pri gorenju

Slojeviti prešani materijali, izolacijske folije i izolacijski lakovi

Oznake, kratice	Normiranje	Materijali, sastav	Posebna svojstva	Primjena	Primjeri
Vulkanizirani fiber Vf	DIN 7737 /6.56	Papiri s otopinom cinkovog klorida	$\rho_D: 10^8 \Omega \text{ cm}$	izoliranje	Vf 3122
Kombinirana ljepjenka V_{sp}	DIN 7739	lijepljeni različiti izolacijski materijali	odlike plastičnih masa	utorska izolacija	Vsp
Prešpan P_{sp}	DIN 7732 /6.62 JUS N.A 8130	prešana fina ljepjenka od celuloze		nosač svitka, utorska izolacija	Psp 3020
Grijaći mikanit HEM	VDE 0332 /11.68	tinjac sa šelakom, umjetna smola odnosno silikon	granična temperatura 130 ... 180°C	nosač i pokrov grijaćih žica	HEM 3328
Fleksibilni mikanit FLM	VDE 0332 /11.68 JUS N.A8 401,402	tinjac s umjetnom smolom, silikon odn. epoksidna smola	granična temperatura 130 ... 180°C	ovoji, utorski oblog	FLM 3358
Traka od tinjca GLM	VDE 0318 /11.68	mala količina tinjca s umjetnom odnosno epoksidnom smolom, silikon	granična temperatura 130 ... 180°C	izolacija štapova armature	GLB 3399
Tvrđi papir Hp	VDE 0318 T.2/9.75	prešani papir i plastična masa	postojanog oblika 120°C	nosač svitka, izolacijske ploče, utorska izolacija	Hp 2063
Tvrda tkanina Hgw	VDE 0318 T.2/9.75	prešane tkaninske trake i plastična masa, azbest, staklena svila	postojanog oblika, 95 ... 155°C	nosač svitka, utorska izolacija	Hgw 2072
Tvrda guma Hgi	DIN 7711	kaučuk plus 30% sumpora i ostalih dodataka	postojanog oblika do 85°C		Hgi 6
Izolacijske folije F	DIN 40634	različiti termoplasti	$\rho_D: 10^{10} \dots 10^{17} \Omega \cdot \text{cm}$	kondenzatori, namoti armature, magnetofonske vrpce	F1620
Vrpce od plastične mase, samoljepljive K	VDE 0340 T.1/5.75 JUS N.A8. 292	PVC, PE, CA, PC, PETP	granična temperatura 80 ... 130°C	izolacija	K 50
Tkane vrpce, samolepljive, G	VDE 0340 T.2/7.67	pamučna tkanina, tkanina od celulozne vune sa ili bez plastične mase		radovi na instaliranju i popravcima	G 2
Vrpce, samoljepljive s termootvrdnjavajućim lepljivim slojem W	VDE 0340 T.3/8.70 JUS N.A8. 293	ljepljivi sloj otvrdnjuje pri toplini	granična temperatura 105 ... 140°C	radovi na izoliranju i popravcima	W 90
Izolacijski lakovi, impregnacijski lakovi TL	VDE 0360 T. 1/9.74	različiti duroplasti	nazivna temperatura 120...200°C	impregnacija namota	TL 200

Primjer:



Tip	Vrsta materijala, boja, vrsta mase	Bitne sastojine	Gruba	Tlačna	Koe-	Toplin-	tg δ pri		ρ _D u 10 ¹¹ Ω cm	ε _r	Ispitni napon (1 min) u kV
			gustoća ρ u kg dm ³	čvrsto- ća σ _{dB} u KN mm ²	ficijent raste- zanja α u 10 ⁻⁶ K ⁻¹	ska vodljiv- ost λ W mK	50 Hz u 10 ⁻³	1 MHz u 10 ⁻³			
110.1	porculan	Aluminij-silikat	2,2	0,45	3,5...5,5	1,2...2,6	25	12	1	6	30
110.2	porculan		2,3	0,55	3,5...5,5	1,2...2,6	25	12	1	6	30
111	porculan		2,2	0,25	3,5...4,5	1,2...1,6	—	—	1	—	—
220	steatit	Magnezij-silikat	2,6	0,85	7...9	2,3...2,8	3	2,5	5	5	20
221	posebni steatit		2,7	0,90	6...8	2,3...2,8	1,5	1,2	10	6	34
240	forsterit, por.		1,9	0,10	8,5...9,5	1,4...1,6	—	0,5	—	4	—
250	forsterit, gust.		2,8	0,80	—	3,4...4,2	1,5	0,5	—	6	30
310	kondenzatorska keramika	Titanoksid	3,5	—	6...8	3,4...4,0	—	0,8	60...100 40...60 12...40 25...50 30...60 120...350	—	15
311		(TiO ₂ , Rutil)	3,5	—	6...8	3,1...3,8	—	2,0			15
320		Mg-titanat	3,1	—	6...10	3,6...3,8	—	0,3			15
330		TiO ₂ i	4,0	—	8...9	—	—	0,3			15
331		ostali oksidi	4,8	—	—	—	—	0,4			15
340		Sr i	3,0	—	—	—	—	5			7,5
340		K-titanat	—	—	—	—	—	—			—
350		Ba-titanat	4,0	—	—	—	—	25	350...3000 > 3000	—	2
351			4,0	—	—	—	—	25			2
410	bijeli } fino smeđi } poroz. smeđi } bijeli... smeđi fino porozan	korderit	2,1	0,3	1...2	2...2,3	20	7	1	5	15
510		Al-Mg-silikat	1,9	0,2	3...5	1,2...1,7	—	—	—	—	—
511		aluminijev	1,9	0,2	3...5	1,3...1,5	—	—	—	—	—
512		silikat, i	1,8	0,05	3...5	1,0...1,2	—	—	—	—	—
520		ost. sastojine,	2,0	0,25	1,5...3	1,3...1,7	—	—	—	—	—
530		korderit	2,0	0,25	3,5...5	1,4...1,6	—	—	—	—	—
530		fini porozan	2,0	0,25	3,5...5	1,4...1,6	—	—	—	—	—
610		Al ₂ O ₃	2,6	0,7	5...6	2,3...5,8	—	—	—	—	26
706	keramički oksidni materijal (visoko vatrostalan)	Al-oksidi (korund)	3,3	1	5...6	10...16	—	1	—	8	18
708.1		Al-oksidi (korund)	3,5	1,7	5...6	14...21	0,5	1	—	9	18
708.2		Al-oksidi (korund)	3,6	1,8	5...7	16...24	0,5	1	—	9	18
710		Al-oksidi (korund)	3,7	2,1	5...7	19...28	0,2	0,5	—	9	20
720	porozan	Mg-oksidi	2,5	0,11	8...9	5,8...10	—	—	—	10	—
730		Zr-oksidi	5,0	1,75	8...9	1,2...3,5	—	2	1	24	—
Tip	Primjena		Tip	Primjena		Tip	Primjena				
110	visoko i nisko-naponski izolacijski dijelovi		250	taljenje stakla za vakuum-ske posude		520, 530	zaštita od iskre i električnog luka				
111	niskonaponski izolacijski dijelovi		300	kondenzatori, osobito za VF		610	izolacijske i zaštitne cijevi za termoelemente				
220	kao i 110 (osobito VF)		410	toplinska tehnika		706	izolatori za svjećice (za paljenje)				
221	kondenzatori		510	nosač ogrjevnog otpornika		...	izolacijski dijelovi za vakuumsku tehniku				
240	izolacijski dijelovi (točno po mjeri)		512	za toplinske aparate		730					

Klase izolacijskih materijala

VDE 0530 T.1/11.72

JUS N.A8.005

Klasa	Granič. temperatura	Izolacijski materijal	Vezivno sredstvo	Sredstvo za impregniranje	Primjena
Y	90 °C	drvo, pamuk, svila, papir	nema	nije neophodno	pokrivanje vodova
		Psp, Vf, PA, PE, PVC, PS, anilin formaldehidna umjet. smola, karbamid			
A	105 °C	pamuk, svila, drvo, Psp, Vf, PA	nema	asfaltni lak, šelak, kopal, izolacijsko ulje	vodovi, namoti, izolacijska cijev
		tekstilni papir, PA	lakovi od prir. i umjet. smole		
		slojevito drvo (šperploča)	fenolformaldehidna smola		
		CA, mrežaste poliesterske smole	nema	nije potreban	
E	120 °C	PC-, CTA folije, mrežaste poliesterske smole, lakovi za žice	nema	lakovi od umjetnih smola, mrežaste poliesterske smole, epoksidne smole	namoti, prešani dijelovi
		materijali od pamuka, papirnih slojeva i kombinirani prešani dijelovi s celuloznim punilima	fenolmelamin-formaldehidna smola		
		obrađivani tekstili	lakovi od smole		
		etilenvinilacetat kopolimer	nema	nije potreban	
B	130 °C	staklena vlakna, azbest	nema	kao E	namoti, prešani dijelovi
		tekstili od staklenih vlakana	lak. od umj. sm.		
		proizvodi od tinjca	šelak, asfalt, lakovi od umj. smola, epoksidne smole		
		lakovi za žice, tkanine i folije na osnovi PE-glikol teneftalatne	nema		
		slojevita staklena vlakna, i azbest, Vsp, prešani dijelovi s mineralnim punilima	fenolske-melaminske-formaldehidne smole, epoksid. smole		
F	155 °C	staklena vlakna, azbest	nema	alkidne smole, epoksidne smole, silikonske alkidne smole, mrežaste poliesterske i PUB smole	namoti
		tkanine od staklenih vlakana, azbest, proizvodi od tinjca bescelulozni vezni mater. (PA osnova)	kao sredstva za impregniranje		
		lakovi za žice (osnova: IPE, EI, politereftalat), folije na osnovi polimonoklorotrifloretilena	nema		
H	180 °C	staklena vlakna, azbest	nema	silikonske smole	vatrootporni vodovi, namoti, izolacijske gipke cijevi, pokrovi
		tekstili od staklenih vlakana, azbest	silikonske smole, kaučuk		
		proizvodi od tinjca	silikonske smole		
		vlakna (osnova: PA), folije (osnova: PI), lakovi za žice (osnova: PI)	nema		
C	>180°	tinjac, porculan, staklo, kvarc	nema	nema odn. vezivno sredstvo: npr. cement	izolatori, na vrućini otporni namoti
		tekstili od staklenih vlakana, azbest, proizvodi od tinjca	silikonske smole velike toplinske postojanosti		
		politetrafluoretilen	nema	nije potreban	

Oprema radionice u elektrotehničkom obrtu

Smjernice njemačkog elektrotehničkog udruženja:

- Oprema radionice za elektroinstalaterski obrt
- Oprema radionice za elektrostrojarski obrt
- Potrebna minimalna oprema radionice za školske pogone u radio- i TV-tehničkom obrtu

Podsjetni list njemačkog strukovnog udruženja finomehaničara i elektrotehničara:

- Radionički prostor i oprema radionica elektroinstalaterskih pogona
- Radioničke prostorije i oprema elektrostrojarskih pogona

Elektroinstalaterski pogoni		Elektrostrojarski pogoni	
vibracijska bušilica bušaći čekić bušaći vijak klijesta (VDE 0680) škare za rupe kombinirane škare pincete alat za stiskanje kabela izvijač kutni izvijač probodno šilo svrdlić uvlačna vrpca užna zatezna stezaljka zateni koloturnik žabice kotač za vod stezaljka za čeličnu oklopnu cijev naprava za savijanje priručni cjevni škripac žičana četka škripac za turpijanje plastični čekić probojni zatici, probijala		ručna brusilica tokarski stroj aparat za zavarivanje (autogeno) udarne škare uređaj za savijanje i izvijanje namatalica za svitke uređaj za natapanje i impregniranje peć za sušenje vitla dizalice stezna klijesta za gumene cijevi strugač naprava za izvlačenje glodalo za kolektore specijalni alat za izradu namota mehaničarski alat visokonaponski aparat za ispitivanje izolacije tahometar mjerila (prenosiva) za ispitivanje strojeva	
rezalo navoja radioničke turpije momentni stegač vijaka bravarski čekić klijesta za vodene crpke klijesta za zazorne prstene izvijač	dlijeto točkalo metalno mjerilo pomična mjerka mikrometerski vijak pila za metal lemilo	kabelski nož kabelske škare uljna mazalica utični ključ čeljusni ključ prstenasti ključ stolna bušilica	uređaj za lučno zavarivanje radionički stol s čvrsto montiranim škripcem brusilica (2 brusne ploče) klijesta (kombinirana, plosnata za cijevi, telefonska, okruglo nazubljena, za trganje, tlačna, skidalo izolacije, za rubno rezalo)
Stacionarno ispitno mjesto s ugrađenim mjernim instrumentima za: pogonski napon, pogonsku struju, smjer okretnog polja, nazivnu snagu, otpor zaštitnog vodiča, otpor izolacije — dodatno za elektrostrojarstvo: temperatura namota, međuzavojni spoj, otpor namota.			
Radio i televizijske radionice			
Ručna bušilica, vibracijska stolna bušilica radni stol sa škripcem brusni stalak mehaničarski alat regulacijski rastavni transformator lemilo (zaštitno odvojeno) slog alata za radio TV tehničare naprava za otprašivanje servisni kovčeg zrcalo za popravke povećalo sa svjetlom naprava za remont gramofona		univerzalni mjerni instrument svitak za remagnetiziranje magnetskih glava/kolor kineskopa mrežni ispravljač (stabilizirani) mjerilo istosmjernog napona antenski mjerni TV prijemnik antenski mjerni radio prijemnik digitalni osciloskop dvokanalni osciloskop generator uzoraka slike u boji	
		mjerilo tonfrekvencijskog izobličenja treptajni tongenerator ispitni aparat za igle povećalo za određivanje čistoće boja ispitni aparat za daljinsko upravljanje zaštitna naprava za zamjenu kineskopa signalni generator stereo-uređaj za kodiranje brojilo frekvencije davač signala mjerilo snage mjerilo stereo-snage	

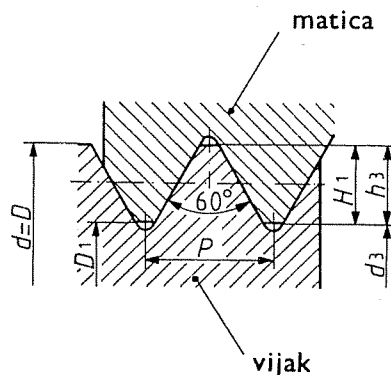
Vrste navoja

JUS M.B0.010

Metrički obični navoj

JUS M.B0.012

DIN 13 T.1/3.73



Dubina navoja:
svornjak $h_3 = 0,6134 \cdot P$
matice $H_1 = 0,5413 \cdot P$

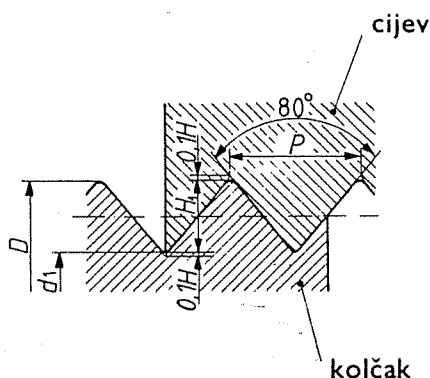
promjer jezgre:
vijka $d_3 = d - 1,2269 \cdot P$
matice $D_1 = d - 1,0825 \cdot P$
svrdlo za rupu u jezgri
promjera $= d - P$

Kra- tice	Vanjski \varnothing $d = D$	Promjer jezgre		Svrdlo za rupu u jezgri \varnothing	Dubina navoja		Korak navoja	Širina šeste- ro- strane glave
		vijka d_3	matice D_1		vijka h_3	matice H_1		
M 1	1	0,693	0,729	0,75	0,153	0,135	0,25	—
M 1,2	1,2	0,893	0,929	0,95	0,153	0,135	0,25	—
M 1,6	1,6	1,171	1,221	1,3	0,215	0,189	0,35	3,2
M 2	2	1,509	1,567	1,6	0,245	0,217	0,4	4,5
M 2,5	2,5	1,948	2,013	2,1	0,276	0,244	0,45	5
M 3	3	2,387	2,459	2,5	0,307	0,271	0,5	5,5
M 4	4	3,141	3,242	3,3	0,429	0,379	0,7	7
M 5	5	4,019	4,134	4,2	0,491	0,433	0,8	8
M 6	6	4,773	4,917	5,0	0,613	0,541	1	10
M 8	8	6,466	6,647	6,8	0,767	0,677	1,25	13
M 10	10	8,160	8,376	8,5	0,920	0,812	1,5	17
M 12	12	9,853	10,106	10,2	1,074	0,947	1,75	19
M 16	16	13,546	13,835	14	1,227	1,083	2	24
M 20	20	16,933	17,294	17,5	1,534	1,353	2,5	30
M 24	24	20,319	20,752	21	1,840	1,624	3	36
M 30	30	25,706	26,211	26,5	2,147	1,894	3,5	46
M 36	36	31,093	31,670	32	2,454	2,165	4	55
M 42	42	36,479	37,129	37,5	2,760	2,436	4,5	65
M 48	48	41,866	42,587	43	3,067	2,706	5	75
M 56	56	49,252	50,046	50,5	3,374	2,977	5,5	85
M 64	64	56,639	57,505	58	3,681	3,248	6	95

Navoj čelične oklopne cijevi

JUS M.B0.090

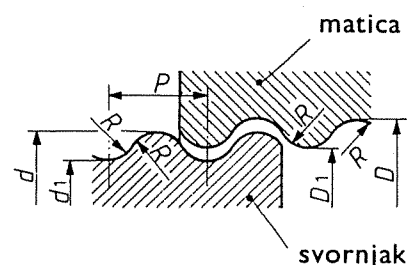
DIN 40430/2.71



Kratice	Vanjski \varnothing $D = D$	Jezgra \varnothing $d_1 = D$	Dubina navoja H_1	Korak navoja p	Broj zavoja po inču
Pg 7	12,5	11,28	0,61	1,27	20
Pg 9	15,2	13,86	0,67	1,41	18
Pg 11	18,6	17,26	0,67	1,41	18
Pg 13,5	20,4	19,06	0,67	1,41	18
Pg 16	22,5	21,16	0,67	1,41	18
Pg 21	28,3	26,78	0,76	1,59	16
Pg 29	37	35,48	0,76	1,59	16
Pg 36	47	45,48	0,76	1,59	16
Pg 42	54	52,48	0,76	1,59	16
Pg 48	59,3	57,78	0,76	1,59	16






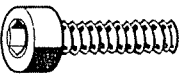



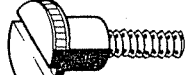
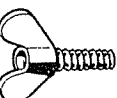



















Elektrotehnički navoj

DIN 40400/12.81



Kra- tica	Vanjski promjer		Promjer jezgre		Zaob- ljenje R	Korak navoja P	Broj zavoja po inču
	svor- njak d	matice D	svor- njak d_1	matice D_1			
E 14	13,8	14,1	12,1	12,5	0,822	2,82	9
E 16	15,0	16,2	14,4	14,6	0,708	2,5	10
E 18	18,4	18,7	16,7	17,1	0,875	3	8,5
E 27	26,3	26,7	24,1	24,5	1,025	3,63	7
E 33	33,4	33,4	30,3	30,8	1,187	4,23	6

Vijci i matice

Valjkasti vijak s prerezom  JUS M.B1.105	Upušteni vijak s prerezom  JUS M.B1.130	Lećasti upušteni vijak s prerezom  JUS M.B1.117	Šesterostrani vijak  JUS M.B1.136	Vijak s rupom unakriž  JUS M.B1.105
Valjkasti vijak sa šesterostranim uputom  JUS M.B1.120	Upušteni vijak s križnim prerezom  JUS M.B1.144	Lećasti upušteni vijak s križnim prerezom  JUS M.B1.118	Šesterostrani prilagodni vijak  JUS M.B1.136	Visoki nasjeckani vijak s prerezom  JUS M.B1.200
Krilati vijak  JUS M.B1.230	Plosnati kružni vijak s četverostr. nastav.  JUS M.B1.171	Svorni vijak  JUS M.B1.281	Zidni vijak  JUS M.B1.230	Prstenasti vijak  JUS M.B1.210
Poluokrugli vijak za drvo s prerezom  JUS M.B1.520	Upušteni vijak za drvo s prerezom  JUS M.B1.515	Šesterostrani vijak za drvo  JUS M.B1.500	Poluokrugli čavlasti vijak  JUS M.B1.500	Valjkasti vijak za lim  JUS M.B1.456
Šesterostrane matice  JUS M.B1.600	Krunaste matice plosnate  JUS M.B1.630	Zaob. slijepe matice niske  JUS M.B1.650	Mat. s križ. rupama  JUS M.B1.622	Matice s prerezom  JUS M.B1.660
Šestokut. samosig. mat.  JUS M.B1.631	Krunaste matice  JUS M.B1.631	Visoke zatv. matice  JUS M.B1.628	Matice s dvije čel. rupe  JUS M.B1.622	Nasjeckane matice  JUS M.B1.671

Označavanje vijaka i matice

Primjer:	vijak M 6 × 12	JUS M.B1.280 – 4,8	matice M 10	JUS M.B1.628
	vrsta navoja	—	vrsta navoja	—
	nazivni promjer	—	nazivni promjer	—
	duljina vijka (bez glave)	—	oznaka JUS-a	—
	oznaka JUS-a	—		
	klasa čvrstoće	—		

Razredi čvrstoće za čelične vijke

DIN ISO 898 T.1/4.79

Razred čvrstoće	3.6	4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	6.9	8.8	10.9	12.9
R_m u N/mm ²	340	400		500		600		800	1000	1200
R_e u N/mm ²	200	240	320	300	400	480	540	640	900	1080
A_5 u %	25	25	14	20	10	8	12	12	9	8

Razredi čvrstoće za čelične matice

DIN ISO 898 T.2/3.81

Razred čvrstoće	4	5	6	8	10	12
Ispitna napetost u N/mm ²	400	500	600	800	1000	1200

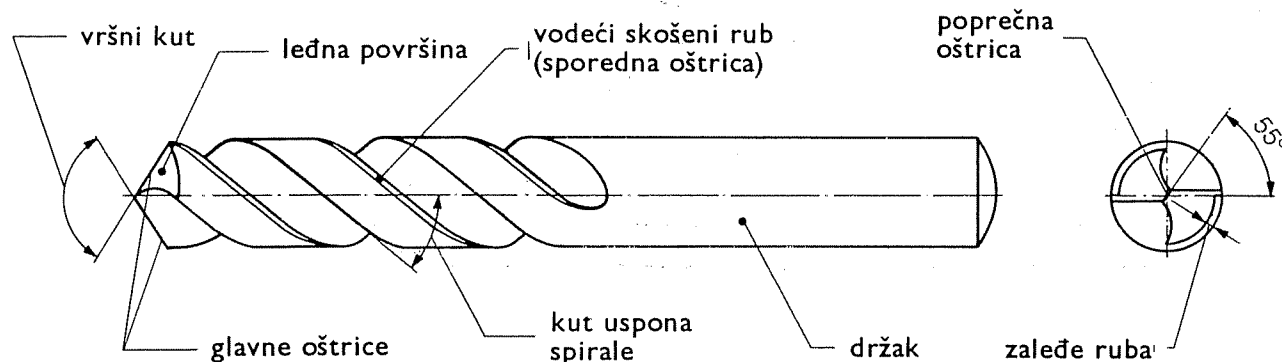
Kod vijaka i matice od neželjeznih metala navodi se umjesto razreda čvrstoće odgovarajući materijal

Kakvoća izvedbe vijaka i matice

Duljine navoja vijaka, oblici vijaka

Razred kakvoće, oznaka	fin	srednja	srednja gruba	gruba	oblik izvedba	A	B
						navoj do glave	valjkasti vijak s tijelom

Oznake na spiralnom svrdlu



Odabir svrdla prema materijalu

materijal	Čelik					
	...700N/mm ²	...900/mm ²	Cr-Ni čelik	alatni čelik	manganski čelik	čelični lijev
kut vrha	118°	130°	16...30°		10...13°	118°
kut spirale				140°		16...30°
SS svrdlo	v s 20...35 0,05...0,45	15...20 0,03...0,35	10...20 0,03...0,3	6...9 0,02	— —	18...25 0,05...0,45
HM svrdlo	v s — —	40...70 0,02...0,12	15...32 0,02...0,06	9...12 0,03...0,06	6...15 0,02...0,04	20...40 0,1...0,3
materijal	bakar	slitine bakar-cink			aluminij	
		CuZn 10	... CuZn 20	... CuZn 40	čisti	slitine
kut vrha	140°	118°			140°	
kut spirale	20...40°	16...30°			35°...40°	
SS svrdlo	v s 35...70 0,15...0,5	30...35 0,02...0,4	40...60 0,04...0,8	50...100 0,1...0,8	50...200 0,15...0,6	35...60 0,03...0,4
HM svrdlo	v s — —	75...120 0,04...0,3	60...90 0,04...0,4	90...125 0,03...0,2	200...300 0,05...0,25	90...125 0,03...0,4
materijal	željezni lijev	drvo	duroplasti, prešani mat.	termoplasti		kamene ploče beton
				PVC-tvrđi	PE, PP	
kut vrha	118°	180° s vrhom za centriranje	100...120°	80...110°	60...90°	140°
kut spirale	16...30°			10...13°		16...30°
SS svrdlo	v s 12...40 16...30°	— —	30...40 0,04...0,6	30...80 0,1...0,5	50...100	— —
HM svrdlo	v s 25...80 0,1...0,3	— —	100...120 0,04...0,6	— —	— —	20...40 0,1...0,3

Objašnjenje: čelično svrdlo: svrdlo od niskolegiranog alatnog čelika

SS svrdlo: svrdlo od brzoreznog čelika

HM svrdlo: svrdlo s oštricom od tvrdog materijala (vidija)

s: pomak u mm po okretaju. Manji pomak za manji promjer

v: brzina rezanja u m/min za $d=1 \dots 500$ mm

Broj okretaja dobiva se iz: $n = v \cdot \frac{1000}{d\pi} \Rightarrow n = v \cdot x$

Faktor x za približni račun:

d u mm	1	5	10	15	20
x u m ⁻¹	≈ 300	≈ 60	≈ 30	≈ 20	≈ 15

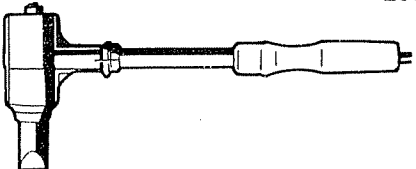


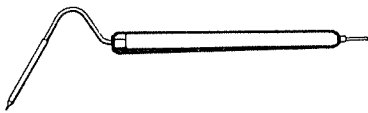
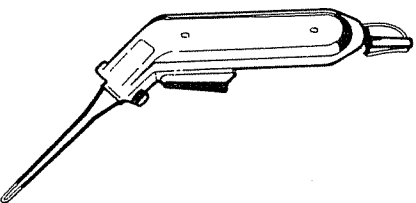
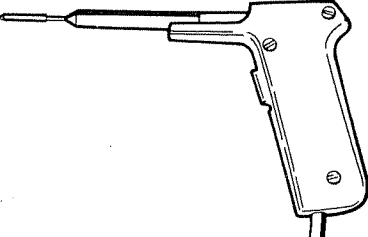
Lemljenje

Postupak lemljenja

DIN 8505 T.3/1.83

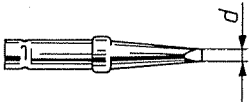




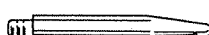
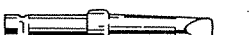
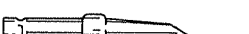
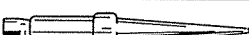


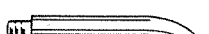


Označavanje	Kratice	Postupak	Primjena
Lemljenje u plamenu	FL	Izradak i lem se ugrijavaju plinskom grijalicom	Velike površine, tvrdo lemljenje, lemljenje olova
Lemljenje u plinskoj peći	GA	Izradak s lemom se ugrijava u peći	Tvrdo lemljenje, zaštitni plin: bez katalizatora
Lemljenje u solnoj kupelji	SA	Izradak s lemom ugrijan u rastaljenoj soli	Industrijsko lemljenje, bez katalizatora
Otporsko lem.	WD	Lemni šav se ugrij. protjecanjem struje	Veoma točno lemljenje
Indukcijsko lem. na zraku	IL	Izradak s lemom u svitku s VF, skin efekt	Serijska proizvodnja, zbog visokog tehnološ. troška
Lemljenje valjcima	RO	Izradak se ugrijava zagrijanim valjkom, Lem se naplavljuje	Tiskane pločice i slični plosnati predmeti
Lemlj. lemilom	KO	Izradak i lem se ugrijavaju lemilom	Elektrotehnika (vidi dolje)

Vrste lemila

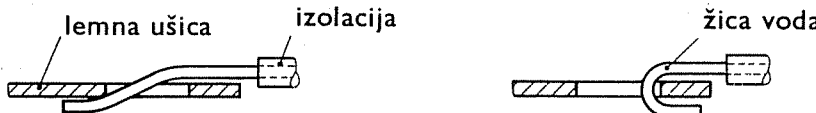
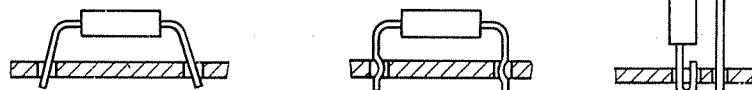
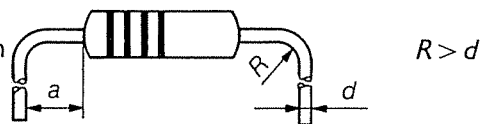
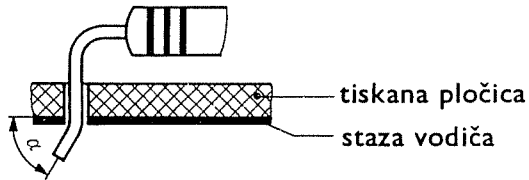
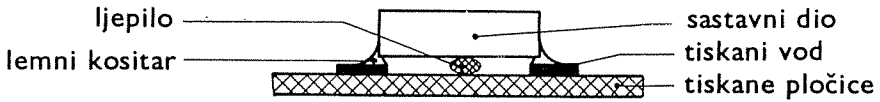
Označavanje	Slika/snaga	Upute	Primjena
Čekičasto lemilo	 <p>200 ... 1000 W</p>	Vrijeme zagrijavanja 5 ... 7 min. temperatura 250 ... 500 °C težina 2 kg	Lemljenje velikih površina npr. limova
Standardno lemilo	 <p>35 ... 150 W</p>	Vrijeme zagrijav. ... 3 minute	Lemljenje u elektrotehnici npr. žica
Fino lemilo (isto i nisko-naponsko lemilo)	 <p>5 ... 30 W</p>	Vrijeme zagrijav. ... 2 minute	Elektronika, lemna mjesta manja i od 1 mm ²
Minijaturno lemilo, lemna igla	 <p>≈ 5 W</p>	Vrijeme zagrijav. ≈ 15 sekundi	Mikroelektronika, lemljenje pod povećalom
Lemni žarnik	 <p>... 100 W</p>	Struja izravno kroz lemni šiljak, vrijeme zagrijavanja ... 10 s	Popravci npr. elektronika
Brzo lemilo	 <p>... 20 W</p>	Vrijeme zagrijavanja ... 10 s neznatna snaga pri trajnom pogonu ali nije prikladno za trajni pogon	Popravci npr. tiskanih spojeva

Lemljenje

Vrste lemnih šiljaka

Standardna lemila			Fina lemila		
Označavanje	Mjera d u mm	Slika	Označavanje	Mjera d u mm	Slika
Plosnat (screwdriver)	0,8		Mikrošiljak (micropoint)	0,25	
	1,6		Plosnat (spade)	0,8	
	2,4				
	3,2		Plosnat, kos (spade)	1,2	
	5,0				
	6,0				
Duguljasti (long screwdriver)	1,2 2,0 3,2		Oblik dlijeta (chisel)	1,6	
Stožast, krnji (conical blunt)	2,4 3,2 5,0				
Stožast, ukošen (conical spade)	1,2 3,2				
Dugoljast, stožast (long conical)	0,8		Oblici dlijeta zavinut (chisel)	0,8	
Plosnat (narrow screwdriver)	1,6		Oblici dlijeta zavinut (chisel)	1,2	
Plosnat malo uvrnut	3,2				
			Oblik dlijeta (chisel)	2,0 3,0	

Upute za obradu

Natuknica	Razjašnjenja
Lemni šav	0,05 ... 0,26 mm, što tanji, to bolji, kapilarnodjelovanje
Čvrstoća	Meki lemní spojevi: oko 40 N/mm ² , pri vrlo tankim lemnim šavovima još više Tvrđi lemní spojevi: 250 ... 400 N/mm ²
Bakrena lemila	Kositreni lemovi otapaju bakar, stoga lemilo treba dorađivati
Učvršćivanje na lemne ušice	
Opremanje tiskanih pločica	Učvršćivanje položaja sastavnih dijelova 
Savijanje priključnih vodova	$a \geq 2d$ = najmanje 1,5 mm 
Učvršćivanje sastavnih dijelova na lemnoj strani tiskanih pločica	$\alpha = 20^\circ \dots 30^\circ$ 
Nalemljivanje sastavnih dijelova bez priključnih vodova	

Lemljenje								DIN 8511, DIN 8513, DIN 1707, DIN 1732 ... DIN 1735 (JUS C.T3.005, JUS C.E1.041, JUS C.H3.061, 071)							
Pridruživanje materijal-lem/katalizator										meko lemljenje					
Materijal		Bakar													
Namjera- vana obrada		debeli		sred. debeli elementi		tanke		fino lemljenje		najfinije lemljenje		pokositra- vanje		oćenito	
lemovi		L-Ag-8		L-Ag12		L-Ag20 L-Ag25		L-Sn60 L-Sn50 L-Sn40 L-Sn90 L-Sn60Pb(Sb) L-Sn50PbSb		L-Sn63PbAg L-Sn60PbAg L-Sn50PbAg L-Sn60PbCu L-Sn50PbCu		L-Sn60 L-Sn60Pb(Sb) L-Sn50PbSb L-PbSn35Sb		L-Pb98,5 L-Sn35 L-Sn33	
taljivo		F-SW21		F-SW21		F-SW21		F-SW21 ...24				F-SW21		F-SW22	
Materijal		Bakar													
Namjera- vana obrada		tiskani spojevi		motori		teleko- munika- cije		visoko mehaničko opterećenje		niska radna tem- peratura		ciljevi za vodu hladna		topla	
lemovi		kao i naj- finije lemljeje		L-SnAg5 L-PbAg3 L-SnPb Cd18		L-Sn50		L-Sn35		brzi lemovi		L-Sn50Pb		L-SnSb5 L-SnCu3	
taljivo		F-SW31, 32		F-SW26		F-SW31						F-SW21		F-SW21	
Materijal		Olovo						Pocinčani lim				Kositar		Aluminij	
Namjera- vana obrada		kabelski plaštev		cijevi		fino lemljeje		pokositra- vanje		tanke lim					
lemovi		L-Pd Sn35(Sb) L-Pb Sn33(Sb)		L-Pd sn25Sb L-Pb Sn30Sb L-Pb Sn35Sb		L-Pd Sn40Sb L-Sn50 PbSb		L-Pbsn40(Sb)		L-Pb Sn30(Sb) L-Pb Sn40(Sb) L-PbSn45		L-Sn90Pb		L-ZnAl15 L-ZnSn L-Zn60Zn	
taljivo		F-SW23		F-SW23		F-SW23		F-SW12		F-SW12		—		F-LW1	
Pridruživanje materijal-lem/taljivo										tvrdi lemovi					
materijal		bakar i slitine		novo srebro		nikalji i legure		čelik		tvrdi metal za čelik		plemeniti metal		aluminij	
lemovi		L-Ms48 L-Ms54 L-Ms85 L-CuSn46 L-CuP8 L-Ag15P L-Ag12Cd L-Ag25Cd L-Ag30 Cd12 L-Ag40Cd L-Ag72		L-CuSn42		L-Ms42 L-CuSn6 L-CuSn12 L-Ag20Cd L-CuNi10 Zn42 L-Ag12CD		L-Ms54 L-Ms85 L-Ag15 L-Ag25 L-Ag40Cd L-CuSn6 L-CuSn12 L-CuSn46 L-CuNi10 Zn42 L-Ag12Cd		L-Ag49		L-Ag50Cd L-Ag60 L-Ag75 L-Ag45 L-Ag60Cd L-Ag67Cd L-Ag67		L-AISi7,5 L-AISi10 L-AISi12	
taljivo		F-SH1		F-SH1,2		F-SH2		F-SH2,3		F-SH3		F-SH4		F-SH2	

Lijepljenje

Važni pojmovi		Ljepila ¹⁾ DIN 16 920/6.81 VDI 2229/6.79	
Pojam	Objašnjenje	Vrst Ljepila	Objašnjenje
Debljina šava	udaljenost lijepljenih ploha	Tutkalo	životinjske biljne ili sintetičke sirovine otopljene u vodi
Sredstvo za prijanjanje	materijal za nanošenje na lijepljenu plohu, da bi se postigla optimalna čvrstoća Ljepila		
Lijepljeni šav	razmak između lijepljenih ploha	Škrobno Ljepilo, kelj	vođeno bubrenje stvara već kod male koncentracije sirovine jako viskoznu masu
Ljepljivi nanos	za preradu pripravnica mješavina, sastojina Ljepila	Plastisol	Ljepilo bez otapala, koje veže pri toplini 140...200°C najčešće na osnovi PVC
Kontaktno vr. lijepljenja (prije: otvoreno vrijeme)	vremenski razmak, nakon najmanjeg vremena sušenja, u kojem je kontaktno lijepljenje još moguće	Disperzirano Ljepilo	organska sirovina i tekuće disperzirano sredstvo
Vrijeme vlaž. lijepljenja (prije: otvoreno vrijeme)	vremenski razmak nakon nanošenja Ljepila, u kojem je vlažno lijepljenje još moguće	Ljepilo s otapalom	organska sirovina otopljena u organskom otapalu
Vrijeme upotrebe	vremenski razmak u kojem je Ljepivo nanos još upotrebljiv	Taljivo Ljepilo	bez otapala, kruto Ljepilo, koje se nanosi rastaljeno
Vrijeme čekanja otvoreno	vremenski razmak od nanošenja Ljepila do sjedinjenja	Kontaktno Ljepilo	većinom kaučuk kao sirovina; spaja nakon sušenja pod jakim pritiskom
Vrijeme čekanja, zatvoreno	vremenski razmak od sjedinjenja do postizanja potpunog veznog zahvata (npr. tlak, temperatura)	Dvokompon. Ljepilo	Ljepila nakon vezanja prelaze u mrežaste polimere
		Ljepljiva žbuka (vezana uz cement)	cement s organskom materijom i vodom

Postupci lijepljenja (JUS H.K2.021, 024, 102, 103) DIN 16 920/6.81

Postupak	Objašnjenje	Postupak	Objašnjenje
Lijepljenje prijanjanjem	film Ljepila prijanja u svako vrijeme pod laganim pritiskom	Aktivno Lijepljenje otapalom	film Ljepila postaje s organskim otapalom sposoban za lijepljenje
Kontaktno lijepljenje	film Ljepila je prividno suh, lijepljenje pod pritiskom		
Toplinski aktivno lijepljenje	film Ljepila postaje grijanjem sposoban za lijepljenje	Mokro lijepljenje	film Ljepila nakon spajanja sadrži još mnogo tekućine

Lijepljenje metala (JUS H.K1.045, 041) VDI 2229/6.79

Materijal	Dopunska priprema lijepljene površine pri opterećenju (vlažno-posmična čvrstoća)		
	nizak $\left(< 5 \frac{N}{mm^2} \right)$	srednji $\left(5 \dots 10 \frac{N}{mm^2} \right)$	visok $\left(> 10 \frac{N}{mm^2} \right)$
bakar, mjed	nema	brusiti šmirkom	čistiti mlazom
alumijske	nema	jetkati ili četkati	Čistiti mlazom ili jetkati (60°C) u Pikling kupelji za jetkanje (27,5% H ₂ SO ₄ + 7,5% Na ₂ Cr ₂ O ₇ · 2H ₂ O + ost. H ₂ O) ili jetkati (90°C) u Chemoxal-otopini (6% fosfatnoj vodenoj otopini) (Švicarska, Al-AG, Zürich)
Sivi lijev, čelik	odstraniti koru od lijevanja odn. bez nje	šmirkati ili brusiti	čistiti mlazom

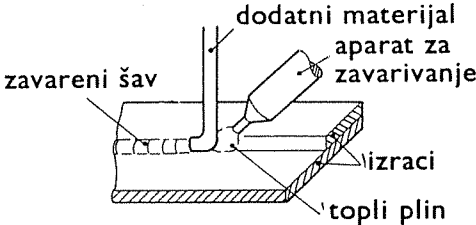
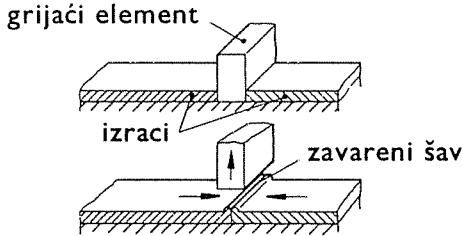
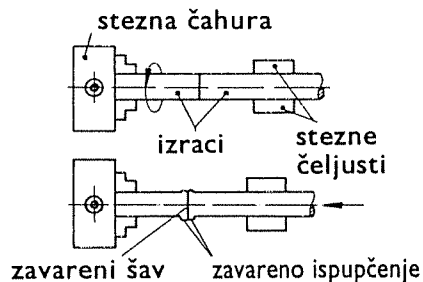
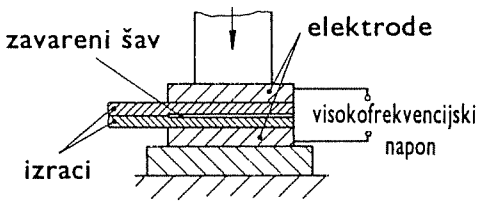
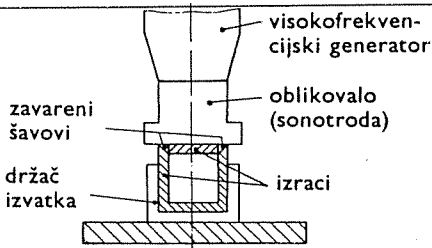
¹⁾ VDI-smjernica 2229 „Lijepljenje metala“ sadrži opširnu tablicu s glavnim trgovačkim imenima

Zavarivanje plastičnih masa

Pridruživanje materijal-postupak zavarivanja

		POM	PA	PE-w	PE-h	PMMA	MP	PP	PS	PVC-w	PVC-h
Zavarivanje toplim plinom	Temperatura plina za zavarivanje u °C			310 ... 330	340 ... 360	360 ... 380		330 ... 350		320 ... 340	300 ... 350
	Temperatura materijala u °C			160 ... 190	180 ... 200	180 ... 200		200 ... 220		150 ... 170	170 ... 180
Zavarivanje toplim plinom	Temperatura u °C	210	250 ... 275	190 ... 200	200 ... 220			190 ... 220		230 ... 250	
	Sila tlačenja u $\frac{N}{mm^2}$	0,03	0,15	0,15	0,15		0,15	0,1	0,1	0,4 ... 0,6	
VF postupak zavarivanja ima prednost										•	•

Postupci zavarivanja

Onačavanje	Slika	Tumačenje	Pom. sred.	Primjena
Zavarivanje toplim plinom (zavarivanje toplim mlazom)		Zavarivane plohe i dodatni štapić se zagrijavaju i time zavaruju. Folije se zavaruju laganim pritiskom.	ugrijani zrak ili dušik te po potrebi dodatni materijal	folije, ploče
Zavarivanje grijačim elementom		Zavarivane plohe ugrijavaju se grijačim elementom. Grijači element se odstrani, a zavarivanje plohe se međusobno stisnu.	grijači klin ili pečat toplinskog impulsa	profili, cijevi, ploče
Tarno zavarivanje		Zavarivane plohe se ugrijavaju rotirajućim trenjem. Stroj se zaustavi, zavarivane plohe se međusobno stisnu.	stroj za okretanje	kružno simetrični izraci
Visokofrekvencijsko zavarivanje		Zavarivane plohe se međusobno stisnu. Priključi se VF napon. Zavarivane plohe se užare i rastale.	preša za zavarivanje i VF generator	folije i ploče s velikim dielektričnim gubicima
Ultra-zvučno zavarivanje		Mehaničke vibracije uzrokuju trenje na zavarivanim ploham. Zavarivane plohe se ugriju i zavare.	VF generator (oko 20 kHz) i oblikovalo (sonotroda), samo lagani pritisak	skoro sve termoplastične mase

Tehničko crtanje

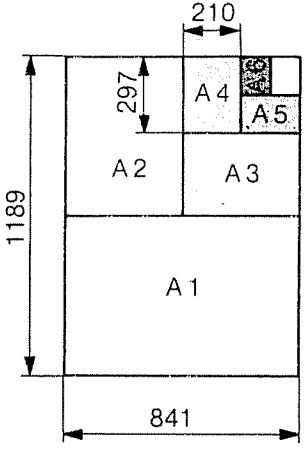
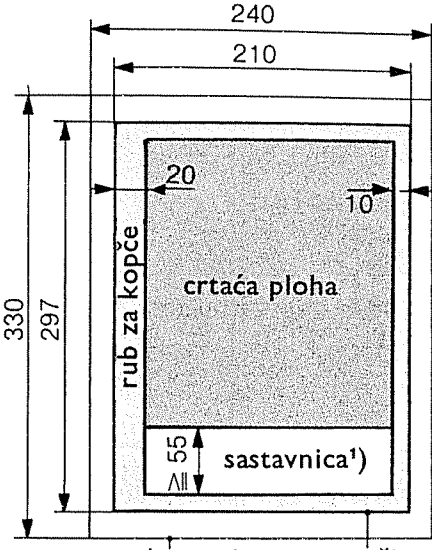
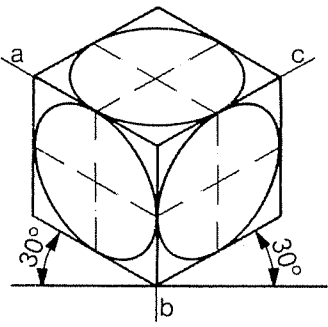
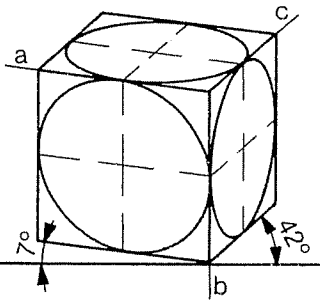
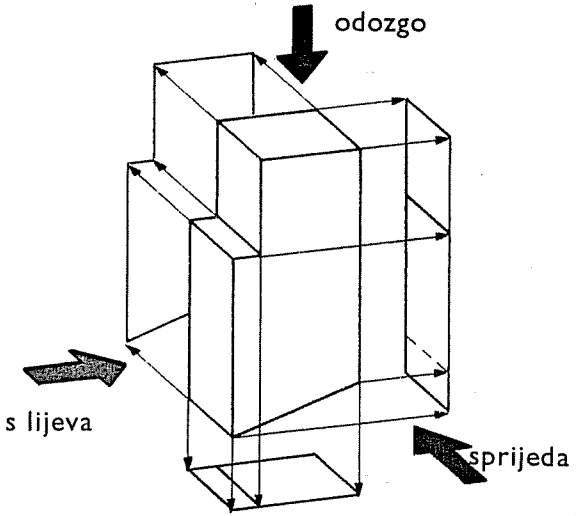
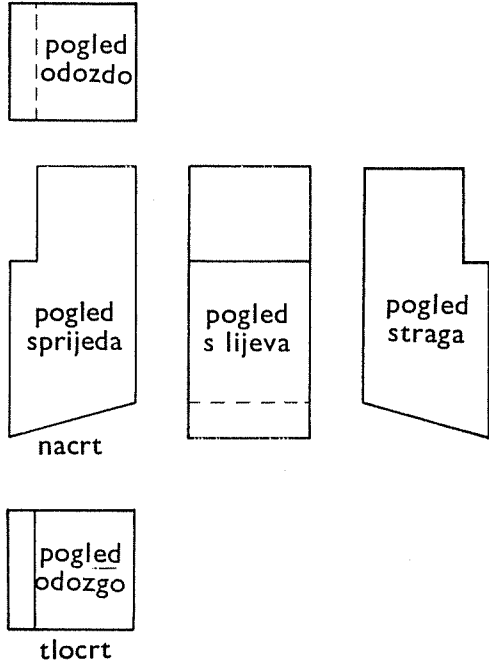
Tehničko pismo	274	Dodatni spojni simboli	297
Grčko pismo	274	Spojni simboli za vodove	
Crte	274	i spajanje vodova	298
Mjerila	274	Spojni simboli za pobudne članove,	
Formati listova	275	zagone i okidače	298
Veličine listova	275	Primjeri za sklopne aparate, zagone,	
Projekcija	275	releje i okidače	300
Prikazivanje iz više pogleda	275	Spojni simboli za sklopke u	
Linijski dijagrami	276	zaštitnoj tehnici	301
Osnovne konstrukcije	277	Spojni simboli za transformatore,	
Kotiranje	279	prigušnice, mjerne transformatore	
Navoji	280	i transduktore	302
Presjeci	280	Spojni simboli za rotacione	
Označavanje površinske obrade ..	281	električne strojeve	303
Građevni nacrti	282	Spojni simboli za pokretače	305
Označavanje električne opreme ..	283	Spojni simboli za mjerne	
Strujna shema	286	instrumente, mjerne naprave	
Principna shema	288	brojila, sklopne satove i	
Nacrt električne instalacije	289	pretvornike mjernih veličina	305
Nacrt ožičenja	290	Spojni simboli za brojila i uklopne	
Dijagram redoslijeda sklapanja,		satove	306
dijagram vremenskog toka	291	Spojni simboli za poluvodičke	
Obrada informacija	292	elemente	306
Obrada informacija, pravila za izvedbu		Spojni simboli za elektronske	
dijagrama tokova, spojni simboli ..	293	cijevi	307
Shema djelovanja	294	Grafički simboli za principne	
Položajni nacrt	295	sheme	307
Označavanje načina spajanja namota	295	Spojni simboli za elektroakustičke	
Označavanje vrste struja i napona,		prijenosne aparate, magnetske	
impulsa i moduliranih impulsa ...	296	glave i dojavne uređaje	307
Oznake za promjenljivost		Spojni simboli za instalacijske	
i namjestivost	296	nacrte	308
Spojni simboli za otpornike i		Spojni simboli za binarne	
kondenzatore	296	elemente	310
Spojni simboli za trajne magnete,		Grafički simboli za analognu obradu	
baterije, uzemljenje i zakriljenja ..	297	informacija	316

Tehničko pismo			JUS A.A0.101		DIN 6776 T1/4.76	
Oblik pisma A: širina crte $\frac{1}{14} h$	A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W					
Oblik pisma B: širina crta $\frac{1}{10} h$	X Y Z A O U 1 2 3 4 5 6 7 7 8 9 0 I V X					
kurzivno: ispod 75	a b c d e f g h i j k l m n o p q r s t u v w x y z					
uspravno: ispod 90	a o u ß ± □ [(! ? , " = + x √ % &)] φ					

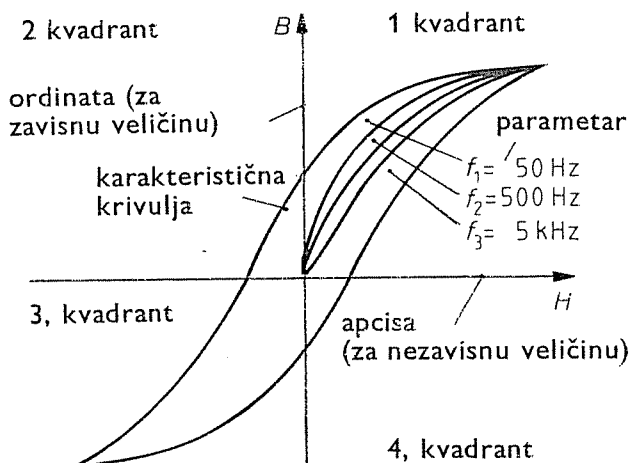
Grčko pismo			JUS A.A0.103		DIN 1453 T2/8.56	
Koso: ispod 75			uspravno: ispod 90			
α β γ δ ε ζ η θ ι κ λ μ ν ξ ο π ρ σ ς τ υ φ χ ψ ω			Α Β Γ Δ Ε Ζ Η Θ Ι Κ Λ Μ Ν Ξ Ο Π Ρ Σ Τ Υ Φ Χ Ψ Ω			
1) oba oblika pisanja su dopuštena						

Crte			JUS A.A0.110		DIN 15 T1. T2/6.84				
Vrste crta	Puna crta		Isprekidana crta		Crtica točka crta		Prosto-ručna crta	Cik-cak crta	Crtica dvo-točka crta
	široka	uska	široka	uska	široka	uska			
Slovčana oznaka	A	B	E	F	J	G	C	D	K
Širina crte u mm	1 0,7 0,5 0,35	0,5 0,35 0,25 0,18	1 0,7 0,5 0,35	0,5 0,35 0,25 0,18	1 0,7 0,5 0,35	0,5 0,35 0,25 0,18	0,5 0,35 0,25 0,18	0,5 0,35 0,25 0,18	0,5 0,35 0,25 0,18
Primjeri primjene	Vidljivi bridovi predmeta ① ograničenje navoja ②	Mjernica ③ pomoćna mjernica ④ šrafura ⑤ referent. linija ⑥ linija navoja ⑦	Oznaka obrade površine ⑭	Zaklonjeni rubovi tijela ⑧	Oznaka presjeka ⑨	Srednjica ⑩	Linija prijeloma ⑪	Linija prijeloma (alternativa za C)	Granični dijelovi ⑫ granični položaj pokretnih dijelova ⑬

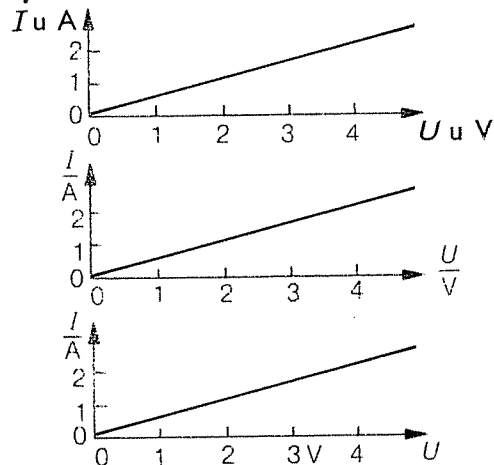
Mjerila			JUS A.A0.106		DIN ISO 5455/12.79	
Povećanje			Prirodno mjerilo	Smanjivanje		
10:1	5:1	2:1	1:1	1:2	1:5	1:10
100:1	50:1	20:1		1:20	1:50	1:100

Formati papira JUS A.A0.104 DIN 476/12.76	Dimenzije papira DIN 823/5.80
 <p> $A0 = 841 \text{ mm} \times 1189 \text{ mm} = 1 \text{ m}^2$ $A4 = 210 \text{ mm} \times 297 \text{ mm} = 0,0624 \text{ m}^2 \approx \frac{1}{16} \text{ m}^2$ </p>	 <p> neobrezani crtāći list (neobrađeni format) </p> <p> površina formata </p> <p>¹) vidi DIN 6771</p>
Projekcije	DIN 5/12.70
Izometrija <p>$a : b : c = 1 : 1 : 1$</p> 	Dimetrija <p>$a : b : c = 1 : 1 : 0,5$</p> 
Prikazivanje iz više pogleda	JUS A.A0.110 DIN 6/3.68
 <p> odozgo s lijeva sprijeda </p>	 <p> pogled odozdo pogled s desna pogled s lijeva pogled s straga bokocrt nacrt tlocrt </p>

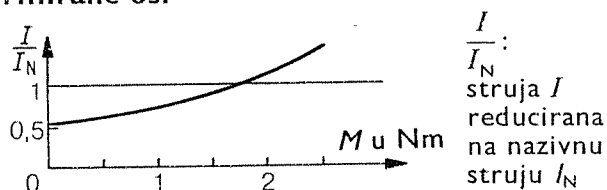
Kartezijev koordinatni sustav



Opisivanje osi



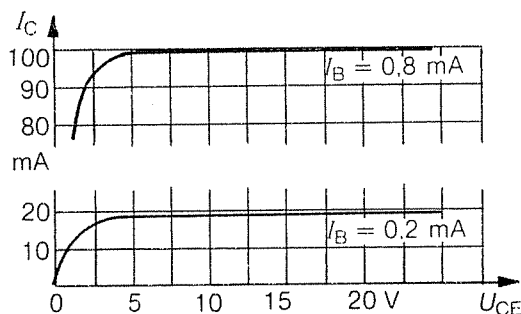
Normirane osi



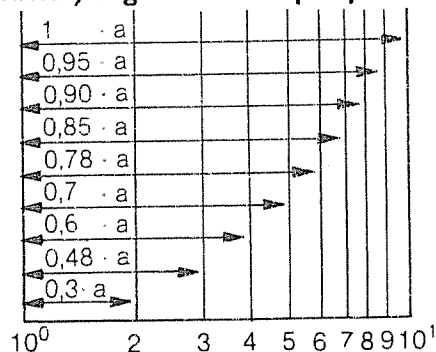
Širina linija

krivulja : os : rešetkasta mreža
1 : 0,5 : 0,25
npr. 7 mm : 0,35 mm : 0,2 mm

Prekinute osi

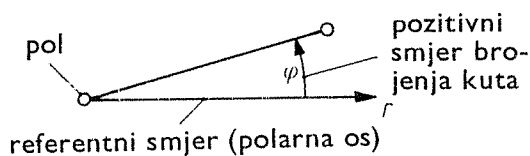


(dekadska) logaritamska podjela



Polarne koordinate

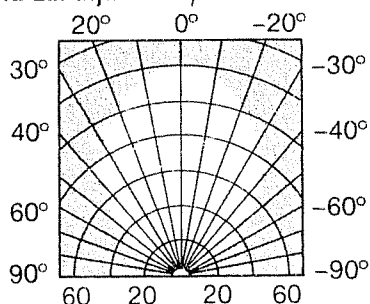
Prikazivanje veličina ovisnih o kutovima



Primjene:

usmjerenje karakteristike, krivulje razdiobe, svjetlosne jakosti (SJ)

Primjer: krivulja razdiobe svjetlosne jakosti reflektorna žarulja 60 W/80°



Omrežja

Rješavanje zadataka tipa

$$y = \frac{x}{a}$$

npr.

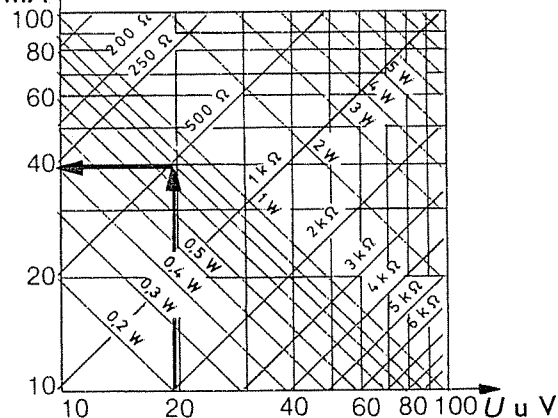
$$I = \frac{U}{R}$$

Primjeri očitavanja:

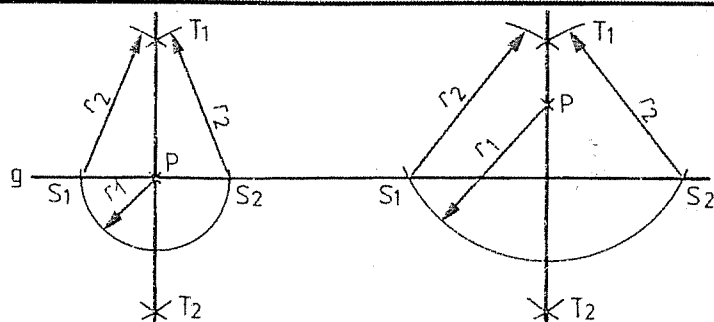
• $R = 500 \Omega$, $U = 20 \text{ V} \Rightarrow I = 40 \text{ mA}$

• $P = 0,0 \text{ W}$, $U = 20 \text{ V} \Rightarrow I = 40 \text{ mA}$

I u mA

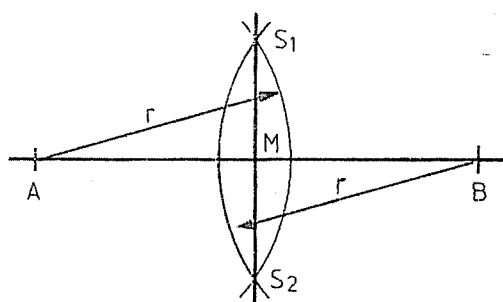


Osnovne konstrukcije



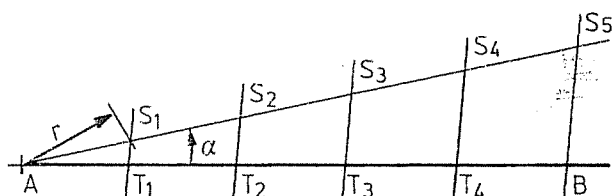
Postavljanje okomice i spuštanje vertikale

1. kružnica oko P sa r_1 (po volji)
2. kružnica oko S_1 i S_2 s r_2 ($r_2 > r_1$)
3. spojiti sjecišta T_1 i T_2



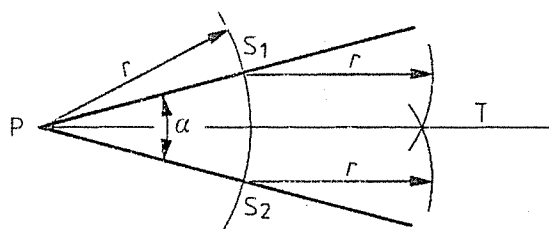
Postavljanje srednje okomice raspolavljanje dužine

1. kružnica oko A i B $r \left(r > \frac{AB}{2} \right)$
2. spojiti sjecišta S_1 i S_2



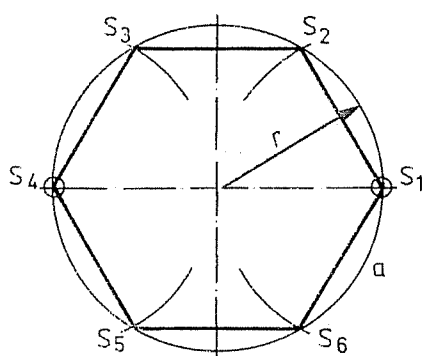
Dijeljenje dužine npr. na 5 dijelova

1. zraka iz A ($\alpha \approx 20 \dots 45^\circ$)
2. nanijeti dužinu šestarom n puta ($r \approx 1$ cm)
3. spojiti S_5 sa B
4. paralele s S_5B kroz $S_1 \dots S_4$



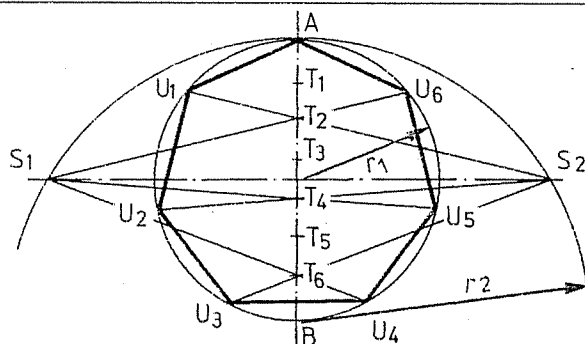
Raspolavljanje kuta

1. kružnica oko P sa r (po volji)
2. kružnice S_1 i S_2 sa r
3. spojiti sjecište T sa tjemnom točkom P



Crtanje šesterokuta

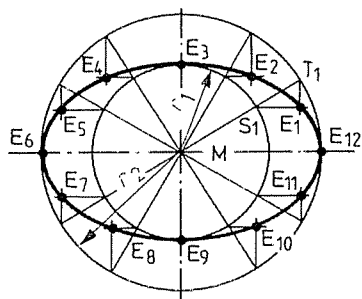
1. kružnicu sa $r = a$ (duljina brida šesterokuta)
2. prenijeti polumjer na opseg kružnice
3. spojiti sjecišta $S_1 \dots S_6$



Crtanje n-terokuta npr. sedmerokut

1. kružnica sa r_1 (polumjer opisane kružnice)
2. kružnicu oko B sa r_2 ($r_2 = 2r_1$)
3. \overline{AB} podijeliti na n -dijelova
4. spojiti S_1 i S_2 s T_2, T_4, T_6 (ili T_1, T_3 i T_5)

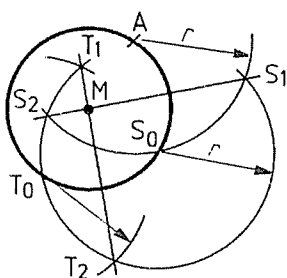
Osnovne konstrukcije



Konstruiranje elipse

nacrtati:

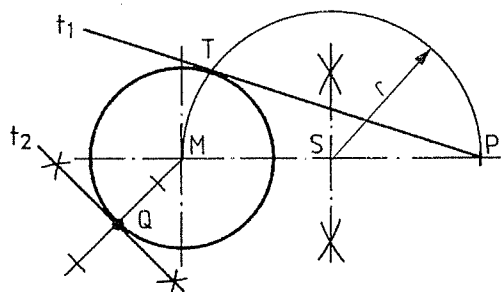
1. kružnice sa r_1 i r_2 oko M
2. pravce kroz M (proizvoljan broj)
3. paralele kroz sjecišta $S_1 \dots S_n$
4. okomice kroz sjecišta $T_1 \dots T_n$
5. spojiti $E_1 \dots E_n$



Određivanje središta kružnice

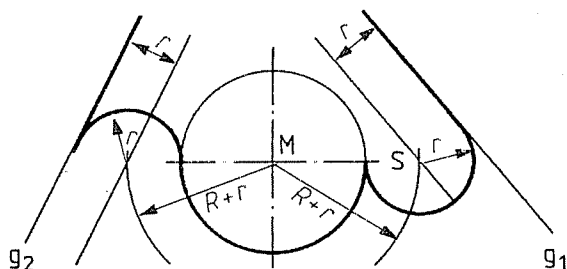
nacrtati:

1. kružnicu oko A (mjesto po volji) sa r ($r < \text{promjera kružnice}$)
2. kružnicu oko središta S_0 sa r
3. spojiti sjecišta S_1 i S_2
4. kružnicu oko središta T_0 sa r
5. spojiti sjecišta T_1 i T_2



Crtanje tangente

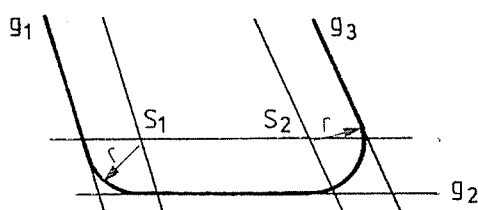
- iz P na kružnicu
 1. prepoloviti dužinu \overline{MP} (vidi str. 277)
 2. nacrtati: kružnicu oko S na r ($r = \overline{MS}$)
 3. povući zraku (t_1) iz P kroz T
- u Q na kružnici
 1. povući zraku iz M kroz Q
 2. podići okomicu (t_2)



Zaobljenja na kružnicama

s danim radijusom zaobljenja r

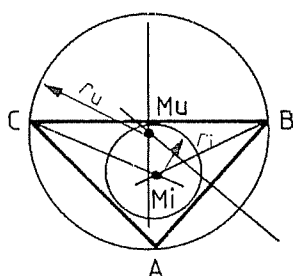
1. povući paralele s g na udaljenosti r
2. nacrtati kružnicu sa središtem M i radijusom $R+r$
3. nacrtati kružnicu sa središtem u sjecištu S i radijusom r



Zaobljenja na pravcima

s danim polumjerom zaobljenja r

1. paralele s pravcima na udaljenosti r
2. kružnica oko sjecišta S sa r



Kružnice na trokutu

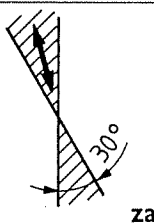
- opisana kružnica
 1. okomice na sredini dvije stranice
 2. kružnicu oko M_u i sa r_u ($r_u = \overline{MA}$)
- upisana kružnica
 1. raspolovnice od dva kuta
 2. kružnica oko M_i i sa $r_i = \text{razmak } M_i - \overline{AB}$

Kotiranje

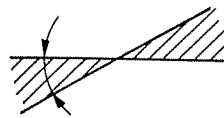
JUS A.A0.114 : DIN 406 T2/8.81

Pravila kotiranja

- bez dvostrukog kotiranja
- bez kotiranja na zaklonjenim rubovima
- bez mjera u označenim područjima
- mjere u pogledu u kojem, se najjasnije vide
- mjerni brojevi čitljivi odozdo (sastavnica) ili s desna
- mjernice se ne smiju križati

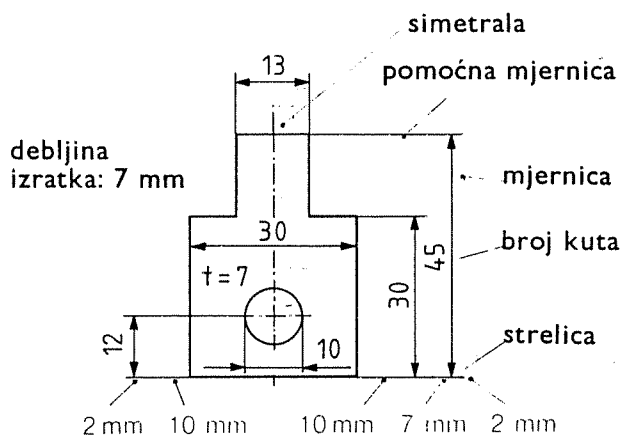


za



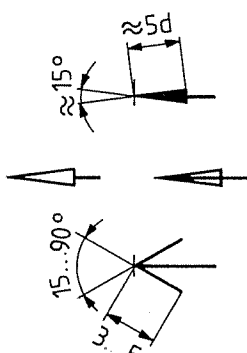
za kuteve

Pojmovi



Krajevi mjernica

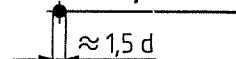
ispravno



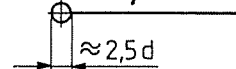
d : širina širokih punih crta

u nedostatku mjesta

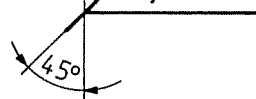
mjernica



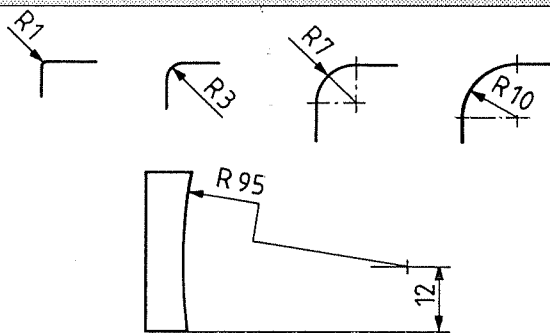
mjernica



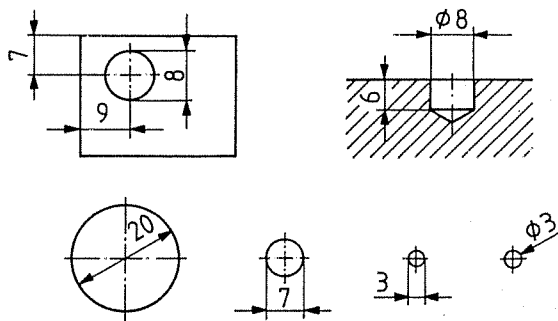
mjernica



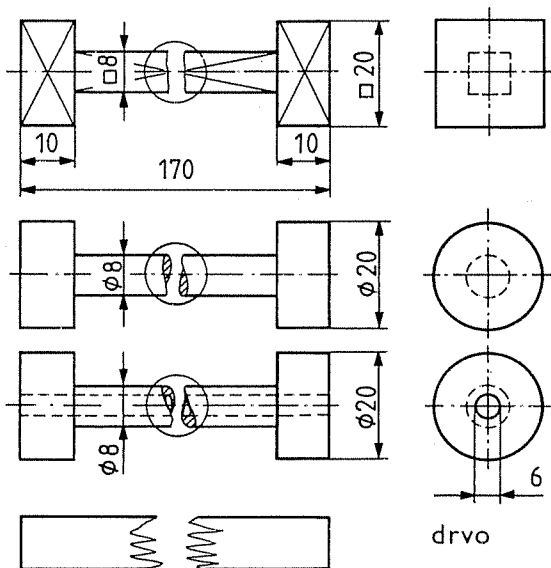
Zaobljenja



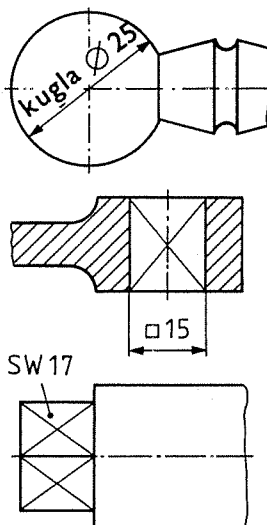
Provrti



Linije prijeloma



Kratice

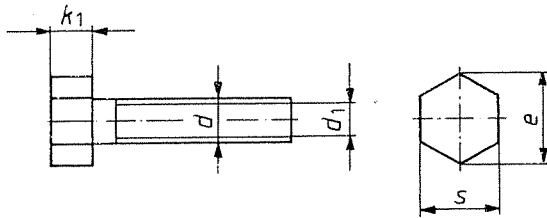
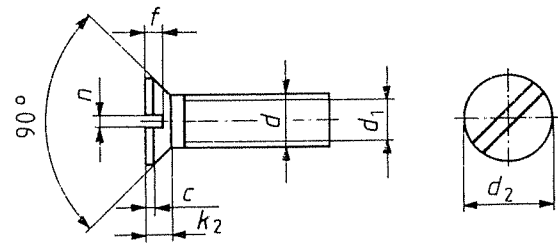
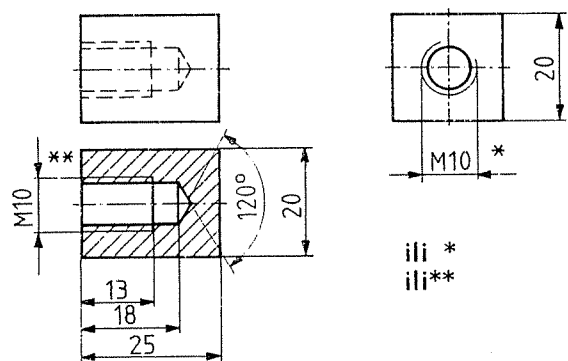
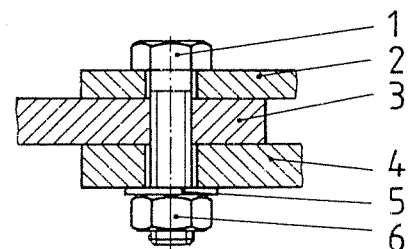
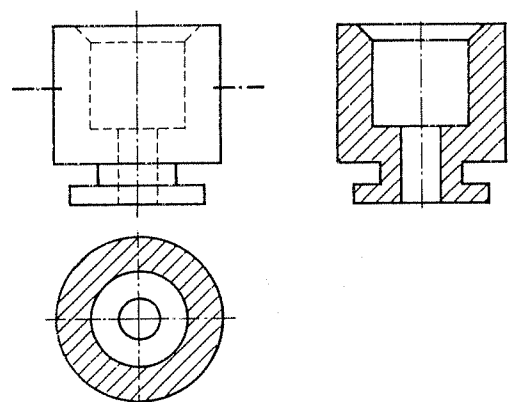
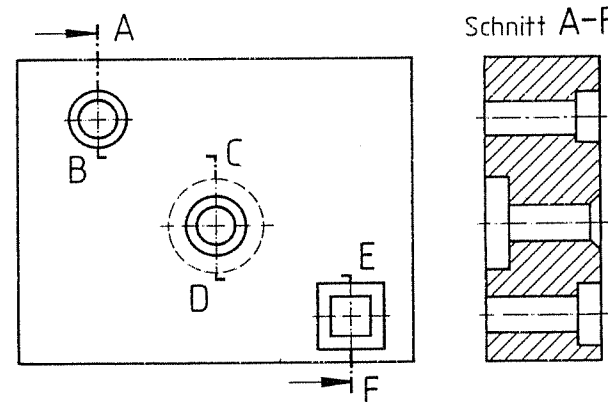
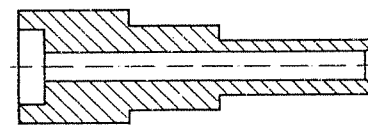
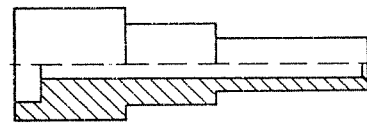
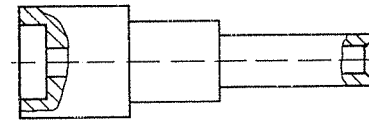


Ø: promjer
kugla Ø 25:
kugla promjera 25

☐ 15
kvadrat s veličinom
stranica 15

× (dijagonale za
oznaku ravnih
ploha):
ravna ploha

SW 17:
otvor ključa 17

Navoji			DIN 27/3.67					
Vijak sa šesterostranom glavom		DIN 931 11/7.82 JUS M.B1.136	Vijak s upuštenom glavom	DIN 963/6.70 JUS M.B1.130				
Pojednostavljeni prikaz (bez skošenih rubova)								
								
Približne vrijednosti za crtanje ugaona mjera $e=2 \cdot d$ $d_1=0,8 \cdot d$ mjera ključa $s=1,7 \cdot d$ $k_1=0,7 \cdot d$		Približne vrijednosti za crtanje $d_1=0,8 \cdot d$ $c=0,05 \cdot d$ $d_2=2 \cdot d$ $k_2=0,5 \cdot d$ $f=n=0,25 \cdot d$						
Unutrašnji navoj		Vijčani spoj						
								
ili * ili **		Dio 1: vijak sa šesterostranom glavom (s dijelom 3. zavijčanim) Dio 5: podložna pločica Dio 6: šesterostrana matica						
Presjeci		JUS A.A0.110 DIN 6/3.68						
								
U presječnom prikazu zaklonjeni se rubovi tijela ne ucrtavaju.		Standardni dijelovi (vidi gore) crtaju se u presjeku kao nacrt						
								
Puni presjek		Polovični presjek		Djelomični presjek				
Označavanje materijala u presjecima					DIN 201/2.53x			
Materijal	Općenito: nar. metal	namot	izolator	prozirni materijal	keramika	sinter. materijal	slojevia struktura	drvo vlakna/god
Simbol								

Označavanje površinske obrade

JUS M.A0.005

DIN ISO 1302/6.80

srednji iznos hrapavosti u μm
ili razred hrapavosti

metoda obrade

—: skidanje strugotine

○: bez strugotine

dodatak za obradu u mm







navodi se \otimes ili $\otimes\otimes$

produktivni
postupak

drugi iznos hrapav. u μm
referentna staza





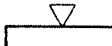








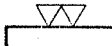
















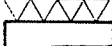



smjer žljebova

Smjerovi žljebova

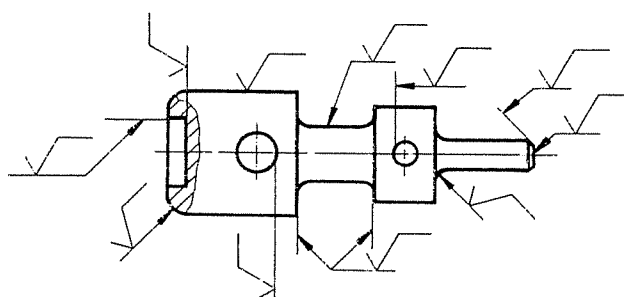
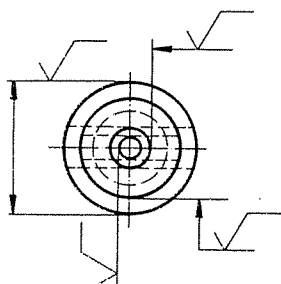
Simbol	Objašnjenje	
=		paralelan s ravninom pogleda
⊥		okomit na ravninu pogleda
X		kos na ravninu pogleda (2 smjera)
M		više smjerova na ravninu pogleda
C		centrično oko jedne točke ravnine pogleda
R		radijalno oko jedne točke ravnine pogleda

Preinaka od DIN 3141 na DIN ISO 1302 2/10.80

Kakvoća površine prema DIN ISO 1302

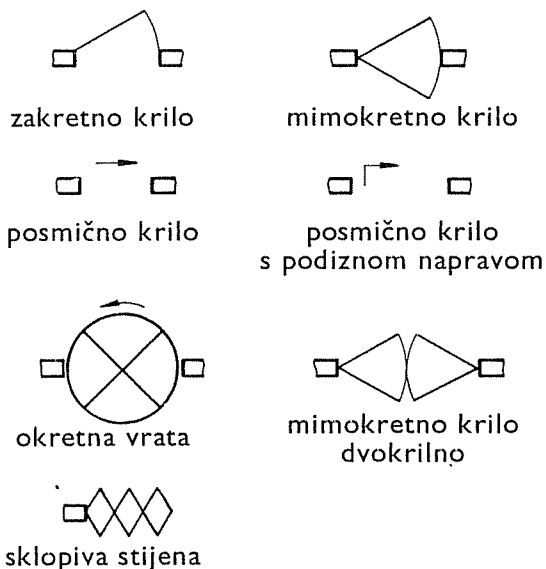
Srednji iznos hrapavosti R_a prema DIN 3141 pridružen redovima				Znaci obrade DIN 3141	Srednja dubina hrapavosti prema DIN 3141 pridružena redovima			
Red 1	Red 2	Red 3	Red 4		Red 1	Red 2	Red 3	Red 4
								
								
								
—					—			

Mogućnosti postavljanja znakova površinske obrade



Simboli i značenja

Prozorsko i vratno krilo



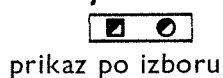
Prozor



Vrata



Dimnjaci



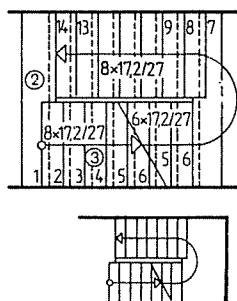
Okna



Podvlake, nosači



Stepenice

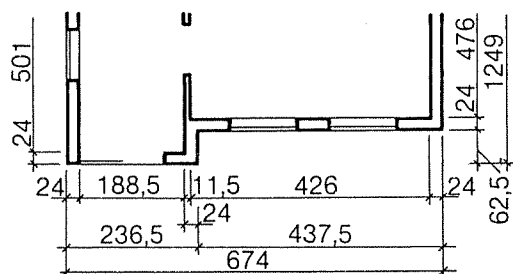


- ① stepenice ispod nacrtanog kata
- ② ravna kata
- ③ stepenice iznad nacrtanog kata

pojednostavljeni prikaz

Kotiranje

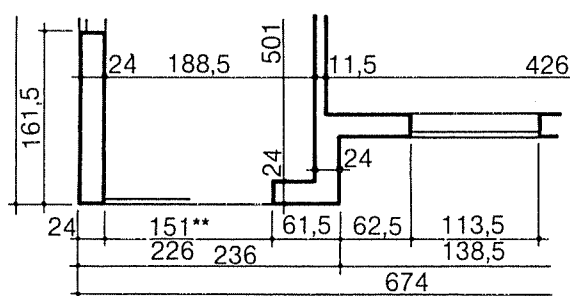
Kotiranje unutar prikaza



* mjere u cm

M 1 : 100, cm*

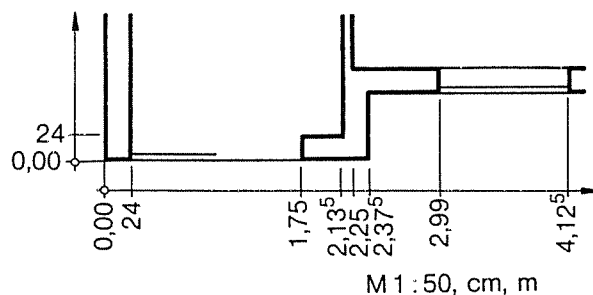
Kotiranje unutar prikaza



**propust je 1,5/m širok
i 2,26 m visok

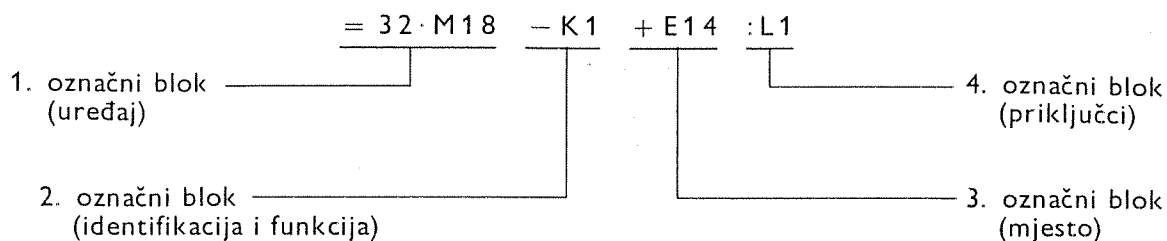
M 1 : 50, cm

Kotiranje koordinatama



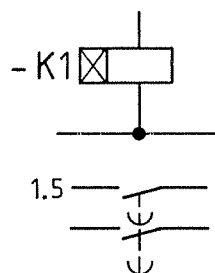
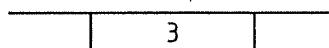
M 1 : 50, cm, m

Gradivo	Simbol	Boja/RAL
zemlja		
ispunjeno tlo (pod)		
beton, nearmiran		masl. zelena 60/3
armirani		plavozelena 6000
gotovi dijelovi		ljubičasta 4005
zidovi		smeđecrvena 30/6
žbuka, mort		bijela
drvo u urez. ploh.		smeđa 8001
čelik u presjeku		crna
zaporni sloj (vlaga)		crna, bijela
pregradni sloj (zvuč, toplina)		modrosiva 5008

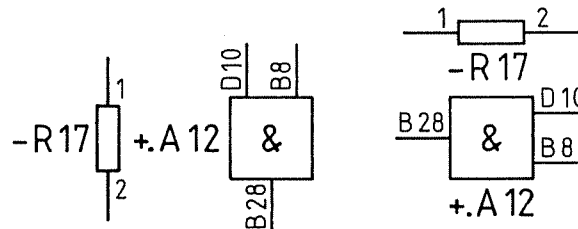
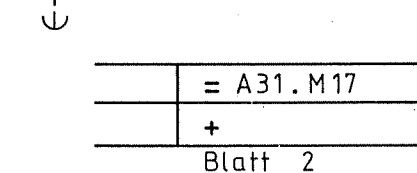


- navesti samo označne blokove koji su potrebni za označavanje.
- predznak izostaviti kada je jasno
- redoslijed blokova bilo kakav, ali ima prednost gornji redoslijed brojeva
- uobičajen je vodoravan i uspravan raspored blokova
- blok označavanja vrijedi za većinu pogonskih sredstava, može biti dan u sastavnici
- označne blokove treba neposredno unositi lijevo odnosno ispod spojnih simbola, izuzetak: blok 4 („priključak“)
- oznaka priključka stoji neposredno izvan spojnog simbola pri horizontalnom načinu pisanja desno, a pri uspravnom načinu pisanja lijevo pored spojnice (vertikalni karakter) strujnih tokova ili iznad spojnice (horizontalni) karakteristika strujnih tokova.

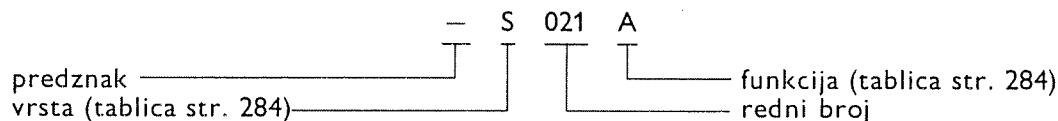
Primjer: potpuna uputa glasi:
- A31.M17/1.5



Primjer:



Blok označavanja: identifikacija i funkcija



- Označni blok sastoji se od ovih dijelova VRS-TA, REDNI BROJEVI i FUNKCIJA
- redni broj mora biti uvijek naveden, vrsta i funkcija smije izostati
- primjenjuju se tekući redni brojevi
- skupine pogonskih sredstava mogu se pridodati skupinama rednih brojeva
- znamenke treba odvodjiti s „ . ”

Označavanje električne opreme

DIN 40 719 T2/6.78
DIN 40 719 T3/4.79

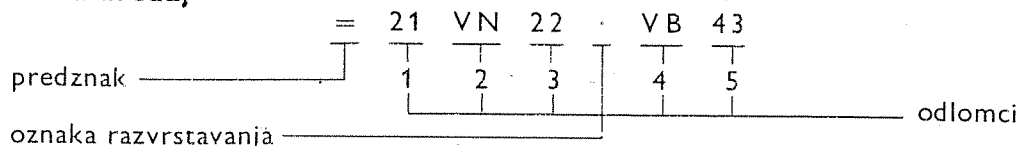
Karakteristična slova za označavanje vrste opreme

Karakter. slovo	Vrsta opreme	Primjeri	Karakter. slovo	Vrsta opreme	Primjeri
A	Konstruk. skupine konstruk. podskupine	pojačala, magnetska pojačala, laseri	P	mjerni instrumenti ispitni uređaji	pokazni, pisači i brojački mjerni uređaji
B	pretvornici ne-električnih veličina u električne veličine	termoelektrični osjetnici, foto-električne ćelije, dinamometar, mikrofon, zvučnik itd.	Q	sklopni aparati za jaku struju	učinske sklopke, teretne sklopke, rastavljači
C	kondenzatori		R	otpornici	stalni otpornici, regulacijski otpor., pokretači itd.
D	binarni elementi, usporedne naprave, memorijski uređaji	kombinacijski elementi, vodovi za uspoređenje, bistabilni i astabilni elementi	S	sklopke, birači	tipke, upravljačke sklopke, komandne sprave, birači
E	različito	rasvjeta, grijanje itd.	T	transformatori	transformatori, strujni i naponski transformatori
F	zaštitni uređaji	osigurači, odvodnici, zaštitni releji	U	modulatori, pretvornici	demodulatori, pretvarači frekvencije, invertori itd.
G	generatori, odvodnici, zaštitni releji	rotacioni generatori, pretvarači frekvencija, oscilatori	V	cijevi i poluvodiči	elektronske cijevi, tranzistori, diode, tiristori
H	dojavni uređaji	optički i akustički dojavnici	W	prijenosni putevi, šuplji vodiči, antene	žice, kablovi, sabirnice, dipoli
J	slobodno		X	stezaljke, utikači, utičnice	utikači, priključne letvice, utični tuljci
K	releji, sklopnici	sklopnici, pomoćni sklopnici, releji, vremenski releji, itd.	Y	električki pokretači, mehanički uređaji	kočnice, spojke, ventili
L	induktiviteti	prigušnice, valne blokade (pojasne brane)	Z	zaključni članovi, filtri, korektori izobličenja, limiteri	filtri, otklanjanje radiosmetnji, propusti, frekvencijske skretnice
M	motori	pojačala, regulatori			
N	pojačala, regulatori	elektronički uređaji, regulatori, pojačala, pretvarači			

Karakteristična slova za označavanje općenitih funkcija

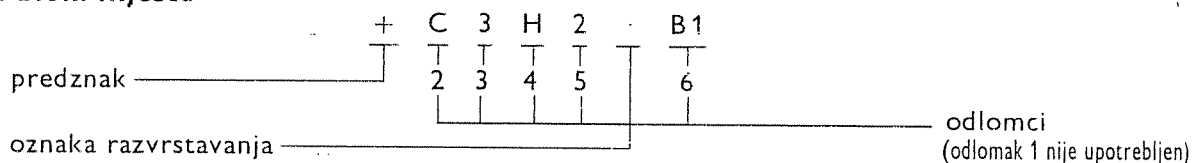
Karakter. slovo	Općenita funkcija	Karakter. slovo	Općenita funkcija
A	pom. funkcija, funkc. „IZ”	M	glavna funkcija
B	smjer gibanja	N	mjerjenje
C	brojenje	P	proporcionalan
D	deriviranje	Q	stanje (start, stop, ograničenje)
E	funkcija „U”	R	vraćanje, izbrisanje
F	zaštita	S	pohraniti, bilježiti
G	ispitivanje	T	mjerjenje vremena kašnjenja
H	dojava	V	brzina (ubrzavati, kočiti)
I	integracija	W	zbrajanje
K	impulsni pogon	X	množenje
L1, L2, L3,	označavanje vodiča	Y	analogna
L+, L-		Z	digitalna

Označni blok: uređaj

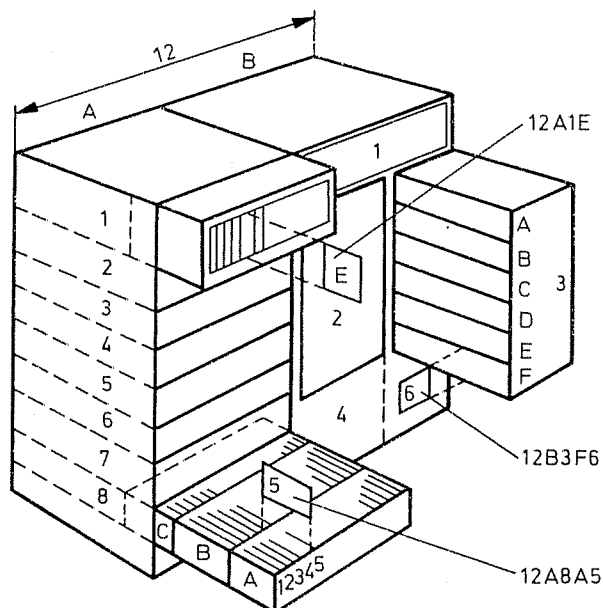


- podjela na pet odlomaka
- odlomci sadrže naizmjenice brojeve i slova
- označni blok, smije sadržavati najviše 10 alfanumeričkih znakova (kod elektrana 11)
- abecedna mjesta podataka dobivaju često određeno značenje
- numerička mjesta podataka su brojevi ili imaju određeno značenje
- mjesta podataka odgovara stupnjevima funkcionalnog razvrstavanja uređaja
- započinje se lijevo s najvećom jedinicom
- jedan odlomak može sadržavati 1 do 3 mjesta podatka
- blok označavanja može između 3. i 4. odlomka biti razdijeljen oznakom razvrstavanja

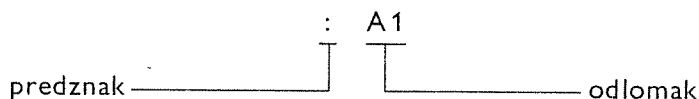
Označni blok: mjesto



- moraju se naizmjenice upotrebljavati odlomci s brojevima i slovima
- jedan blok ima najviše 18 alfanumeričkih mjesta podataka
- blok razdvaja oznakom razvrstavanja između 5 i 6 odlomka
- lijevo od znaka razvrstavanja nalaze se podaci o mjestu postavljanja, a desno podaci o mjestu ugradnje
- svaki odlomak ima najmanje jedan znak
- mjesta podataka mogu imati određeno značenje

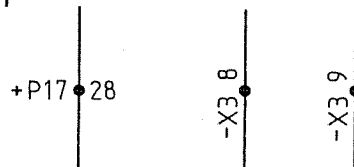


Označni blok: priključak

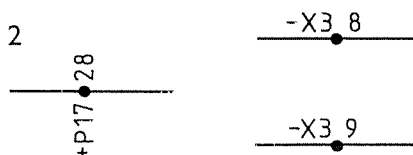


- oznake priključka u podacima o spoju moraju se podudarati s onima na pogonskoj opremi
- primjenjivati normirane oznake (vidi DIN42 480, str. 172)
- inače se može uzeti bilo kakvo označavanje ili oznake moraju biti protumačene
- odlomak se sastoji od velikih slova i brojki

Primjer 1



Primjer 2



Strujna shema je podoban prikaz spoja iz kojeg se jasno mora prepoznati njegov način djelovanja

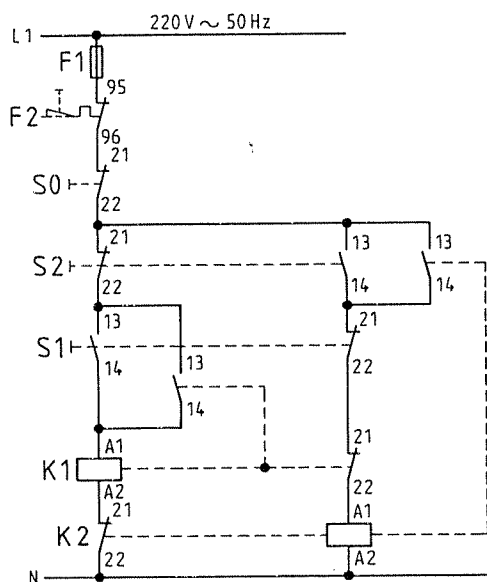
Kod **strujne sheme u povezanom prikazu** ne treba uzeti u obzir međusobni prostorni raspored aparata. Svi dijelovi pogonskog uređaja moraju se zajedno prikazati i međusobno povezati isprekidanom spojnicom zbog označavanja mehaničkog djelatnog spoja

Kod **polupovezanog prikaza** odustaje se od povezanog prikaza pogonskog uređaja. Svi dijelovi pogonskog uređaja prikazuju se i povezuju mehaničkim djelatnim spojem.

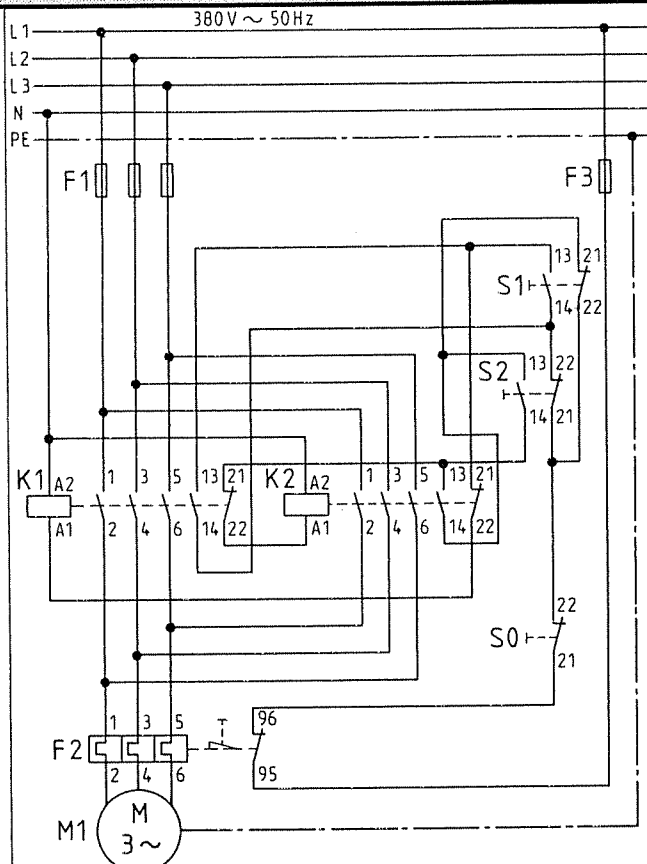
Kod strujne sheme u rastvorenom prikazu spoj je rastvoren u strujne tokove. Ne obazire se na prostorni položaj i prostornu pripadnost pogonskog sredstva. Strujni tokovi teku pravocrtno (najčešće okomito) paralelno, po mogućnosti bez križanja od mrežnog pola do mrežnog pola. Ovo se numerira kontinuirano.

Uvjeti za strujne sheme:

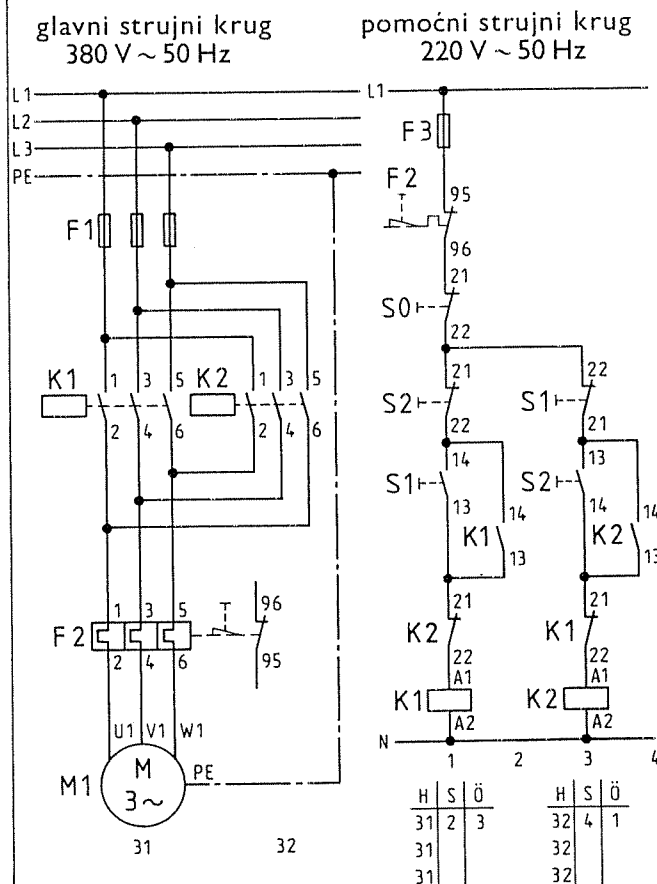
- pregledno prikazati električno pogonsko sredstvo nekog uređaja i njihovo zajedničko djelovanje
- potpuno prikazati pogonska sredstva, tako da je prepoznatljiv način djelovanja
- prikazati strujne sheme na crtačem formatu prema DIN 823 s podacima u sastavnici prema DIN 6771, dio 5
- označiti pogonsko sredstvo prema DIN 40 719, dio 2 i 3 vidi str. 283 ... 285)
- pomoću strujne sheme mora biti moguće ispitivanje, posluživanje i lokaliziranje kvara



Pomoćni strujni krug prekretnog sklopnika u polupovezanom prikazu



Strujna shema prekretnog sklopnika u povezanom prikazu



Strujne sheme pomoćnog i glavnog strujnog kruga prekretnog sklopnika u rastvorenom prikazu

Pravilo

a) pri izboru **spojnih simbola** uzeti u obzir:

- upotrijebiti najjednostavniji — najprikladniji normirani oblik, i njega primijeniti u ukupnoj strujnoj shemi
- stvaranje spojnog simbola je dopušteno samo ako nije sadržan u normama
- veličina i širina crte u strujnoj shemi nije normirana

b) **Spojeve** (DIN 40711, vidi str. 298) spojna mjesta i grananja prikazati točkama

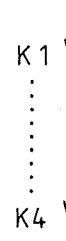
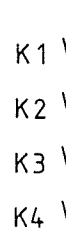
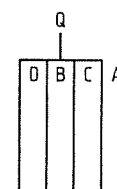
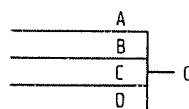
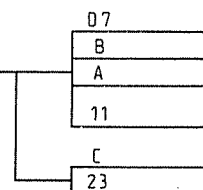
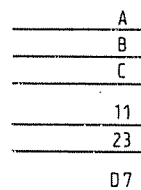
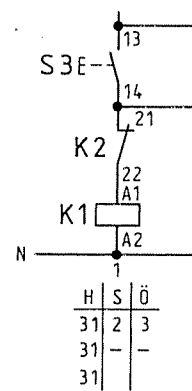
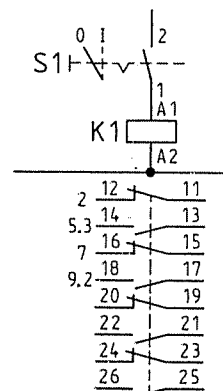
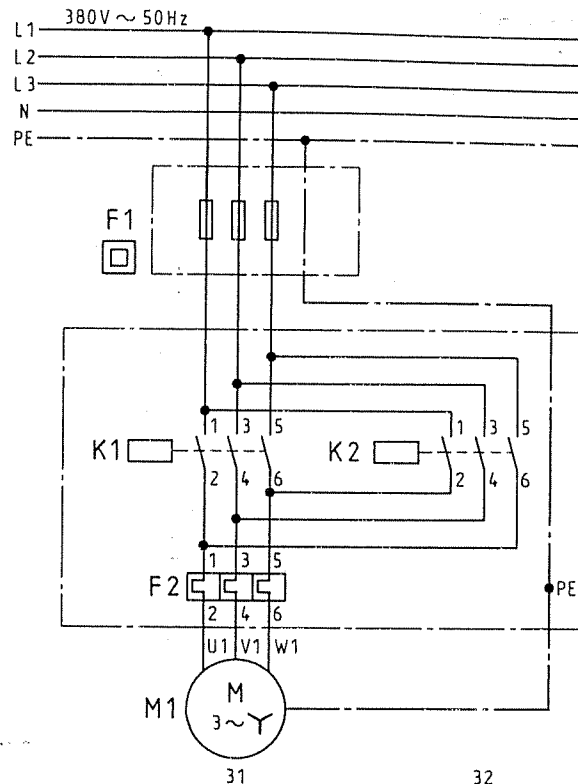
- električne spojeve između pogonskih sredstava prikazati punim crtama (iznimke vidi DIN 40711)
- mehaničke djelatne spojeve prikazati crtkanom crtom
- za omeđenje dijelova spoja — da bi se pokazala funkcionalna i konstruktivne pripadnosti — upotrijebiti crta-točkaste razdjelne ili okvirne crte

c) **Pogonska sredstva:**

- pogonska sredstva u energetske tehnici crtati u iskopčanom stanju, a u dojavnoj tehnici u stanju pripravnom za pogon
- u rastvoreno prikazanim spojevima pogonska sredstva cjelovito prikazati na jednom mjestu pomoću spojnih simbola, tablice ili njihovom kombinacijom

d) **Pojednostavnjenje:**

- viševodički sustavi crtaju se jednopolno
- više spojnih crta s jednakim tokom obuhvatiti zajedno
- spojne crte koje prolaze preko većeg dijela strujne sheme, prekinuti zbog bolje preglednosti
- spojne crte za opskrbu električnom energijom nadoknaditi podacima u tablici ili tekstom
- više u seriji ili paralelno spojenih dijelova pojednostavniti djelomičnim izostavljanjem
- dijelove spoja nadomjestiti jednim jedinim spojnim simbolom
- kod više jednakih spojnih simbola za jedno pogonsko sredstvo jednakog tipa unutar jednog spoja prikazati potpuno samo jedan spojni simbol



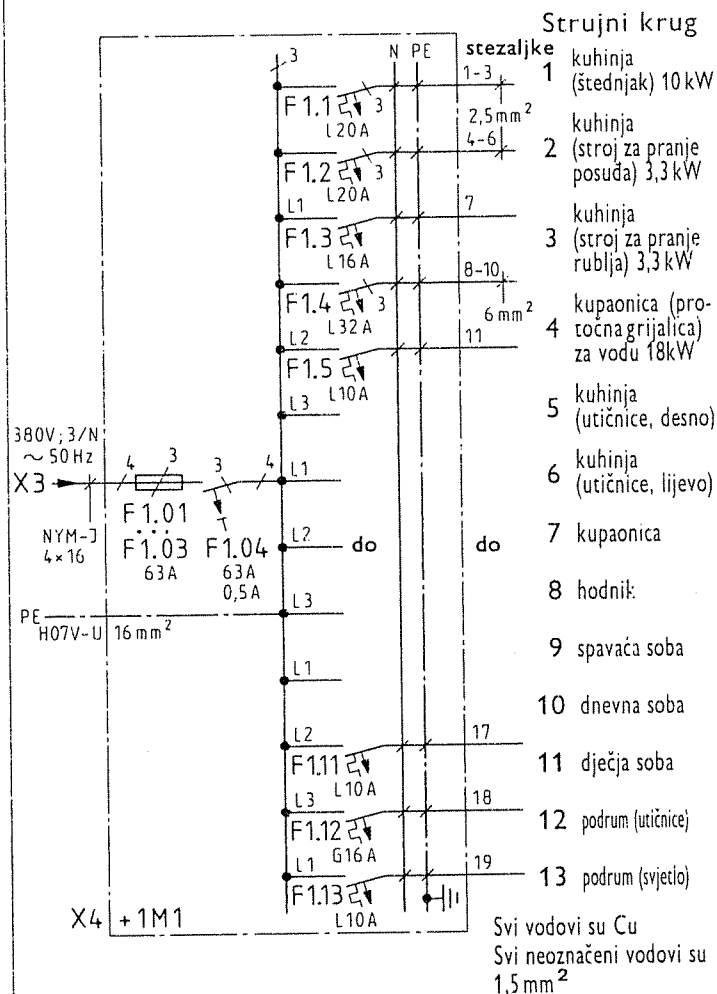
Principna shema je pojednostavljeni prikaz spoja, koja pokazuje način rada i raspored električnog uređaja a uzima u obzir samo bitne dijelove

Principna shema mora:

- dati brzi pregled zadatka, sastava, rasporeda i načina rada električnog uređaja
- služiti kod podloga u fazi projektiranja
- dopuniti preostale podloge spoja, ako ove ne omogućuju brzi pregled
- prikladnim uputama omogućiti pronalaženje iscrpnog prikaza

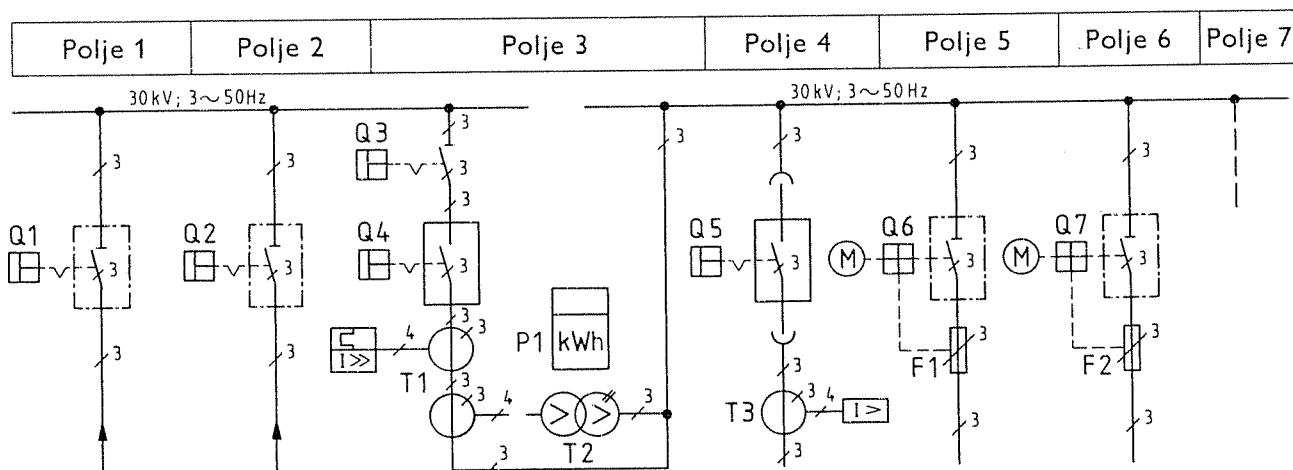
Pravila:

- principna shema mora sadržavati za pregled potrebne simbole za pogonsko sredstvo i funkcionalne jedinice te spojnice i pravce djelovanja
- označiti pogonsko sredstvo
- dati tehničke podatke, oznake tipova i signalne nazive
- dati razjašnjenja za odsječke spojeva npr. funkciju
- dati uputu za pronalaženje iscrpnih prikaza u pripadnim podlogama spoja
- sastavnica s podacima po DIN 6771
- načiniti ostale podatke kao
 - a) grafički prikaz toka materijala, informacija i energije
 - b) tehnologijsku povezanost
 - c) zaštitne mjere



Zaštita pri indirektnom dodiru
Isklapanje u TN-mreži (DIN 37100 dio 410/VDE 0100 dio 410)
dodatna zaštita:
Fi zaštitni spoj u TN mreži (DIN 57100 dio 410/VDE 0100 dio 410)
u kupaonici:
dodatno izjednačavanje potencijala (DIN 57100 dio 701/VDE 0100 dio 701)

Principna shema (razdjelni plan) stana



30 kV rasklopno postrojenje

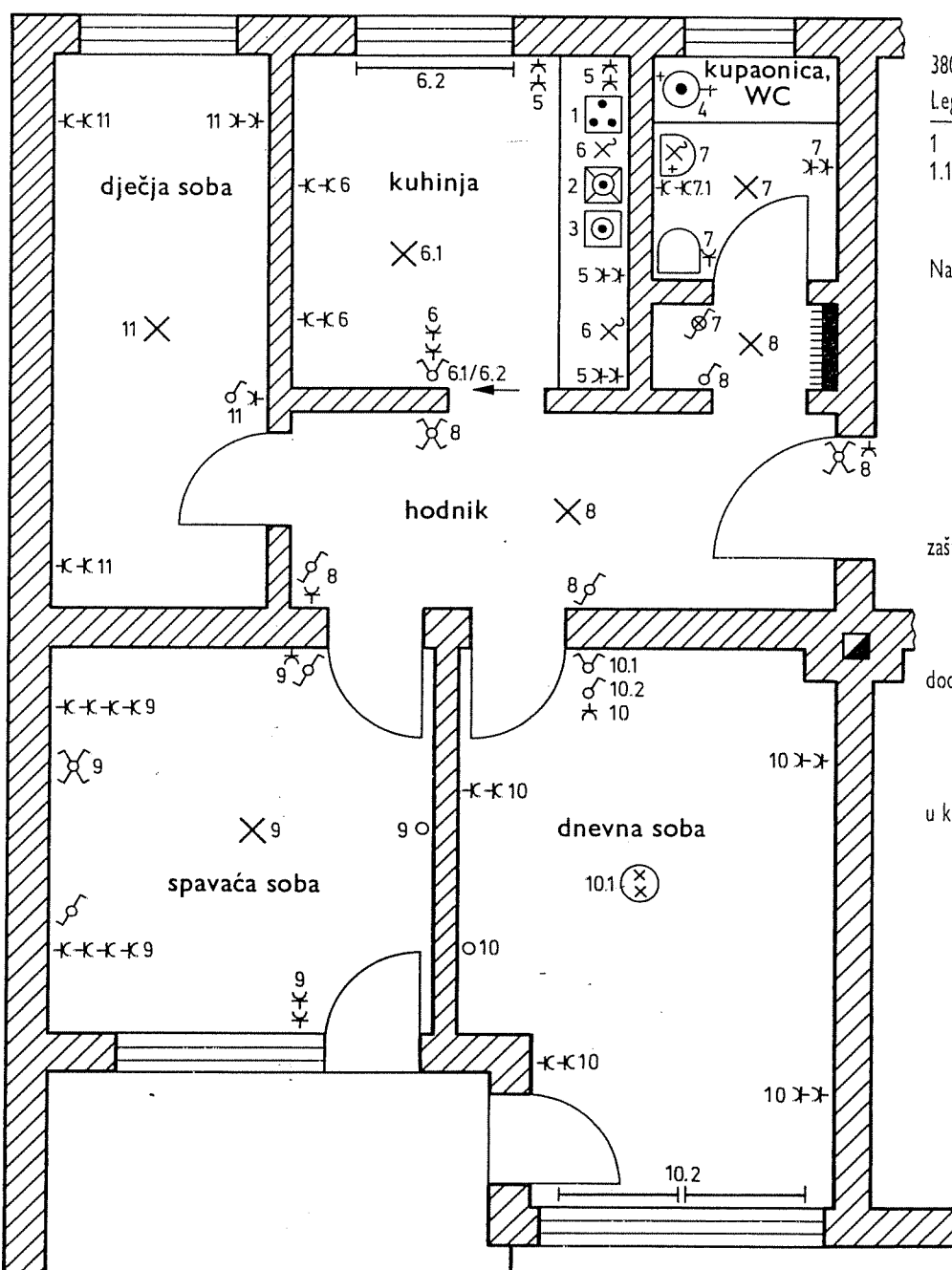
Nacrt električne instalacije sadrži položajni prikaz električne pogonske opreme pomoću spojnih simbola prema DIN 40717 (vidi strane 310 i 311) u tlocrtima zgrada i njezino pridjeljivanje strujnim krugovima

U električnoj instalaciji se pored nacrt električne instalacije upotrebljavaju još i **principne sheme, strujne sheme i priključne sheme**. Više vrsta nacrt može se obuhvatiti jednom mješovitom spojnom shemom.

Pravila:

- navesti priključno mjesto električnog opskrbnog poduzeća
- položajno i ispravno unošenje spojnih simbola za pogonsku opremu s označavanjem strujnog kruga

- navesti način polaganja
- navesti zaštitne mjere i vrstu zaštite
- dati upute za posebna mjesta pogona i uvjete okoline npr. vrst prostorije
- navesti visinu sklopki, utičnica i ostalog (vidi DIN 18015 dio 3) iznad gornjeg brida završnog poda
- prikaz u mjerilu duljina svjetiljaka za fluorescentne cijevi
- navesti vrste svjetiljaka
- općenito ne unositi staze kabela i vodova iznimke: dojavni uređaj i svjetlosni pozivni uređaj
- rešetkaste vodilice, polaganje praznih cijevi, zidne proboje prikazati eventualno na odijeljenim nacrtima



380 V, 3/N/PE ~50 Hz

Legenda

- 1 strujni krug — broj
1.1 strujni krug — broj s označenom brojkom pridružene pogonske opreme

Način polaganja:

pod žbukom s odvojenim kutijama

Montažna visina iznad gornjeg brida poda instalacijske sklopke 1,10 m utičnice:
kuhinja, WC (7.1) 1,10 m
ostale prostorije 0,30 m
osim za kombinaciju sklopki

zaštita pri posrednom dodiru

isklapanje u TN-mreži (DIN 57100 dio 410, VDE 0100 dio 410)

dodatna zaštita:

FI — zaštitni uređaj u TN-mreži (DIN 57100 dio 410, VDE 0100 dio 410)

u kupaonici:

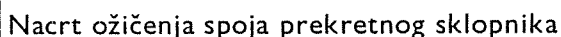
dodatno izjednačavanje potencijala (DIN 57100 dio 710, VDE 0100 dio 701)

Nacrt instalacije (M 1:100)

Ove se mogu nadomjestiti tablicom ožičenja aparata.

- svu pogonsku opremu aparata ili skupina aparata poredati ispravno po položaju
- prikazati priključna mjesta aparata
- nacrtati spojne vodove pojedinačno ili zajedno obuhvaćene
- kod zajedno obuhvaćenih spojnih vodova, na priključnim mjestima navesti naznaku svrhe
- nacrtati priključke energetske razdjelne mreže trošila, komandnih sprava i dojavnih aparata

Ovo se može prikazati tabelarno.



Dijagram redoslijeda sklapanja — dijagram vremenskog toka DIN 40719 T11/8.78

Dijagram redoslijeda sklapanja prikazuje funkcionalni slijed sklopnih stanja pogonske opreme (npr. releja)

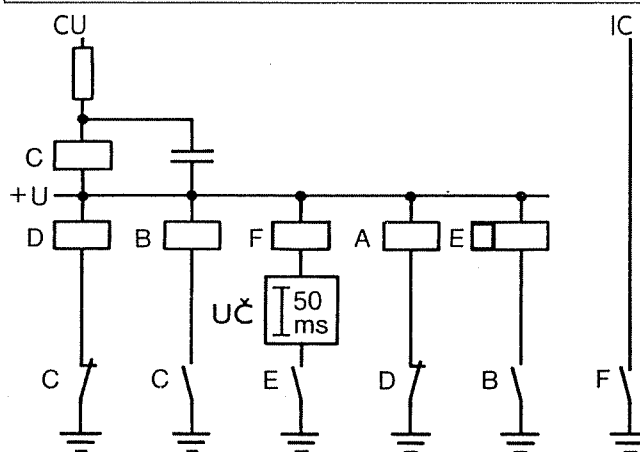
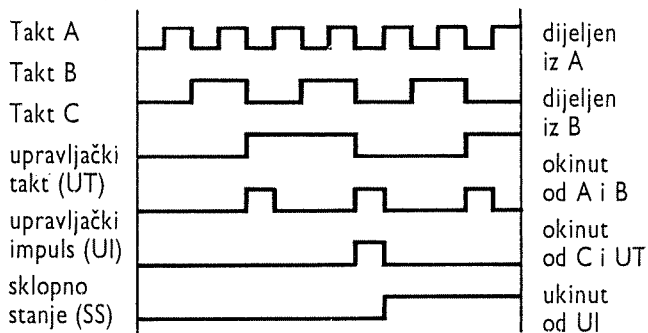
Pravila:

- prvi stupac sadrži tekući broj, a drugi oznaku sklapanja i njihov raspored
- priglavljeni redak navodi pojedinačnu pogonsku opremu i signale. Grupiranje mora uzeti u obzir zajedničko djelovanje pogonske opreme
- vodoravne crte razjašnjavaju uzročno i vremensko zajedničko djelovanje skupina pogonske opreme (možda opremiti strelicom)
- dodatne podatke o sklapanju preuzeti u opisni stupac ili uvesti odvojeni stupac
- bez uspravne crte:
 - sklopni položaj „IZ“
 - mirni položaj
 - bez uzbudne struje
- uspravna isprekidana crta:
 - releji u stanju mirovanja pri protičućoj uzbudnoj struji
 - sklopno stanje „IZ“
 - sklapanje usporenjem, eventualno podatak o vremenu usporenja
- uspravna crta
 - sklopno stanje „U“
 - radni položaj
- trokuti
 - usporedna vremena privlačenja ili otpuštanja
- kosa crta (vidi stupac E):
 - podatak o smjeru struje u relejskim namotima
 - podatak o povezanosti između smjera protjecanja struje i položaja kontakta
- poprečna crta
 - početak ili kraj jednog sklapanja
- vodoravne crte:
 - promjena sklapanja (na križanjima prekinuti)

Dijagrami vremenskog toka pokazuju funkcionalni tok u vremenski točnom mjerilu

Pravila:

- navesti funkcije vodoravno, primjereno izabranoj vremenskoj mjerilici
- vremenske osi, za svaku djelomičnu funkciju odnosno svaki takt uzajamno prikazati
- referentna linija jednog signalnog poteza jest logičko „0“
- logički „1“ navesti prema gore
- početak prikazanog stanja signala označiti s „0“ ili „1“
- pripadajuće vremenske osi su ograničene desno i lijevo uspravnim vremenskim referentnim linijama
- vrijeme, koje se ne treba prikazati, treba označiti uspravnom crta-točka linijom
- naziv signala ili funkcije dati na lijevom rubu
- razjašnjavajuće podatke na desnom rubu pridružiti odgovarajućem signalu



Broj	Sklapanje	A	B	C	D	E	F	UČ
1	Uzrok sklapanja (ovdje nalog centralnog upravljanja CU)					1 2		
2	Djelovanje sklapanja (ovdje informacija centralnom upravljanju IC)							

Vrijeme uspornog člana UČ u ms

Dijagram toka podataka (DT) prikazuje obrade i podatke, te veze i mogućnosti pristupa među njima

Dijagram toka programa prikazuje redoslijed obrade (bez podataka) u jednom programu

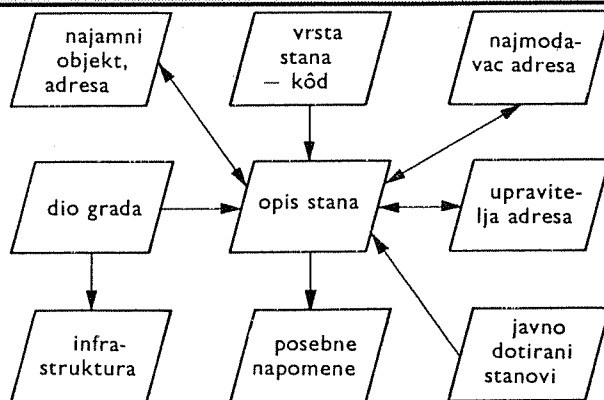
Programska mreža (PM) je sjedinjenje dijagrama toka programa i dijagrama toka podataka

Mreža podataka (MP) prikazuje podatak i njihovo povezivanje kao moguće puteve pristupa.

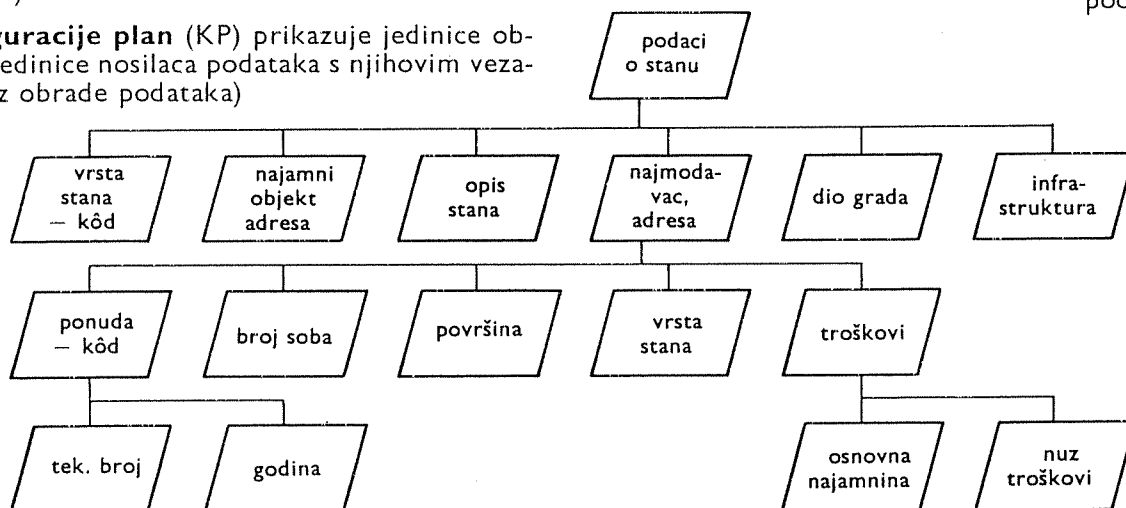
Programska hijerarhija (PH) prikazuje nadređenost odnosno podređenost obrade (bez podataka i redoslijeda obrade)

Hijerarhija podataka (HP) prikazuje sažetak odnosno podjelu podataka (bez obrade i puteve pristupa)

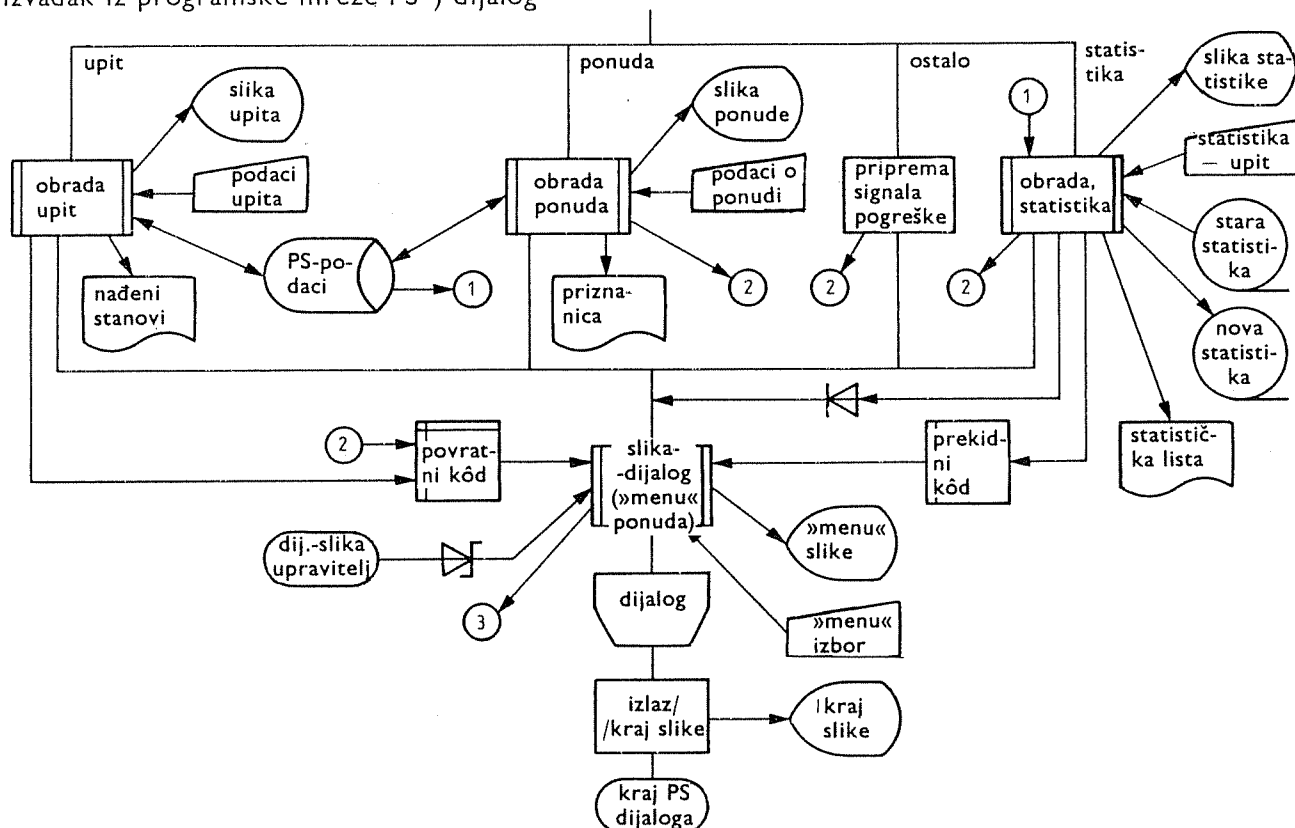
Konfiguracije plan (KP) prikazuje jedinice obrade i jedinice nosilaca podataka s njihovim vezama (bez obrade podataka)



Mreža podataka: baza podataka, podaci PS¹⁾
Hijerarhija podataka: isječak i baza podataka, podaci PS¹⁾



Izvadak iz programske mreže PS¹⁾-dijalog



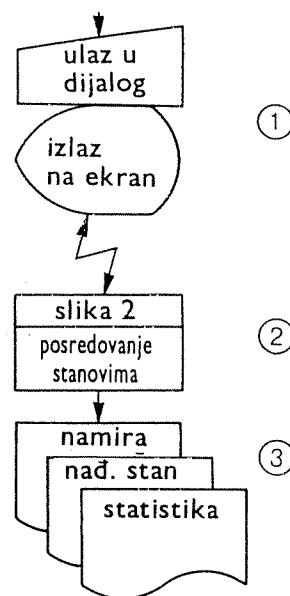
¹⁾ PS = posredovanje stanovima

Obrada informacija, pravila za izvedbu dijagrama tokova, grafički simboli

DIN 66 001/12.83
JUS A.F0.004

Pravila:

- strelice označavaju smjer toka
- između grafičkih simbola može se povući više veza
- križanje spojnih linija izbjegavati
- jedan za drugim nacrtani grafički simboli, iste vrste tvore jednu jedinicu više istovrsnih nosioca podataka ③
- grafički simboli mogu se međusobno povezati, npr. u jednu izlaznu jedinicu ①
- nutarnji natpisi trebaju omogućiti prepoznavanje daljnjih tokova i njihovo jednoznačno pridruživanje
- obilježava se gore lijevo od grafičkog simbola
- gornjom poprečnom crtom grafičkom simbolu upućuje se na detaljni prikaz iste dokumentacije, npr. postupno razlaganje toka programa ②
- dodatnim uspravnim crtama u grafičkim simbolima „podaci“ i „obrada“ upućuje se na dokumentaciju na drugom mjestu



Grafički simbol	Naziv	Grafički simbol	Naziv	Grafički simbol	Naziv
	obrada, jedinica obrade		vanjsko upravljanje slijeda obrade		podaci na bušenoj vrpici, jedinica za bušenje
	ručna obrada, mjesto obrade		podaci, općenito jedinica nosioca podataka, općenito		podaci na memoriji i sa direktnim pristupom, jedinica nosioca podataka
	izborna jedinica, grananje		strojno do podataka za obradu, jedinica nosioca podataka		podaci o centralnoj memoriji, centralna memorija
	ograničenje petlje		ručno do podataka za obradu, ručno spremište (povlačna kartoteka, arhiv)		ručni optički ili akustički ulazni podaci
	početak		podaci na spisu (npr. na potvrdama mikrofilma) ulazno/izlazna jedinica		slijed obrade povezivanja, mogućnost pristupa
	kraj		podaci na memoriji samo sa sekvencijalnim pristupom jedinica, nosilac podataka		povezivanje do prijenosa podataka, put prijenosa podataka
	sinkronizirane, paralelne obrade		strojno proizvedeni optički ili akustički podaci, izlazna jedinica		granično mjesto (u okolicu)
	skok s povratkom		podaci na kartici (npr. bušena kartica, magnetska kartica), jedinica bušenih kartica		vezno mjesto
	skok bez povratka				razlaganje
	prekid neke druge obrade				napomena

Shema djelovanja je procesno usmjereni prikaz upravljačkog zadatka.

Shema djelovanja prikazuje upravljački zadatak s njegovim bitnim svojstvima (gruba struktura) ili s potrebnim pojedinostima (fina struktura).

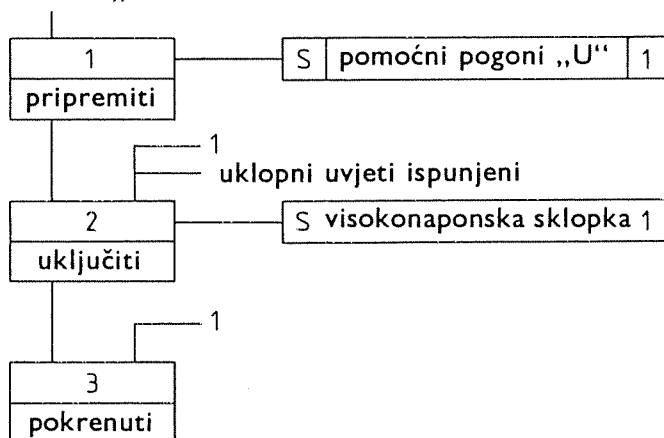
Simboli

- Primijeniti simbole prema DIN 40900 dio 12.
- Ove ako je potrebno prilagoditi posebnim zahtjevima te vrste shema.
- Simbol „STUPANJ“ označava stalnu kombinaciju od više logičkih sastavnih elemenata, stupanj se tada memorijski postavi kada se na svim ulazima nalazi logičko 1 (I-povezivanje). Pojedini STUPANJ se briše:
 - a) postupkom postavljanja sljedećeg koraka
 - b) naredbom
 - c) ulaznom naredbom za brisanje
- pomoću simbola „NAREDBA“ može se prikazati utjecaj izvršnih članova na proces ili aktiviranje funkcija unutar upravljanja. Ovaj se sastoji od tri polja:
 1. vrsta naredbe
 2. djelovanje naredbe
 3. mjesto prekida izvođenja naredbe

Pravila:

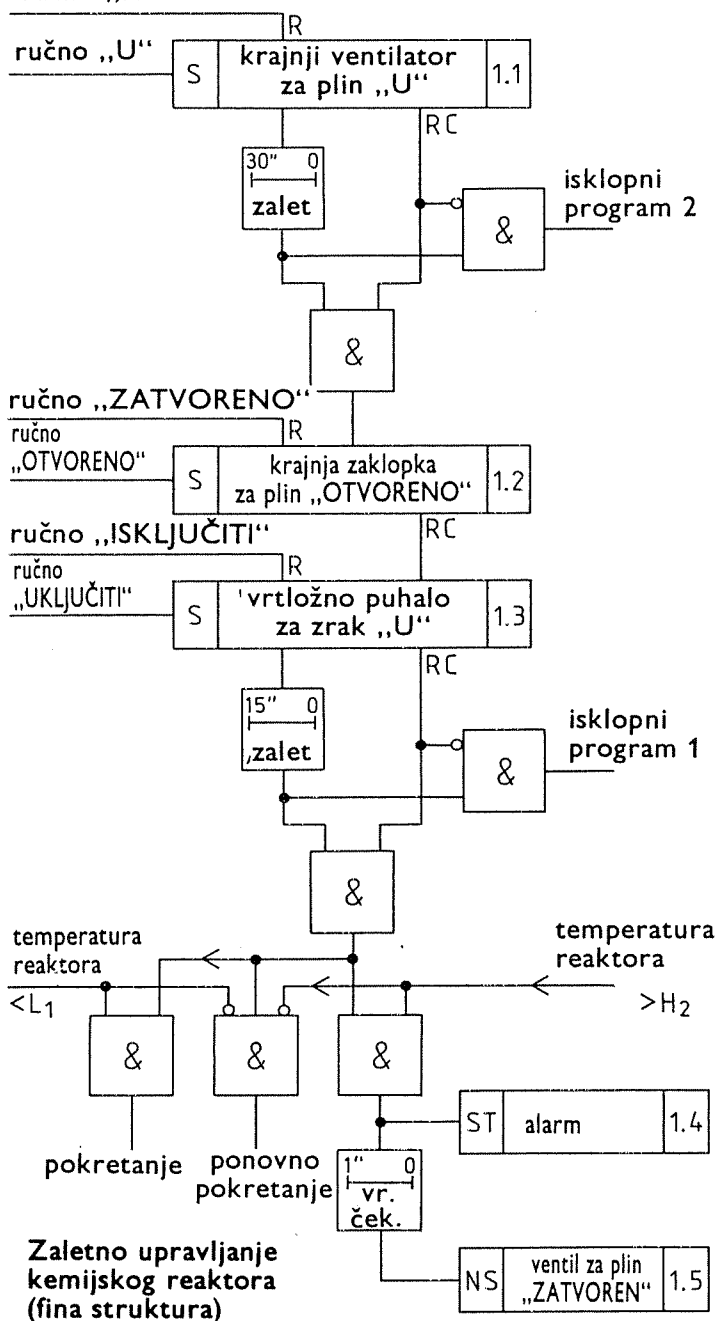
- smjer toka informacija je od lijeva na desno ili odozgo prema dolje (u drugom slučaju označiti strelicom)
- naredbe rasporediti jednu ispod druge ili jednu pored druge
- mjesta prekida uvesti, ako raspored naredbi ne dozvoljava jednostavno vođenje pravaca djelovanja
- pravac djelovanja može se kod mjesta prekida nadomjestiti tekućim brojem trećeg polja simbola „NAREDBA“
- značenje slova vidi u DIN 40719 dio 6.

komanda „U“



Upravljanje visokonaponskog motora s kliznim kolotovima isklapanje (gruba struktura)

ručno „IZ“

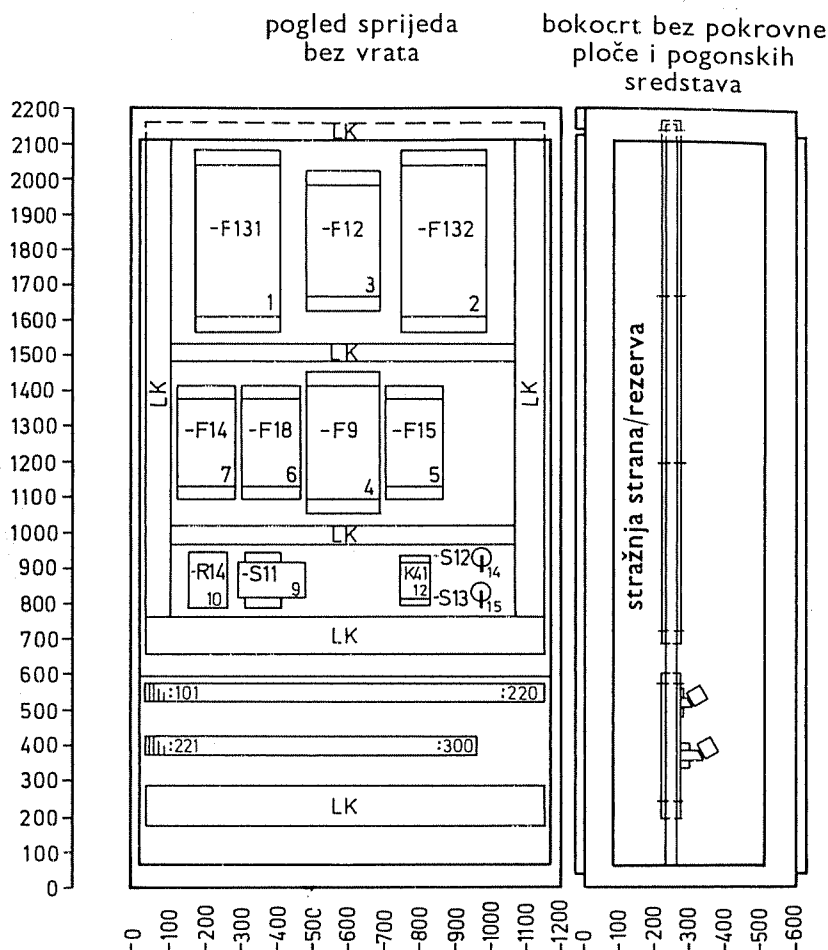


Položajni nacrti daju podatke o međusobnom prostornom položaju jednog ili više pogonskih sredstava.

Pravila:

- pogonska sredstva prikazati jednostavnim obrisima kao kvadrate, krugove ili pravokutnike u uspravnom položaju i međusobno ispravnom rasporedu
- nije neophodan mjerilu odgovarajući prikaz kote
- položajni nacrt može se dopuniti ili zamijeniti popisom

Položajni nacrt zaštitnog ormarića



Označavanje načina spajanja namota

JUS N.A3.006 DIN 40 710/7.73

oznaka	značenje	oznaka	značenje	oznaka	značenje
|	jedan namot	T	dva namota u T spoju za trofazni sustav	*	šesterofazni namot u spoju zvijezda
||	dva odvojena namota	△	trofazni namot u trokutnom spoju	Y	šesterofazni namot u viličastom spoju s izvodom zvjezdista
|^m	m odvojenih namota	△	trofazni namot u otvorenom trokutnom spoju	△ ^m	m-fazni u poligonskom spoju
L	dva namota u L spoju	Y	trofazni namot u spoju zvijezda	Y ^m	m-fazni u spoju zvijezda
|—	dva namota za sustav sa četiri vodiča	Y	trofazni namot u cik-cak	|	sefijski spoj
V	dva namota u V spoju za trofani sustav	☆	šesterofazni namot u spoju — dvostruki trokut	||	paralelni spoj
✱	četverofazni namot s izvodom zvjezdista	⬡	šesterofazni namot u šesterokutnom spoju	⊥	pojedinačni ogranak s pomoćnom fazom

(JUS N.A3.002)
DIN 40 700 T.4/2.71

Oznaka	Značenje	Oznaka	Značenje	Oznaka	Značenje
	istosmjerna struja, istosmjerni napon		pozitivni pravo- kutni impuls		PAM-impulsno-am- plitudno moduliran
	izmjenična struja, izmjenični napon		negativni pravo- kutni impuls		PPM-impulsno-fazno moduliran
	niskofrekventna izmjenična struja, izmjenični napon		pozitivni i negativni pravokutni impuls, npr. dvolika struja		PWM-impulsno- širinski moduliran
	visokofrekventna izmjenična struja, izmjenični napon		stupnjeviti impuls npr. za potrebe brojenja		PCM-impulsno- kodno moduliran npr. petočlani kod

(JUS N.A3.004)
DIN 40 712/7.71

Oznaka	Značenje	Oznaka	Značenje	Oznaka	Značenje
	linearna promjenljivost pod utjecajem neke fizikalne veličine		mehanička namjestivost		nelinearna neprekidna promjenljivost zbog mehaničkog namještanja
	neprekidna promjenljivost zbog mehaničkog namještanja		nelinearna promjenljivost pod utjecajem neke fizikalne veličine		postupno namjestiv
Spojni simbol	Značenje	Spojni simbol	Značenje	Spojni simbol	Značenje
	Otpornik općenito		neprekidno promjenljivi s kliznim kontaktom (potenciometar)		Sa stupnjevito promjenljivim induktivitetom
	po izboru		naponski ovisan otpornik (promjena otpora suprotna promjeni napona)		Kondenzator, kapacitet općenito
	s odvojcima		Namot, induktivnost općenito		polarizirani elektrolitni kondenzator
	s kliznim kontaktom		po izboru		nepolarizirani elektrolitni kondenzator
	čisti djelatni		s jezgrom		provodni kondenzator, koaksijalni
	prividni otpor		s jezgrom i zračnim rasporom		kapacitet namjestivi (trimer)
	promjenljivi s nelinearnom karakteristikom		zakriljen		

Spojni simboli za trajne magnete, baterije, uzemljenja i zakriljenja

(JUS N.A. 3.006)
DIN 40 712/7.71

Spojni simbol	Značenje	Spojni simbol	Značenje	Spojni simbol	Značenje
	trajni magnet		zemlja		razdjelna linija
	po izboru		s podatkom o vrsti uzemljenja npr. pogonsko uzem.		okvirna crta
	primarni članak akumulator (čelija), baterija		bez stranog napona		zakriljenje
	masa		priključno mjesto zaštitnog vodiča		

Dodatni spojni simboli

(JUS N.A. 3.002)
DIN 40 703/3.70

Spojni simboli	Značenje	Spojni simboli	Značenje	Spojni simboli	Značenje
	smjer gibanja pravocrtno, npr. udesno		ručni pogon općenito		osjetnik pokretanje mehaničko
	pravocrtno u oba smjera		pokretanje pritiskivanjem		s prikazom odvijanja grebena, 3 položaja
	okrećući se npr. ulijevo		pokretanje povlačenjem		mehanički pogon općenito
	okrećući se u oba smjera		pokretanje okretanjem		s ručnim navijanjem
	djelatni spoj		pokretanje nakretanjem		stapni potjer
	po izboru npr. na malom razmaku		odstranjiv npr. nasadni ključ		gibanje zaporno u jednom smjeru
	periodsko pokretanje 12/min		ostali pogon npr. nožni pogon		zaporno u oba smjera
	usporenje pri gibanju udesno		označavanje položaja npr. numeracija		spojka
	pri gibanju ulijevo		po izboru		kvačilo
	urez		ručni pogon 4 položaja		klizna spojka
	sklopna brava s mehaničkim oslobađanjem		položaji 2 i 3 su položaji na urezu		zaporna naprava npr. zatvorena
					kočnica npr. zatvorena

Spojni simboli za vodove i spajanje vodova

(JUS N A3.003)
DIN 40 711/8.61

Spojni simboli	Značenje	Spojni simboli	Značenje	Spojni simboli	Značenje
	vod općenito		radio vod		vod s označenim brojem vodiča npr. 3 vodiča
	kada je potrebno raspoznavanje npr. nulvodič		ostale vrste prikaza npr. vod sigurnosne rasvjete, vod treptavog svjetla, vod noćnog spoja u dojavnim uređajima itd.		sažimanje vodova
	u gradnji				jednopolni prikaz
	projektiran				vod s vodičima u snopu s oznakom smjera vođenja vodova
	pomični vod (prostoručna linija)				spojno mjesto općenito
	položen po izboru ili naknadno postavljen vod		sukani vod npr. dvožilni		vodljivi spoj vodova
	zaštitni vod		koaksijalni vod		priključna letvica redne stezaljke
	strani vod		zakriljeni vod		redne rastavne stezaljke
	pozivni vod i vod za zvonce		neuzemljeni		provodi za vodove u stijenki kućišta ili zidu zgrade
	telefonski vod		uzemljeni		

Spojni simboli za sklopne, pobudne i okidačke članove

(JUSS N A3.007)
DIN 40 713/4.72

Spojni simbol	Značenje	Spojni simbol	Značenje	Spojni simbol	Značenje
	rasklopni elementi uklopni kontakt		oduzimač struje klizni kontakt		osigurač općenito
	isklopni kontakt		pobudni element općenito npr. za relej, sklopnik		s oznakom priključaka na strani mreže
	izmjenični kontakt		s osobitim svojstvima, općenito		iskrište
	dvostepeni radni kontakt sa tri rasklopna položaja		utični zatik		prenaponski odvodnik, naponski osigurač
	označavanje neautomatskog povratnog hoda		utičnica		podizni magnet stezna ploča, magnetski separator
	višepoložajna sklopka npr. sa 6 položaja		utična spojnica s priključkom zaštitnog vodiča		magnetska kočnica npr. magnet za kočenje po tračnicama
	rastavno mjesto		utična tlačna spojnica s jednakim dijelovima utikača		virtložna kočnica

Spojni simboli za sklopne, pobudne i okidačke članove

DIN 40 713/4.72
DIN 40 713 dodatak 1/4.74
(JUS N.A3.007)

Spojni simbol	Značenje	Spojni simbol	Značenje	Spojni simbol	Značenje
Sklopni član		Elektromehanička pobuda		Elektromagnetski okidači	
	uklopni kontakt 1 zatvara prije 2		s dva sklopna položaja	Oblik I	Oblik II
	isklopni kontakt 1 otvara prije 2		isto		nadstrujni okidač s uspore-nim okidanjem
	izmjenični kontakt bez prekida, izmjenični slijedni kontakt		s usporenjem privlačenja		podstrujni okidač
	isto (po izboru)		s usporenjem otpuštanja		okidač za povratnu struju
	dvojni isklopni kontakt		s usporenjem privlačenja i otpuštanja		okidač na struju kvara
	dvojni uklopni kontakt		polarizirani releji s trajnim magnetom		elektromagnet-ski nadstrujni okidač
	prolazni kontakt, davanje kontakta pri gibanju u oba smjera		potporni relej		prenaponski okidač
	uklopni kontakt, zatvara usporeno		remanentni relej		podnaponski okidač
	uklopni kontakt, otvara usporeno		releji na izmjeničnu struju		podnaponski oki-dač s uspore-nim okidanjem
	isklopni kontakt, otvara usporeno		termički relej		okidač kod napona kvara
Sklopka		Uključen-uzbuđen			
	rastavljač, beste-retna sklopka		s dva protusmjerno djelujuća namota		elektromehanička pobuda
	osigurački rastavljač		isto		uklopni kontakt s automatskim povratnim hodom
	teretne sklopke		s vatmetarskim djelovanjem		podizni magnet
	teretni rastavljač		s jednim djelatnim namotom		zakretni magnet
	učinski rastavljač		isto		otkočnik s pod-lakom o vrsti struje
	učinska sklopka		s dva u istosmi-sleno djelujuća namota		
	s trenutnim pre-kidom, trenutni prekid svih polova		isto		
	s odvojenim trenutnim prekidom pojedinačnih polova npr. 3 pola		isto		

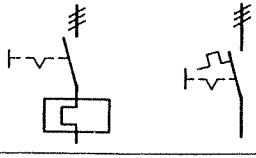
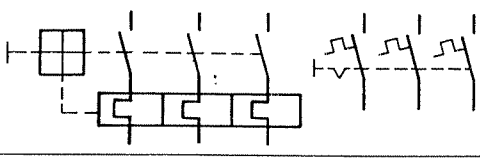
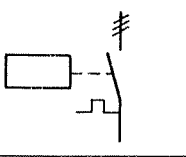
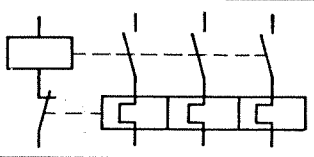
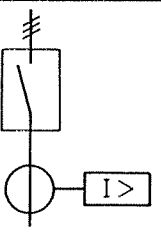
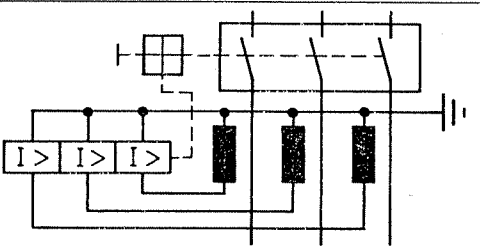
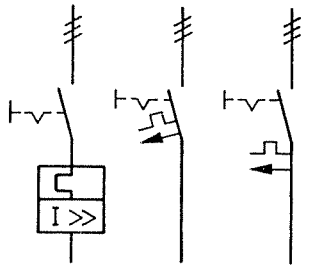
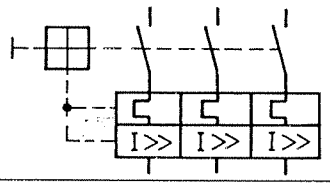
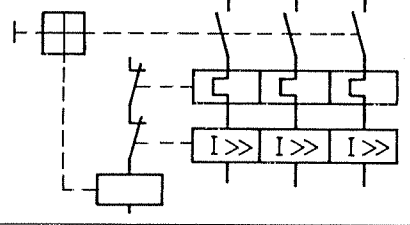

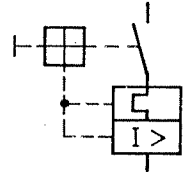

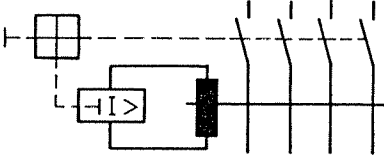
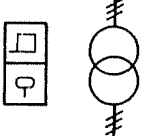
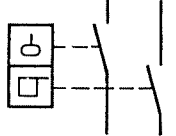
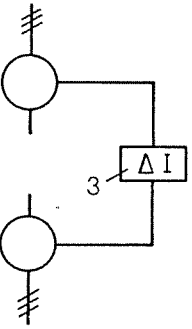
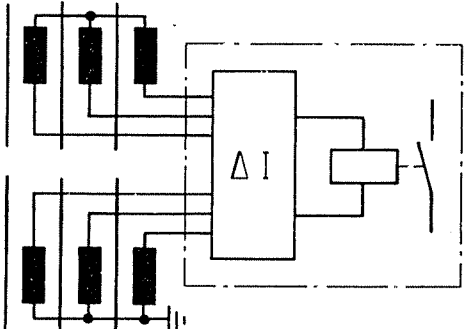
Primjeri za sklopne aparate, pobudne članove, releje i okidače

DIN 40 713 dodatak 1/4.74

Spojni simbol	Značenje	Spojni simbol	Značenje																																																																	
	dvopolna tipkala , ručno pokretana, općenito za tri sklopna položaja, osnovni položaj u položaju 0		programski kodni mehanizam s dijagramom vremenskog toka																																																																	
	postavna sklopka , ručno pokretana, s oznakom sklopnih položaja	<table><tr><th>vrijeme s</th><th colspan="4">sklopni član</th></tr><tr><th></th><th>A</th><th>B</th><th>C1</th><th>C2</th></tr><tr><td>0</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>1</td><td>X</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>2</td><td></td><td>X</td><td></td><td></td></tr><tr><td>3</td><td></td><td></td><td>X</td><td>X</td></tr><tr><td>4</td><td></td><td>X</td><td></td><td></td></tr><tr><td>5</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>6</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>7</td><td></td><td>X</td><td></td><td></td></tr><tr><td>8</td><td></td><td></td><td></td><td>X</td></tr><tr><td>9</td><td></td><td>X</td><td></td><td></td></tr><tr><td>10 (0)</td><td>X</td><td></td><td></td><td></td></tr></table>		vrijeme s	sklopni član					A	B	C1	C2	0					1	X				2		X			3			X	X	4		X			5					6					7		X			8				X	9		X			10 (0)	X			
vrijeme s	sklopni član																																																																			
	A	B	C1	C2																																																																
0																																																																				
1	X																																																																			
2		X																																																																		
3			X	X																																																																
4		X																																																																		
5																																																																				
6																																																																				
7		X																																																																		
8				X																																																																
9		X																																																																		
10 (0)	X																																																																			
	isto																																																																			
	postavna sklopka sa 6 položaja spoja bez prekida između označenih sklopnih položaja 1–2, 3–4																																																																			
	tropolni osigurački rastavljač , ručno pokretan, općenito		tropolni teretni rastavljač s ručnim pokretanjem i sklopnom bravom, s elektromehaničkim otvaranjem																																																																	
	tropolna sklopka sa zapornicom s 3 elektrotermička i 3 elektromagnetska nadstrujna okidača i podnaponskim okidačem npr. motorska zaštitna sklopka		tropolna učinska sklopka s dvostrukim odvojenim uređajem za trenutni prekid 3 pola, s dva pomoćna kontakta, motorским pogonom i sklopna brava s elektromehaničkim otvaranjem																																																																	
Spojni simboli			Značenje																																																																	
			petopolni grebenasti kontroler s 4 sklopna položaja, ručno pokretan																																																																	
			isto																																																																	
<div><div><p>Tablicu treba prikazati na istoj strujnoj shemi ili u nekoj drugoj</p><table><tr><th>sklopni položaji</th><th colspan="5">sklopni član</th></tr><tr><th></th><th>A</th><th>B</th><th>C</th><th>D</th><th>E</th></tr><tr><td>1</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>2</td><td>X</td><td></td><td></td><td>X</td><td></td></tr><tr><td>3</td><td>X</td><td></td><td>X</td><td></td><td></td></tr><tr><td>4</td><td>X</td><td>X</td><td></td><td></td><td>X</td></tr></table><div><div>X</div> sklopni član zatvoren<div></div> sklopni član otvoren</div></div></div>			sklopni položaji	sklopni član						A	B	C	D	E	1						2	X			X		3	X		X			4	X	X			X	pojednostavljeni prikaz posebno za strujne sheme																													
sklopni položaji	sklopni član																																																																			
	A	B	C	D	E																																																															
1																																																																				
2	X			X																																																																
3	X		X																																																																	
4	X	X			X																																																															

Spojni simboli za sklopke u zaštitnoj tehnici

DIN 40 713 dod. 3/1.75

jednopolni prikaz	Spojni simboli višepolni prikaz	Značenje
		tropolna sklopka s elektrotermičkim nadstrujnim okidačem
		tropolni sklopnik s elektrotermičkim nadstrujnim relejem
		tropolna učinska sklopka s elektromagnetskim nadstrujnim okidačem
 različiti prikazi		tropolna sklopka s elektrotermičkim nadstrujnim i elektromagnetskim kratkospojnim okidačkim mehanizmom
		tropolna sklopka s elektrotermičkim nadstrujnim i elektromagnetskim kratkospojnim relejem i električnim okidanjem
		jednopolna sklopka sa zapornicom i s elektrotermičkim i elektromagnetskim nadstrujnim okidačem
		četveropolna sklopka sa zapornicom s okidačem struje kvara
		Bucholz-ova zaštita
		trofazna diferencijalna zaštita

Spojni simboli za transformatore, prigušnice, mjerne transformatore i transduktore

DIN 40714 T.1/4.59
T. 3/5.58
(JUS N.A3.006) T.3/3.68

Jednostavni spojni simbol	Spojni simbol	Prigušnica	Jednostavni spojni simbol	Spojni simbol	Prigušnica
		prigušnica			strujni transformator
		jednofazni transformator 2 odvojena namota			štedni spoj
		3 odvojena namota			sumirajući strujni transformator s 3 primarna namota
		stepenasto namjestiv			strujni transformator s dvije jezgre
		dvofazni transformator linijski/fazni			3 strujna transformatora ugrađena u trofazni vod
		trofazni transformator YNd5			istosmjerni mjerni transformator
		spoj Yzn5, namjestivi gornjonaponski namot			naponski transformator
		3 namota u spoju Yy0/Yd5/Yd5, jedan namjestiv stepenastom sklopom			s odvojkom
		jednofazni auto-transformator			štedni spoj
		trofazni u Y spoju, stepenasto namjestiv			dva sekundarna namota
		zakretni transformator za trofaznu struju s odvojenim namotima spojenim u zvijezdu			dva naponska transformatora u V-spoju
					transduktor
					magnetsko pojačalo

Spojni simboli za rotacione električne strojeve

DIN 40 715/4.62
(JUS N.A3.006)

Jednostavni spojni simb.	Spojni simbol	Značenje	Jednostavni spojni simb.	Spojni simbol	Značenje
		istosmjerni poredni generator			trofazni paralelni motor s rotorskim napajanjem i namještanjem brzine vrtnje pomicanjem četkica
		poredni generator, namot pomoćnog pola spojen jednostrano na armaturu			trofazni serijski motor, namještanje brzine vrtnje pomicanjem četkica
		generator, kompenzacijski namot pomoćnih polova spojeni su jednostrano na armaturu			
		istosmjerni serijski motor			serijski motor (univerzalni motor)
		serijski motor, namoti pomoćnih polova simetrično su na armaturu podijeljeni			serijski motor s namotom pomoćnih polova i kompenzacijskim namotom, otpornik paralelan s pomoćnim polom
		generator, s nezavisnom uzbuđom			
		kompaundni generator sa serijskom uzbuđom			repulzijski motor s jednostrukim slogom četkica za namještanje brzine vrtnje pomicanjem četkica
		serijski motor, kompenzacijski namot i namoti pomoćnih polova simetrično su na armaturu podijeljeni			repulzijski motor s dvostrukim slogom četkica za namještanje brzine vrtnje pomicanjem četkica
		kompaundni motor sa serijskom uzbuđom			
		generator s uzbuđom s trajnim magnetom (npr. tahogenerator)			
		trovodni generator s porednom uzbuđom i prigušnicom za raspodjelu napona, namot pomoćnih polova simetrično su na armaturu podijeljeni			stroj — nezavisno uzbuđen u rotoru s kompenzacijskim namotom, trofazan

Spojni simboli za pokretače

DIN 40 700 T. 20/5. 77

Spojni simbol	Značenje	Spojni simbol	Značenje	Spojni simbol	Značenje
	pokretač općenito		pokretač, automatski		pokretač za spoj zvijezda-trokut
	pokretač s 5 stupnjeva pokretanja		pokretač, djelomično automatski		pokretač za polnopreklopive motore
	pokretač, promjenjivi		pokretač sa samookidačem općenito		pokretač za jednofazni motor s pomoćnom fazom, kapacitivni
	pokretač za motore s jednim smjerom vrtnje		pokretač za izravno uklapanje sa sklopnikom za motore s dva smjera vrtnje		pokretač, automatski, s izmjeničnim napajanjem, istosmjerni izlaz preupravljanog usmjerivača

Spojni simboli za mjerne instrumente, mjerne aparate, brojlara, uklopne satove i pretvornike mjernih veličina

DIN 40 716 T.1...6
(JUS N.A3.008)

Spojni simboli	Značenje	Spojni simboli	Značenje	Spojni simboli	Značenje
Sastavni članovi i osnove vrste		Mjerni sustav			termoelement (termopar), općenito
	mjerni instrument, općenito, pokazni		mjerni sustav, općenito		termopretvornik s galvanski vezanim žarilom
	mjerna naprava, općenito, registracijski		mjerni sustav, s jednom naponskom stazom		kapacitivni davač
	integrirajuća mjerna naprava, električno brojilo		mjerni sustav, s jednom strujnom stazom		piezoelektrični generator
Oznake za pokazivanje, tromost, pokazivanje granične vrijednosti			mjerni sustav za tvorbu zbroja ili razlika		tlačni pretvornik npr. $I = f(p)$
	pokazivanje, općenito		mjerni sustav za tvorbu produkta	Primjeri	
	pokazivanje vibracijom		mjerni sustav za tvorbu kvocijenta		mjerni instrument, općenito bez oznake mjerne veličine, s obostranim otklonom
	pokazivanje digitalno (numeričko)		mjerni sustav s križnim svicima		ampermetar
	registriranje zapisano		elektrodinamički željezom zakriljeni mjerni sustav za mjerenje snage		voltmetar za istosmjerni i izmjenični napon
	bez tromosti	Pretvornici mjernih veličina			univerzalni mjerni instrument, s podtlakom jedinice za napon, struju i otpor
	pokazivanje maksimalne vrijednosti		mjerne linije za rastezanje		sinkronoskop
			magnetski davač s pomičnim svitkom		instrument s križnim kazaljka

Spojni simboli za brojila, uklopne satove

DIN 40716 T.4/12.67
(JUS N.A3.008)

Spojni simboli		Značenje	Spojni simboli		Značenje
oblik 1	oblik 2		oblik 1	oblik 2	
		jednofazno izmjenično brojilo			četverovodno trofazno dvotarifno maksimalno brojilo
		istosmjerno ampersatno brojilo			
		trovodno trofazno brojilo			

Spojni simboli za poluvodičke elemente

DIN 40700 T.8/7.72
(JUS N.A3.005)

Spojni simboli	Značenje	Spojni simboli	Značenje	Spojni simboli	Značenje
	otpor ovisan o magnetskom polju		dvosmjerna dioda (varistor)		PNP tranzistor
	Hallov generator		ispravljački aparat		NPN tranzistor
	fotootpornik		tiristor, općenito		PNP foto-tranzistor
	poluvodička ispravljačka dioda		povratno nevodljiva tiristorska dioda		jednoslojni tranzistor s bazom N-tipa (unijunction transistor, dioda s dvostrukom bazom)
	kapacitivna (varicap) dioda		povratno vodljiva tiristorska dioda		N-kanalni FET sa zapornim slojem
	tunelska dioda		dvosmjerna tiristorska dioda		P-kanalni FET sa zapornim slojem
	Z dioda za rad u probojnom području		povratno nevodljiva tiristorska trioda (anodno upravljiva)		obogaćeni IG-FET sa P-kanalom na N-substratu
	Zener diode u protuspoju, graničnik		povratno nevodljiva tiristorska trioda (katodno upravljiva)		obogaćeni IG-FET s N-kanalom na P-substratu
	fotodioda		isklopna tiristorska trioda (anodno upravljiva)		obogaćeni P-kanalni IG-FET s izvedenim priključkom na substrat
	svjetleća dioda		povratno nevodljiva tiristorska tetroda		N-kanalni obogaćeni IG-FET i internom vezom substrat — uvod
	fotoelement		povratno vodljiva tiristorska trioda (anodno upravljiva)		osiromašeni N-kanalni IG-FET
	„backward“ (natražna, unitunelska) dioda		dvosmjerna tiristorska trioda (trijak)		N-kanalni IE-FET s dvije upravljačke elektrode i s izvedenim priključkom na substrat

¹⁾ Uokvirenje se primjenjuje samo kada to iziskuje preglednost.

Spojni simboli za elektronske cijevi

DIN 40 700 T.2/7.69
JUS N.A3.005

Spojni simboli	Značenje	Spojni simboli	Značenje
	dioda s naposredno grijanom katodom		osciloskopska cijev s katodom, Wehneltovim cilindrom, elektrodama za predubrzanje, za fokusiranje, za glavno ubrzavanje, dvije otklonske pločice, dvije odvojene unutarnje obloge
	trioda s neposredno grijanom katodom		

Grafički simboli za principne sheme

DIN 40 700 T.10/1.82
JUS N.A3.610

Spojni simboli	Značenje	Spojni simboli	Značenje	Spojni simboli	Značenje
	generator, oscilator, općenito		teleprinter		prijemnik, prijemni aparat
	s podatkom o frekvenciji		filtrar, općenito		pretvornik frekvencije
	izmjenjivač, vibrator		niski propust		pretvarač impulsa
	ispravljački aparat		visoki propust		korektor izobličenja
	ispravljački aparat		pojasni propust		usporni član
	pojačalo		pojasna brana		član za prigušenje

Spojni simboli za elektroakustičke prijenosne aparate, magnetske glave i dojavne uređaje

DIN 40 700 T.7/ 4.74
T.9/11.61
JUS N.A3.008

Spojni simboli	Značenje	Spojni simboli	Značenje	Spojni simboli	Značenje
	zvučnik		optički dojavnik		zvonce
	zvučnica		svjetlosni dojavnik žarulja		zvonce s otkuca- vanjem, gong
	telefonska slušalica		treptalo		čegrtaljka
	mikrofon		tinjalica		zujalo
	registrator tona		dojavnik s kazaljkom pokazni znak, pomični smjerokaz		električna truba
	magnetska glava, općenito		padalica		sirena

Spojni simboli za instalacijske nacрте

Spojni simboli	Značenje	Spojni simboli	Značenje	Spojni simboli	Značenje
	vod (vidi i str. 298), općenito		odvojna kutija		svjetleća tipka
	gibljivi		kućni priključni ormarić		impulsna tipka
	zakriljen		kabelska glava, završni ogranak, kratka strana = kabelski uвод		efekt približenja, općenito
	u zemlji		po izboru		sklopka na pribli- ženje (sklopka)
	nadzemni, npr. slobodni vod		pretvarač općenito		efekt dodira, općenito
	na žbuci		ispravljački aparat npr. naprava za priključak na izmj. struju		sklopka na dodir (izmjenična sklopka)
	u žbuci		osigurači, općenito		zamračivač (isklopka)
	ispod žbuke		niskonaponski učinski osigurač (NH)		jednostruka utičnica
	u cijevi električne instalacije		zaštitna strujna sklopka, četveropolna		utičnica sa zaštit- nim kontaktom
	razdjelnik, rasklop- na postrojenja		zaštitni automat voda		trofazna utičnica sa zaštitnim kontaktom npr. peteropolno
	zaštitni vodič (PE), neutralni vodič (PEN), vodič za izjednačavanje potencijala (PL)		motorna zaštitna sklopka, trolna		isklopljiva
	po izboru (PE)		isklopka za nuždu		blokirana
	po izboru (PEN)		sklopka, općenito		trostruka
	neutralni vodič (N), nulvodič (M)		s kontrolnom žaruljom		utičnica s rastavnim transformatorom npr. za brijači aparat
	ako je potrebno razlikovanje		sklopka 1/1 (is- klopka jednopolna)		telekomunikacijska utičnica
	po izboru		sklopka 1/2 (isklopka dvopolna)		antenska utičnica
	napajanje vodi prema gore		sklopka 1/3 (isklopka trolna)		brojilo
	napajanje vodi prema dolje		sklopka 5/1 (serij- ska sklopka jedenpolna)		uklopni sat npr. za preklapanje tarife struje
	napajanje provodi prema gore i prema dolje		sklopka 6/1 (izmje- nična jednopolna sklopka)		vremenski relej npr. za rasvjetu stubišta
	okvirna crta		sklopka 7/1 (križna sklopka jednopolna)		releji za svjetluca- nje, sklopka za svjetlucanje
	spoj vodiča		vremenska sklopka		releji tonfrekvent- nog mrežnog upravljanja
	kutija		tipka		

Spojni simboli za instalacijske nacрте

DIN 40 717/11.83
(JUS N.A3.008)

Spojni simboli	Značenje	Spojni simboli	Značenje	Spojni simboli	Značenje
	svjetiljka, općenito		protočno grijalo vode		ploča za poziv i odziv
	sa sklopkom		aparat za vruću vodu, općenito		električni sat
	s promjenjivom svjetloćom		infracrveni roštilj		aparat za kontrolu kartica, pokretan ručno
	sigurnosna svjetiljka u trajnom spoju		parilo hrane		centrala vatrojav-nog uređaja
	u pripravnosnom spoju		stroj za pranje rublja		sporedni vatrojav s pritisknim dugmetom
	reflektorna svjetiljka		sušilo za rublje		temperaturni dojavnik
	s premošćenjem za niz žarulja		stroj za pranje posuđa		policijski dojavnik
	svjetiljka s dodatnom sigurnosnom svjetiljkom u trajnom spoju		sušilo za ruke, sušilo za kosu		čuvarski dojavnik
	svjetiljka s dodatnom sigurnosnom svjetiljkom u pripravnosnom spoju		grijanje prostorija, općenito		dojavnik potresanja
	svjetiljka za izboj-nu svjetiljku		akumulacijska grijalica		propusna ključanica
	svjetiljka za fluore-scentnu cijev		infracrvena grijalica		dojavnik na svjet-lošne zrake, svjet-losna prepreka ³⁾
	niz svjetiljki ¹⁾ npr. 3 svjetiljke po 40 W		ventilator		dojavnik požara
	predaparat		aparat za klimatizaciju		isklopka za zatamnjenje
	starter		rashladni aparat npr. aparat za du-boko hlađenje ²⁾		telefonski aparat
	električni aparat, općenito		aparat za smrza-vanje ²⁾		višestruki telefon npr. kućni telefon ³⁾
	kuhinjski stroj		zvonce		interfonski izmjenični aparat npr. kućni ili vežni telefon
	električni štednjak		zujalo		istovremeni inter-fonski aparat kućni ili vežni telefon
	mikrovalna pećnica		gong		antena
	krušna peć		truba		pojačalo
	ploča za podgrijavanje		sirena		zvučnik
	prženica		električna brava		radio-aparat
	akumulacijsko grijalo vode		signalna svjetiljka, svjetlosna žarulja, svjetlosni signal		televizor

¹⁾ svjetiljke crtati u mjerilu ²⁾ za broj zvijezda vidi DIN 8950 dio 2 ³⁾ prema DIN 40 700 dio 10

Spojni simboli za binarne elemente

DIN 40 900 T.12/7.84
(JUS N.A3.012)

Simbol	Značenje	Simbol	Značenje	Simbol	Značenje
Sastav simbola najprikladnije mjesto za opću oznaku funkcije		Oznake na ulazima, izlazima i ostalim vezama		Oznake unutar konture	

Spojni simboli za binarne elemente

DIN 40 900 T.12/7. 84
JUS N.A3.012

Označavanje unutar konture, nelogične veze

Simbol	Značenje	Simbol	Značenje	Simbol	Značenje
	D-ulaz		izlaz uspoređivanja asocijativne memorije		„BORROW PROPAGATE“ ulaz aritmetičkog elementa
	J-ulaz		ulaz operanada, prikazan Pm ulaz		ulaz PRIJENOSA aritmetičkog elementa
	K-ulaz		veći od ulaza komparatora brojeva		„CARRY GENERATE“ izlaz aritmetičkog elementa
	R-ulaz		manji od ulaza komparatora brojeva		izlaz PRIJENOSA aritmetičkog elementa
	S-ulaz		jednakost ulaza komparatora brojeva		„CARRY PROPAGATE“ ulaz aritmetičkog elementa
	T-ulaz		manji od izlaza komparatora brojeva		ulaz SADRŽAJA
	posmični ulaz naprijed		„BORROW IN“ ulaz aritmetičkog elementa		sažimanje priključnih vodova na ulaznoj strani
	posmični ulaz natrag		„BORROW GENERATE“ ulaz aritmetičkog elementa		ulaz za čvrsti način rada
	ulaz brojenja, naprijed		„BORROW OUT“ („RIPPLE BORROW“) izlaz aritmetičkog elementa		izlaz čvrstog stanja
	ulaz brojenja, natrag		grupiranje bitova za višebitni ulaz	Nelogičke veze i pokazivač toka signala	
	upitni ulaz asocijativne memorije				nelogična veza
					dvosmjerni tok signala

¹⁾ m se mora zamijeniti odgovarajućom vrijednošću. Kod m=1 može se 1 izostaviti.

²⁾ svaku zvjezdicu (*) mora se zamijeniti oznakom operanda npr. P odnosno Q.

Spojni simbol za binarne elemente

DIN 40 900 T.12/7.84
JUS N.A3.612

Označavanje ovisnosti (odnosi između ulaza i izlaza)

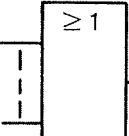
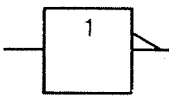
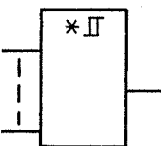
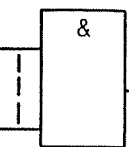
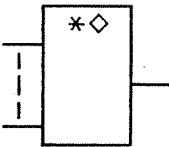
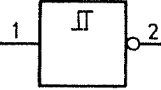
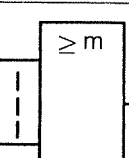
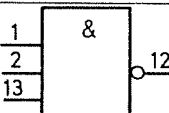

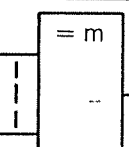
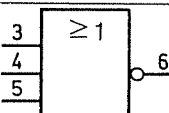
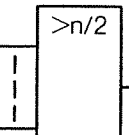
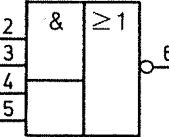
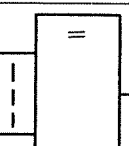
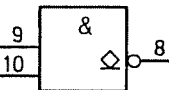
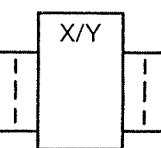
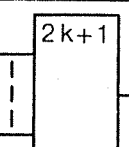
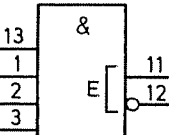
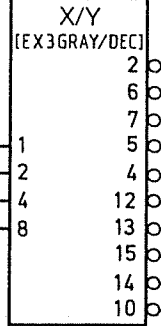
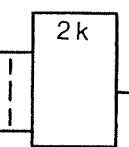
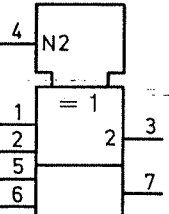
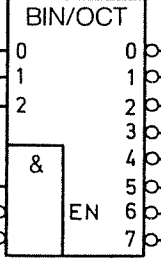
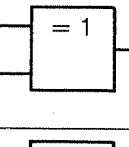
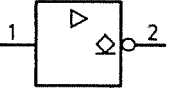
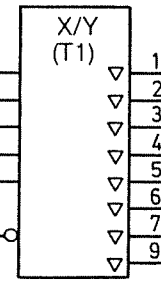
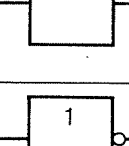
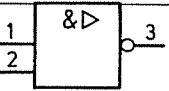
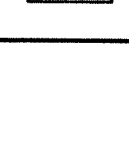
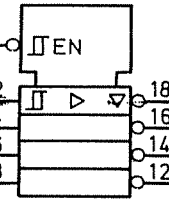

Slovo	Vrst ovisnosti	Djelovanje na upravljani ulaz ili izlaz ulaz: stanje 1 ulaz: stanje 0		Simbol	Značenje																				
A	ADRESE	dopušta akciju (adresa odabrana)	sprečava akciju (adresa nije odabrana)		Cm-ulaz ¹⁾																				
C	UPRAVLJANJE	dopušta akciju	sprečava akciju		Cm-izlaz																				
EN	OSLOBAĐANJE	dovoljava akciju	— sprečava akciju upravljanih ulaza — izaziva vanjsko visokoomsko stanje na otvorenom izlazu i na izlazu s 3 stanja — izaziva visokoomsku L-ravinu na pasivnim „pull down“ izlazima i visokoomskoj H-ravini na pasivnim „pull up“ izlazima — izaziva stanje 0 na ostalim izlazima	Primjer: 																					
G	I	dopušta akciju	izaziva stanje 0		Sm-ulaz ¹⁾																				
M	MOD - način	dopušta akciju (odabran način)	sprečava akciju (način nije odabran)		Rm-ulaz vanjska strana logike																				
N	NEGACIJA	upotpunjava stanje	nema djelovanja	Primjer: 	<table border="1"><thead><tr><th>a</th><th>b</th><th>c</th><th>d</th></tr></thead><tbody><tr><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr></tbody></table>	a	b	c	d	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	1	0	1
a	b	c	d																						
0	0	1	0																						
0	1	0	1																						
1	0	1	0																						
1	1	0	1																						
R	(RESET) VRAĆANJE	upravljani izlaz reagira kao pri S = 0 R = 1	nema djelovanja																						
S	POSTAVLJANJE	upravljani izlaz reagira kao pri S = 1 R = 0	nema djelovanja																						
V	ILI	izaziva stanje 1	dopušta akciju		ENm-ulaz ¹⁾																				
Z	VEZA	izaziva stanje 1	izaziva stanje 0																						
Simbol	Značenje	Simbol	Značenje																						
	Gm-ulaz ¹⁾		Nm-ulaz ¹⁾																						
	Gm-izlaz		Nm-izlaz																						
Primjer: 		Primjer: 																							
	Vm-ulaz ¹⁾		Zm-ulaz ¹⁾																						
	Vm-izlaz		Zm-izlaz																						
Primjer: 		Primjer: 																							
	Mm-ulaz ¹⁾																								
	Mm-izlaz																								
Primjer: 																									
	Am-ulaz ¹⁾																								
Primjer: 																									

¹⁾ m mora biti zamijenjen odgovarajućim karakterističnim brojem

Spojni simbol za binarne elemente

DIN 40 900 T. 12/7.84
JUS N.A3.612

Kombinacijski i sekvencijalni elementi

Simbol	Značenje	Simbol	Značenje	Simbol	Značenje
Kombinacijski elementi		Elementi s histerezom		Kodirnik (kodni pretvornik)	
	ILI element, općenito		inverzor (u spojnoj shemi u kojoj se primjenjuje simbol za polaritet logike)		element s histerezom, općenito
	I element, općenito		fantomsko povezivanje, općenito		detektor vrijednosti praga s invertiranim izlazom, Schmittov okidni invertirani sklop
	element vrijednosti praga, općenito		I s invertiranim izlazom, NI		NILI Schmittov okidni sklop, NILI s histerezom
	„m iz n“ element, općenito		ILI s invertiranim izlazom, NILI	Kodirnik (kodni pretvornik)	
	većinski element, općenito		I — ILI inverzor		
	element istovrijednosti, općenito		NI s otvorenim kolektorskim izlazom tipa L		Kodirnik, kodni pretvornik, općenito
	element istovrijednosti, općenito		element za proširenje		kodni pretvornik iz „ekscses — 3 — Grayovog“ koda u kod „1 od 10“
	NEPARNI element, element zbrajanja modula 2, općenito		isključivo ILI/NILI dvostruko		kodni pretvornik iz binarnog koda u kod „1 od 8“
	PARNI element, PARITETNI element općenito		(element snage) pobudni stupanj s otvorenim invertiranim kolektorskim izlazom tipa L		kodni pretvornik za proizvoljne kodove
	isključivo ILI element, anti-valentni element, općenito		NILI element snage		
	spremnik bez posebnog pojačanja na izlazu, općenito		sabirnica pobudnog stupnja s ulazima vrijednosti praga i izlazima s 3 stupnja, četverostruko		
	NE element, inverzor (u spojnoj shemi s jedinstvenom logikom odgovora)				

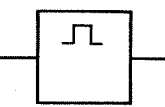
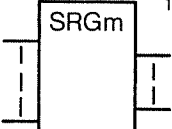
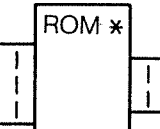
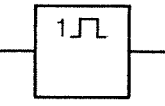
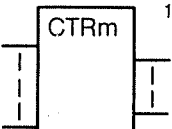
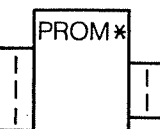
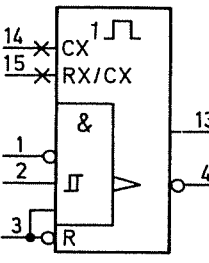
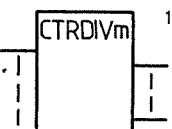
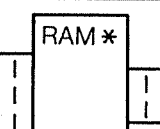
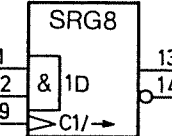
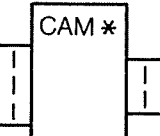
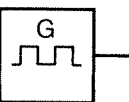
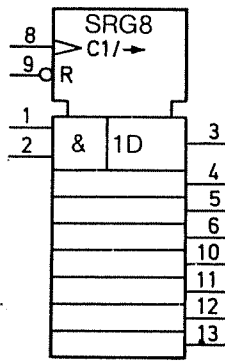
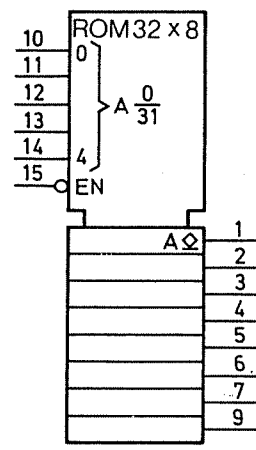
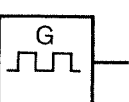
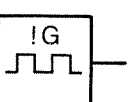
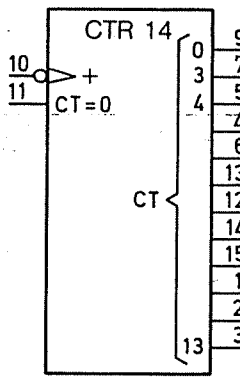
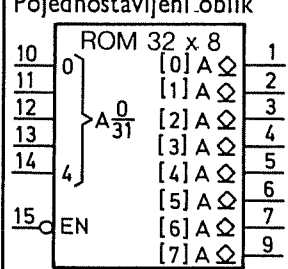
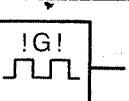
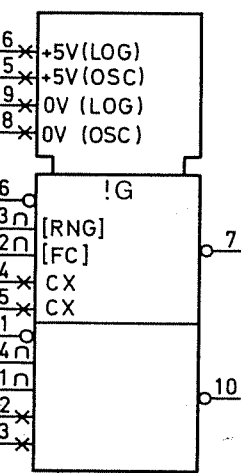
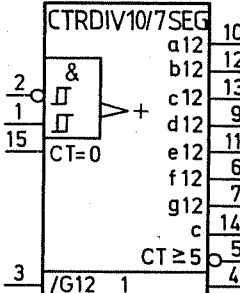
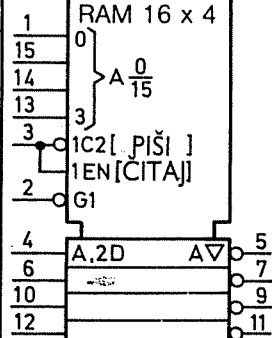
Spojni simboli za binarne elemente

DIN 40 900 T. 12/7.84
JUS N.A3.612

Simbol	Značenje	Simbol	Značenje	Simbol	Značenje
Multipleksor i demultipleksor				Digitalni elementi za kašnjenje	
	multipleksor, općenito		komparator brojeva, općenito		element za kašnjenje s podatkom o vremenu kašnjenja
	demultipleksor, općenito		aritmetičko-logička jedinica, općenito		element za kašnjenje sa stupnjevima po 10 ns
	multipleksor „1 od 8“		jednobitno potpuno zbrajalo	Bistabilni elementi	
	demultipleksor „1 na 8“		množilo 4-bita paralelno, koje daje četiri bita najniže vrijednosti produkta		RS bistabil
Aritmetički elementi			aritmetičko logička jedinica, 4 bita		D bistabil upravljan jednim stanjem, dvostruki
	zbrajalo, općenito		aritmetičko logička jedinica, 4 bita		JK bistabil upravljan jednobočno
	odbijalo, općenito		aritmetičko logička jedinica, 4 bita		RS bistabil upravljan s dva stanja
	jedinica prijenosa, općenito		komparator s otvorenim izlazom tipa-L	Posebna sklopna svojstva bistabilnih elemenata	
	množilo, općenito				RS bistabilni element s početnim stanjem 0
					RS bistabilni element s početnim stanjem 1
					RS bistabilni element nulnaponski osiguran

Spojni simboli za binarne elemente

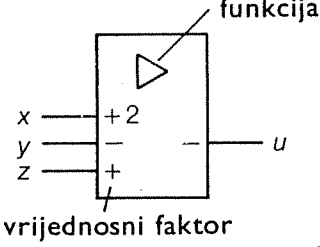
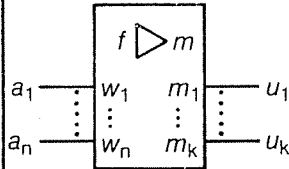
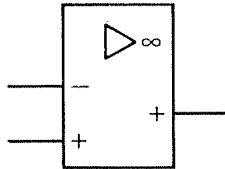
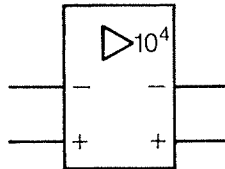
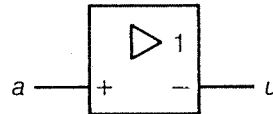
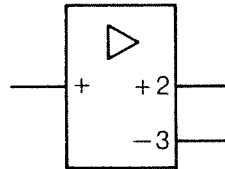
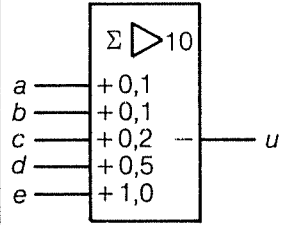
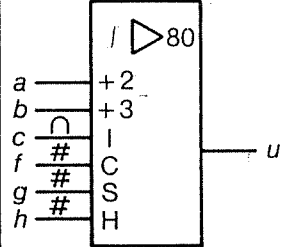
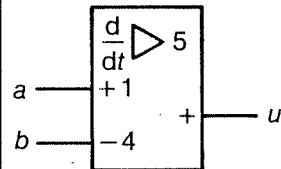
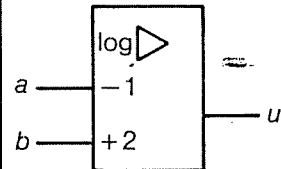
DIN 40 900 T.12/7.84
JUS N.A3.612

Simbol	Značenje	Simbol	Značenje	Simbol	Značenje
Monostabilni elementi		Posmični registri i brojila		Memorije	
	monostabilni elementi ponovno okidno sposoban		posmički registar, općenito		ispisna memorija, općenito
	monostabilni element, nije ponovno okidno sposoban		brojilo s duljinom ciklusa 2 ^m , općenito		programirljiva memorija, općenito
	monostabilni element nije ponovno okidno sposoban		brojilo s dužinom ciklusa m, općenito		memorija, s izravnim pristupom, općenito
Astabilni elementi			posmični registar, 8 bita		asocijativna memorija, općenito
	astabilni elementi npr. generator takta		posmični registar, 8 bita s paralelnim izlazom		ispisna memorija, 32 x 8 bita
	upravljani astabilni element				
	astabilni element, sinkrono upravljan		binarno brojilo s 14 supnjeva		
	zaustavlja se na kraju ulaznog impulsa				
	naponski upravljeni oscilator, dvostruki		dekadno brojilo/ djelilo s dekodiranim izlazima za 7-segmentno pokazivanje		memorije s izravnim pristupom, b16 x 4 bita

¹⁾ m se mora zamijeniti s odgovarajućim brojem

Grafički simboli za analognu obradu informacija

DIN 40 900 T.13/.81
JUS N.A 3.650

Simbol	Značenje	Simbol	Značenje
		Pojačalo	
+	neinvertirajući		pojačalo za analognu obradu informacija, općenito
-	invertirajući		Primjer: diferencijalno pojačalo s vrlo velikim pojačanjem, računsko pojačalo
Označavanje signala			diferencijalno pojačalo s faktorom pojačanja 1000 i komplementarnim izlazima
\cap	analogni signali		invertirajuće pojačalo, invertor s faktorom pojačanja 1
\times	digitalni signali		pojačalo s dva izlaza, gornji neinvertirajući izlaz ima faktor pojačanja 2, donji invertirajući izlaz ima faktor pojačanja 3
Oznake na pojačalu			sumirajuće pojačalo, sumator
Σ	sumirajuće		integrirajuće pojačalo, integrator
\int	integrirajuće		diferencirajuće pojačalo, diferencijator
$\frac{d}{dt}$	diferencirajuće		logaritmirajuće pojačalo
log	logaritmirajuće		
F	kompenzacija frekvencije		
I	početna vrijednost, analogna vrijednost pri jednoj integraciji		
C	integriranje: vrijednost 1 binarne varijable izaziva integraciju		
H	zaustavljanje: vrijednost 1 binarne varijable izaziva zaustavljanje posljednje vrijednosti		
R	povratak u početno stanje: vrijednost 1 binarne varijable postavlja izlaz natrag na nulu		
S	postavljanje: vrijednost 1 binarne varijable postavlja izlaz na početnu vrijednost		
U	opskrbeni napon (primjenjuje se ako postoje posebni zahtjevi). Svako potrebno označavanje opskrbe (numerička vrijednost) ili polariteta (+ ili -), slijedi slovo U		

Grafički simboli za analognu obradu informacija

DIN 40 900 T.13/1.81
JUS N.A3.650

Symbol	Značenje	Symbol	Značenje
Pretvarač koordinata		Analogne sklopke	
	pretvarač koordinata, polarne koordinate u kartezijske koordinate		uklopni kontakt, općenito
	pretvarač koordinata, kartezijske koordinate u polarne koordinate		Primjer: analogni signal prenosi se u smjeru strelice sve dok binarna varijabla na ulazu e ima vrijednost 1
Pretvornik			isklopni kontakt, općenito
	digitalno-analogni (D/A), pretvaranje digitalnog signala u analogni signal		Primjer: analogni signal prenosi se samo u smjeru strelice sve dok binarna varijabla na ulazu e ima vrijednost 0
	analogno-digitalni (A/D) pretvornik, pretvaranje analognog signala u digitalni signal		dvosmjerni kontakt sklopku upravljaju dvije binarne varijable jednim „I”
	analogno-digitalni pretvornik, analogno-digitalni pretvornik koji signal u području od 4-20 mA na ulazu pretvara u težinski 4-bitni kôd na izlazu		uklopni i isklopni kontakt obje sklopke upravljane su jednakom binarnom varijablom
Generatori funkcija		Koeficijentni potencijometar	
	općenito		vrijednost koeficijenta može se navesti uz spojne simbole
	Primjer: množilo s vrijednosnim faktorom - 2	Komparatori, usporednici, završni članovi	
	dijelilo		komparator, usporednik, završni član, općenito w1 ... wn za numeričke vrijednosti vrijednosnih faktora s predznakom
	množilo — djelilo		Primjer: komparator, usporednik, završni član
	generator funkcije kotagens		
	generator eksponencijalne funkcije		

Kazalo pojmova

A

access 239
acetalna smola 258
adresna sabirnica 239
Aikenov kod 232
akrilnitril-butadin 258
akumulator 239
—, metalni 124
—, olovni 122, 125
—, oznake 297
akustički uređaji, simboli 307
Al elektrolitni kondenzatori 60
ALGOL 239
ALU 239
aluminij 245, 251
— za elektrotehniku 251
alumijska bronca 252
alumijski elektrolitni kondenzator 60
— limovi, rake, šipke 251
amper 32
ampermetar (spojni simbol) 305
amplituda 43
analogna obrada informacija, grafički simboli 316
anorganski spoj 29
antenski uređaji 148
antimon 245
aparat za vruću vodu, simbol 309
apscisa 276
argon 245
aritmetičko-logička jedinica 299
aritmetički elementi, simboli 314
arsen 245
ASC II kod 232
asinkroni motori 81
— —, pogonske vrijednosti 103
— —, simboli 303
— pretvarač frekvencija 107
asinkrono brojilo 234
assemble 239
astabilni elementi, simboli 315
atom 28, 244
—, jezgra 28
—, veza 29
atomska masa, relativna 28
— veza 29
atomska broj 28, 244
autotransformator 116
—, spojni simbol 302

B

bakar 2445; 251
— za elektrotehniku 250
bakrena presvlaka 257
barij 245
BASIC 239
baterije 120
—, simboli 297
baze 28

318

BCD-kod 232
berilij 245
binarni broj 8
binarno brojilo 234
bistabilni prekretni članovi 231
bit 239
bizmut 245
Bodeov dijagram 223
boje svjetlosnih dojavnika 133
— — tipkala 133
— tipkala 133
bojler 181
bor 245
brojčane oznake aluminija i slitina 251
— — bakra i slitina 250
— — za materijale 250
brojevi 7
— (MPU) 236
brojevi sustavi 7
brojilo 214, 234
—, binarno (simboli) 315
—, simboli 305
broj neutrona 29
— okretaja 23, 29
— pari polova 43
— protona 29
brom 245
bronca 252
—, alumijska 252
brzina 24
brzo lemilo 268
Bucholz-ova zaštita, spojni simbol 301
buffer 239
bus (sabirnica) 239
bušenje 267
B-vrijednost 58
byte 239

C

CEE-CEKON utičnica 180
Celsius 27
celulozni acetat 60, 258
centralna jedinica 239
cilindrični motor 86
cink 245
cinkov oksid-varistor 58
compiler 239
crte 274

Č

čelici 248
— za automate 249
— — opruge 249
čelični akumulatori 124
četveroslojna dioda 67

čvrstoća na izvijanje 246

- — posmak 246
- — savijanje 246
- — torziju 246
- , rastezna 246
- , tlačna 246
- , vlačna 246

Ć

ćelija, simbol 297

D

Dahlanderov spoj 94, 240

Darlingtonov spoj 72

davanje trajnog kontakta 240

decimalni broj 7

— zarez 74

De Morganovi zakoni 10

demultipleksor, simbol 314

derivacijsko vrijeme 225

dielektrična konstanta 16, 38

dielektričnost vakuumu 38

diferencijalna zaštita, simbol 301

diferencijalni napon 218

— ulazni napon 77

diferencijalno pojačalo 72, 76

diferencijski koeficijent 225

diferencijsko vrijeme 225

digitalna obrada podataka, simboli 310

digitalni sklopni član s usporenjem simboli 314

dijagram redoslijeda sklapanja 291

— toka podataka (DT) 292

— — programa 292

— vremenskog toka 291

dijak 67

djelilo 234

djelovi jedinica 14

dijeljenje (MPU) 236

dimenzije papira 275

dimetrija 275

dinamička granična struja 213

dioda 66

— karakteristike 218

— s dvije baze 306

—, simboli 306

disjunkcija 10, 228

djelatna snaga 43

djelatni spoj, simbol 297

djelilo frekvencije 230

— napona 36

dobivanje istosmjerne struje 192, 200, 202

— izmjenične struje 192, 206

dodatni spojni simboli 297

dodjela (MPU) 236

dojavni uređaj 146, 307

— uređaji, simboli 309

doziranje napona 93

duroplast 258

dušik 245

dvoetažni namot 100

dvokanalni osciloskop 217

dvokavezni rotor 81

dvopolni koračni motor 238

dvopoložajna regulacija 200

dvopoložajni regulator 226

dvoslojni namot 97

dvosmjerna dioda, dijak 67

dvosmjerna tiristorska dioda 67

dvosmjerni tiristor, trijak 68

DŽ

džepno računalo 9

E

EEPROM 239

efektivna vrijednost 43

efekt usporavanja 209

eksplozijska zaštita 174

— — u prostorijama 168

eksplozijska funkcija 6

ekvivalent, elektrokemijski 30

elastičnost 246

elektrane 118

električki rad 32

električna snaga 32

— traka 255

— vodljivost 245, 247

— uzbuna 39

električni otpor 32

— — tiskanih spojeva 257

— vodovi 151

električno polje 38

elektrokemijski ekvivalent 30

elektrolitski kondenzator 60

elektroliza 30

elektron 28, 244

elektronički opteretni releji 206, 208

elektronske cijevi, simboli 307

elektro opskrba 140, 164

elipsa 12, 278

energetska razina 28

energija gibanja 21

— položaja 21

epoksid 258

E-red 56, 60

Ex ILLI-protuvalencija (MPU) 238

F

Fahrenheit 27

faktor (djelatne) snage 43

— jalove snage 43

— oblika 213

— otklona 218

— planiranja 182

— pojačanja 51

— prigušenja 51

— smanjivanja 182

— snage 43

Faradayev zakon 30

fazni odziv 223

fenolformaldekid 258

filtrar, simboli 307

filtrarski spojevi 49

fino lemilo 268

fizika 14

fizikalne konstante 17

— veličine 14

flip-flop, simboli 314

flor 245

format effectors 232

formati papira 275
 forstent porculan 262
 fosfor 245
 fotodiode 73
 fotoelement 73, 220
 fotootpornik 73
 fototiristor 73
 fototranzistor 73
 frekvencija 43, 52
 — koraka 238
 frekvencijski odziv 223
 frekvencijsko područje 52
 — ponašanje 77
 — upravljanje 93
 funkcije 6, 11
 — kuta 11
 funkcijske klase 137

G

galij 245
 galvanizacija 30
 generator, istosmjerni 84
 — pravkutnog impulsa 230
 —, simboli 303
 —, trofazni-sinkroni 84
 geometrija u prostoru 13
 — — ravnini 12
 germanij 245
 gibanja 24
 glavna jednadžba transformatora 111
 glavni priključci (poluvodiči) 67
 — sklopnici 132
 Glixonov kod 232
 godišnja korisnost 112
 građevni nacrti 282
 grafičke oznake u elektrotehnici 176
 — — za upravljanje i regulaciju 222
 granica rastezanja 246
 granice pogreške induktivnih mjernih transformatora 213
 granična frekvencija 49
 — temperatura 54, 263
 Grayov kod 232
 grčka slova 8
 grčki alfabet 8
 grčko pismo 274
 grebenasti kontrolor 300
 grijača tijela, simboli 309
 grijala tople vode 181
 — — —, simboli 308
 gromobranska zaštita 161, 167
 grupe pogonskih sredstava 174
 GTO 68
 gubitak snage 128
 gustoća 25, 245
 — struje 30, 32

H

Halloov efekt 76
 — generator 76
 — —, simbol 306
 — napon praznog hoda 76
 Hallova konstanta 76
 Hamming kod 232
 HDK kondenzator 62

heksadecimalni broj 233
 — sustav 8
 helij 245
 hidrauličke naprave 26
 hidrostatski tlak 26
 hipotenuza 11
 hladilo 210
 hlađenje tekućinom 89
 — zrakom 89
 hrapavost 281
 hyperm 256

I

idealni transformator 111
 I-element, simbol 313
 — funkcija 10
 ILI 236
 — element, spojni simbol 313
 — funkcija 10
 — veza 228, 237
 impedancija petlje 163
 implikacija 228
 impregnacijski lak 261
 I (MPU) 236
 impuls (MPU) 236
 impulsni niz 74
 — odziv 223
 — pretvornik 204
 — transformator 74
 — umnogostrojučivač 194
 indeks refleksije boja 183
 indukcija 41
 induktivnost 40
 —, simboli 296
 induktivni davač 220
 industrijske utične naprave 180
 informacijski rastavni znak 232
 information separators 232
 inhibicija 228
 instalacijski spojevi 142
 instalaciona sklopka, simbol 308
 integracijski koeficijent 225
 integracijsko vrijeme 224
 interface 239
 interfon za vrata 146
 interpreter 239
 invertirajući ulaz 77
 ion 29
 ionska veza 29
 ionski naboj 29
 I₀-staza
 IP-zaštita 173
 iridij 245
 isklonni kontakt, spojni simbol 298
 isklonpivi tiristor 68
 ispitivanje izolacije mjerilom 178
 — na tlak električnih aparata 178
 — zaštite od vode 173
 ispitni bit 232
 — napon izolacije, optokopler 74
 — naponi električnih aparata 178
 — — — strojeva 407
 — — mjernih sustava 212
 — znakovi 175
 — — električnih aparata 175
 I-staza 224

- istosmjerni generator 84
- —, simboli 304
- mjerni transformator, simbol 302
- istosmjerni motori 83
- —, kočenje 95
- —, pokretanje 88
- —, simboli 304
- strojevi 83
- —, oznake priključaka 92
- —, namotaji 97
- istofazni ulazni napon 77
- I-T₁-staza 224
- I-T_c-staza 224
- I-veza 228
- I-vezni član 228, 237
- izjednačenje potencijala 158, 161
- izlaz (MPU) 236
- izlazna veličina 221
- izlučivanje tvari 30
- izmjene električnih aparata 178
- izmjenična struja 43
- izmjenični kontakt, simboli 298
- izmjenični motor s kondenzatorom 85
- — — —, pogonske vrijednosti 104
- — — —, spojni simboli 303
- motori 85
- — bez pomoćne faze 85
- —, kočenje 95
- — s otporom pomoćne faze 85
- — — pomoćnim namotajem
- —, simboli 303
- napon 43
- izolacijske folije 261
- izolacijski lakovi 261
- materijali 258
- —, keramički 262
- izometrija 275
- izotopi 28
- izravni pretvornik 204
- izravno uključivanje trofaznih motora 240
- izvedbeni oblici električnih strojeva 109
- izvor kontaktne struje 201
- konstantnog napona 201
- izvršna veličina 221
- izvršni član 221

J

- jakost električnog polja 38
- magnetskog polja 39
- magnetskog polja 39
- struje 32
- jalova snaga 43
- jedinice 15
- jednofazni izmjenični motori 85, 104
- transformator 41, 111
- —, simboli 302
- jednopolno upravljanje (koračni motor) 238
- jednoslojni namot 97
- tranzistor 67
- JK-master-slave flop-flop 231
- jod 245

K

- kabeli 127, 129
- kadmij 245
- kalcij 245

- kalij 245
- kapacitetska dioda 66
- kapacitet 38
- , simboli 296
- karnaugh-Veitchove tablice 229
- karakteristična slova za označavanje električne opreme 284
- karakteristične vrijednosti kondenzatora 60
- karakteristični brojevi aparata za mjerenje snage 214
- — za električna brojila 215
- — — uklopne satove 215
- — — prijemnike daljinskog upravljanja 215
- karakteristika okidanja 130, 140
- u zapornom smjeru 68
- katete 11
- kavezni motor 81, 103
- —, simboli 303
- Kelvin 27
- kemija 28
- kemijske oznake 28
- kemijski spoj 28
- keramički kondenzatori 60
- keyboard 239
- kinetična energija 21
- kiseline 28
- kisik 245
- Kirchofovi zakoni 35
- klasa izolacijskih materijala 263
- klase primjene sastavnih elemenata 54
- klizni kontakt, spojni simbol 298
- klor 245
- kobalt 245
- kocka 13
- kočenje istosmjernom strujom 96
- mtora 95
- kočioni motor 95
- kočnica, električna odvojiva, simbol 299
- , magnetska, simbol 298
- , spojni simbol 297
- kodirnik, simbol 313
- kodni pretvornik, simbol 313
- kodovi 232
- koeficijent proporcionalnosti 224
- trenja 21
- uzdužnog rastezanja 245, 247
- volumenskog rastezanja 247
- koerzit 256
- količina topline 27
- kolotur 22
- kombinirana ljepjenka 261
- zaštita 209
- kompaundni generator, istosmjerni 84
- motor 83
- —, istosmjerni 83
- —, simboli 304
- kompenzacija 131
- frekvencije 77
- jalove struje 131
- kompenzacijski namot istosmjernih motora 83
- kondenzator 38
- , simboli 296
- za pogon izbojnih lampi 64
- kondenzatori s plastičnom folijom 60
- s tinjcem 60
- za motore 64
- — pogon izbojnih lampi 64
- konfiguracijski plan, KP 292
- konstantan 253
- konstanta (MPU) 236

kondenzator 38
 —, simboli 296
 — za pogon izbojnih lampi 64
 kondenzatori s plastičnom folijom 60
 — s tinjcem 60
 — za motore 64
 — — pogon izbojnih lampi 64
 konfiguracijski plan, KP 292
 konstantan 253
 konstanta (MPU) 236
 konstrukcijski čelici 249
 kontaktna shema, KS (MPU) 235, 237
 kontaktno ljepilo 271
 konjunkcija 10; 228
 koračni motor 238
 korisnost 20
 —, elektrolize 30
 —, metode 183
 — svjetiljke 182
 —, toplinska 37
 korozija 31
 kosina 22
 kosinus 11
 kositar 245
 kositrena bronca 252
 kotangens 11
 kotiranje 279
 kratkospojeni namot 101
 kratkotrajni pogon električnih strojeva 108
 kripton 245
 kriterij za izbor motora 101
 krivulja pražnjenja 120
 — raspodjele svjetlosne jakosti 182, 185, 276
 krnja piramida 13
 krnji stožac 13
 krom 245
 kronifer 253
 krtost 246
 krug 12
 kružna frekvencija 43
 — struja 198
 kružni isječak 12
 — odrezak 12
 — prsten 12
 kružno gibanje 25
 ksenon 245
 KS-kondenzatori 62
 kućište, simboli 297
 kućne instalacije 136, 140
 kućni priključci 158
 — interfon 147
 kućno zvono 146
 kugla 13
 kuglin odsječak 13
 kuhinjski aparati, simboli 308
 kulon 32, 38
 KUSA spoj 242
 kut faznog pomaka 43
 — vrha spiralnog svrdla 267
 — zračenja 182
 kutna brzina 25
 — mjera 25
 kvadrat 12
 kvocijent kvara (zastoja) 54
 K-V tablica 229

L

klaki metali 224, 248
 lavinska dioda 209

LBS (MPU) 232, 239
 LDR (fotootpornik) 73
 LED (svjetleća dioda) 73
 lemljenje 268
 lemne očice (tiskani spojevi) 257
 lemni žarnik 268
 lemovi 270
 lijepljeni šav 271
 lijepljenje 271
 lijepljenje prijanjanjem 271
 linearitet (Hallov generator) 76
 linearni motor 86
 linearni prilagođenje (Hallov generator) 76
 linije prijeloma 279
 linijski dijagram 276
 litij 245
 logaritamske funkcije 6
 logaritmiranje 9
 logička algebra 10
 — funkcija 228
 — —, minimizirana 229
 logički članovi 228
 L/R upravljanje 238
 lučna mjera 25
 luminacija 182
 lužine 28

LJ

ljepilo 271
 ljepljiva žbuka 271

M

magneti, simboli 297
 magnetska glava, spojni simbol 307
 — indukcija 39
 — permeabilnost 39
 — — vakuuma 39
 — uzbuda 39
 — vodljivost 39
 magnetske sonde 76
 magnetski krug 39
 — materijali 255
 — otpor 39
 — tok 39
 magnetsko pojačalo, simboli 302, 307
 — polje 39
 magnezij 245
 maksimalna vrijednost 43
 maksimalni opteretni moment 238
 mangan 245
 manganin 253
 masa 19
 master-slave flip-flop 231
 matematički znakovi i pojmovi 6
 matematika 6
 materijal za nadzemne vodove 127
 — ogrjevnih otpornika 253
 — za kontakte 254
 matice 266
 Maxwelllov mjerni most 219
 međukružni pretvornik 204
 mehanička energija 21
 — snaga 20, 25
 mehanički rad 20
 meko lemljenje 270

memorija 237
 — signala 230
 memorijski programirano upravljanje 222, 235
 metali, laki 244
 —, neželjeni 252
 —, plemeniti 244
 —, teški 244
 metalna veza 29
 miješanje 27
 mikanit 261
 mikroprocesori 239
 mikroračunalo 239
 minijaturno lemilo 268
 minimalna mjera sigurnosti 178
 minimizirana logička funkcija 229
 mjed 252
 mjesto brojila 137
 mjera pojačanja 51
 — prijenosa 51
 mjere prigušenja 51
 mjerenje broja okretaja 220
 — električnih otpora 34
 — faktora snage 214
 — jakosti svjetla 220
 — otpora 34
 — puta 220
 — sile 220
 — snage 214
 — struje odvoda 178
 — temperature 220
 mjerilo 274
 — napona (spojni simbol) 305
 mjerni aparati, spojni simboli 305
 — most 34
 — pretvornik, spojni simbol 30
 — sustavi 212
 — —, oznake vrste struje 212
 — —, spojni simboli 305
 — transformator (spojni simbol) 302
 MKC-kondenzator 62
 MKP-kondenzator 62
 MKS-kondenzator 62
 MKT-kondenzator 62
 MKU-kondenzator 62
 MKV-kondenzator 62
 množenje 236
 modularni spojevi 194
 molibden 245
 monostabilni elementi, spojni simboli 315
 mosni spoj 34, 195
 motorgenerator 107
 motori, električni (kriteriji za izbor) 101
 —, spojni simboli 303
 motor s kolutnim rotorom 81
 —, — kratkospojenim rotorom 81
 — — pločastim rotorom 86
 — — prigronom 86
 — — rascijepljenim polovima 85
 motorska zaštita, zahtjevi 90
 — zaštitna sklopka 90
 motorski zaštitni relej 90
 MP-kondenzator 60, 62
 MPU 235
 mrežni ispravljač 202
 mrtvo vrijeme 224
 MSB 232, 239
 multipleksor, spojni simbol 314
 mumetal 256

N

nacrt električne instalacije 289
 — — —, simboli 308
 — ožičenja 290
 nadomjesni spoj logičkih članova 228
 nadomjesno mrtvo vrijeme 227
 nadomještanje logičkih članova 228
 nadstrujna zaštita poluvodiča 209
 nadstrujni zaštitni organi 137, 155
 nadzemni vodovi 127
 najveći zakretni moment 75
 namještanje regulatora 227
 namot kolutnog rotora 101
 — pomoćnog pola 83
 — s razlomljenim brojem utora 100
 namoti 97
 —, simboli 296
 — za trofazne motore 100
 napon 32
 — indukcije 41
 — katkog spoja transformatora 111
 — maksimuma 67
 — na stezaljkama 37
 — praznog hoda 37
 — radio smetnji 179
 naponske karakteristike 230
 naponski ovisna sklopka 67
 — red elemenata 31
 naponsko-vremenska površina 74
 naprava, zaporna, dodatni spojeni simbol 297
 naprezanje vlagom 54
 nastanak potencijala 31
 natpisne pločice električnih strojeva 96
 — — transformatora 115
 natrij 245
 navoj 265, 280
 nazivna rasvijetljenost 182
 — težina bakrene presvlake 257
 nazivne debljine podloge 257
 — snage mjernih transformatora 213
 — struje 33
 — — sklopnih aparata 135
 — — strujnih mjernih transformatora 213
 nazivni kapacitet 60
 — napon 33
 — — električnih strojeva 107
 — — između vodiča 257
 — — naponskih mjernih transformatora 213
 — presjek 154
 — teret 213
 NDK-kondenzator 62
 NE 236
 — element, spojni simbol 313
 — funkcija 228
 — operacija 10
 negacija 10, 228
 neinvertirajući ulaz 77
 nemetali 244
 neon 245
 neposredno hlađenje 89
 neprekidna promjenljivost 296
 nepropusna za prašinu 173
 neutralni vodič 44
 neutron 28, 244
 nezavisno hlađenje 89
 — uzbuđeni motor 83
 neželjeni materijali 252
 — metali 252
 nikalij 245

- nikelin 253
- nikrotal 253
- NILI-veza 228
- niski propust 49
- niskonaponska mreža 129
- niskonaponski osigurači 137
 - rasklopni aparati 133
- nultočka 44
- novo srebro 252
- NTC-otpornik 58
- n-terokut, pravilni 12
- NTK-otpornik (termistor) 58
- nulta operacija 236
- nutarnje hlađenje 89
- Nyquistov dijagram 223

NJ

njtn (N) 19

O

- oblici mreža 160
- oblikovač impulsa 230
- obrada informacija 292
 - dijagrama toka 292
 - pravila za izvedbu 293
 - , grafički simboli 293
- O'Brienov kod 232
- održanje energije 21
- održavanje električnih strojeva 91
- oduzimač struje (spojni simbol) 298
- oduzimanje (MPU) 236
- odziv na funkciju porasta 223
 - — skok 223
- Ohmov zakon 32
- okidač 133
 - , simboli 298
- okidanje struje paljenja 67
- okidna dioda 209
- okomica 277
- oksidi 28
- oktalni broj 233
- okvirna crta, simbol 297
- olovo 245
- olovni akumulatori 122
- om 32
- omjer impuls-pauza 43
 - pauza-impuls 43
 - prijenosa struje 75
- omrežje 276
- opasnost eksplozivnog janskog plina 174
- opći konstrukcijski čelici 249
- operacija (logička) 235
- operacije obrade signala 236
 - za organizaciju programa 236
- operacijsko pojačalo 77
- operand 235, 236
- oprema radionice 264
- optočno hlađenje 89
- optoelektronički sastavni elementi 73
 - vezni element 75
- ordinata 276
- oscilator, spojni simbol 307
- osciloskopska cijev 307
- osigurači, spojni simbol 298
 - za zaštitu aparata 138

- osiguranje članka 209
 - ogranka 209
- osjetnik, simbol 297
- osmij 245
- osnovne jedinice 14
 - konstrukcije 277
 - veličine 14
- osnovni otpor tiskane ploče 76
 - položaji mjernih sustava 213
- otklanjanje radio smetnji 179
- otklonski faktor 218
- otkočnik 95
 - , simbol 299
- otpor 34
 - ljudskog tijela 159
 - , magnetski 39
 - metala 55
 - ovisan o naponu 58
 - — — temperaturi 58, 220
 - , oznake boja 56
 - plemenitog metala 55
 - , specifični 34
 - — električni 247
 - , simboli 296
 - tiskanih spojeva 257
 - ugljena 55
 - uzemljenja 140, 163
- otpори u krugu izmjenične struje 47
- otporni materijali 253
 - rotor 81
- otporno kočenje 96
- otvor ključa 279
- otvoreni krug djelovanja 221
- oznaka smjera 35
- oznake boja kod otpornika 56
 - — — vodiča 128
 - — u višezilnim kabelima 127
- , indeksi 18
- operanada (MPU) 236
- priključaka izmjeničnih strojeva 92
- točaka u sustavu 44
- vodiča 44
- zaštite od radio smetnji 179
- označavanje čelika 248
 - električne opreme 284
 - kondenzatora 56, 60
 - otpornika 56
 - priključaka električnih aparata 172
 - — — Pogonskih sredstava 172
 - — glavnih rasklopnih članova 133
 - — kondenzatora 61
 - — niskonaponskih rasklopnih aparata 133
 - — rotacionih električnih strojeva 92
 - — transformatora 115
 - — zaštitnih uređaja 133
 - vrste čelika 248

P

- pad napona 128, 136
- paladij 245
- papirni kondenzatori 60
- paralelna kompenzacija 64
- paralelni titrajni krug 50
- paralelogram 12
- pauza 43
- PEN-vodič 44
- periodski sustav 244

- periodski sustav 244
 permeabilnost 39
 —, relativna 40
 permenorm 256
 peteroslojna dioda 67
 petljasti namot istosmjernih strojeva 97
 — — trofaznih strojeva 100
 pH vrijednost, mjerenje 220
 piramida 13
 pismo, grčko 274
 —, tehničko 274
 Pitagorin poučak 11
 plan veza 290
 plastične mase 258
 — slitine 252
 plastični folijski kondenzatori 60
 plastičnost 246
 platina 245
 plemeniti plin 244
 — metal 244
 ploče s uputama 166
 podaci o pouzdanosti elemenata 54
 podizni magnet, simbol 298
 podsinkrona usmjerivačka kaskada 205
 pogled, s više strana 275
 pogoni, simboli 23, 133, 298
 pogonska mjesta 168
 — sredstva za eksplozijom ugrožena područja 174
 pogonske klase 137
 pogonski kondenzator 85
 pojačanje istofaznog napona praznog hoda 77
 — regulacijskog kruga 227
 pokretač (elektromotora) 88
 —, simboli 305
 pokretanje zvijezda-trokut 87, 242
 — — —, spojni simboli 305
 — (trofaznih motora) 242
 poliamid 258
 polibutilenenterohtalat 258
 poliester 258
 polietilen 258
 polimetilmetakrilat 258
 polikarbonat 60, 258
 polioksimetilen 258
 polipropilen 60, 258
 polistirol 60, 258
 politereftalat 60
 polivinilklorid 258
 polonopreklopivi trofazni motor 240, 241
 — trofazni motori, simboli 303
 položajni nacrt 295
 poluga 22
 polukoračni pogon 238
 polumetal 244
 polupovezani prikaz, strujna shema 286
 poluvodiči, kućišta 65
 —, označavanje 65
 poluvodički elementi, simboli 306
 polje, električno 38
 —, magnetsko 39
 pomoćni sklopnici 132
 popravci električnih aparata 178
 poredni motor, istosmjerni 83, 84
 — — —, (spojni simboli) 304
 — —, trofazni 86
 — — —, (spojni simbol) 304
 poremećajna veličina 222
 poremećajno područje 222
 porculan 262
 posmični registar 234
 — —, spojni simbol 315
 posredni priključni transformatori 116
 postavljanje 236
 — flip-flop 231
 — srednje okomice 277
 postavna sklopka (spojni simbol) 300
 P₀-staza 224
 postupci otklanjanja radio smetnji 179
 postupno upravljanje 222
 potamnjivač s tipkom 144
 potamnjivački sklop 144
 potencijalna energija 21
 potpuna konjunkcija 229
 — zaštita motora 90
 potreba tople vode 181
 potrošna anoda 31
 poučci 11
 povezani prikaz strujne sheme 286
 povratno usporeenje 237
 površinsko hlađenje 89
 pozivni vod, spojni simbol 298
 požarna sigurnost 186
 pravila asocijativnosti 10
 — programiranja 236
 — sigurnosti 166
 pravilni n-terokut 12
 pravilo distributivnosti 10
 — komutativnost 10
 pravokutni generator 230
 pravokutnik 12
 prazan skup 7
 pražnjenje kondenzatora 42
 preklapanje rotorskog sklopa 198
 prekretni napon 67
 prenaponska zaštita poluvodiča 209
 prenaponski odvodnik 209
 presjek, djelomični 280
 —, polovični 280
 —, puni 280
 prešpan 261
 pretvaranje energije 21, 118
 pretvorba zvijezda-trokut 36
 pretvornici mjernih veličina 305
 pretvornik 192, 240
 — impulsa 200
 — s prigušnicom 203
 —, simboli 307
 prigušenje 51
 prigušnica, simboli 302
 prijelazne pojave 135
 — — kondenzatora 42
 — — svitaka 42
 prijelazno ponašanje 224
 prijelomna čvrstoća 246
 prijenos snaga 157
 — trofazne struje 45
 prijenosna karakteristika operacijskog pojačala 77
 prijenosni faktor 51
 — lanac 51
 prijenosni omjer 41
 — upravljački znak 232
 priključna shema 290
 priključne oznake niskonaponskih rasklopnih
 aparata 133
 prilagođenje 37
 —, linearno (Hallov generator) 76
 — napon 37
 — snage 37
 — struje 37
 primar 41
 primarni elementi 120
 primjer regulacije brzine vrtnje 221

principna shema 288
 — —, simboli 307
 pripema tople vode 181
 prirodno hlađenje 89
 prividna snaga 43
 privlačenje, usporeno, simbol 299
 prizma 13
 probojno područje 67
 programirano upravljanje (MPU) 235, 237
 — —, simboli 294
 programiranje 235
 programirajući jednoslojni tranzistor 67
 programska hijerarhija (PH) 292
 — mreža (PM) 292
 programski kodni mehanizam 300
 programsko upravljanje 222
 PROM 239
 promjena broja polova 93
 promjer rupe (tiskani spojevi) 257
 propusni smjer 67
 propust, spojni simbol 307
 prostorije 108, 170, 184
 prostorna korisnost 182
 prostorni indeks 183
 proširenje mjernog opsega 36
 protočno grijalo vode 181
 proton 28
 protukompandiranje 83
 protusmjerni spojevi 206
 protustrujno kočenje 95
 protutaktni pretvornik 203
 protutaktno pojačalo 72
 protuvalencija 228
 —, vezna 228
 provodni pretvornik 203
 P-staze 224
 PTK-otpornik 58
 P-T_c-staza 224
 P-T₁-staza 224
 P-T₂-staza 224
 P-T_c-T₁-staza 224
 punokoračni pogon 238
 punjenje kondenzatora 42
 — (MPU) 236
 pulsirajući otpor rotora 205
 PUT 67
 pužni pogon 23

R

rad dizanja 20
 —, električki 32
 —, mehanički 20
 — napete opruge 20
 — trenja 20
 radij 245
 radio i TV aparati, spojni simboli 309
 — smetnje 179
 — vod, spojni simbol 298
 radon 245
 RAM 239
 rasipni transformatori 116
 rasklopni elementi 298
 raspodjela luminancije 183
 raspolavljanje dužine 277
 rastavljač, spojni simbol 299
 rastavljanje sile 19
 rastavna sklopka, simbol 299
 rastavni transformator 116

rastavno mjesto, simbol 298
 rasterske mjere 257
 rastezanje 246
 rastezljiva mjerna vrpca (RMV) 220
 rasvijetljenost, horizontalna 182
 —, nazivna 182
 —, srednja 182
 —, vertikalna 182
 rasvjeta, jakost 182
 —, kut zračenja 182
 —, proračun 183
 —, razna 183
 —, vrsta 186
 rasvjetna mjesta 187
 — tehnika 182
 razina 51
 razlika ulaznog napona 77
 razmak svjetiljki 184
 razred dobrote 257
 — hrapavosti 281
 — temperature 174
 — točnosti mjerenja 212
 — zaštite 161
 reakcije, kemijske 29
 redni broj 28, 244
 referentno uzemljenje 44
 regulacija 221
 — stalne vrijednosti 223
 — staze 227
 regulacijska staza 221
 — tehnika 221
 regulacijske naprave, kontinuirane 225
 — —, nekontinuirane 226
 — staze bez izjednačenja 224
 — — s izjednačenjem 224
 regulacijsko područje 222
 regulator stalnog napona 201
 regulirana veličina 221
 rekuperativno kočenje 95
 relacije 6
 relaksacijski sklopovi 230
 relativna dielektričnost 16, 38, 259, 262
 — permeabilnost 39, 40
 releji 132
 —, spojni simboli 299
 remenski pogon 23
 repulzijski motor 85
 — —, spojni simbol 304
 reverziranje smjera vrtnje 240
 rezonancija 50
 rimski brojevi 8
 romb 12
 rotacioni električni strojevi, simboli 304
 rotor s dubokim utorima 81
 rotorski namoti istosmjernih motora 97
 — — trofaznih motora 101
 — pokretač trofaznih motora 87
 RS-NI-flip-flop 231
 RS-NILI-flip-flop 231
 ručni pogon, simboli 297

S

sabirnica podataka 239
 samodržanje 237
 sastavljanje sila 19
 sastavni dijelovi ovisni o magnetskom polju 76
 — elementi 54
 — —, klase primjene 54

- —, optoelektronički 73
- — ovisni o magnetskom polju 76
- Scheringov mjerni most 219
- Schmittov trigger 230
- —, spojni simbol 313
- Schottkyjeva dioda 66
- sedamsegmentno pokazivanje 75
- segmentna struja 75
- selektivnost 130, 138
- selen 245
- senzorski sklop 144
- serijska kompenzacija 64
- serijski generator, istosmjerni 84
- motor, istosmjerni 86
- — —, (spojni simbol) 304
- —, trofazni 86
- — —, (spojni simbol) 304
- titrajni krug 50
- shema djelovanja 294
- — električnih uređaja 178
- signalna shema 145
- svjetiljka, spojni simbol 309
- žarulja 309
- sigurnosni znakovi 166
- sigurnost od prekida žice (MPU) 236
- spoja uzemljenja (MPU) 236
- sila između strujom procjenanih vodiča 40
- među nabojima 38
- uzgona 25
- silicij 245
- silicijev karbid 58
- silnice magnetskog toka 39
- simboli oznake električne opreme 283
- — načina spajanja namota 295
- — priključaka električnih pogonskih sustava 172
- — točaka i vodiča u strujnom sustavu 44
- — za otpornike i kondenzatore 296
- — — vrste struje, napona, impulsa i modeliranih impulsa 296
- — za eksplozijsku zaštitu 174
- — kontakte 298
- — vrstu zaštite 173
- simens 32
- sinkroni generator, trofazni 82
- motor, sitni 86
- —, trofazni 82
- strojevi 82
- —, spojni simboli 303
- sinkrono brojilo 234
- sinter-materijali 254
- sinus 11
- sinusni odziv 223
- skalar 14
- sklopka, postavna 300
- prazne vrijednosti 230
- , spojni simbol 300
- , tropska 300
- u zaštitnoj tehnici 301
- za zapornicom, spojni simbol 300
- sklopke 134
- sklopna brava 297
- sklopni aparati, spojni simbol 298, 299
- releji 132
- sklopnici 132
- skok 236
- slijedna regulacija 223
- slobodni pad 24
- slojni otpornici 55
- zakretni otpornici 57

- smjer struje 35
- žljebova 281
- smolna podloga 257
- snaga, električna 32
- , mehanička 20, 25
- , prijenosna 75
- solarna ćelija 73
- solni 28
- spajanje vodova, simboli 298
- specifična ogrjevnja moć 247
- toplina isparavanja 247
- vodljivost 34
- specifični otpor 34
- toplinski kapacitet 27, 37, 245, 247
- volumen 25
- specijalni motori 86
- transformatori 116
- spektralna osjetljivost 74
- spiralno svrdlo 267
- spoj cik cak 112
- s izvedenom nulom 195, 197
- — naponskom pogreškom 34
- — zajedničkim odvodom (D) 71
- sa strujnom pogreškom 34
- — zajedničkim emiterom 71
- — — kolektorom 71
- — — uvodom 71
- — — zasunom (G) 71
- — zajedničkom bazom 71
- svitka, paralelni 40
- —, serijski 40
- zvijezda (trofazna struja) 46
- spojevi brojila 216
- kondenzatora 38
- s kondenzatorima 38
- — naponskim izvorima 37
- — Otpornicima 35
- , tiskani 257
- za izbojne lampe 190
- spojne grupe 112
- spojni elementi, simboli 298
- simboli 230, 296
- —u zaštitnoj tehnici 301
- simboli za binarne elemente 310, 304
- — — digitalnu obradu informacija 310
- — — elektroakustičke aparate, magn. glave, dojavne uređaje 307
- — — elektronske cijevi 307
- — — instalacijske nacrti 308
- — — logičke vezne članove 228
- — — mjerne instrumente, mjerne aparate, brojila, uklopne satove i pretvornike mjernih veličina 305
- — — okidne diode 67
- — — optoelektroničke sastavne dijelove 73
- — — pokretače 305
- — — poluvodičke elemente 306
- — — principne sheme 307
- — — rotacione električne strojeve 303
- — — sklopne, pobudne i okidačke članove 298
- — — trajne magnete, baterije, uzemljenja i zakriljenja 297
- — — transformatore, prigušnice, mjerne transformatore i transduktore 302
- — — vodove i spajanje vodova 298
- sprečavanje nezgoda 165
- spremnik, otvoreni 181
- , (spojni simbol) 315
- , zatvoreni 181
- srebro 245

stabilitet regulatora 227
 stabilizirani ispravljači 202
 stakleni kondenzator 62
 standardni potencijal 31
 standardno lemilo 268
 startna frekvencija 238
 startne baterije 122
 statorski namot istosmjernih strojeva 97
 — — trofaznih strojeva 100
 stavljanje u rad tipkalom 240
 steatit 262
 stepeničasti namot 98
 stezna ploča (spojni simboli) 298
 stirol-akrilnitril 258
 stirol-butadin 258
 stožac 13
 strojevi, električni 79
 —, — (nazivni i ispitni naponi) 107
 —, — (spojni simbol) 303
 —, izvedbeni oblici 109
 —, montaža 109
 —, održavanje 91
 —, oznake priključaka 92
 —, —u formulama 80
 —, smjer vrtnje 92
 —, upravljanje brzine vrtnje 93
 —, vrste kvarova 102
 —, — pogona 108
 strojni slogovi 107
 stroncij 245
 struja kratkog spoja transformatora 111
 — odvoda električnih aparata 178
 — pridržavanja 67
 strujna opteretivost 154
 — — tiskanih vodova 257
 — shema 286
 — —, povezani prikaz 286
 strujni sustav 44
 — transformator (spojni simbol) 302
 strujno-vremenski dijagram 138
 strujom protjecani vodič u magn. polju 40
 stupanj otklanjanja radio smetnji 179
 — refleksije 182
 — zaštite 173
 stupovi 126
 sumpor 245
 svitak 40
 —, spojni simbol 296
 —, u magnetskom polju 40
 svjetiljke, način ugradnje 186
 —, simboli 308
 svjetleća dioda 73
 svjetlosna jakost 182, 184
 svjetlosni dojavnik, simboli 307
 — tok 182
 — —, ukupni 183
 svojstva materijala 246

Š

šesterokut 277
 šesterostrana glava 280
 širina pojasa 50
 široko pojasna komunikacija 149
 škrobno ljepilo 271
 šuplji valjak 13

T

tablica naredbi (MPU) 235, 237
 — stanja 228
 takt ovisan o izlaznom stanju 231
 talij 245
 talište 245
 taljivo 270
 tangens 11
 tantal 245
 tantalni elektrolitni kondenzatori 60
 tarifni uklopni sat 215
 tehnika upravljanja 221
 telefonski vod, simbol 298
 telur 245
 temeljni uzemljivač 157
 temperatura 27
 — taljenja, specifična 245, 247
 temperaturni faktor smanjivanja 182
 — koeficijent 34, 58, 245, 247
 temperaturni ovisan otpornik 220
 teretna sklopka, simbol 299
 teretni rastavljač, simbol 299
 termička granična struja 213
 — zaštita motora 90
 termistor 58
 termistorska zaštita motora 90
 termobimetal 254
 termoelement 220
 termoplast 258
 teški metali 244
 tetradni kodovi 232
 težina 19
 Thomsonov mjerni most 219
 Ticonal 256
 tiristor, isklopivi 68
 — s N-vratima 68
 — — P-vratima 68
 —, simboli 306
 tiristorska dioda 67
 — tetroda 68
 — trioda 68
 tiskani spojevi 257
 titan 245
 titrajni krug 50
 tjemeni faktor 213
 tkane vrpce, samoljepljive 261
 tlak 26
 TM-mreža 160, 162
 točka namota 41
 tok djelovanja 221
 — signala 221
 tolerancija utitravanja 227
 toplina 27
 — isparavanja, specifična 247
 toplinska čvrstoća 247
 — korisnost 37
 — obrada čelika 250
 — stabilnost 247
 — vrijednost 247
 toplinski aktivno lijepljenje 271
 — otpor 210
 toplinsko rastezanje 27
 trajanje impulsa 43, 75
 — opterećenja sastavnih elemenata 55
 — pauze 43
 — perioda 43
 — titraja 227
 trajni magnet, simbol 297
 — pogon električnih strojeva 108

traka od tinjca 261
 transduktor, simboli 302
 transformator 41, 74, 111
 —, ispitivanje 114
 —, jednofazni 111
 —, natpisne pločice 115
 —, rastavni 116
 — s fluorescentnom cijevi 116
 —, sigurnosni 116
 —, simboli 302
 — snage 114
 —, trofazni 116
 —, upravljački 116
 —, vrste hlađenja 114
 — za igračke 116
 — — medicinske svrhe 116
 — — odleđivanje 116
 — — Pokretanje 87
 — — ručne svjetiljke 116
 — — zaštitu 116
 — — zavarivanje 116
 — — Zvonce 116
 transformatori za paljenje 116
 — — ručne svjetiljke 116
 transformatorski lim 255
 transmission control 232
 tranzistor, bipolarni 69
 — kao sklopka 72
 —, osnovni spojevi 71
 —, simboli 306
 —, unupolarni 70
 tranzistori s efektom polja 70
 — — —, simboli 306
 trapez 12
 trapezni pretvornik 204
 trenutna vrijednost 43
 trenje 21
 — klizanja 21
 — kotrljanja 21
 — mirovanja 21
 triger (okidna) dioda 67
 trigonometrijske funkcije 6
 trijak 68
 troetažni namotaj 100
 trofazna razdjelna mreža 45
 — struja 45
 trofazni asinkroni motori 81
 — — —, karakteristika opterećenja 81
 — — —, karakteristika zaleta 81
 — — —, polno preklonjivi 104
 — autotransformatora, simboli 302
 — generatori, simboli 303
 — kavezni motori, pogonske vrijednosti 103
 — kolektorski motori 86
 — motori, izravno uključivanje 240
 — —, pokretanje 87
 — —, posluživanje 87
 — —, standardne mjere 105
 — — na izmjenični napon 85
 — — s kolutnim rotorom, pogonske vrijednosti 104
 — regulator 205
 — transformatori 112
 — —, karakteristični broj 112
 — —, paralelno spajanje 114
 — —, pojmovi 112
 — —, simboli 302
 — —, spoj cik cak 112
 — —, — grupa 112

— —, — trokut 112
 — —, — — zvijezda 112
 — —, spojne grupe 113
 trokut 278
 trokutni spoj za trofaznu struju 46
 tropoložajni regulator 226
 TT-mreža 160, 162
 turbina 119
 tvari 28
 tvrda guma 261
 — tkanina 261
 tvrdi lemovi 270
 — papir 261
 tvrdoća 246

U

ubrzanje 24
 — slobodnog pada 19, 24
 učinska sklopka, simbol 299
 udvostručivač 194
 ugljični i legirani čelici 248
 ugljik 245
 UJT 67
 uklopni kontakt 298
 — satovi, spojni simboli 305
 ulaz (MPU) 236
 ulazna nulta struja 77
 — struja mirovanja 77
 ulazni nulti napon 77
 ulična rasvjeta 184
 unazadno brojilo 234
 univerzalni motor 85
 — —, simboli 304
 unutrašnji otpor kod naponskih izvora 37
 upravljačka jedinica 239
 — karakteristika 207
 — naprava 221
 — naredba 235
 — nazivna struja (Hallov generatora) 76
 — sabirnica 239
 — staza 221
 upravljački članovi (MPU) 237
 — transformatori 116
 — uređaj 221
 — znak formata 232
 upravljanje 221
 — brzine vrtnje, pregled 93, 205
 — — —, primjer 221
 — dvopolno (koračni motor) 238
 — frekvencijom impulsa 200
 — jednopolno (koračni motor) 238
 —, memorijski programirano 222
 — pomoću sklopnika 240
 —, postupno 222
 — pridržanim članom 222
 — s putnim rasporedom 222
 — stalnim naponom 238
 — stalnom strujom 238
 — širinom impulsa 200
 — vremenskim rasporedom 222
 — zasijecanjem 93
 uran 245
 uređaj za dojavu požara 146
 — — otvaranje vrata 146
 uređaj za punjenje akumulatora 125
 — — zaštitu prostorija 146
 urez, dodatni spojni simbol 297
 usmjerivač (ispravljač) 192, 195

- , simboli 306
- usmjerivačka kaskada, podsinkrona 205
- usmjerivački motor 205
- usporavanje 231
- usporeni — (D) flip-flop 231
- usporeno isključivanje (MPU) 236
 - otpuštanje, simbol 299
 - privlačenje, simbol 299
 - uključivanje (MPU) 236
- usporenje 24
 - , simbol 299
 - vremenska konstanta 224
- utična spojnica, spojni simbol 298
- utične naprave 180
- utičnice, spojni simbol 308
- uzemljivač 157, 167

V

- Vacomax 256
- valencija 244
- valna duljina 52
 - područja 52
- valoviti namot istosmjernih strojeva 97, 99
 - — trofaznih strojeva 10
- valjak 13
- vanadij 245
- vanjska rasvjeta 184
- varijabla 229
- varistor 58, 209
- VDR-otpornik 58
- vektori 7, 14
- ventil, simbol 297
- vijci 266
- visina znaka 74
- visoki propust 49
- višekratnici jedinica 14
- višenamotni transformator 112
- V-krivulja 82
- vlastito hlađenje 89
- vodeće upravljanje 222
- vodik 245
- vodonepropusno 173
 - pod tlakom 173
- vodovi, simboli 298
- vod za zvonice, simbol 298
- volfram 245
- vraćanje 236
 - flip-flop 231
- vremenska konstanta 42
 - sklopka 230
- vremenski članovi (MPU) 236
 - tok punjenja akumulatora 123, 125
- vremensko ponašanje 223
 - — članova regulacijskog kruga 223
 - — vodećih veličina 223
- vrelište 245
- vrijeme čekanja 271
 - istitravanja 227
 - izjednačavanja 227
 - reguliranja 225
 - ugrijavanja električnih aparata 178
 - upotrebe 271
 - uspostavljanja 225
 - utitravanja 227
 - vlažnog ljepljenja 271
 - zadržavanja 227
- vrijednost između vrhova 43
- vrpce od plastične mase 261

- vrsta zaštite od paljenja 174
- vrste hlađenja električnih strojeva 89
 - kabela 151
 - kvarova na strojevima 102
 - mreža 126, 129
 - pogona električnih strojeva 108
 - upravljačkih znakova 232
 - upravljanja 222
 - zaštite električnih pogonskih sredstava 173
- vršna vrijednost 43
- vrtiložna kočnica, simbol 298
- vulkanizirani fiber 261

W

- Wheatstoneov most 34, 219
- Wienov mjerni most 219

Z

- zadana vrijednost 221
- zaključni otpor (Hallowog generatora) 76
- zakon čvorišta struje 35
 - sličnosti 11
- zakretni moment 20, 25
- zakriljenje, simbol 297
- zaletni kondenzator 85
- zaobljenje 278
- zaporna naprava, dodatni spojni simbol 297
 - vrata 228
- zaporni pretvornik 203
 - smjer 68
- zaporno vodljivi tiristor 68
- zaštićeno od prašine 173
- zaštita malim radnim naponom 161
- motora 90
 - —, osigurači 91
 - —, zaštitni uređaj 90
 - od dodira 161, 173
 - — — stranih tijela 173
 - — prskajuće vode 173
 - — vode 173
 - prostorija 146
- zaštitna sklopka od strujne greške 139
 - — voda 140, 155
- zaštitne mjere 159, 161
- zaštitni transformator 116
- uređaj 162
 - — za struju kvara 160, 164
 - vodič 44
 - vod, spojni simbol 298
- zaštitno izoliranje 161
 - odvajanje 161
- zatvoreni krug djelovanja 221
- zavarivanje plastičnih masa 272
- zbiranje (MPU) 236
- Z-diode 66
- zemlja, simboli 297
- zlato 245
- znakovi i pojmovi 6
 - , kemijski 28
 - , matematički 6
 - spasavanja 165
 - teorije brojeva 7
 - u formulama 15
 - — — rasvjetne tehnike 182
 - — —, energetici 192
 - — — strojeva 80

— upozorenja 165
— zabrane 165
zone instaliranja 137
zupčani pogon 23
zvjezdište 44
zvonce, simboli 307, 309

Ž

žarulje 187
željezo 245
žilavost 246
živa 245

Sadržaj

Osnove

5... 52

Sastavni dijelovi

53... 78

Električni strojevi

79... 116

Postrojenja

117... 190

Energetska elektronika

191... 210

Mjerenje, upravljanje, regulacija

211... 242

Materijali

243... 272

Tehničko crtanje

273... 317

Kazalo pojmova

319... 336