

ELEKTROTEHNIČKI SIMBOLI, crtani znakovi za prikazivanje elektrotehničkih i elektroničkih elementarnih dijelova (elemenata) i uređaja (slikovni simboli), odnosno slova za označavanje električnih, magnetskih i drugih veličina (slovni simboli).

U prvo vrijeme elektrotehnike svaki autor, svaka radionica i tvornica upotrebljavali su svoje slikovne i slovne simbole. Ta se simbolika ujednačavala u pojedinim zemljama, a kasnije se pokazala potreba za ujednačavanjem na međunarodnom nivou. Simboli upotrijebljeni u pojedinim zemljama često su se mnogo međusobno razlikovali, ponekad su bili upravo suprotno označeni. Te su razlike bile posebno osjetne između tzv. »evropskog« i »engleskog«, odnosno »američkog« načina označavanja, a neke su još i do danas zadržane. Tako je npr. u USA radi velikoserijske proizvodnje vrlo rano uvedeno označavanje vodova, karakteristika elemenata itd. bojama, te je to prenešeno i na simbole u shemama. To se označavanje razlikuje i kod pojedinih proizvođača, te ga je vrlo teško odgonetati bez originalnog kataloga.

Ujednačavanje elektrotehničkih simbola, a kasnije i elektroničkih, prvo su obavljale ustanove za standarde pojedinih zemalja, a kasnije Međunarodna elektrotehnička komisija IEC (International Electrotechnical Commission) koja radi u sklopu Međunarodne organizacije za standardizaciju ISO (International Organization for Standardization). IEC izdaje preporuke iz različitih područja elektrotehnike, a zemlje članice (među kojima je i Jugoslavija) obavezne su da se pri izradi svojih nacionalnih standarda drže tih preporuka koliko je god to moguće. U posljednje vrijeme IEC je obnovila rad na području elektrotehničkih simbola i izdala više publikacija s preporukama iz tog područja. Taj je posao još u toku i sada se radi uglavnom na simbolima iz područja tzv. slabih struja, elektronike, telekomunikacija, automatike itd.

U nas to je pitanje riješeno obaveznim standardima JUS koje izdaje Jugoslavenski zavod za standardizaciju u Beogradu. Do sada je već publiciran veći broj standarda iz tog područja tehnike koji se svi u potpunosti oslanjaju na preporuke IEC. Ipak, za mnoge simbole još nedostaju standardi, posebno za one koji još nisu obuhvaćeni u preporukama IEC. U tom se slučaju upotrebljavaju simboli koji su u našoj praksi uvedeni prema stranim standardima i prema uzorima iz strane literature. U daljem pregledu dani su simboli iz različitih područja elektrotehnike. Simboli prema jugoslavenskim standardima i IEC prikazani su bez dodatne oznake, a simboli drugih standarda i drugi, u praksu uvedeni simboli, označeni su jednom zvjezdicom. Simboli označeni dvjema zvjezdicama navedeni su, doduše informativno, u standardima JUS i preporukama IEC, ali im se ne daje prednost, te bi ih trebalo u nas izbjegavati i upotrebljavati samo u elaboratima koji se rade za zemlje gdje su oni propisani.

U tablicama na narednim stranicama upotrijebljeni su za objašnjenje slikovnih simbola nazivi prema terminologiji kojom se obično služimo; među okomitim crtama dodani su tome i sinonimi, uglavnom oni koji se više upotrebljavaju u istočnoj varijanti stručne terminologije, iako se u njoj ne upotrebljavaju u svim slučajevima isključivo, nego ponekad uz termin naveden na prvom mjestu.

Jugoslavenski zavod za standardizaciju upravo priprema standarde za veličine i njihove simbole iz područja svih znanstvenih disciplina i grana tehnike, koje izrađuju posebne stručne komisije prema prijedlogu ISO 31.

SLIKOVNI SIMBOLI

Slikovni simboli, često nazvani i grafičkim simbolima, primjenjuju se u spojnim shemama električnih i elektroničkih sklopova, uređaja, instalacija, postrojenja i mreža za simboličko (crtano) prikazivanje elemenata, uređaja, instrumenata, aparata, naprava i dijelova strujnih krugova a ponekad i nekih veličina. Slikovni simboli koji služe za crtanje spojnih shema specifični su za elektrotehniku i njezine grane i primjenjuju se samo unutar njih. Najčešće upotrijebljeni simboli prikazani su u nizu narednih tablica. Simboli koji se stavljaju na mjerne instrumente radi označavanja vrste električne veličine, tipa instrumenta, radnog položaja, ispitnog napona itd. prikazani su u članku *Električna mjerenja*, TE 3, str. 592.

	Istosmjerna jednosmjerna struja Desni simbol treba upotrijebiti kad bi primjena lijevog simbola mogla dovesti do zabune.
	Izmjenična naizmjenična struja, opći simbol
	Izmjenična naizmjenična struja industrijske (niske) frekvencije učestanosti
	Izmjenična naizmjenična struja srednje frekvencije učestanosti (npr. zvučne)
	Izmjenična naizmjenična struja visoke frekvencije učestanosti (npr. prenosne noseće ili radio-frekvencije)
	Izmjenična naizmjenična struja određene frekvencije učestanosti prikazuje se dopisivanjem brojne vrijednosti frekvencije Primer: izmjenična naizmjenična struja 50 Hz.
	Aparati i strojevi mašine koji se mogu priključiti na istosmjernu i izmjeničnu jednosmjernu i naizmjeničnu struju
	Pulzirajuća ili ispravljena usmerena struja

VODIČI | PROVODNICI | I NJIHOVI SPOJEVI

	Jedan vodič provodnik ili grupa vodiča provodnika
	Gibak (savitljiv) vodič provodnik
	Tri vodiča provodnika
	n vodiča provodnika
	Primer: osam vodiča provodnika
	Prelaz od jednocrtnog jednolinijskog na višecrtno višelinijnsko prikazivanje, npr. za četiri vodiča provodnika
	Strujni krug električno kolo s oznakom vrste struje i sistema raspodjele, frekvencije učestanosti i napona, broja vodiča provodnika , njihova presjeka i materijala Primer: trofazni strujni krug električno kolo 50 Hz, 6000 V, tri vodiča provodnika presjeka po 50 mm² od bakra.
	Primer: trofazni strujni krug električno kolo , 50 Hz, tri vodiča provodnika presjeka po 120 mm² sa neutralnim (nultim) vodičem provodnikom presjeka 50 mm².
	Priključno mjesto (stezaljka), spoj vodiča provodnika
	Priključno mjesto, razrješljiv (rastavljiv, razdvojev) spoj
	Priključak aparata ili uređaja Priključna mjesta koja su u vezi s pokretnim kontaktom označuju se punim kružićem, ostala bijelim kružićem.
	Odvojak grananje
	Nerazrješljiv spoj odvojka grananje
	Razrješljiv (rastavljiv, razdvojev) spoj odvojka npr. stezaljkama
	Simbol za spoj vodiča provodnika može se izostaviti samo kod jednostružnih odvojaka.
	Dvostruki odvojak grananje
	Dvostruki odvojak grananje , razrješljiv (rastavljiv, razdvojev)
	Dvostruki odvojak odvod, grananje , nerazrješljiv nerastavljiv, nerazdvojev
	Križanje ukrštanje bez električnog spoja

SISTEMI RASPODJELE

<p>$m \sim f$</p> <p>Izmjenična naizmjenična struja sa m faza frekvencije učestanosti f</p> <p>$1 \sim 25 \text{ Hz}$ $1 \sim 25$</p> <p>Primjer: jednofazna izmjenična naizmjenična struja 25 Hz. <i>Oznaka Hz može se izostaviti ako to ne može dovesti do pogrešnog tumačenja.</i></p> <p>Poslije oznake za frekvenciju može se staviti i oznaka za napon.</p> <p>$3 \sim 50 \text{ Hz 220 V}$</p> <p>Primjer: trofazna izmjenična naizmjenična struja 50 Hz, 220 V.</p> <p>N Neutralni (nulti) vodič provodnik </p>	<p>$3N \sim 50 \text{ Hz 380 V}$</p> <p>Primjer: trofazna izmjenična naizmjenična struja s neutralnim vodičem provodnikom 50 Hz, 380 V.</p> <p>$n \text{ --- } U$</p> <p>Istosmjerna jednosmerna struja sa n vodiča provodnika i naponom U</p> <p>$2 \text{ --- } 110 \text{ V}$</p> <p>Primjer: istosmjerna jednosmerna struja, dva vodiča provodnika , napon 110 V.</p> <p>$2N \text{ --- } 220 \text{ V}$</p> <p>Istosmjerna jednosmerna struja, dva vanjska vodiča spoljna provodnika i neutralni (multi) vodič provodnik , 220 V (između vanjskih vodiča spoljnih provodnika)</p> <p>\oplus Pozitivan polaritet</p> <p>\ominus Negativan polaritet</p>
--	---

ELEMENTI ELEKTRIČNIH KRUGOVA | KOLA |

Simboli promjenljivosti	Kondenzatori
<p> Promjenljivost, opći simbol</p> <p> Nelinearna promjenljivost</p> <p> Polupromjenljivost, promjenljivost uz prethodno podešavanje</p> <p> Kontinuirana (neprekidna, kontinualna) promjenljivost ako ju je potrebno posebno označiti</p> <p> Stepenasta promjenljivost</p> <p> Ako je potrebno, simbol može da sadrži i broj (npr. 5) stepena.</p> <p> Nelinearna samopromjenljivost</p> <p> Linearna samopromjenljivost</p> <p>Induktivni namoti namotaji svici, zavojnice</p> <p> Namot namotaj svitak, zavojnica, prigušnica, induktivitet, induktivnost</p> <p> Induktivni otpor (induktancija) induktivna otpornost, induktanca, induktansa induktivitet, induktivnost</p> <p> Čisti induktivni otpor (induktancija) čista induktivna otpornost (induktanca, induktansa) </p> <p> Induktivni namotaj s jezgrom <i>Vrstu jezgre treba posebno naznačiti osim ako je od čelika.</i></p> <p> Namotaj s visokofrekvencijskom visokofrekventnim jezgrom</p> <p> Induktivni namotaj s jezgrom sa zračnim rasporom vazдушnim zazorom </p> <p> Svitak promjenljivog induktiviteta (induktivnosti)</p> <p> Variometar</p> <p> Induktivan namotaj , oklopljen (materijal oklopa može se označiti)</p> <p>Ostali simboli</p> <p> Uzemljenje</p> <p> Spoj s masom na masu <i>Desni se znak može upotrijebiti ako to ne može dovesti do pogrešnog tumačenja.</i></p> <p> Primjer: uzemljena masa</p> <p> Kvar (proboj, preskok, povreda izolacije vodiča provodnika , kratki spoji)</p> <p> Primjer: mjesto kvara prema masi</p>	<p> Kondenzator, kapacitet, kapacitivnost; opći simbol</p> <p><i>Ako je potrebno razlikovati ploče kondenzatora, savijena linija na desnom simbolu znači vanjsku elektrodu fiksnih kondenzatora, pokretni dio promjenljivih kondenzatora ili dio provodnih kondenzatora koji je na nižem potencijalu.</i></p> <p> Nepolariziran nepolarizovan, nepolarisan elektrolitički kondenzator</p> <p> Polariziran polarizovan, polarisan kondenzator; opći simbol</p> <p> Polariziran polarizovan, polarisan elektrolitički kondenzator</p> <p> Promjenljiv kondenzator</p> <p><i>Ako je potrebno označiti pokretnu ploču kondenzatora, simbol se dopunjuje točkom.</i></p> <p> Polupromjenljiv kondenzator, promjenljiv kondenzator za prethodno namještanje (podešavanje) trimera</p> <p> Diferencijalni kondenzator</p> <p>Otpornici</p> <p> Otpornik, otpor otpornost , (kad ne treba naglasiti da li je otpor reaktivan ili aktivan)</p> <p> Omski, djelatni, radni otpor aktivna otpornost , otpornik</p> <p> Prividan otpor prividna otpornost , impedancija impedanca, impedansa </p> <p> Otpornik s izvodom, djelilo delitelj, razdjeljivač napona</p> <p> Promjenljiv otpornik (reostat), opći simbol</p> <p> Otpornik s pokretnim kontaktom, opći simbol</p> <p> Djelilo delitelj, razdjeljivač napona s pokretnim kontaktom (potencijometar)</p> <p> Otpornik s pokretnim kontaktom stepenastom promjenom otpora (otpornosti)</p> <p> Samopromjenljiv otpornik s nelinearnim otporom otpornošću </p> <p> Grijaći element zagrevni element, element za zagrevanje, grejni element </p>

ELEKTRIČNE INSTALACIJE

Elektroenergetske instalacije

	* Pomični vod, opći simbol
	* Vod na žbuki linija nad malterom
	* Vod u žbuki linija u malteru
	* Vod pod žbukom linija ispod maltera
	* Vod linija na izolatorima
	* Vodič provodnik za uzemljenje ili nulovanje
	* <i>Primer:</i> vod linija sa dva vodiča provodnika tipa PPR 2 x 1,5
	* a Vertikalno položen vod linija u smjeru prema gore
	* b Isto, sa smjerom toka fluksa energije prema gore
	* c Isto, sa smjerom toka fluksa energije prema dolje
	* a Vertikalno položen vod linija u smjeru prema dolje
	* b Isto, sa smjerom toka fluksa energije prema dolje
	* c Isto, sa smjerom toka fluksa energije prema gore
	* a Vertikalno položen vod linija u smjeru odozdo prema gore
	* b Isto, sa smjerom toka fluksa energije prema gore
	* c Isto, sa smjerom toka fluksa energije prema dolje
	* Razdjelna razvodna kutija
	* Kabelska ulovnica, zaglavak (tuk okrenut prema kabeu)
	* Glavni razdjelni razvodni uređaj (ploča tabla)
	* Katna razdjelna ploča pod žbukom razvodna tabla ispod maltera
	* Zatvoreni, kasetirani (oklopljeni) razdjelni razvodni uređaj (ploča tabla)
	* Kućni elektroenergetski priključak (omarić)
	* Instalacijski osigurač, opći simbol
	* Osiguranje trofaznog voda linije
	* Jednofazna, monofazna priključnica, utičnica priključna stezaljka bez zaštitnog uzemljenja
	* Jednofazna, monofazna priključnica, utičnica priključna stezaljka sa zaštitnim uzemljenjem

	* Trofazna priključnica, utičnica priključna stezaljka sa zaštitnim uzemljenjem
	* Jednopolna instalacijska sklopka jednopolni instalacioni prekidač
	* Dvopolna instalacijska sklopka dvopolni instalacioni prekidač
	* Tropolna instalacijska sklopka tropolni instalacioni prekidač
	* Serijska instalacijska sklopka redni instalacioni prekidač
	* Izmjenična instalacijska sklopka naizmjenični instalacioni prekidač
	* Grupna instalacijska sklopka grupni instalacioni prekidač
	* Križna instalacijska sklopka unakrsni instalacioni prekidač
	* Tipkalo taster , opći simbol
	* Vremenski relej (npr. stubišni automat) vremensko rele (npr. stepenišni automat)
	* Električni uređaj, aparat; opći simbol
	* Električni štednjak
	* Električni hladnjak
	* Električni bojler, grijalo vode i spremnik tople vode
	* Električni stroj mašina za pranje rublja
	* Električna grijalica grijalica
	* Svjetiljka lampa , opći simbol
	* Svjetiljka sa žaruljom lampa sa sijalicom snage 60 W
	* Svjetiljka s više žarulja lampa sa više sijalica , opći simbol
	* Svjetiljka lampa za fluorescentne sijalice, opći simbol
	* Predspojni uređaj (stabilizator)
	* Starter
	* Električna dizalica (dizalo, lift)




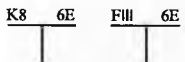



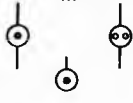


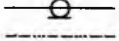



Kućne signalne instalacije

	Priključnica (utičnica) priključna (utikačka) kutija
	Utikač
	* Priključnica priključna kutija
	* Pozivni element
	* Pozivni element za kupaonice kupačila
	* Pozivni element za stolove
	* Razrješni element
	* Električna brava
	* Pozivno-odzivna kutija
	Indikator (pokazivač)



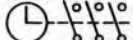



	* Numerator
	Signalna žarulja sijalica
	* Višestruko svjetlosno javljalo signalni aparat sa više (npr. šest) signalnih žarulja sijalica
	Električno zvonce
	* Električno zujalo zujalica
	Električna truba
	Električna sirena
	* Relejna centrala
	* Mrežni transformator
	* Glavni signalni aparat, opći simbol
	11 12 13 14 Priključne stezaljke

ELEKTRIČNE INSTALACIJE


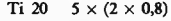













Instalacija zajedničke radio- i TV-antene

-  * Štap-antena za srednje, kratke i duge valove |talase|
-  * Duga žičana antena za srednje, kratke i duge valove |talase|
-  * UKV usmjerena antena sa tri elementa
-  * *Primer:* televizijska antena, jednokanalna za kanal 8 sa šest elemenata i širokopojasna antena za III frekvenzijsko područje sa šest elemenata.
-  * Širokopojasno pojačalo |pojačivač| za III frekvenzijsko područje
-  * Antenska skretnica ili filter
-  * Glavni razdjelnik |razvodnik| sa tri glavne grane
-  * Jednostruka i dvojna prelazna antenska priključnica |priključna kutija|
-  * Jednostruka krajnja antenska priključnica |priključna kutija|
-  * Razdjelna |razvodna| kutija
-  * Koaksijalni vod, vod za radio-instalacije
-  * Antenski vod, kabel
-  * Radio-aparat
-  * Televizijski aparat, televizor











Električni satovi |časovnici|

-  Električni (i sekundarni) sat |časovnik|, opći simbol
-  Glavni sat |časovnik|
-  Sat |časovnik| za tropsko uključivanje
-  Sinhroni sat |časovnik| za struju frekvencije 50 Hz
-  Automat za označavanje radnih kartica s ručnim rukovanjem
-  Signalni sat |časovnik|









Telefonske instalacije

-  Telekomunikacioni vod |linija|, opći simbol
-  $Ti\ 20\ 5 \times (2 \times 0,8)$ Telekomunikacioni vod |linija| tipa Ti 20 sa pet para promjera |prečnika| 0,8 mm
-  * Telefonski kućni razdjelnik |razvodni| ormarić
-  * Telefonska kućna centrala
-  * Telefonski posrednik za vanjske |spoljne| veze
-  * Telefonska priključnica |priključak|
-  * Zidna telefonska priključnica |priključak|
-  * Telefonski aparat
-  * Poštanski telefonski aparat
-  * Telefonski aparat za kućnu i poštansku vezu
-  * Zidni telefonski aparat
-  * Telefonski zračni |vazdušni| uvod s oznakom broja pretplatnika
-  * Telefonski kabelski uvod s naznakom broja pretplatnika
-  * Poluautomatski telefonski posrednik
-  * Automatski telefonski posrednik

Gromobranska (munjovodna) instalacija

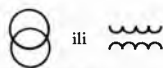
-  $Fe\ 20 \times 3$ Nadzemni |vazdušni| prihvatni vod s oznakom materijala i presjeka
-  $Fe\ 25 \times 4$ Podzemni vod, uzemljivač, s oznakom materijala i presjeka
-  Držak vodova na krovu i zidovima zgrade, oznaka tipa i broj JUS
-  Munjovodna (gromobranska) motka, štapasti gromobran; oznaka tipa i broj JUS
-  Cijevni uzemljivač ($2'' \times 4\ m$)
-  * Rastavna spojnica |rastavna (razdvojna) spojka| na odvodu
-  * Vertikalna olučna cijev
-  * Horizontalni krovni oluk
-  * Priključak na vodovodnu cijev u zemlji
-  * Pločasti uzemljivač, uz oznaku materijala i veličine (npr. $Fe\ 1000 \times 1000 \times 3\ mm$)

Protupožarni |protivpožarni| uređaji

-  * Protupožarni |protivpožarni| detektor, opći simbol
-  * Zračni protupožarni |vazdušni protivpožarni| detektor
-  * Topljivi protupožarni |topljivi protivpožarni| detektor
-  * Ionizacioni protupožarni |protivpožarni| detektor
-  * Protupožarni |protivpožarni| detektor s fotočelijom
-  * Maksimalni temperaturni protupožarni |protivpožarni| detektor
-  * Diferencijalni temperaturni protupožarni |protivpožarni| detektor
-  * Centralni protupožarni |protivpožarni| signalni uređaj sa četiri detektorska voda (petlje) i sa dva voda za daljinsko javljanje

Način spajanja namota			
	Jedan namotaj		Trofazni namotaj spojen spregnut u otvoreni trokut trougao
	Dva odvojena namotaja		Trofazni namotaj spojen spregnut u zvijezdu
	Tri odvojena namotaja		Trofazni namotaj u zvijezdi spregnut u zvezdu sa izvedenim neutralnim vodičem nultim provodnikom
	Više odvojenih namotaja s oznakom njihova broja, npr. šest odvojenih namotaja		Trofazni namotaj spojen spregnut u cik-cak
	Dvofazni namotaj		Višefazni namotaj spojen spregnut u poligon s oznakom broja faza, npr. šest faza
	Dva trofazna namotaja u spoju V V-sprezi (60°)		Višefazni namotaj spojen spregnut u zvijezdu s oznakom broja faza, npr. šest faza
	Trofazni namotaj u spoju T T-sprezi		Trofazni namotaji, odvojeni nespregnuti
	Trofazni namotaj spojen spregnut u trokut trougao		Višefazni namotaji, odvojeni, s oznakom broja faza, npr. šest faza
Električni strojevi električne mašine			
	Namotaj općenito (broj polukrugova nije određen)		Jednofazni serijski redni, redno pobuden motor s kolektorom
	<i>Preporukama IEC dozvoljena je i upotreba drugog i tečeg simbola, ali prvom se daje prednost.</i>		Jednofazni repulzioni motor s kolektorom
	<i>Radi razlikovanja pojedinih namotaja mogu se primijeniti i simboli navedeni u nastavku.</i>		Trofazni serijski redni, redno pobuden motor s kolektorom
	Namotaj za komutaciju ili kompenzaciju		Sinhroni generator, opći simbol
	Serijski redni namotaj		Sinhroni motor, opći simbol
	Paralelni, usporedni, poredni, otočni ili nezavisni, odvojeni namotaj		Trofazni sinhroni generator, spojen spregnut u zvijezdu, bez izvedene neutralne nulte tačke
	Četkice dirke , četkice na kliznom prstenu		Asinhroni motor s kaveznim kavezastim rotorom, opći simbol
	Četkice na kolektoru		Asinhroni motor s kliznim prstenovima, opći simbol
	Generator		Jednofazni asinhroni kavezni motor s izvedenim krajevima pomoćne faze
	Motor		Trofazni asinhroni kavezni motor
	Mehanički spojeni strojevi mašine		Trofazni asinhroni kavezni motor sa šest izvoda statora
	Generator istosmjerne jednosmerne struje, istosmjerni generator		Trofazni asinhroni motor s kliznim prstenima
	Motor istosmjerne jednosmerne struje, istosmjerni motor		Sinhroni pretvarač (konverter), opći simbol
	Generator (G) ili motor (M) istosmjerne jednosmerne struje sa dva vodiča provodnika s permanentnim trajnim magnetom		Trofazni sinhroni pretvarač sa paralelnom uzbuđenjem otočnom pobudom, pobuđivanjem
	Generator (G) ili motor (M) istosmjerne jednosmerne struje sa dva vodiča provodnika sa stranom nezavisnom uzbuđenjem pobudom, pobuđivanjem		
	Generator istosmjerne jednosmerne struje sa dva vodiča provodnika sa stranom nezavisnom uzbuđenjem pobudom, pobuđivanjem		
	Generator izmjenične naizmjenične struje, izmjenični generator		
	Motor izmjenične naizmjenične struje, izmjenični motor		
Pokretači			
	Pokretač, opći simbol		Pokretač za oba smjera vrtnje obrtanja motora
	Stepenasti pokretač		Automatski pokretač
			<i>Ako je simbol manjih dimenzija, šrafirani se dio može i ispuniti</i>

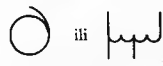
Transformatori



Dvonamotni transformator, transformator sa dva odvojena namota | namotaja |, opći simbol



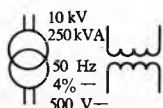
Tronamotni transformator, transformator sa tri odvojena namota | namotaja |, opći simbol



Autotransformator, opći simbol



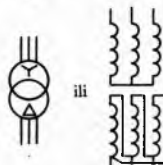
Jednofazni dvonamotni transformator, jednofazni transformator sa dva odvojena namotaja |



Primjer: isto prikazano višecrtno | višelinijski | za transformator 10 000 V / 500 V, 250 kVA, 50 Hz, i napon kratkog spoja 4%



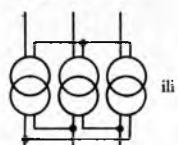
Trofazni dvonamotni transformator, trofazni transformator sa dva odvojena namotaja | u spoju zvijezda — trokut | trougao |



Isto prikazano višecrtno | višelinijski |



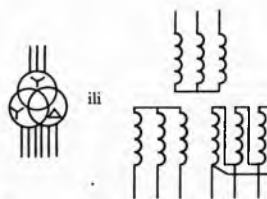
Grupa od tri jednofazna dvonamotna transformatora sa dva odvojena namotaja | u spoju zvijezda — trokut



Isto prikazano višecrtno | višelinijski |



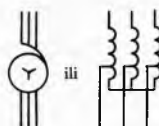
Trofazni tronamotni transformator, transformator sa tri odvojena namotaja | u spoju zvijezda — zvijezda — trokut | trougao |



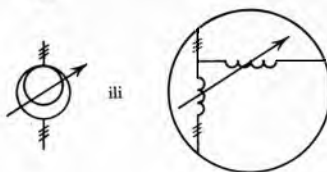
Trofazni tronamotni transformator, transformator sa tri odvojena namotaja | u spoju zvijezda — zvijezda — trokut | trougao | prikazan višecrtno | višelinijski |



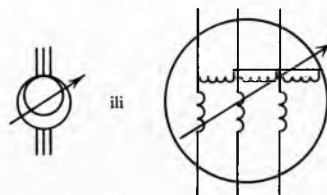
Trofazni autotransformator spojen u zvijezdu



Isto prikazano višecrtno | višelinijski |



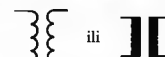
Trofazni zakretni transformator | indukcioni regulator |



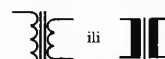
Isto prikazano višecrtno | višelinijski |



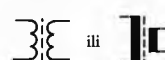
Namoti transformatora s označenim smjerom namatanja



Transformator bez jezgre | jezgra |



Transformator sa željeznom | gvozdanim | jezgrom



Transformator s visokofrekventnom | visokofrekventnim | jezgrom



Transformator s promjenljivim stepenom sprege

Transduktori



* Transduktor, opći simbol



* Transduktor s jednim upravljačkim i radnim namotom | namotajem |, opći simbol



* Isto samo paralelno postavljeno



* Transduktor s jednim radnim namotom | namotajem | i više upravljačkih namotaja |



* Isto prikazano paralelno

Prigušnice



* Prigušnica, opći simbol



* Regulaćijska prigušnica



* Trofazna prigušnica vezana u zvijezdu | spregnuta u zvezdu |



Prigušnica bez jezgre



Prigušnica s jezgrom



Prigušnica s metalnom jezgrom

SKLOPNI APARATI

U elektroenergetici	U telekomunikacijama	Kontakti, opće odredbe			
		<i>Primjer:</i> uklopni uključni, radni kontakt.			
		<i>Pomicanje kontakta iz položaja mirovanja u radni položaj može biti slijeva nadesno i obratno, odozdo prema gore i obratno, u smjeru kazaljke na satu i obratno.</i>			
		<i>Primjer:</i> uklopni uključni, radni kontakt. Kontakti se mogu prikazivati i neispunjenim trokutima.			
		<i>Primjer:</i> uklopni uključni, radni kontakt. Umjesto trokuta može se upotrijebiti kratka crtica, ako to ne može dovesti do zabune.			
		<i>Primjer:</i> preklopni kontakt s prekidanjem (prvi se kontakt otvara prije zatvaranja drugog kontakta). Da bi shema bila jasnija, može se pokretni kontakt predstaviti punijom crtom.			
U elektroenergetici	U telekomunikacijama	Simboli za kontakte			
		Uklopni uključni, radni kontakt, opći simbol			
		Isklopni prekidni, mirni kontakt, opći simbol			
		Preklopni kontakt s prekidanjem			
		Preklopni kontakt s neutralnim položajem			
		Preklopni kontakt bez prekidanja			
		Elektromehanički releji releji 			
		Namot releja namotaj relea , opći simbol			
		Namot releja namotaj relea s jednim svitkom kalemom, navojkom			
		<i>Primjer:</i> Namot releja namotaj relea kojem svitak kalem, navojak ima otpor 200Ω			
		Namot releja namotaj relea sa dva svitka kalema, navojaka			
		Namot releja namotaj relea s usporenim isklopnim djelovanjem prekidnim dejstvom otpuštanjem			
		Namot releja namotaj relea s usporenim uklopnim djelovanjem uključnim dejstvom privlačenjem zatezanjem			
		Namot releja namotaj relea za najizmjeničnu struju			
		Namot polariziranog releja polarizovanog relea			
		Namot remanentnog releja relea			
		Svitak releja kalem relea s usporenim isklopnim djelovanjem prekidnim dejstvom			
		Svitak releja kalem relea s usporenim uklopnim djelovanjem uključnim dejstvom			
		Sklopke, sklopnici kontaktori , prekidači i rastavljači			
		Jednopolna sklopka jednopolni prekidač , opći simbol			
		Tropolna sklopka tropolni prekidač			
		Zaštitna motorna sklopka zaštitni motorni prekidač			
		Tropolna automatska (pneumatska) sklopka tropolni automatski prekidač			
		Sklopnik kontaktor , normalno otvoren			
		Sklopnik kontaktor sa zaštitnim uređajem			
		Sklopnik kontaktor , normalno zatvoren			
		Prekidač (učinska sklopka) prekidač snage			
		* Automatski tropolni prekidač s gašenjem luka: u ulju, u struji ulja, zraka vazduha , itd.			
		* Uljni prekidač			
		* Malouljni prekidač			
		* Hidromatski prekidač			
		* Pneumatski prekidač			
		Rastavljač: lijevo opći simbol, u sredini preklopni rastavljač s prekidanjem, desno preklopni rastavljač bez prekidanja			
		Jednopolni učinski rastavljač rastavljač snage			
		Okidači			
		* Nadstrujni prekostrujni okidač, naročito elektromagnetski (lijevo) i podstrujni okidač (desno)			
		* Nadnaponski, prenaponski (lijevo) i podnaponski okidač (desno)			
		* Okidač na napon greške			
		* Nadstrujni prekostrujni okidač s vremenskim usporenjem			
		* Termički okidač, npr. s bimetalom			

SKLOPNI APARATI

Tipkala tasteri		Osigurači, iskrišta i odvodnici prenapona	
	* Tipkalo taster s uklopnim uključnim kontaktom		Osigurač, opći simbol
	* Tipkalo taster s iskllopnim prekidnim kontaktom		Osigurač s kontaktom za signalizaciju
	* Tipkalo taster s prekllopnim kontaktom		Rastavljač s osiguračem rastavni osigurač
	* Svijetleće tipkalo svetleći taster sa signalnom žaruljom sijalicom		Učinski rastavljač rastavljač snage s osiguračem
	* Tipkalo taster (s uklopnim i iskllopnim uključnim i prekidnim kontaktom) s jednosmjernim zaporom		Tropolni osigurač
Galvanski elementi i akumulatori			Iskrište, opći simbol
	Galvanski element ili akumulator (dulja linija prikazuje pozitivni pol, a kraća negativni pol)		Dvostruko iskrište
	Baterija galvanskih elemenata ili akumulatora		* Iskrište s rogovima
	Baterija s čelijskim preklopnikom		Odvodnik prenapona (prenaponski odvodnik): lijevo opći simbol, u sredini cijevni odvodnik prenapona, desno ventilni i magnetovenilni odvodnik prenapona
	Baterija s odvojcima		Ograničavalo ograničavač napona u cijevi s plinom gasom

ELEKTRIČNI MJERNI INSTRUMENTI

Pokazni mjerni instrumenti		Električna brojila	
	Pokazni (detektorski) mjerni instrument (instrument s kazaljkom); opći simbol		Električno brojilo, opći simbol
	Voltmetar		Brojilo, energija teče sa sabirnica
	Ampermetar		Brojilo, energija teče prema sabirnicama
	Vatmetar, varmetar		Ampersatno brojilo
	Mjerilo faktora snage		Vatsatno brojilo
	Mjerilo frekvencije frekvencmetar	Mjerni transformatori, šantovi (shuntovi) i djelila napona	
	Ommetar, omometar		Strujni transformator
	Sinhronoskop, sinkronoskop		Strujni transformator sa dvije jezgre dva jezgra
	Dvostruki voltmetar		Strujni transformator sa dva sekundarna namotajja na istoj jezgri istom jezgri
	Galvanometar		Naponski transformator
	Termometar, pirometar		Šant (shunt) paralelni otpornik
	Tahometar		Kapacitivno djelilo delitelj napona
	Fazometar fazmetar		
	Osciloskop		
Upisni mjerni instrumenti			
	Upisni registracioni, registrujući mjerni instrument, opći simbol		
	Upisni vatmetar		
	Oscillograf, opći simbol		
	Bifilarni (petljasti) oscillograf		

ELEKTRANE I PODSTANICE

U projektu	U pogonu		U projektu	U pogonu	
		Elektrana, opći simbol			Termoelektrana, opći simbol
		Hidroelektrana, opći simbol			Nuklearna elektrana
		Protočna hidroelektrana			Podstanica, opći simbol

VODOVI ZA PRENOS I DISTRIBUCIJU

	Električni vod linija ili kabel, opći simbol		Podvodni vod podvodna linija
	Podzemni vod podzemna linija		Nadzemni vod nadzemna linija

TELEKOMUNIKACIJE

Telefonija		Visokofrekventna žičana i bežična telefonija	
	* Telefonski aparat s lokalnom baterijom		Pojačalo pojačavač
	* Automatski telefonski aparat		Višestepeno pojačalo pojačavač
	Telefonski aparat, opći simbol		Modulator, demodulator
	Okretni obrotni birač (s jednim smjerom kretanja)		Filtar
	Birač sa dva smjera pravca kretanja (podizno-obrotni birač)		Visokopropusni filtari
	* Koordinatni birač		Niskopropusni filtari
	Motorni birač jednosmjerni sa jednim kretanjem		Pojasni filtari
	Motorni birač dvosmjerni sa dva kretanja		* Limiter ograničavač
	Kontaktno polje		Korektor nelinearnog izobličenja, izjednačavač
Antene			* Frekvencijski pojas u normalnom položaju (sa četiri kanala)
	Odašiljačka predajna antena		* Frekvencijski pojas u obrnutom položaju (sa 60 kanala)
	Prijemna antena		* Visokofrekventni telekomunikacioni uređaj za prenos preko vodova linija visokog napona
	Jednozavojna okvirna antena ram-antena sa jednim navojem	Radio-tehnika i televizija	
	Višezavojna okvirna antena ram-antena sa više navoja		Valovod talasovod kružnog presjeka
	Unakrsna okvirna antena ukrštena ram-antena		Valovod talasovod pravokutnog presjeka
	Dipol-antena		Spoj dvaju valovoda talasovoda , simbolički prikaz
	Savijeni dipol		Kristal
	Dipol sa reflektorom		Oscilator (visokofrekventni)
	Feritna antena		* Pojačalo pojačavač
	Ljevkasta antena		Radio-odašiljač predajnik
	Helikoid(al)na antena		Radiosvjetionik radiofar , radio-odašiljač radio-predajnik predviđen za određivanje radio-smjerova
	Parabol(ič)na antena		Radio-prijemnik
	Parabol(ič)na antena napajana preko valovoda talasovoda		Glavna radio-stanica
	Radijator s procijepom		Radio-stanica, pokretna
			Televizijski prijemnik

Dijelovi elektroni, elektronskih cijevi

	Posuda (kontura balona) elektronske cijevi, opći simbol
	Primjer drugačijeg crtanja oblika posude
<i>Po potrebi mogu se dijelovi posude prikazati i odvojeno.</i>	
	Posuda ispunjena plinom gasom ili parom
	Vruća (topla) katoda, opći simbol
	Direktno grijana katoda ili žarna nit zagrevno, grejno vlakno indirektno grijane katode
	Indirektno grijana katoda sa žarnom niti zagrevnim, grejnim vlaknom
	Fotoelektrična katoda (u dijelu posude)
	Neizolirana neizolovana tekuća tečna katoda (u posudi)
	Izolirana izolovana tekuća tečna katoda (u posudi)
	Hladna katoda
	Hladna katoda s dodatnim grijanjem zagrevanjem
	Anoda
	Anoda sa sekundarnom emisijom, dinoda (u posudi)
	Antikatoda (anoda rendgenskih cijevi)
	Rešetka (mrežica)
	Rešetka (mrežica) sa sekundarnom emisijom (u posudi)
	Elektroda za cilindrično fokusiranje cilindričnu koncentraciju (u posudi)
	Elektrode za bočno skretanje (u posudi)
	Elektrode za radijalno skretanje (u posudi)
	Elektroda za paljenje luka
	Elektroda za paljenje (prikazana s tekućom tečnom elektrodom)
	Elektroda za paljenje s hladnom katodom

Primjeri elektroni, elektronskih cijevi

	Tinjalica
	Dioda s direktnim grijanjem katode
	Dioda s indirektno grijanom grijanom katodom
	Dvostruka dioda s indirektno grijanom grijanom katodom
	Dioda punjena plinom gasom
	Trioda s indirektno grijanom grijanom katodom
	Pentoda
	Pentoda sa 2 diode
	Heksoda i trioda
	Višeelektrodna plinska gasna stabilizatorska elektronka elektronska cev
	Katodna cijev s indirektno grijanom katodom, Wehneltovim cilindrom, anodom, magnetskim fokusiranjem, elektrostatičkim otklanjanjem skretanjem i unutrašnjim vodljivim slojem i zaslonom ekranom, zastorom

Poluvodičke | poluprovodničke | diode

	Poluvodička poluprovodnička dioda, opći simbol
	Poluvodička poluprovodnička dioda (kao sastavni dio)
	Temperaturno ovisna dioda dioda zavisna od temperature
	Kapacitivna dioda (varikap, varaktor)
	Tunelska tunnel- dioda
	Jednosmjerna Zenerova (probojna) dioda
	Dvosmjerna Zenerova (probojna) dioda

Tranzistori	
	PNP-tranzistor
	NPN-tranzistor
	Spojni unipolarni tranzistor, unipolarni tranzistor s PN spojem, tranzistor s efektom polja s bazom tipa N.
	Spojni unipolarni tranzistor, unipolarni tranzistor s PN spojem, tranzistor s efektom polja s bazom tipa P
	Unipolarni tranzistor s izoliranim zasunom, mos fet, tranzistor s efektom polja s izoliranim izolovanim zasunom, gejtom
	Tranzistor s jednim PN spojem jednoprelazni (engl. unijunction) tranzistor s bazom tipa P
	Tranzistor s jednim PN spojem jednoprelazni (engl. unijunction) tranzistor s bazom tipa N
	Tranzistor tipa P-N-P-N
	Tranzistor tipa N-P-N-P
	Tranzistor tipa P-N-I-P
	Tranzistor tipa N-P-I-N

Fotoelektrični sastavni dijelovi	
<i>Poluvodički poluprovodnički elementi</i>	
	Fotovodljiva provodna ćelija sa simetričnom provodljivošću (fotooptornik nezavisan od smjera struje)
	Fotovodljiva provodna ćelija s nesimetričnom provodljivošću
	* Fotoelektrični sastavni dio; opći simbol
	* Laserska dioda
	Fotonaponska ćelija, fotoelement
	PNP fotoelektrični sastavni dio
	* Fototranzistor (npr. tip PNP)
	Poluprovodički sklopni prekidački aparat koji se aktivira s pomoću svjetlosti
	Silicijumski sklopni prekidački aparat koji se aktivira s pomoću svjetlosti
<i>Elektronke</i>	
	Fotoćelija, opći simbol; vakuumska fotoćelija
	Fotoćelija plinom gasom punjena

Ispravljački, usmjerivački i upravljački elementi	
<i>Poluvodički poluprovodnički elementi</i>	
	Uredaji s nesimetričnom provodljivošću, ispravljač; opći simbol
	Provodljivost uredaja je najveća kad na strani trokuta vlada viši napon nego na strani crtice.
	Poluvodički poluprovodnički ispravljač, opći simbol
	Ispravljački uređaj (samo u blok-schemama)
	Poluvodički upravljani poluprovodnički kontrolisani ispravljač (tiristor), opći simbol
	* Dva antiparalelna tiristora u jednom elementu (trijak)
<i>Elektronke</i>	
	Ispravljača plinom gasom ili parom punjena, s užarenom katodom
	Ispravljača plinom gasom ili parom punjena, s hladnom katodom i upravljačkom rešetkom
	Ispravljača plinom gasom ili parom punjena, s hladnom katodom, s anodom za paljenje i pobudnom anodom
	Jednoanodni ispravljač sa živinom katodom i trajnom pobudom (ekscitron)
	Jednoanodni ispravljač sa živinom katodom (ignitron) s pomoćnom elektrodom za paljenje
	Tiratron, trioda punjena plinom gasom

LOGIČKI SKLOPOVI |LOGIČKA KOLA|

	* I-sklop I-kolo sa dva ili više ulaza		* Ekskluzivni ILI-sklop ekskluzivno ILI-kolo
	* Invertor, negacija, NE-sklop NE-kolo		* Memorija, općenito
	* Shefferova funkcija, NI-sklop NI-kolo sa dva ili više ulaza		* Monostabilni multivibrator
	* ILI-sklop ILI-kolo sa dva ili više ulaza		* Bistabilni multivibrator (flip-flop)
	* Peirceova funkcija, NILI-sklop NILI-kolo sa dva ili više ulaza		* Zbrajalo, nepotpuno sabirač, nepotpuni
			* Zbrajalo, potpuno sabirač, potpuni

ELEKTROAKUSTIKA

	Mikrofon, opći simbol		Gramofon
	Slušalice, opći simbol		Magnetska glava za snimanje i reprodukciju
	Zvučnik, opći simbol		Magnetska glava za reprodukciju
	Zvučnik s permanentnim magnetom		Magnetska glava za snimanje
	Zvučnik s permanentnim magnetom impedancije 5 Ω, za napon 100 V		Glava za reprodukciju
	Grupa zvučnika u jednoj kutiji		Glava za snimanje
	Govorni stup stub sa zvučnicima snage 25 W		Glava za brisanje
	Visokotonski zvučnik		Magnetofon, monofonski
	Zvučnica pikap, pick-up , opći simbol		Magnetofon, stereofonski
	Stereo-zvučnica		Mono
	Elektrodinamička zvučnica		Stereo
	Piezoelektrična (kristalna) zvučnica		Pojačalo pojačavač

SLOVNI SIMBOLI

Slovni simboli služe za označavanje fizikalnih i tehničkih veličina. S obzirom na to da postoji više veličina i njihovih jedinica nego slova latinske abecede i grčkog alfabeta koja se primjenjuju za označavanje jednih i drugih, potrebno je upotrijebiti ponekad isto slovo za više veličina i jedinica. Ipak većinom ne dolazi do zabuna jer se iz cjeline teksta odnosno sheme već zna o kojoj se veličini ili jedinici radi. Da bi se barem razlikovale veličine od jedinica, primjenjuje se različit način pisanja. Simboli za veličine, funkcije i opće brojeve pišu se kurzivom, a oznake jedinica, kemijskih elemenata, matematički operatori i brojevi pišu se uspravno. Za razliku od slikovnih simbola, slovni simboli za veličine jedinstveni su za sve znanstvene discipline i grane tehnike.

U nastavku su navedeni slovni simboli koji se upotrebljavaju u elektrotehnici i elektronici. U zagradi su navedeni rezervni simboli koji se upotrebljavaju da ne bi došlo do zabune ako je isti simbol već upotrijebljen s drugačijim značenjem.

Ako nema opasnosti od zabune, mala slova mogu se upotrijebiti kao varijanta za velika slova i obrnuto, a isto tako mogu se latinska slova upotrijebiti kao varijanta za grčka slova i obrnuto. Kod nekih se veličina (jakost struje, napon) velikim slovom označava u vremenu stalna veličina, a malim slovom u vremenu promjenljiva veličina.

Slovni simboli uobičajeni u elektroničkim sklopovima dani su i u tablicama 18 i 19 u članku *Elektronički sklopovi*, TE 4, str. 567 i 568.

Simbol	Naziv veličine	Simbol	Naziv veličine	Simbol	Naziv veličine
VELIČINE PROSTORA, VREMENA, FREKVENCije		VELIČINE ELEKTRIKE, ELEKTRICITETA			
φ	Fazni kut	E	Elektromotorna sila	Y	Prividna vodljivost provodljivost ($Y = G + jB$), admittancija admittansa
ω , (Ω)	Prostorni kut ugao	U , (V)	Razlika električnih potencijala, potencijalna razlika, električni napon	γ , (σ)	Specifična vodljivost, specifični provod specifična provodljivost , konduktivnost
λ	Valna duljina talasna dužina	V	Električni potencijal	R	Električni (djelatni, radni, omski, aktivni) otpor otpornost , rezistencija rezistansa
γ , (ρ)	Koeficijent prostiranja ($\gamma = \alpha + j\beta$)	E , (K)	Jakost jačina električnog polja	X	Jalovi, reaktivni otpor reaktivna otpornost , reaktancija reaktansa
β , (b)	Fazni koeficijent	Q	Elektrika naelektrisanje , količina elektriciteta, količina elektrike, električni naboj tovar	Z	Impedancija impedansa , privredni otpor prividna otpornost ($Z = R + jX$)
α , (a)	Koeficijent slabljenja, prigušenja, prigušivanja (u prostiranju)	ρ	Prostorna (volumenska) gustoća zapremninska gustoća naboja	ϱ	Specifični otpor specifična otpornost , rezistivnost
A , (S)	Ploština, površina	σ	Plošna gustoća naboja površinska gustoća naboja	L	Induktivitet (vlastiti), (samo-) induktivnost
V	Obujam zapremina , volumen	ψ	Električni tok fluks električnog polja	M , ($L_{m\mu}$)	Međusobni induktivitet uzajamna induktivnost , međuinaktivnost , koeficijent međusobne indukcije
t	Vrijeme vreme , trajanje	D	Električna indukcija, električni pomak pomeraj , gustoća električkog toka gustina električnog fluksa	σ	Koeficijent rasipanja, rasipanje
T	Perioda, trajanje jedne periode jednog perioda (ciklusa)	C	Kapacitet kapacitivnost	k , ($\times K$)	Koeficijent sprege (veze)
τ , (T)	Konstanta trajanja	ϵ	Dielektričnost, permitivnost	N	Broj navoja navojaka (u namotu namotaju)
f , (V)	Frekvencija učestanost , učestalost	ϵ_0	Električna konstanta (vakuuma)	m	Broj faza
n	Rotacijska frekvencija, frekvencija vrtnje obrtanja	I	Struja, jakost jačina električne struje	P	Djelatna (aktivna radna) snaga
ω	Kružna frekvencija učestanost , pulzacija	J	Gustoća gustina električne struje	Q	Jalova, reaktivna snaga
ω	Kutna ugaona brzina, rotacija	A , (a)	Linearna gustoća gustina struje	S	Prividna snaga ($S = \sqrt{P^2 + Q^2}$)
δ	Koeficijent prigušenja, koeficijent prigušivanja (u titranju)	G	Električna vodljivost, provod provodljivost , vodljiva vrijednost, konduktancija	δ^*	Kut gubitaka ($\delta = 90^\circ - \varphi$)
v	Brzina (linearna)	B	Reaktivna, jalova vodljivost reaktivna provodljivost , susceptancija susceptansa		
c	Konstantna brzina, posebno brzina svjetlosti svetlosti u vakuumu				
a	Linearno ubrzanje, linearna akceleracija				
g	Akceleracija uslijed gravitacije, ubrzanja Zemljine teže				

Simboli	Naziv veličine	Simboli	Naziv veličine	Simboli	Naziv veličine
VELIČINE MEHANIKE		VELIČINE ENERGIJE		VELIČINE MAGNETIZMA	
F	Sila	h	Planckova konstanta	$F, (F_m, \mathcal{F})$	Magnetomotorna sila
G	Težina, teža, gravitacijska sila	$\frac{h}{2\pi}$	$\frac{h}{2\pi}$	H	Jakost jačina magnetskog polja
p	Tlak pritisak	E, W	Energija	A	Magnetski vektorski potencijal
$M, (T)$	Moment sile, zakretni moment	$W, (A)$	Rad	J	Magnetizacija, magnetska polarizacija
m	Masa	P, N, S	Snaga	Φ	Magnetski tok fluks
$\rho, (\delta), d$	Gustoća gustina , specifična masa	η	Korisnost, stupanj iskoristivosti (iskorišćenja), stepen korisnog dejstva	B	Magnetska indukcija, gustoća magnetskog toka gustina magnetskog fluksa
γ	Specifična težina	VELIČINE TOPLINE TOPLOTE 		$A, (P)$	Magnetska vodljivost provodnost, provodljivost, permeansa
$J, (I)$	Moment tromosti inercije	$t, (\theta, \Theta)$	Relativna temperatura (K), Celzijeva temperatura (°C)	μ	Permeabilnost
W	Moment otpora	$T, (\Theta)$	Apsolutna temperatura (K)	μ_0	Magnetska konstanta (vakuum)
M_T	Moment torzije	a	Temperaturni koeficijent koeficijenta , koeficijent prelaza topline	κ	Magnetska susceptibilnost
E	Modul elastičnosti pri savijanju (Youngov modul)	c	Specifična toplina toplota	$R, (R_m, \mathcal{R})$	Magnetski otpor, reluktancija reluktansa
G	Modul elastičnosti pri smicanju (Coulombov modul)			p	Broj pari polova
σ	Naprezanje pri savijanju				
τ	Naprezanje pri smicanju				
μ	Koeficijent trenja				

ELEKTROTEHNIKA, grana nauke i tehnike koja se bavi primjenom elektriciteta u rješavanju tehničkih zadataka. U tu svrhu ona proučava pojave u vezi s elektricitetom i rezultate tih proučavanja, zajedno sa spoznajama drugih tehničkih nauka, upotrebljava za ostvarenje i usavršavanje tehničke primjene elektriciteta.

Elektrotehnika kao grana tehnike običavala se nekad općenito dijeliti na tehniku jake struje i tehniku slabe struje. Pri tom su se ispočetka jakostrujnim uređajima smatrali oni u kojima pri normalnoj upotrebi mogu nastati struje opasne za ljude i okolinu, a slabostrojnima uređajima oni pri kojima takve opasnosti nema. Podjela na tehniku jake i slabe struje mogla je zadovoljiti i dok se ona uglavnom poklapala s granama tehnike u kojima se elektricitet isključivo upotrebljavao: tehnika jake struje se poklapala s energetskom elektrotehnikom a tehnika slabe struje s tehnikom telekomunikacija (telegrafijom i telefonijom). Danas se elektricitet primjenjuje u više od deset grana tehnike, pa nikakva podjela elektrotehnike na samo dvije grane ne može zadovoljiti.

Kao pogodna pokazala se podjela elektrotehnike na četiri grupe primjenjiv elektriciteta: energetsku elektrotehniku, informacijsku elektrotehniku, elektroniku i električnu upravljačku i regulacijsku tehniku.

Energetska elektrotehnika, za koju se još uvijek ponekad upotrebljava naziv «elektrotehnika jake struje», obuhvaća sve grane koje se bave proizvodnjom, prijenosom, pretvaranjem i iskorišćenjem električne energije.

Informacijska elektrotehnika sadrži sve grane koje se bave primjenom, obradom, pohranjivanjem, pretvaranjem i prijenosom informacija. U ovu grupu idu također signalna tehnika, elektroakustika i električna mjerna tehnika.

Elektronika se bavi građenjem električnih sastavnih dijelova i njihovom primjenom u sklopovima i uređajima. Ona služi danas skoro u istoj mjeri energetske elektrotehnici (*energetska elektrotehnika*) koliko i informacijskoj elektrotehnici (*informacijska elektrotehnika*), a osim toga i drugim granama tehnike.

Električna upravljačka i regulacijska tehnika povezuje informacijsku i energetsku elektrotehniku, a služi i mnogim drugim granama tehnike.

U ovoj enciklopediji praktična elektrotehnika — tehnička primjena elektriciteta — obrađena je u nizu posebnih članaka; od teorijskih osnova u posebnim člancima obrađena je teorija električnih krugova, teorija električnih vodova i prelazne pojave. Ovaj članak o elektrotehnici sastoji se od tri dijela: u prvom dijelu obrađeni su najprije osnovni pojmovi elektrotehnike, opisane su veličine, jedinice i osnovni zakoni mirujućeg električnog i magnetskog polja, a zatim teorija (polagano) promjenljivog elektromagnetskog polja, te klasična elektrodinamika. U drugom dijelu dat je historijat elektrotehnike. Na kraju razmatrana je teorija elektromagnetskih polja.

FIZIKALNE OSNOVE

Elektricitet je skup električnih naboja koji ili miruju ili su u pokretu. Kad naboji miruju, postoji *statički elektricitet*, čiji se učinci ispoljavaju kao djelovanje električnog polja oko električnih naboja. Kad se naboji kreću, ti. kad postoji strujanje elektriciteta koje se zove *električna struja*, oko tih naboja i u pokretu postoji, osim električnog, i magnetsko polje. Električne naboje treba smatrati svojevrsnim elementarnim česticama koje, uz ostale, predstavljaju sastojke materije.

Atomi, najmanje čestice na koje se materija može rastaviti kemijskim sredstvima, sastavljeni su prema pojednostavnijem (tzv. naivnom) modelu E. Rutherforda i N. Bohra od električki pozitivno nabijene jezgre oko koje se kreću

u točno određenim putanjama *elektroni*, nosioci elementarnog negativnog električnog naboja (najmanje moguće količine negativnog elektriciteta). Jezgra (nukleus) atoma sastavljena je od *protona*, materijalnih čestica s pozitivnim elementarnim električnim nabojem, i *neutrona*, elementarnih čestica bez električnog naboja. Elementarni naboji protona i elektrona po apsolutnom su iznosu jednaki (iznose $Q_e = \pm 1,60 \cdot 10^{-19}$ ampersekunda ili kulona, v. str. 114); kako je atom u normalnom stanju prema vani neutralan, oko jezgre mora da kruži toliko elektrona koliko u njoj ima protona. Masa elektrona (kad miruje) iznosi $m_{e0} = 9,11 \cdot 10^{-31}$ kg, masa protona je 1937 puta veća od toga. Masa elektrona u kretanju (prema teoriji relativnosti) raste s njegovom brzinom.

Atomi kao cjeline mogu se nalaziti samo u određenim, diskretnim energetskim stanjima (v. *Atom*, TE 1, str. 456). Prema tome se i elektroni što kruže oko jezgre mogu nalaziti samo u određenim energetskim stanjima (kvantnim stanjima), tj. kretati se samo u određenim (kvantiziranim) *putanjama*. Kako putanje mogu biti (kvantizirano) različito orijentirane u prostoru, a elektroni mogu imati i različit smjer okretanja oko vlastite osi (različiti *spin*) elektroni se mogu nalaziti u različitim kvantnim stanjima a imati istu energiju. Kaže se da elektroni iste energije pripadaju istoj *ljuski* elektronskog plašta koji obavlja atomsku jezgru. Prema *Paulijevu principu* u atomu se ne mogu nalaziti dva elektrona istog kvantnog stanja; iz toga slijedi da se u jednoj ljuski može nalaziti samo određeni broj elektrona. Stoga se plašt s većim brojem elektrona sastoji od više ljusaka, od kojih ljuske manje energije (bliže jezgri) mogu biti «popunjene», tj. sadržati maksimalno mogući broj elektrona, a jedna ili dvije ljuske najveće energije (na periferiji atoma) biti nepopunjene.

Između protona i neutrona postoje vrlo jake sile posebne vrste, nuklearne sile, koje nisu ni električne, ni magnetske ni gravitacijske; između protona i elektrona, naprotiv, vladaju *električne* tzv. Coulombove *privlačne sile* (v. str. 124). Pozitivni naboji protona privlače, naime, elektrone i oni su stoga u popunjenim ljuskama razmjerno čvrsto vezani uz jezgru. U atomima koji imaju vanjsku ljusku još nepopunjenu mogu se elektroni iz te ljuske relativno lakše premjestiti u više energetske nivoe ili prebaciti u sklop drugog atoma. U takve nepopunjene ljuske mogu atomi također primiti elektrone, npr. iz drugog atoma. Elektronima u vanjskoj, nepopunjenoj ljuski ostvaruje se na taj način povezivanje atoma u veće čestice, *molekule*; broj tih elektrona određuje valenciju elemenata, i time omjer u kojemu se atomi različitih elemenata združuju u molekule. Ti se elektroni stoga nazivaju *valencijskim elektronima*. Za elektrone koji se nalaze na putanji najbližoj jezgri (putanji najmanje energije) na kojoj se prema Paulijevom principu mogu nalaziti kaže se da su u *osnovnom stanju*, i za atom i molekulu kojima su svi elektroni u tom stanju kaže se da su u osnovnom stanju. Dovede li se atomu energija izvana (npr. zagrijavanjem, udarom, zračenjem), njegovi se elektroni mogu prebaciti iz ljuske manje energije u ljusku veće energije. Za atom u kome se to dogodilo kaže se da je *uzbuden*. Kad se elektron vraća s više energetske razine na nižu, atom primljenu energiju predaje okolini u obliku elektromagnetskog zračenja. (Studij spektara tog zračenja najvažniji je način kako se dobivaju informacije o strukturi atoma.)

Ako se perifernim elektronima privede tolika energija da se prekorači energetska barijera koja sprečava njihov izlazak, oni se potpuno odvoje od atoma, atom postane pozitivno električan i zove se *pozitivni ion* ili *kation*. Atom koji je odvojen elektron primio u svojoj nepopunjenu vanjsku ljusku postaje time negativno električan i zove se *negativni ion* ili *anion*. Minimalni rad potreban da se elektron izbaci iz vanjske ljuske naziva se ionizacijskim radom, a cijela pojava *ionizacijom*.

Slično se grupe atoma, molekule, nazivaju ionima ako molekula u cjelini ima manjak ili suvišak elektrona prema normalnom neutralnom stanju. Općenito se i za električki nabijena (elektrizirana) tijela može reći da je negativno ono tijelo koje ima višak elektrona, a pozitivno ono koje ima manjak elektrona.

Pozitivni elementarni električni naboj protona $+Q_e$ pojavljuje se slobodan samo u reakcijama među jezgrama (nuklearnim reakcijama); u električnim pojavama pozitivni je elektricitet stoga prisutan samo kao naboj pozitivnih iona ioniziranih tvari.

Elementarno negativno nabijena čestica, elektron, postoji, naprotiv, pod običnim uvjetima i slobodan; kao takav on ima u električnim pojavama takvu ulogu da je mogao biti smatran naprosto elementarnim djelićem elektriciteta.

Električna struja zove se svako gibanje (strujanje ili pomicanje) električnih naboja. Ona, dakle, nastaje bilo gibanjem elektrona, gibanjem pozitivnih i negativnih iona, te gibanjem većih materijalnih električno nabijenih čestica (npr. prašine). Pri strujanju elektrona ne nastupa nikakvo premještanje materije, dok pri strujanju iona i većih nabijenih čestica dolazi i do transporta materije.

Bit električne struje ponešto je različita ovisno o tome da li je posrijedi gibanje naboja kroz materiju ili kroz vakuum, kroz materiju u kondenziranom (čvrstom ili tekućem) stanju, ili u