



## Nabor izpitnih vprašanj iz ELEKTROTEHNIKE (VŠŠ)

## Prevajanje električnega toka:

1. -v trdnih snoveh
2. -v tekočinah (kapljevinah)
3. -v praznem prostoru (vakuumu)
4. -v polprevodnikih.

## Lastnosti snovi

5. magnetne lastnosti snovi
6. električne lastnosti snovi.

## Osnovni zakoni elektrotehnike

7. Ohmov zakon
8. Kirchhoff-ova zakona
9. Joul-ov akon

## Prehodni pojavi v enosmernih električnih vezjih

10. Vkop in izklop induktivno ohmskega (LR) električnega vezja.
11. Vkop in izklop kapacitivno ohmskega (CR) električnega vezja

## Nadomestna vezja

12. zaporedno vezanih uporov oziroma impedanc. (pasivna vezja).
13. vspreddno (paralelno) vezanih uprov oziroma impedanc. (pasivna vezja).
14. Theveninovo nadomestno vezje (aktivna električna vezja)
15. Nortonovo nadomestno vezje (aktivna električna vezja)
16. Trikotno in zvezdno vezje.

## Inducirane napetosti (splošno in inducirana napetost enega ovoja)

17. Izmenična napetost . Pomen, način pridobivanja in lastnosti.
18. Efektivna vrednost (splošno) in efektivna vrednost izmeničnih veličin v elektrotehniki.
19. Resonančni pojavi v elektrotehniki.
20. Osnovni principi ponazarjanja izmeničnih veličin v elektrotehniki.
21. Sinhronski generator (sestavni deli, princip delovanja, lastnosti).
22. Asinhronski elektromotor (sestavni deli, princip delovanja, lastnosti).
23. Trifazni sistem električnih napetost. (Osnove, prednosti pri proizvodnji, prenosu in uporabi).
24. Usmerniška vezja (delovanje, področja uporabe, lastnosti).

## Električni merilni instrumenti

25. instrument na vrtljivo tuljavico (delovanje, sestavni deli, uporaba in lastnosti).
26. instrument na mehko (vrtljivo ) železo (delovanje, sestavni deli, uporaba in lastnosti).
27. elektrodinamični merilni instrument (delovanje, sestavni deli, uporaba in lastnosti).
28. Katodni osciloskop (delovanje, sestavni deli, uporaba in lastnosti).
29. Natančnost merjenj (merilni razredi instrumentov, mejni pogoški, relativni pogrešek in razredi pripadajočega merilnega pribora.

## Akumulatorji in baterije

30. Svinčev akumulator (sestava, delovanje in uporaba).
31. Nikelj-kadmijevi akumulatorji (sestava, delovanje in uporaba).

**Prevajanje el. toka v: 1) v trdnih snoveh:** Pri trdnih snoveh so atomi razporejeni v obliki kristalne mreže. Sile, ki v trdnem telesu vežejo med seboj posamezne atome in molekule so v bistvu električne narave. Pri posameznih atomih so energetske nivoje elektronov strogo določeni. Pri trdnih snoveh so si posamezni deli tako blizu da tudi glede energetske nivoje vplivajo med seboj. To ima za posledico premik energetske nivoje v energetske pasove. Gibljivost elektronov v trdnih snoveh poteka preko vsega kristala po energetskih pasovih. Za električno prevodnost trdne snovi je pomembno kako so pasovi med seboj razporejeni in kako so zasedeni z elektroni. V polno zasedenem energetskem pasu ni možen pretok elektronov isto velja za prazne energetske ker ni elektrin. Trdne snovi so lahko izolanti, polprevodniki, prevodniki. To določimo glede na širino prepovedanega pasu. Elektroni sodelujejo pri prevajanju el. toka v vodljivem pasu.

**2) v tekočinah:** V tekočinah se pojavlja konduktivni tok. Pri tekočinah nimamo prostih elektronov ampak so nosilci pozitivni in negativni ioni – anioni (+) in kationi (-).

Čista voda je izolant – ne prevaja električnega toka. Voda z primesmi pod vplivom toka prevaja, zato, ker molekule razpadejo na pozitivne in negativne ione. Temu pojavu pravimo ionizacija = elektrolitska disociacija (raztopina – elektrolit).

Prevajanje toka v tekočinah uspešno uporabljamo pri elektrolizi kjer lahko pridobivamo tudi 99% baker, ki se nabira na anodi.

**3) v praznem prostoru:** Imamo dve kovinski elektrodi, med katerima je napetost. Elektrodi sta v vakuumu, ki je idealni izolator, zato med elektrodama v normalnih razmerah ne more teči tok. Pri dovolj veliki električni poljski jakosti pa se pripeti da elektroni s površine ene od elektrod (katode) zapustijo elektrodo in končajo pot na drugi elektrodi (anodi). Med elektrodama teče el. tok. Ta tok je običajno majhen.

**4) v polprevodnikih:** Polprevodniki so po številu prostih nosilcev nekje vmes. Lahko so izolator ali prevodnik, vendar v obeh smereh slabo. V čisti obliki so polprevodniki neprevodni, ker nimajo prostih nosilcev. Prevodni postanejo, če jim dodamo primesi (z difuzijo). Te primesi so ponavadi 5 valentne – dobimo N tip (prosti elektroni) polprevodnika snov mora biti 4 valentna (Si, Ge) in 3 valentne – P tip polprevodnika (vrzeli). S tem vnašanjem povečujemo prevodnost nekje do prevodnosti kovine.

**Lastnosti snovi: 5) magnetne lastnosti:** Magnetizem je lastnost nekaterih snovi, ki privlačijo snovi iz železa in njihovih zlitin. Magneti so lahko naravni ali umetni. Snov je sestavljena iz ogromnega števila majhnih magnetkov, ki pa med seboj niso tako urejeni, da bi ustvarjali magnetno polje zunaj stvari. Čim močnejši je magnet tem več osnovnih magnetkov se uredi. Ločujemo feromagnetne snovi (močni magneti) in permanentne snovi (trajni magneti). Dva magneta se ob približevanju dveh enakih tečajev odbijata, dveh nasprotnih pa privlačita. Velikost privlačnih in odbojnih sil je odvisna od njihove jakosti in medsebojne razdalje. Prostor okrog magneta imenujemo magnetno polje. Magnetno polje povzroči tudi el. t.

**6) električne lastnosti:** Glede na prevajanje el. toka skozi trdne snovi ločujemo: izolatorje, prevodnike in polprevodnike. Pri izolatorjih so elektrine vezane na svoja geometrijska mesta v snovi. Nekaj elektrin je prostih in te povzročajo izolacijski tok. Čim manj je prostih elektrin tem boljši je izolant. Izolanti imajo veliko specifično upornost. Polprevodniki so trdne snovi s kristalno strukturo, ki čisto v bližini absolutne ničle izolirajo pri višjih temp. pa prevajajo.

**Osnovni zakoni elektrotehnike: 7) Ohmov zakon:** Pravi da je jakost el. toka v zaključenem el. tokokrogu premo sorazmeren z napetostjo in obratno sorazmeren z upornostjo.  $I = U/R$  ( $A = V/\Omega$ )

**8) Kirchhoff-ov prvi zakon (vozliščno pravilo):** Prvi Kirchhoffov zakon se nanaša na vozlišča, ker se el. tok ne more kopičiti niti v ohmskih uporih, niti v povezavah, za katere smatramo da so brez upornosti. Mora biti v vsakem vozlišču vsota pritekajočih tokov enaka vsoti odtekajočih. Običajno damo pritekajočim tokovom pozitiven predznak, odtekajočim pa negativen.

(splošno): I. Kirchhoffov zakon: V vozlišču je vsota vseh tokov enaka nič.  $\Sigma I = 0$

**Drugi Kirchhoff-ov zakon (zankno pravilo):** Se nanaša na zanke! Vsota vseh napetosti v sklenjenem krogu je enako nič. Pri tem je seveda treba skrbno upoštevati smerne puščice za posamezne napetosti.

**9) Joule – ov zakon:** Se glasi; če teče skozi vodnik, ki ima upornost R ohmov, tok I amperov, bo v t sekundah v vodniku nastala toplota:

$A = I^2 * R * t$  [J = joulov] Enota za električno toploto A je joule, označujemo ga z J. Ta toplota, ki jo imenujemo Jouleova toplota je torej delo, ki ga je opravil električni tok I v t sekundah. Merilno enoto joule (J) izvedemo iz Joulovega zakona; če teče skozi vodnik upornost I ohma (1Ω), tok I ampera (1A), 1 sekundo (1s) nastane v njem toplota 1 joula (1J).

**Prehodni pojavi : 10) LR:** Trenutna sprememba ni mogoča. V trenutku vklopa pomeni tuljava neskončno upornost po preteku prehodnega pojava pa kratek stik. Energija za vzdrževanje toka po izklopu napetosti izvora se črpa iz magnetnega polja tuljave.

**11) RC:** Prazen kondenzator pomeni v trenutku vklopa priključitve na enosmerno napetost kratek stik. Po času  $t = \tau$  vrednost veličin v predhodnem pojavu naraste na 63% končne vrednosti ali pade na 37% začetne vrednosti. Trajanje predhodnih pojavov je premo sorazmerno z ohmsko upornostjo R in kapacitivnostjo kroga C.

**Nadomestna vezja: 14) Theveninovo nadomestno vezje (aktivna električna vezja)**

Theveninova nadomestna vezava pravimo taki, kjer realni izvor napetosti nadomestimo z vezavo, ki ima idealni izvor napetosti  $U_0$  in zaporedno notranjo upornost  $R_n$ .

Na Theveninovo nadomestno vezje lahko z reduciramo poljubno aktivno vezje.

-Najprej določimo (izračunamo ali izmerimo) napetost odprtih sponk  $U_0$ .

-Določimo notranjo upornost Theveninovega nadomestnega vezja

-Narišemo Theveninovo nadomestno vezje, ter izračunamo napetost in tok upora.

Theveninovo nadomestno vezavo lahko transformiramo v Nortonovo in obratno. . .

15) Nortonovo nadomestno vezje (aktivna električna vezja): Nortonovo nadomestno vezje je sestavljeno iz idealnega izvora konstantnega toka  $I_0$  z neskončno notranjo upornostjo in določeno vzporedno prevodnostjo  $G_n$ . Postopek redukcije v Nortonovo nadomestno vezavo je sledeč:

-Določimo (izračunamo ali izmerimo) tok kratkega stika izvora ( $I_k = I_0$ ).

-Izračunamo notranjo prevodnost  $G_n$  izvora (upoštevamo, da je upornost idealnega izvora neskončno velika - odprte sponke).

-Narišemo nadomestno Nortonovo vezavo obremenjenega izvora, ter izračunamo tok in napetost bremena  $R$ .

**Inducirane napetosti (splošno in inducirane napetosti enega ovoja):**

17) Izmenična napetost: je taka da se ji jakost in smer neprestano spreminjata. Uporabljamo jih v tehniki jakih tokov. Svojo jakost in smer spreminjajo v določenih periodičnih stalnih časovnih razdobjih. Nekaj časa narašča do  $\max$  potem pada do 0 in spet narašča v nasprotno smer. Lahko jih prenašamo na daljše razdalje saj jih ojačamo z transformatorjem. . .

18) Efektivna vrednost (splošno) in efektivna vrednost izmeničnih veličin v elektrotehniki:

Ker se izmenični tok in izmenična napetost časovno spreminjata, je moč, to je zmnožek napetosti in toka, vsak trenutek drugačna. Zaradi tega lahko govorimo pri izmeničnem toku samo o povprečni moči. Če pomnožimo izmeničnemu toku enakovreden enosmerni tok z izmenični napetosti enakovredno enosmerno napetostjo pridemo do enake povprečne vrednosti. Tem medsebojno enakovrednim količinam pravimo efektivna vrednost - efektivna vrednost izmeničnega toka in efektivna vrednost izmenične napetosti.

Efektivne vrednosti pišemo brez vsakršnega indeksa.

19) Resonančni pojavi v elektrotehniki: Pojav, ko se izmenični tokokrog navzven obnaša kot idealno ohmsko breme kjukaj prisotnosti  $L$  in  $C$  v vezavi imenujemo RESONANCA.

Poznamo zaporedno (napetostno) resonanco, ter vzporedno ali tokovno resonanco.

Do prve pride, kadar se v zaporednem izmeničnem tokokrogu izenačita induktivni in kapacitivni padec napetosti.

Resonanca se pojavi takrat kadar se vsiljena frekvenca ( $f$ ) izenači z lastno frekvenco vezja ( $f_0$ ). Celotna napetost se porabi samo na omse upornosti. Pri majhnih ohmskih upornostih predstavlja zaporedni RLC tokokrog v resonanci praktično kratek stik.

Do vzporedna ali tokovne resonance pride takrat, kadar se izenačita jalovi komponenti toka  $I_c = I_l$ . Celotni tok je enak delovni komponenti toka  $I_0 = I_{ro}$ . Ko je vezje v resonanci je admittanca ( $Y = 1/Z$ ) minimalna in je enaka delovni prevodnosti  $Y_0 = Y_{min} = G$ .

20) Osnovni principi ponazarjanja izmeničnih veličin v elektrotehniki:

Izmenične veličine običajno rišemo na dva načina; kazalčni (vektorski) diagram ali z časovnim linijskim diagramom. Pri kazalčnem diagramu izmenične veličine ponazarjamo z vektorji (rotirajočimi) kazalci. Dolžina kazalcev v nekem merilu ustreza amplitudni vrednosti izmenične veličine. Pozitivna smer vrtenja kazalcev je nasprotna vrtenju časovnice.

Trenutni položaj kazalcev ustreza začetku opazovanja časa  $t_0 = 0$ .

22) Asinhronski elektromotor (sestavni deli, princip delovanja, lastnosti)

Sestavni deli so stator, rotor, ohišje z ležaji ter hladilnimi deli.

Osnovni princip asinhronskega el. motorja je vrtilno magnetno polje. To ustvarimo s tremi enofaznimi izmeničnimi tokovi, ki so med seboj premaknjeni za  $120^\circ$  (trifazni sistem). Vrtilno polje se vrti, jakost polja je odvisna od magnetnega pretoka v tuljavah. Hitrost vrtenja pa je odvisna od števila polovih parov in frekvence omrežja  $n = f \cdot 60/p$ .

Delovanje; stator vezemo na 3 f omrežje da dobimo vrtilno magnetno polje. V navitjih statorja se inducirajo napetosti, ki držijo ravnovesje. V navitju rotorja tudi pride do indukcije, ki požene tok skozi kratko vezana navitja. Nastane tokovna sila ki zavrti rotor. Rotor se vrti asinhrono, kar pomeni da zaostaja za vrtilnim magnetnim poljem statorja.

23) Trifazni sistem električnih napetosti. (osnove, prednost pri proizvodnji, prenosu in uporabi): Trifazni sistem sestavljajo trije enofazni sistemi. Vse tri faze napetosti so enako velike, so pa druga proti drugi v fazi premaknjene za  $120^\circ$ . Vsako fazno navitje prenaša električno (delavno) moč.  $P_f = U_f \cdot I_f \cdot \cos\phi$ . Trifazni sistemi se uporabljajo za prenos, proizvodnjo in razdelitev električne energije. Prednosti 3 faznega sistema so; majhna poraba materiala za prenos energije, dotok moči je konstanten, ustvarja vrtilno magnetno polje, ki ga izkoriščamo pri 3 faznih električnih strojih.

**Električni merilni instrumenti:**

25) Instrument na vrtljivo tuljavico: Instrument z vrtljivo tuljavico se sestoji iz podkvastega trajnega magneta, med poli katerega je nameščen vrtljiv mehkoželezni valj, ki ima na obodu pritrjen pravokotni okvirček s tuljavico, navito iz mnogo ovojev zelo tanke žice. Če skozi tuljavico teče enosmerni tok, doveden s pomočjo dveh spiralnih vzmeti, ki ob enem služita za usvarjanje mehkega protimomenta, deluje na tuljavico Biot-Savartova sila, ki tuljavico zavrti. Kazalec instrumenta pokaže vrednost toka. Instrument z vrtljivo tuljavico je v bistvu amperimeter, ki meri enosmerni tok. Instrument spada med precizijske in se lahko uporablja za najnatančnejše meritve.

26) Instrument na mehko (vrtljivo) železo: Instrument z mehkim železom meri efektivne vrednosti merjene veličine, zaradi tega ga lahko brez vsakih dodatnih pripomočkov uporabljamo tako za merjenje enosmernih tokov kot tudi izmeničnih tokov in napetosti. Vrtilni moment tega instrumenta ustvarja magnetno polje, ki odklanja kose mehkega železa in ne tok. V magnetnem polju toroidne tuljave se medsebojno odbijata dva v isti smeri magnetizirana kosa mehkega železa od katerih je eden fiksno nalepljen na notranji strani tuljave, drugi pa je gibljiv in je preko osi povezan s kazalcem. Je instrument z manjšo natančnostjo.

27) elektrodinamični merilni instrumenti: so v principu podobni instrumentom z vrtljivo tuljavico razlika je le v tem da magnetnega polja v katerem se vrti vrtljiva tuljavica, ne ustvarimo s trajnim magnetom v obliki podkve, temveč s fiksno tuljavico (elektromagnetom).

28) Katodni osciloskop: Kot merilni in testni instrument se uporablja pri razvoju, vzdrževanju in popravilu elektronskih naprav in vezji. Katodni osciloskop omogoča predvsem (primarno) prikazovanje odvisnosti napetosti od časa. Primeren je za prikazovanje signalov, ki imajo frekvenco (10Hz-100MHz). Bistven sestavni del osciloskopa je katodna cev, ki generira elektronski curek, ki ga lahko vertikalno in horizontalno odklanjamo. Ostali sklopi v osciloskopu so namenjeni: napajanju katodne cevi, odklanjanju žarka v obeh smereh in dodatno sklop za sinhroniziranje slike.

29) Natančnost merjenja, merilni razredi instrumentov, mejni pogreški, relativni pogrešek in razredi pripadajočega merilnega pribora

Natančnost merjenja je odvisna od preciznosti uporabljenih merilnih instrumentov in aparatov, ter izbrane merilne metode. Zavedati se je potrebno, da vsako merjenje vsebuje določene pogreške. Pogreški zmanjšujejo natančnost merjenja, vendar se jim nikdar ne moremo popolnoma izogniti, lahko pa jih zmanjšamo, oziroma jih vsaj ve neki meri upoštevamo pri obravnavi rezultatov.

Poznamo dve večji skupini pogreškov; sistemski, ter slučajnostni ali naključni pogreški.

Sistemski so posledica pogreškov merilnih instrumentov (nepravilno umerjeni, kazalec ni točno na ničli,...), imajo določeno vrednost in jih je v splošnem mogoče upoštevati s korekcijo.

Pogreške merilnih instrumentov delimo na; absolutne (ga definira razlika med pokazano in pravo vrednostjo), relativne (razmerje med absolutnim pogreškom in pravo vrednostjo), ter procentne pogreške.

Merilne instrumente delimo na 8 razredov preciznosti

Oznaka razreda	0,05	0,1	0,2	0,5	1,0	1,5	2,5	5
Meja izmerljivega pogreška %	±0,05	±0,1	±0,2	±0,5	±1,0	±1,5	±2,5	±5

Merilni pribor (predupore in soupore) pa delimo na 6 razredov preciznosti.

Oznaka razreda	0,02	0,05	0,1	0,2	0,5	1,0
Meja izmerljivega pogreška %	±0,05	±0,1	±0,2	±0,5	±1,0	±1,5

Instrumente razredov 0,05 in 0,1 imenujemo etalonski instrumenti, 0,2 in 0,5 precizijski ali laboratorijski instrumenti, tiste razreda 1 do 5 pa obratovni instrumenti.

12. El. krog z zaporedno vezavo el. porabnikov ali elektromotorjev in izvorov pravimo zaporedni el. krog. Pri različnih upornostih zaporedno vezanih uporov se napetosti na porabnikih različne in premo sorazmerne z upornostmi.

Napetost izvora se razdeli na zaporedno vezane upore tako, da je vsota napetosti na porabnikih enaka napetosti izvora. Če izlučimo katerega od uporov ni el. toka tudi v ostalih uporih. Z večanjem števila uporov v zaporedni vezavi tok skozi porabnike pada, napetost pa se zmanjšuje.  $R = R_1 + R_2 + \dots$

13. Vzpostavna vezava uporov lahko enakovredno nadomestimo z enim uporom ali obratno. Upor ki nadomesti v tokokrogu več uporov tako da je skupni tok v obeh primerih enak imenujemo nadomestni upor. Na vzpostavno vezanih uporih je ista napetost. Pri različnih upornostih vzpostavno vezanih uporov so toki skozi porabnike različni in so obratno sorazmerni upornostim. Delovanje posameznega upora je neodvisna od drugih uporov. Vzpostavna vezava je delilnik toka.

16. V takih primerih si pomagamo s transformacijo trikotne vezave uporov v enakovredno zvezdno vezavo ki nam omogoča računanje skupne upornosti.

31. Nikotij - kadmijski elementar deluje na elektrolitičnem sistemu Ni - inoksit - Cd (ki je lahko kromatirano zaprt). Ionsko raztopina je 1,2V, poraba je pa je treba prekiniti pri napetosti 1V. Elektrode je treba čistiti.