

I auditorne vježbe (zadaci):

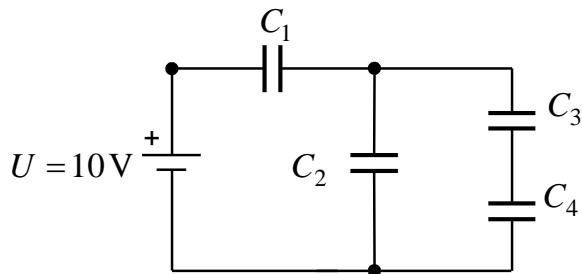
Z-1-1 Dvije metalne planparalelne ploče površina 0.01m^2 udaljene su u vakuumu 1mm i svaka sadrži naboј (suprotnih predznaka) od 10nC .

- Koliki je kapacitet ploča?
- Koliki je napon među pločama?
- Koliku brzinu postiže elektron koji je krenuo s negativne ploče kad dosegne pozitivno nabijenu ploču?

Z-1-2 Među pločama razmaknutim 5cm i uronjenim u transformatorsko ulje ($\epsilon_r = 2$) postoji napon od 20kV . Koliki će biti naboј stvoren elektrostatskom influencijom na metalnoj pločici površine 1cm^2 postavljenoj između ploča pod kutom od 45° ?

Z-1-3 Kondenzatori C_1, \dots, C_4 spojeni su na izvor istosmjernog napona prema slici. Kondenzator C_2 ima kapacitet $1\mu\text{F}$ dok kondenzatori C_1, C_3 i C_4 imaju kapacitet $2\mu\text{F}$. Napon izvora je 10V . Treba odrediti:

- ukupni kapacitet spoja,
- naboјe i napone na pojedinim kondenzatorima,
- energije akumulirane na pojedinim kondenzatorima.



Z-1-4 Kondenzatori $C_1 = 1\mu\text{F}$ i $C_2 = 2\mu\text{F}$ spajaju se serijski.

- Koliki je ukupni kapacitet spoja?
- Koliko dugo treba nabijati spoj konstantnom strujom $I = 1\mu\text{A}$ da na kondenzatoru C_2 napon postigne vrijednost od 100V ?
- Koliki je u tom slučaju ukupni napon na spoju?
- Kolika je energija pohranjena u C_2 ?
- Koliki bi se kapacitet trebalo dodati paralelno C_1 kako bi naponi na C_1 i C_2 postali isti kad bi se čitav spoj priključio na konstantni napon U ?

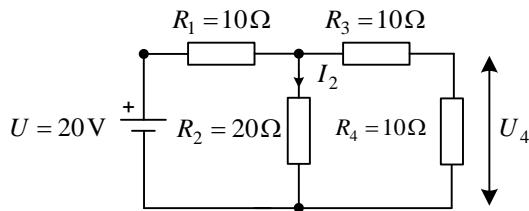
II auditorne vježbe (zadaci):

Z-2-1 Namatanjem žice od cekasa ($\rho = 0.5 \Omega \text{ mm}^2/\text{m}$) na štap od izolacijskog materijala potrebno je ostvariti grijач koji razvija toplinu od 1kW kod priključka na napon od 220V . Pretpostavlja se da se grijач zagrije na 230°C . Toplinski koeficijent otpora cekasa iznosi $\alpha = 10^{-3} \text{ } 1^\circ\text{C}$. Žica ima poprečni presjek 1mm^2 .

- Koliki je broj namotaja žice ako se ona gusto namota na cilindar (štap) promjera $5/\pi \text{ cm}$?
- Kolika je duljina takvog cilindričnog namota?

Z-2-2 Prilikom priključenja otpornika iznosa otpora 12Ω na bateriju, voltmetrom je izmjerен napon na stezaljkama 12V . Ukoliko danom otporniku dodamo još jedan takav otpor u paralelu, napon na stezaljkama iznosi 9V . Uz pretpostavku da je voltmeter idealan, potrebno je odrediti EMS i unutrašnji otpor baterije.

Z-2-3 U spoju prema slici potrebno je odrediti struju kroz otpornik R_2 i pad napona na otporniku R_4 .



Z-2-4 Električko grijalo koje radi na nominalnom naponu 220V , sastoji se od tri grijaća otpora 75Ω . Potrebno je:

- nacrtati moguće kombinacije spojeva grijaća,
- za svaki od spojeva potrebno je odrediti električku snagu pri nominalnom naponu te predanu toplinsku energiju za 24h neprekidnog rada. Kolika je tada struja kroz pojedini otpornik?
- Odrediti postotnu promjenu u razvijenoj snazi na grijaću ako se napon mreže poveća, odnosno smanji za 20% .

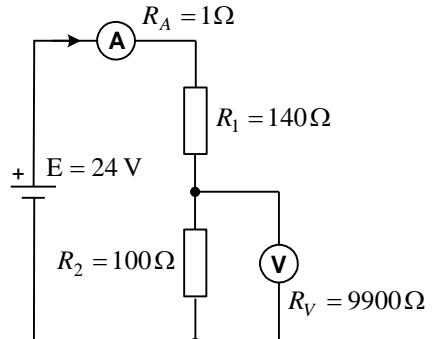
Z-2-5 Galvanometar ima unutarnji otpor od 50Ω i ima maksimalni otklon pri struji od 10mA . Potrebno je odrediti:

- iznos serijski spojenog otpora da bi galvanometar mogao raditi kao voltmetar i mjeriti napone do 200V ,
- iznos paralelno spojenog otpora da bi galvanometrom mogli mjeriti struje do 10A ,
- kolika je maksimalna dozvoljena disipacija snage na galvanometru, odnosno dodatnim otporima u slučajevima a) i b).

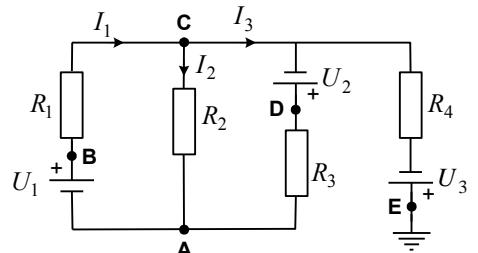
III auditorne vježbe (zadaci):

Z-3-1 Na dijelilo napona spojeni su realni ampermetar i voltmeter prema slici. Potrebno je izračunati:

- struju koju pokazuje ampermetar,
- napon koji pokazuje voltmeter,
- snagu koju daje izvor.

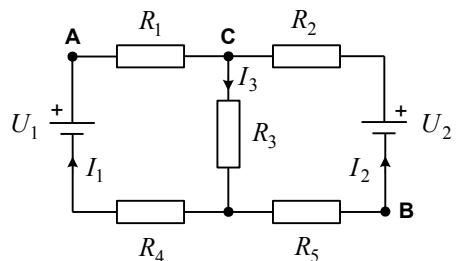


Z-3-2 Električna mreža ima konfiguraciju prema slici. Potrebno je odrediti sljedeće napone: U_{CA} , U_{BC} , U_{AD} , U_{CE} , U_{BE} .



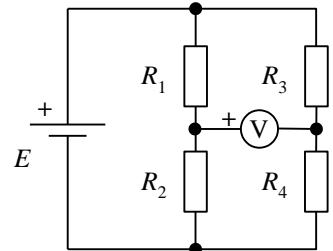
Z-3-3 Istosmjerni strujni krug spojen je prema slici. Iznosi napona izvora i otpora otpornika su: $R_1 = R_2 = R_4 = R_5 = 100 \Omega$, $R_3 = 200 \Omega$, $U_1 = U_2 = 10 \text{ V}$.

Potrebno je odrediti iznose struja I_1 , I_2 i I_3 koje teku u strujnom krugu, te napone između točaka A i B, te C i B.

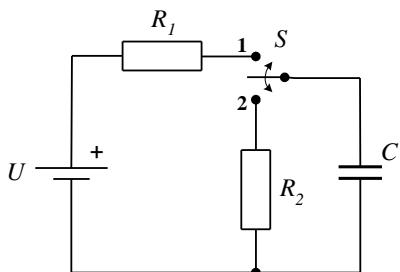


Z-3-4 Za spoj prema slici potrebno je odrediti ($E = 24 \text{ V}$, $R_1 = R_3 = R_4 = 3 \text{ k}\Omega$, voltmeter je idealan):

- Iznos otpora otpornika R_2 da bi voltmeter pokazivao napon 0V.
- Struju izvora i struje koje teku pojedinim otpornicima, uz iznos otpora R_2 izračunat u točki a).
- Iznos otpora otpornika R_2 , za koji bi voltmeter pokazivao napon 6V.
- Snagu koju izvor predaje spoju za slučaj c).



Z-3-5 Nabijanje i izbijanje kondenzatora ($U = 10 \text{ V}$, $R_1 = 1 \text{ k}\Omega$, $R_2 = 2 \text{ k}\Omega$, $C = 1 \mu\text{F}$)



IV auditorne vježbe (zadaci):

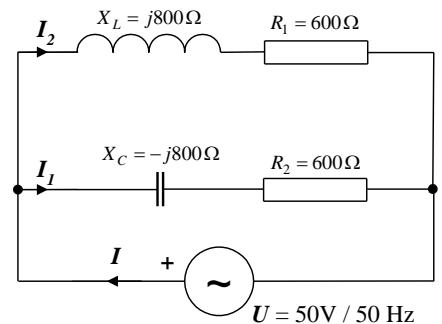
Z-4-1 Izmjenični izvor napona 220 V/50 Hz napaja trošilo strujom iznosa 4.4 A. Struja prolazi kroz nulu 2.944 ms nakon što to učini napon izvora. Potrebno je:

- odrediti i skicirati valne oblike napona izvora i struje trošila,
- odrediti karakter trošila, te odrediti iznose pojedinih komponenti, ako pretpostavimo da se radi o serijskom spoju.

Z-4-2 U izmjeničnom strujnom krugu na slici potrebno je odrediti:

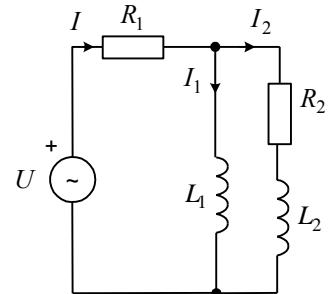
- Iznos induktiviteta zavojnice i kapaciteta kondenzatora.
- Iznose struja I , I_1 i I_2 .
- Iznose napona na otpornicima, zavojnici i kondenzatoru.
- Radnu snagu koju izvor predaje strujnom krugu.

Koliki je faktor snage strujnog kruga?



Z-4-3 Na izvor sinusnog napona 100 V/50 Hz priključeno je složeno trošilo prema slici ($R_1 = R_2 = 100 \Omega$, $L_1 = L_2 = 318.5 \text{ mH}$). Potrebno je:

- Odrediti iznose i fazne pomake svih struja u odnosu na napon izvora, odrediti padove napona na pojedinim komponentama, te skicirati vektorski dijagram napona i struja,
- izračunati radnu, jalovu i prividnu snagu za slučaj a),
- odrediti iznos kapaciteta koji treba spojiti paralelno trošilu kako bi struja izvora bila u fazi s naponom izvora. Kolika je tada jalova snaga u strujnom krugu?

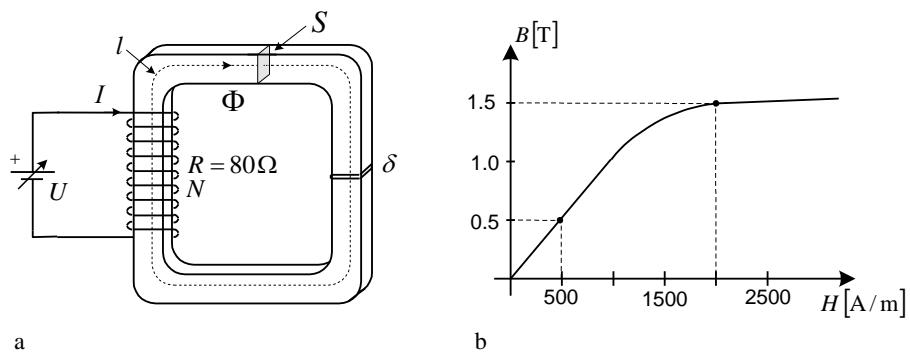


Z-4-4 Serijski RLC spoj priključen je na sinusni naponski izvor efektivne vrijednosti napona 20 V. Iznosi pojedinih komponenti su $R = 10 \Omega$, $L = 15.915 \text{ mH}$, $C = 159.15 \mu\text{F}$.

- Kolika mora biti frekvencija napona izvora da se strujni krug nađe u rezonanciji? Odredite za taj slučaj reaktancije, struju izvora te padove napona i skicirajte vektorski dijagram.
- Odredite struju izvora i padove napona u RLC krugu ukoliko se frekvencija izvora poveća (odnosno smanji) 2 puta. Skicirajte vektorske dijagrame za te slučajeve, te odredite jalovu, radnu i prividnu snagu.

V auditorne vježbe (zadaci):

- Z-5-1** Na jezgru od feromagnetskog materijala namotan je namot od $N = 1000$ zavoja žice otpora $R = 80 \Omega$ prema slici a). Srednja duljina magnetskih silnica kroz jezgru je $l = 0.5$ m, a poprečni presjek jezgre je $S = 100 \text{ cm}^2$. Krivulja prvog magnetiziranja feromagnetskog materijala prikazana je slikom b).
- Odredite magnetsku indukciju i tok magnetskog polja u jezgri za napon izvora 20V. Koliki je induktivitet zavojnice i vrijeme potrebno da struja postigne stacionarni iznos?
 - Odredite potreban iznos napona izvora da se u jezgri ostvari magnetski tok od 15 mWb.
 - Odredite potreban iznos napona izvora da bi se održao magnetski tok od 15 mWb ukoliko se u jezgri načini zračni raspor širine $\delta = 1$ mm. Prepostavite da nema rasipanja magnetskog toka u rasporu.

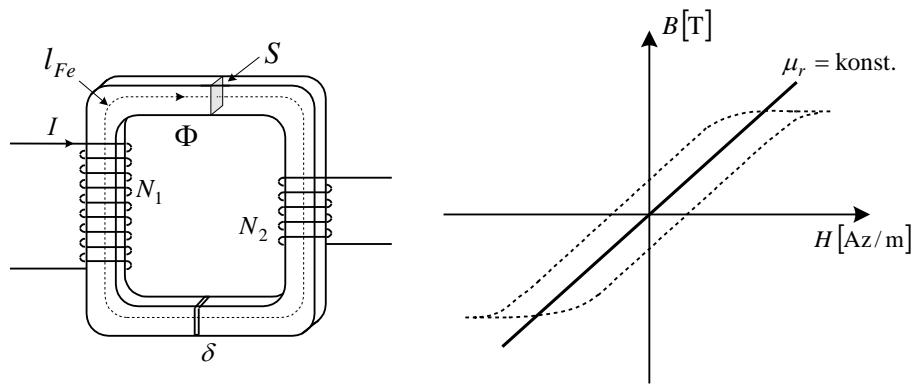


Slika 1.

- Z-5-2** Na jezgru od feromagnetskog materijala namotan je namot s $N_1 = 1000$ namotaja žice zanemarivog iznosa otpora kako je prikazano na slici. Pritom srednja duljina silnica magnetskog polja u jezgri iznosi $l_{sr} = 2$ m, a poprečni presjek jezgre iznosi $S = 100 \text{ cm}^2$. Uzima se da relativna permeabilnost materijala jezgre iznosi $\mu_r = 1000$, te se prepostavlja da je permeabilnost neovisna o jakosti polja za širok raspon vrijednosti jakosti polja.

Razmatraju se dva slučaja s obzirom na tip izvora koji napaja zavojnicu:

- zavojnica spojena na istosmjerni izvor promjenjivog iznosa napona preko otpornika otpora $R_u = 10 \Omega$,
 - zavojnica spojena na izvor izmjeničnog, sinusnog napona 220V/50Hz (bez dodatnog otpora).
- Potrebito je odrediti magnetsku indukciju i tok magnetskog polja u jezgri za iznos istosmjernog napona $U = 20\text{V}$. Koliki je induktivitet zavojnice i vrijeme potrebno da struja zavojnice postigne 95% stacionarnog iznosa nakon uključivanja.
 - Odredite iznos napona istosmjernog izvora da se održi iznos magnetske indukcije izračunat u točki a), u slučaju da se u jezgri načini zračni raspor širine $\delta = 1$ mm. Prepostavite da nema rasipanja magnetskog polja u rasporu.
 - Za slučaj napajanja zavojnice iz izmjeničnog izvora potrebno je odrediti efektivnu vrijednost struje koja teče u zavojnicu, te maksimalnu vrijednost magnetske indukcije u jezgri **bez zračnog raspora**.
 - Ukoliko se na jezgru namota još jedan namot s $N_2 = 250$ namotaja žice, koliki se napon inducira u njemu?
 - Ako se za slučaj izmjeničnog napajanja u jezgri načini zračni raspor širine $\delta = 1$ mm, kolika struja teće u prvu zavojnicu?



Slika 2.

Z-5-3 Elementarni električni motor (ravni vodič koji se giba u homogenom magnetskom polju) ima otpor vodiča $R_v = 1 \Omega$ i priključen je na napon 12 V. Otpor priključnih vodova i trenje se zanemaruju. Indukcija magnetskog polja iznosi $B = 1 \text{ T}$, a duljina vodiča iznosi $l = 1 \text{ m}$.

- Skicirati sklop motora.
- Odrediti brzinu gibanja vodiča kada je motor neopterećen (u praznom hodu), te struju pokretanja (struju kratkog spoja).
- Odrediti iznos struje koju motor vuče iz izvora kada je opterećen konstantnom silom $F_t = 6 \text{ N}$. Kolika je tada brzina gibanja vodiča?

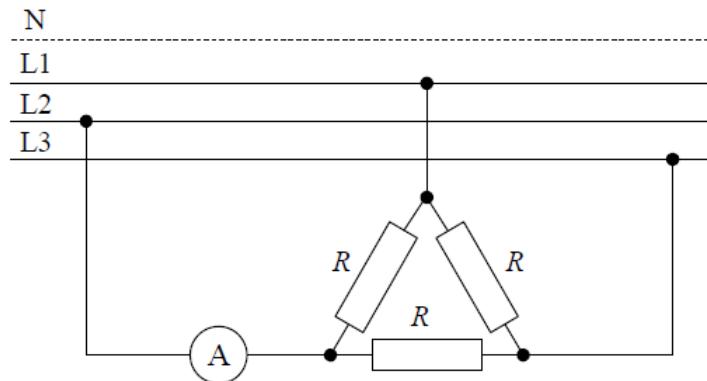
VI auditorne vježbe (zadaci):

Z-6-1 Na trofaznoj električnoj peći u spoju trokut označeno je $U = 220/380 \text{ V}$, $P = 15 \text{ kW}$. Peć je priključena na nazivni napon (220/380V).

- Nacrtajte spoj peći na trofaznu mrežu i označite pojedine napone i struje.
- Kolika struja teče fazom trošila?
- Koju vrijednost struje mora izdržati osigurač u svakoj liniji priključka?
- Koju snagu bi imala peć ako se njene faze prespoje u zvijezdu (izvod)?
- Kolika je tada linijska struja.

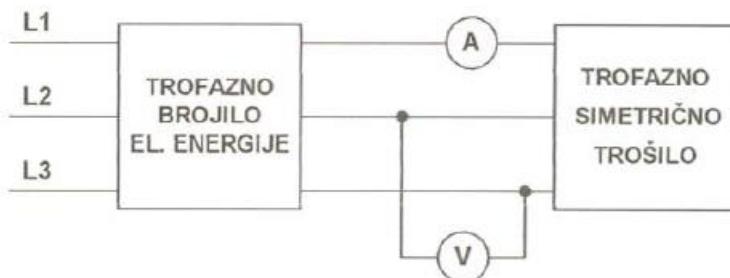
Z-6-2 Za simetrično trofazno trošilo prema slici ampermetar pokazuje jakost struje od 17.32 A. Otpor otpornika iznosi $R = 38 \Omega$, a frekvencija napona mreže iznosi 50 Hz.

- Odredite linijsku i faznu struju trošila.
- Odredite fazni napon trošila, te linijski i fazni napon mreže.
- Ukoliko se svim otpornicima serijski spoje idealne zavojnice induktiviteta $L = 90,72 \text{ mH}$, koliku struju tada pokazuje ampermetar i koliki je tada faktor snage trošila?



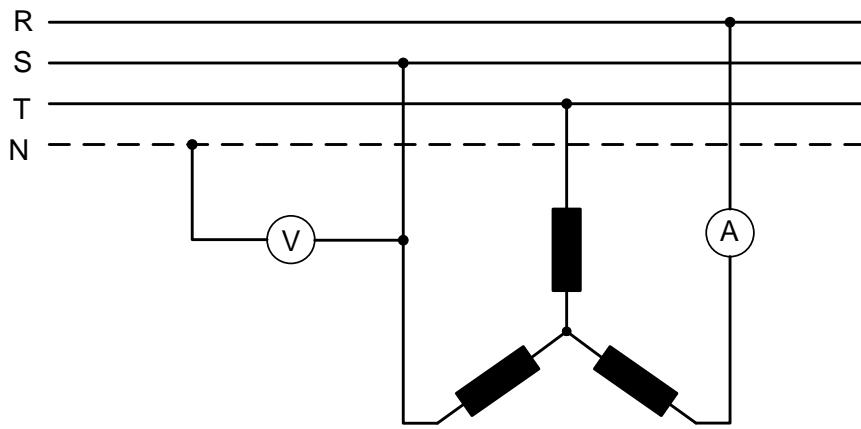
Z-6-3 Trofazno simetrično trošilo induktivnog karaktera spojeno je prema danoj shemi na trofaznu mrežu frekvencije 50 Hz. Pokazivanja ampermetra i voltmetra iznose 20 A i 380 V. Brojilo električne energije pokazuje utrošak 10 kWh tijekom jednog sata rada. Potrebno je:

- izračunati radnu, jalovu i prividnu snagu trošila, i faktor snage trošila,
- odrediti kapacitet kondenzatora vezanih u spoj trokut i priključenih na mrežu da se postigne potpuna kompenzacija jalove energije trošila.



Z-6-4 Na trofazni simetrični izvor ($f = 50 \text{ Hz}$) spojeno je simetrično trošilo prema shemi na slici. U fazi trošila nalazi se realna zavojnica. Instrumenti mjeru vrijednosti: 100 V , 8 A . Za 24 sata rada trošilo potroši 45 kWh energije. Izračunajte:

- faktor snage trošila,
- parametre zavojnice (R, L),
- linijsku struju za slučaj da se trošilo prespoji u spoj trokut.

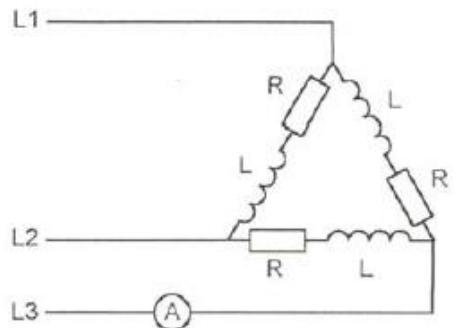


Z-6-5 Tri susjedne kuće spojene su na različite vodiče trofaznog sustava $380/220 \text{ V}, 50 \text{ Hz}$, tako da svaka dobiva 220 V . Snaga uključenih trošila u svakoj kući iznosi 1 kW s faznim kutovima $\varphi_1 = \varphi_2 = 0^\circ, \varphi_3 = 60^\circ$ kapacitivno.

- prikažite shemu te grupe trošila,
- kolike struje teku kroz pojedina trošila; naznačite ih na shemi,
- koliku potrošenu energiju pokaže brojilo na svakoj kući za jedan sat,
- prikažite odnose zajedničkim vektorskim dijagramom svih napona i struja,
- kolika struja teće nulvodičem trofazne mreže?

Z-6-6 Trofazno trošilo spojeno u trokut i priključeno na trofaznu mrežu $220/380\text{V}/50\text{Hz}$ prema slici ima sljedeće podatke $P = 6 \text{ kW}$, $\cos\varphi = 0.8$ induktivno.

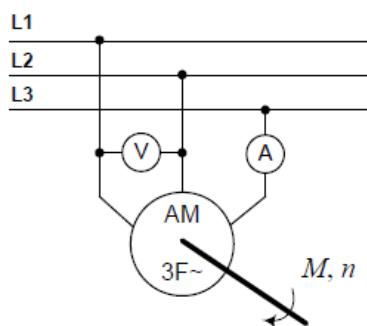
- Odredite iznos struje ampermetra, te iznose otpora i induktiviteta pojedine faze trošila.
- Odredite struju ampermetra ako dođe do prekida faze L1.



VII auditorne vježbe (zadaci):

Z-7-1 Asinkroni kavezni motor spojen je na trofaznu mrežu frekvencije 50 Hz kako je prikazano na slici. Motor na osovini razvija okretni moment iznosa $M = 59,7 \text{ Nm}$ pri brzini vrtnje $n = 720 \text{ min}^{-1}$, uz korisnost $\eta = 0,9$. Voltmetar i ampermetar pokazuju sljedeće vrijednosti napona i struja $U_V = 380 \text{ V}$ i $I_A = 9,5 \text{ A}$. Potrebno je odrediti:

- broj polova motora, klizanje, te prekretni moment motora ako prekretno klizanje iznosi $s_{pr} = 20\%$,
- radnu snagu na osovini motora i ukupne gubitke u motoru,
- radnu, jalovu i prividnu snagu koju motor dobiva iz trofazne mreže, te njegov faktor snage,
- struju koja teče pojedinim faznim namotima motora, ako motor radi u spoju Δ ,
- iznos kapaciteta kondenzatora spojenih u zvijezdu da se postigne potpuna kompenzacija jalove snage.



Z-7-2 Trofazni četveropolni asinkroni motor ima na natpisnoj pločici slijedeće podatke:

$$P = 7.5 \text{ kW}, \quad n = 1440 \text{ min}^{-1}, \quad f = 50 \text{ Hz}.$$

Ukupni gubici u statoru iznose 650 W, gubici trenja i ventilacije $P_{tr,v} = 132 \text{ W}$, a dodatni gubici se zanemaruju. Za nazivno opterećenje odredite:

- klizanje,
- razvijenu mehaničku snagu i snagu okretnog polja,
- gubitke u bakru rotora, te ukupne gubitke,
- snagu koju motor uzima iz mreže i korisnost motora,
- razvijeni okretni moment.

Također nacrtajte energetski dijagram motora i na njemu označite pojedine snage.

Z-7-3 Trofazni šesteropolni kolutni motor ima otpor rotorskog namota $R_2 = 0,3 \Omega$ i $X_2 = 1,5 \Omega$. Kod priključka motora na napon frekvencije 50 Hz i kod nazivnog opterećenja motor radi s klizanjem $s = 5\%$. Moment tereta se ne mijenja s brzinom vrtnje. Potrebno je odrediti:

- brzinu vrtnje rotora,
- dodatni otpor kod kojeg bi se smanjila brzina vrtnje na $n' = 500 \text{ min}^{-1}$,
- približnu korisnost kod smanjene brzine vrtnje, ako je $\eta = 0,9$,
- nazivno prekretno klizanje i prekretno klizanje uz uključeni otpor izračunat pod b),
- dodatni ohmski otpor uz koji prekretno klizanje iznosi $s_{pr} = 1$.

Također nacrtajte na jednoj slici karakteristike $M = f(n)$ za prekretna klizanja (odnosno otpore) iz točaka d) i e).

Z-7-4 Asinkroni šesteropolni trofazni motor ima sljedeće nazivne podatke:

$$P = 7.5 \text{ kW}, n = 965 \text{ min}^{-1}, I = 16 \text{ A}, U = 380 \text{ V}, f = 50 \text{ Hz}, \cos\varphi = 0.82$$

Omjeri momenta i struje kratkog spoja s odgovarajućim nazivnim veličinama iznose

$$M_k / M_N = 2.5 \text{ i } I_k / I_N = 6.7,$$

a omjer prekretnog i nazivnog momenta iznosi

$$M_{pr} / M_N = 3.8$$

Izračunajte:

- klizanje, moment, ukupne gubitke i korisnost motora pri nazivnom opterećenju,
- prekretno klizanje (primijenite pojednostavljeni oblik Klossove jednadžbe),
- moment ubrzanja motora iz mirovanja, ako moment tereta pri $n = 0$ iznosi $M_t = 50 \text{ Nm}$,
- potezni moment i poteznu struju, ako napon izvora padne za 10%.

Z-7-5 Sa natpisne pločice trofaznog kolutnog asinkronog motora očitani su sljedeći podaci:

$$P = 55 \text{ kW}, n = 960 \text{ min}^{-1}, I = 104.4 \text{ A}, U = 380 \text{ V}, f = 50 \text{ Hz}, \cos\varphi = 0.873$$

Moment tereta je neovisan o brzini vrtnje motora i jednak nazivnom momentu motora.

Rotorski otpor i rotorska rasipna reaktancija iznose redom $R_2 = 0.04 \Omega$ i $X_2 = 0.4 \Omega$.

Izračunajte:

- broj pari polova i nazivno klizanje motora,
- moment na osovini motora, ukupne gubitke i korisnost motora,
- prekretni moment ako se zanemare mehanički gubici motora,
- dodatni rotorski otpor da bi motor počeo zalet s maksimalnim poteznim momentom,
- najniži napon mreže za koji će se motor iz d) moći pokrenuti.

VIII auditorne vježbe (zadaci):

Z-8-1 Istosmjerni nezavisno uzbuđeni motor ima otpor armature $R_A = 0.4 \Omega$ i priključen na napon $U = 220 \text{ V}$ uzima iz izvora kod nazivnog opterećenja struju $I_N = 43 \text{ A}$ razvijajući korisnu snagu $P_2 = 8.5 \text{ kW}$ pri nazivnoj brzini vrtnje $n_N = 1000 \text{ min}^{-1}$.

Treba odrediti:

- gubitke kod nazivnog opterećenja,
- stupanj korisnosti motora kod nazivnog opterećenja i brzinu vrtnje praznog hoda pri nazivnom naponu armature,
- smanjeni iznos napona pri kojem će motor iz nazivne radne točke početi kočiti s dvostrukom nazivnom strujom, te stacionarnu brzinu vrtnje za izračunati napon,
- struju pokretanja kod direktnog priključka motora na nazivni napon,
- predotpor koji treba uključiti u rotorski krug da bi se struja pokretanja smanjila 10 puta,
- brzinu vrtnje kod nazivne struje, ako bi predotpor iz točke e) ostao uključen,

Takoder nacrtajte karakteristike $n = f(I)$ iz kojih su vidljive zadane i dobivene vrijednosti.

Z-8-2 Istosmjerni nezavisno uzbuđeni generator pogoni se četveropolnim sinkronim motorom priključenim na napon frekvencije 50 Hz. U praznom hodu generator ima napon 220 V, otpor armaturnog namota iznosi $R_A = 0.4 \Omega$, a kroz priključeno trošilo generator daje struju $I = 45 \text{ A}$, pri korisnosti $\eta = 87 \%$.

Izračunajte:

- brzinu vrtnje generatora,
- otpor trošila i napon na stezalkama generatora,
- moment pogonskog stroja,
- snagu koja se razvija na trošilu, ako se magnetski tok smanji za 20%.

Z-8-3 Poredni istosmjerni motor na natpisnoj pločici ima slijedeće podatke:

$$P = 9.5 \text{ kW}, U = 220 \text{ V}, I = 51.6 \text{ A}, n = 2250 \text{ min}^{-1},$$

Ohmski otpor namota armature iznosi $R_A = 0.5 \Omega$, dok je otpor uzbudnog namota $R_M = 137.5 \Omega$. Reakcija armature i pad napona na četkicama se zanemaruju. Potrebno je odrediti:

- struju uzbude i struju armature motora pri nazivnom naponu i nazivnom opterećenju,
- gubitke u bakru motora, ukupne gubitke motora, nazivni moment i korisnost motora,
- brzinu vrtnje praznog hoda i brzinu vrtnje kod 50%-tnog preopterećenja motora,
- brzinu vrtnje n_G kojom bi trebalo pokretati rotor stroja da radi kao generator dajući u mrežu napona 220 V struju iznosa 25 A,
- nacrtajte karakteristiku $n = f(I_A)$ iz koje su vidljive zadane i dobivene vrijednosti.

Z-8-4 Za serijski istosmjerni motor (7.5 kW, 220 V, 40 A, 700 min^{-1}) pretpostavlja se da je na cijelom opsegu rada postignut linearni odnos uzbudne struje i magnetskog toka. Pad napona na četkicama je 2 V, a ukupni otpor svih namota stroja je 0.4Ω .

Treba odrediti:

- ukupne gubitke u bakru, ukupne gubitke i koeficijent iskorištenja motora,
- moment koji razvija motor pri nazivnom opterećenju,
- brzinu vrtnje, ako se opterećenje promijeni tako da je $I = 20 \text{ A}$,
- moment kod struje $I = 20 \text{ A}$.

Z-8-5 Istosmjerni motor s nezavisnom uzbudom koristi se za pogon centrifugalne crpke, te se u tu svrhu napaja iz izvora promjenjivog napona. Nazivni podaci motora dani su na natpisnoj pločici kako slijedi:

$$U_{AN} = 220 \text{ V}, I_{AN} = 90 \text{ A}, R_{AN} = 0.2 \Omega, P_N = 18 \text{ kW}, n_N = 1500 \text{ min}^{-1}$$

Moment tereta na osovini motora koji nastaje uslijed djelovanja centrifugalne crpke ovisi o kvadratu brzine vrtnje motora (crpke) $M_t(n) = M_N(n/n_N)^2$

Uz pretpostavku da se reakcija armature i pad napona na četkicama smiju zanemariti, izračunajte:

- a) nazivni moment motora i brzinu vrtnje praznog hoda,
- b) napon napajanja motora za koji će potezni moment motora biti dva puta veći od nazivnog momenta motora,
- c) napon napajanja za koji će brzina vrtnje iznositi 500 min^{-1} .

U jednom koordinatnom sustavu skicirajte mehaničku karakteristiku crpke i mehaničke karakteristike motora za nazivni napon i napon izračunat u točki c).