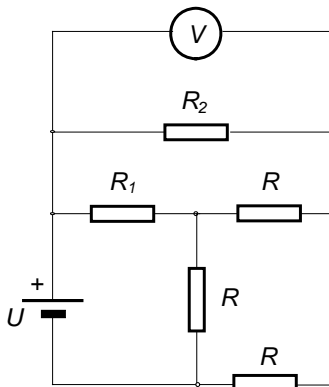
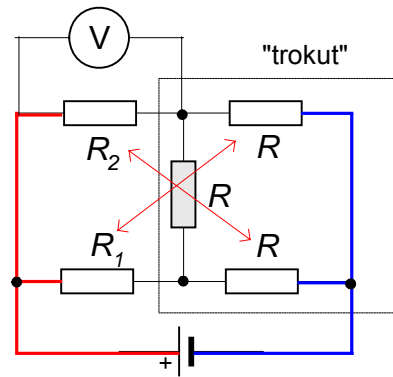
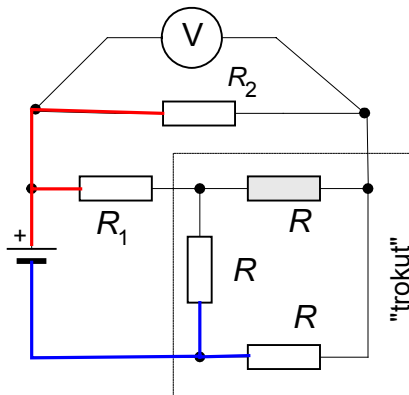


Preporuča se studentima da bez obzira na postignute bodove još jednom riješe zadatke sa II. Međuispita. Mnoge stvari se koriste u nastavku predmeta tako da je to potrebno temeljito savladati. Nije dobro samo gledati postupke..... **Najviše se nauči samostalnim radom.** Tek ako negdje “zapne” pogledajte priloženi postupak..

1. Odrediti napon kojeg pokazuje voltmetar u krugu prema slici. Zadano je:  $R = 3 \Omega$ ,  $R_1 = R_2 = 1 \Omega$  i  $U = 12$



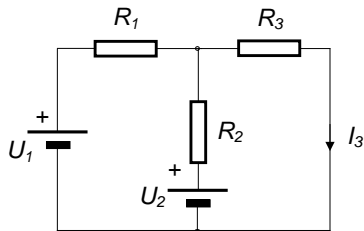
Ako u prikazanom spoju prepoznate **električni most** koji je u ravnoteži zadatak se rješava vrlo jednostavno. Da bi “ga” prepoznali nacrtajte shemu malo drugačije.. Kada je most u ravnoteži zatamnjeni otpornik koji je u “dijagonali mosta” nema nikakvog značaja (kao da ga nema). Za “početnika” u prepoznavanju spojeva preporuča se korištenje bojanih olovaka!



Most je u ravnoteži ako je umnožak označenih “suprotnih” otpornika jednak tj. u ovom slučaju ako je  $R_1 R = R_2 R$ . Budući da je u ravnoteži, zatamnjeni otpornik “izlazi iz igre” pa imamo dva paralelno spojena serijska spoja otpornika. Na serijski spoj  $R_2 = 1 \Omega$  i  $R = 3 \Omega$  spojen je naponski izvor od 12 V pa je na  $R_2$  napon od 3V. To pokazuje voltmetar. Jasno, **ako most nije u ravnoteži**, postupak računanja je malo duži jer treba primijeniti transformaciju trokut - zvijezda ili obrnuto (po volji). Most nije u ravnoteži ako npr. otpornik  $R_1$  promijenimo na  $2 \Omega$ . Most se može sastaviti i od kapaciteta (zadatak 4), induktiviteta, impedancija općenito od dvopola.

2. U spoju prema slici struja  $I_3$  iznosi 4 A. Kolika će biti struja  $I_3$  ako se napon

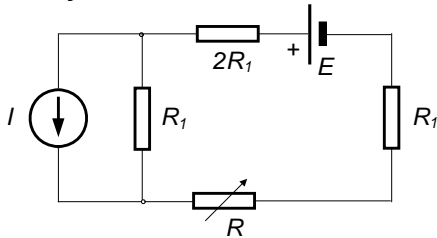
izvora  $U_2$  smanji na trećinu početne vrijednosti (kad je  $I_3 = 4 \text{ A}$ ). Zadano je:  $U_1 = 15 \text{ V}$ ,  $R_1 = 3\Omega$ ,  $R_2 = 3\Omega$  i  $R_3 = 6\Omega$



Ovdje treba **primijeniti superpoziciju** tj. uzeti u obzir da se struja  $I_3$  sastoji od doprinosa koji daje izvor  $U_1$  i doprinosa od  $U_2$ . S obzirom na polaritete naponskih izvora ovi doprinosi imaju isti smjer.

Budući da je  $U_1$  zadan možemo odrediti njegov doprinos (kod toga na mjesto izvora  $U_2$  treba staviti kratkospojnik). Ukupan otpor je:  $R_1$  u seriju s paralelom ( $R_2$   $R_3$ ), Dobivamo  $5\Omega$ . Ukupna struja ispada  $3\text{A}$ , a u skladu s KZS je struja  $I_3'$  jednaka  $1\text{A}$ . Sada krenemo zaključivati: doprinos izvora  $U_2$  je ostatak, a to je  $3\text{A}$ . Ako se napon tog izvora smanji na trećinu početne vrijednosti tada se i njegov doprinos smanji na  $1 \text{ A}$  (linearnost). Ukupna struja je sada taj  $1 \text{ amper}$  plus onaj od  $U_1$  što daje  $2\text{A}$ .

**3.** Kolika je maksimalna snaga na promjenjivom otporu  $R$  u krugu prema slici? Zadano je:  $I = 1 \text{ A}$ ,  $U = 15 \text{ V}$ ,  $R_1 = 5 \Omega$ .



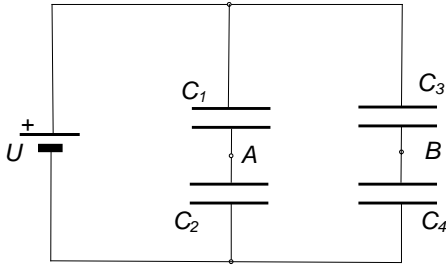
Koristimo **Thevenenov teorem**. Otpornik  $R$  "izvadimo" i izračunamo parametre Thevenenovog izvora (gledano s priključnica na kojima je bio  $R$ ). Najprije otpor: Na mjesto strujnog izvora (kružica) stavimo prekid, a na mjesto naponskog kratki spoj. Dobivamo otpor  $R_{th} = R_1 + R_1 + 2R_1 = 20\Omega$ . Za postizanje maksimalne snage mora otpor  $R$  biti  $20\Omega$ . (time smo riješili cca 1/3 problema). Idemo dalje..

Izračunavamo  $U_{th}$ . Dobivamo  $U_{th} = U + IR_1 = 20\text{V}$ . (plus je na lijevoj strani, onaj kome je jednostavnije, neka strujni izvor zamijeni ekvivalentnim naponskim tako da  $R_1$  uzme kao da je unutarnji otpor tog izvora)

Budući da je  $R = R_{th}$  ( $R_{th}$  ima ulogu unutarnjeg otpora) napon na  $R$  će iznositi  $U_{th}/2 = 10 \text{ V}$ . Snaga je onda  $10^2/20 = 5\text{W}$

**4.** Kombinacija nenabijenih kondenzatora prema slici priključuje se na izvor napona  $U = 90 \text{ V}$ . Ako su:  $C_1 = C_4 = 6 \text{ nF}$  i  $C_2 = C_3 = 3 \text{ nF}$ , odrediti napon  $U_{AB}$

$$U = 90 \quad C_1 = 6 \quad C_2 = 3$$



Imamo dva serijska spoja kondenzatora. Svaki je priključen na naponski izvor od 90V. U **serijskom spoju se manji kondenzator nabije na veći napon**. Tako će se  $C_1$  nabiti na 30V, a  $C_2$  na 60V. To se u općem slučaju izračunava prema formuli za kapacitivno djelilo napona npr. ovako:

$$U_1 = U \cdot \left( \frac{C_2}{C_1 + C_2} \right) \quad U_1 = 30$$

U ovom primjeru se to računa napamet, jer su zadani podaci pogodni za to. Jasno je da napon na  $C_2$  (zbog KZN) mora biti  $90-30=60V$ . (budući da se traže naponi, ne trebamo se opterećivati da li su to F, pF mikroF ili nF!)

Kapaciteti u drugom djelilu su isti samo su drugačije raspoređeni pa zaključujemo da je na  $C_3$  napon od 60 V, a na  $C_4$  30V.

**Sve to treba zapisati na shemu i to sa polaritetima!** Plusevi su na gornjim elektrodama. Krenemo od točke B i napišemo:  $U_{AB} = -U_4 + U_2 = 30V$ .

Napomena: Ako promijenimo redoslijed kondenzatora u jednom od serijskih spojeva napon  $U_{AB}$  postane jednak nuli jer je onda "kapacitivni most" u ravnoteži!

**5. Fazor sinusne struje je:  $5/\pi/3$ .** Ako je frekvencija 50 Hz, kolika je trenutna vrijednost struje u trenutku  $t = 15 \text{ ms}$ ?

Fazor je kompleksni broj kojemu je modul efektivna vrijednost, a kut je početni fazni kut sinusoide koju predstavlja.

Ovdje je efektivna vrijednost 5, a početni fazni kut 60 stupnjeva. Maksimalna vrijednost (amplituda sinusoide) je 7,07A. Napišemo izraz za struju:

$$i(t) = 5 \cdot \sqrt{2} \cdot \sin\left(314 \cdot t + \frac{\pi}{3}\right) \quad i(0.015) = -3.55$$

Još jednostavnije je zamisliti **vektorski prikaz sinusoide**. Vektor se nakon 15 ms nalazi pod kutem  $+330$  odnosno  $-30$  stupnjeva. Projekcija na os y je momentalna vrijednost. Nacrtajte to.....primijenite malo trigonometrije i evo momentalne vrijednosti.

**6. Napon na serijskom spoju induktiviteta  $L = 0,03 \text{ H}$  i nepoznatog kapaciteta  $C$  je  $u(t) = 100 \sin(5000t) \text{ (V)}$ , a struja kroz spoj je  $i(t) = 2 \sin(5000t + \pi/2) \text{ (A)}$ . Odrediti iznos kapaciteta  $C$ .**

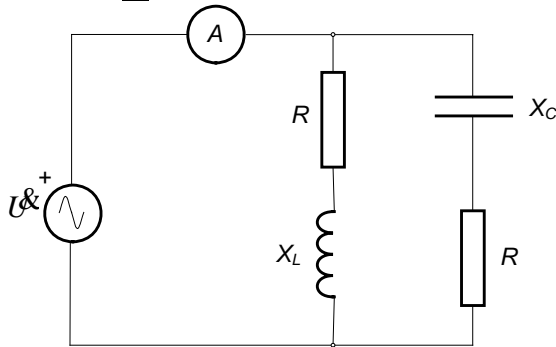
Kružna frekvencija je  $\omega = 5000 \text{ s}^{-1}$

$L = 0.03$  Induktivni otpor je  $X_L = \omega \cdot L \quad X_L = 150$

Ukupni reaktivni otpor je  $X = \frac{100}{2} \quad X = 50$  kapacitivno jer struja prethodi

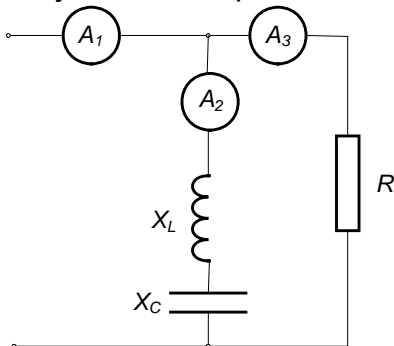
naponu!!!!) Kapacitivni otpor je onda  $X_C = 200 \quad C = \frac{1}{\omega \cdot X_C} \quad C = 1 \times 10^{-6}$

7. Odrediti struju kroz ampermetar u spoju prema slici ako je  $R = X_L = X_C = 4 \, \Omega$  i  $\underline{U} = 100/0$



Obzirom na zadane vrijednosti naponi na svim elementima su jednaki i iznose po 70,7V. Struje kroz Induktivnu i kapacitivnu granu imaju jednake iznose  $70,7/4 = 17,67\text{A}$ . Induktivna zaostaje, a kapacitivna prethodi naponu za 45 stupnjeva. **Skiciramo vektorski dijagram** iz kojeg odmah vidimo da te struje imaju međusobni fazni pomak od 90 stupnjeva. To znači da je njihova **vektorska suma 25A**. Toliko pokazuje ampermetar.

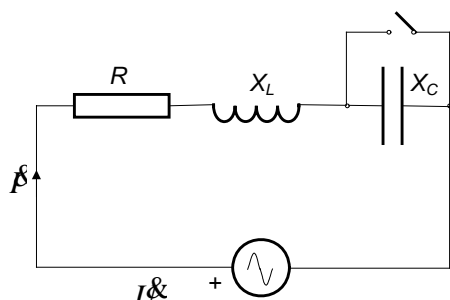
8. U spoju prema slici ampermetri A2 i A3 pokazuju  $I_2 = 4\text{ A}$  i  $I_3 = 3\text{ A}$ . Kolika je struja  $I_1$  kroz ampermetar A1?



Spoj je dakako priključen na sinusni izvor. Napon na priključnicama spoja neka bude pod nula stupnjeva. Struja  $I_3$  je radna tj. u fazi je s naponom. Struja  $I_2$  fazno predhodi ili zaostaje prema naponu za 90 stupnjeva. To ovisi o odnosu  $X_L$  i  $X_C$  i nije važno za rješavanje zadatka. U svakom slučaju je

$$I_3 = 3 \quad I_2 = 4 \quad I_1 = \sqrt{I_3^2 + I_2^2} \quad \boxed{I_1 = 5} \quad \text{skicirajte vektore!!}$$

9. Na izvor napona efektivne vrijednosti  $U = 130\text{ V}$  spojen je serijski R, L, C krug. Struja izvora istog je iznosa  $I = 10\text{ A}$  i kad je kondenzator uključen u krug i kad je kratko spojen. Odrediti iznose  $R$  i  $L$ . Zadano je:  $\omega = 2000\text{ s}^{-1}$ ,  $C = 50\text{ mikroF}$ .



Prividni otpor je bez obzira na položaj sklopke jednak:  $Z = 130/10 = 13\Omega$

Kada je sklopka zatvorena imamo serijski RL krug, a kada je otvorena serijski RLC krug. Mora vrijediti  $X_L = X_C/2$ , jer će tada reaktivni otpor imati jednaki iznos za oba položaja sklopke, (jednom će biti kapacitivan, a drugi puta induktivan, kada? **skicirajte trokut otpora**)

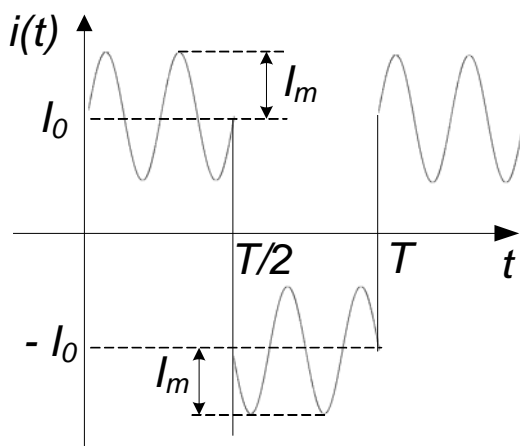
$$C = 50 \cdot 10^{-6} \quad Z = 13 \quad \omega = 2000$$

tek nakon ovog razmatranja situacije idemo računati:  $X_C = \frac{1}{\omega \cdot C} \quad X_C = 10$

$$X_L = 5 \quad L = \frac{X_L}{\omega} \quad L = 2.5 \times 10^{-3}$$

$$R = \sqrt{Z^2 - X_L^2} \quad R = 12$$

**10.** Odrediti efektivnu vrijednost struje valnog oblika prema slici. Zadano je:  $I_0 = 8$  A,  $I_m = 6$  A.



Iako slika izgleda “strašno” zadatak je jednostavan ako znate da za izračun efektivne vrijednosti možemo obrnuti negativne dijelove valnog oblika oko vremenske osi. Time dobivamo valni oblik koji se sastoji od DC (istosmjerne) komponente  $I_0$  kojoj je dodana (superponirana) sinusna komponenta:

$$i(t) = 8 + 6\sin\omega t \quad I_{ef} = \sqrt{8^2 + \left(\frac{6}{\sqrt{2}}\right)^2} \quad I_{ef} = 9.055$$

(primijenjena formula nalazi se u "zbirci" formula)