

Huomioitavia juttuja:

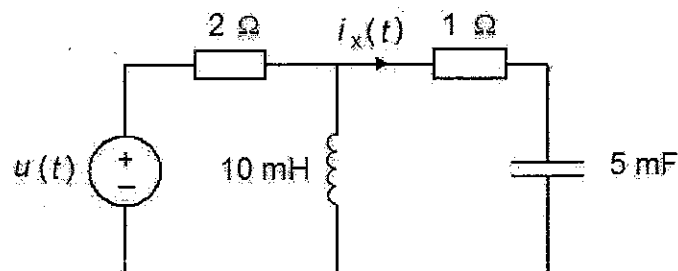
- Kirjoittakaa jokaiseen konseptiin nimenne ja opiskelijanumeronne.
- Palauttakaa tehtävät 1, 2 ja 3 samalla konseptilla.
- Palauttakaa tehtävät 4 ja 5 samalla konseptilla, joka on kuitenkin eri konsepti kuin se, jolla tehtävät 1, 2 ja 3 sijaitsevat.
- Palauttakaa joka tapauksessa kaksi nimettyä ja numeroitua konseptia.

1. Selitä lyhyesti seuraavat vaihtosähköön liittyvät käsitteet.

- (a) tehollisarvo
- (b) reaktanssi
- (c) tehokerroin
- (d) suodattimen rajakulmataajuus
- (e) kytkentäkerroin
- (f) impedanssiparametriesitys

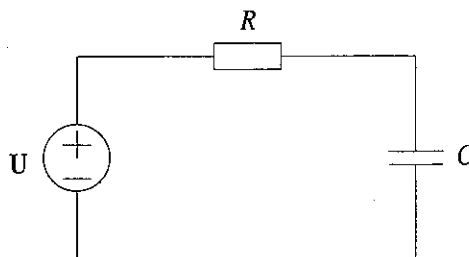


2. Määritä lähdejännitteen $u(t)$ hetkellisarvon lauseke, kun virran $i_x(t)$ hetkellisarvon lauseke on $i_x(t) = 0.5 \sin(200t)$ A.



3. Laske jännitelähteen syöttämät pätö-, lois- ja näennäisteho oheisessa kytkennässä.

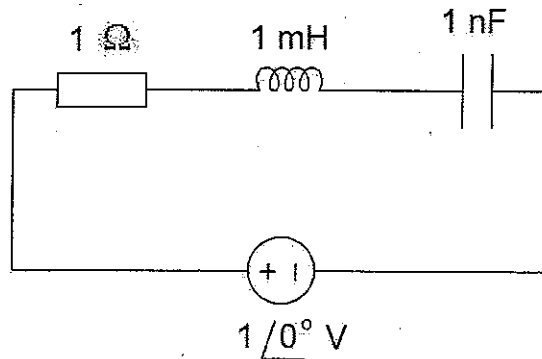
$$\bar{U} = 220 \angle 0^\circ \text{ V}, R = 10 \Omega, \bar{Z}_c = -j10 \Omega$$



$$I = \frac{R}{R_{eq}}$$

KÄÄNNÄ!

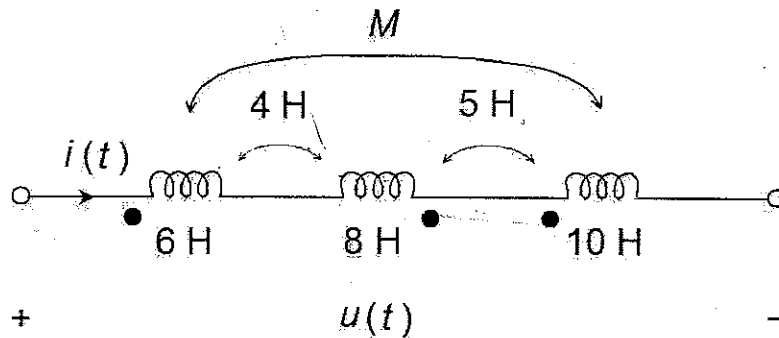
4. Oheisessa kytkennässä vastuksen, käämin ja kondensaattorin sarjaankytkennän yli oleva kokonaisjännite on $1\angle 0^\circ$ V. Laske kondensaattorin yli olevan jännitteen tehollisarvo, kun kulmataajuus ω saa arvon $\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$ rad/s. Mistä on kyse?



5. Kolmen sarjaankytketyn käämin välillä on induktiiviset kytkennät oheisen kuvan mukaisesti. Kytkennän virta $i(t)$ noudattaa lauseketta

$$i(t) = 2t + 3e^{-2t}.$$

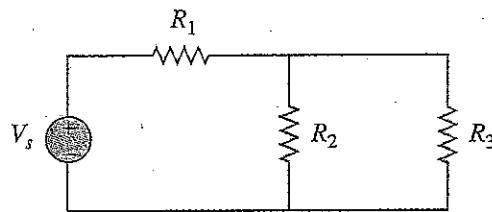
Määritä kuvaan merkitty keskinäisinduktanssi M siten, että kytkennän yli oleva jännite $u(t)$ saa arvon 24 V, kun aika t kasvaa rajatta.



Janne Määtä
 janne.maatia@tut.fi

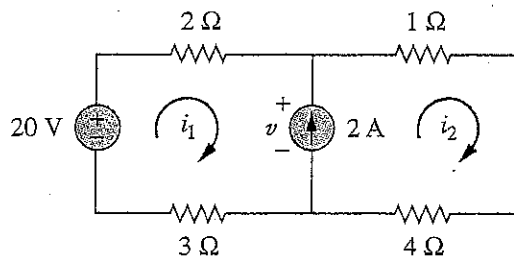
1. Tarkastellaan oheista kytkentää. Kun resistanssin R_3 pienenee, mitkä seuraavista väitteistä pitävät paikkaansa?

- a) R_3 :n kautta kulkeva virta pienenee
- b) R_3 :n yli oleva jännite pienenee
- c) R_1 :n yli oleva jännite pienenee
- d) R_2 :ssa dissipoiva teho pienenee
- e) Ei mikään edellisistä



2. Oheisessa kytkennässä virtalähteen yli oleva jännite v on

- a) 20 V
- b) 15 V
- c) 10 V
- d) 5 V



3. Alla olevassa taulukossa on esitetty tasavirtalaitteen navoista mitatut sähkösuureet kahdessa eri tapauksessa.

Jännite	12 V	0 V
Virta	0 A	1.5 A

Kuinka suuren resistanssin omaava vastus on kytkettävä napojen väliin, jotta vastuksen teho olisi puolet maksimitehon antamasta vastuksesta.

KÄÄNNÄ!

4. Piirin sisäänmenojännite $v(t) = 50 \sin(\omega t + 10^\circ)$ voltia, jolloin piirin pätöteho on 500 W. Määritä kytkennän sisäänmenovirran hetkellisarvon lauseke, kun piirin tehokerroin (induktiivinen) on 0.5.
5. Sarjaankytketyn RLC -piirin yli oleva jännite on $\bar{U} = 1 \angle 0^\circ$ V. Määritä resonanssitaajuudella kondensaattorin yli olevan jänniteen tehollisarvo, kun $R = 1 \Omega$, $L = 1$ mH ja $C = 1$ nF.



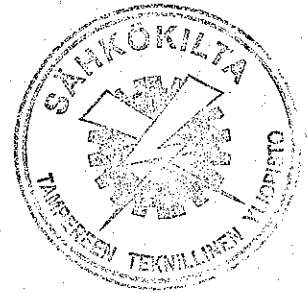
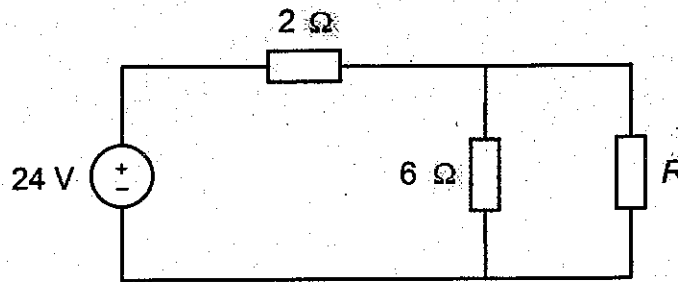
Tee tehtävät 1-3 yhdelle konseptille ja tehtävät 4-5 toiselle konseptille. Palauta kaksi nimettyä ja opiskelijanumeroitua konseptia, vaikkeet kaikkiin tehtäviin vastaisikaan.

1. Vastuksen, jonka resistanssi on 100Ω , läpi kulkee sähkövirta $i(t)$, joka noudattaa ajan t funktiona lauseketta

$$i(t) = 0.1 + 0.1e^{-10t} \text{ A.}$$

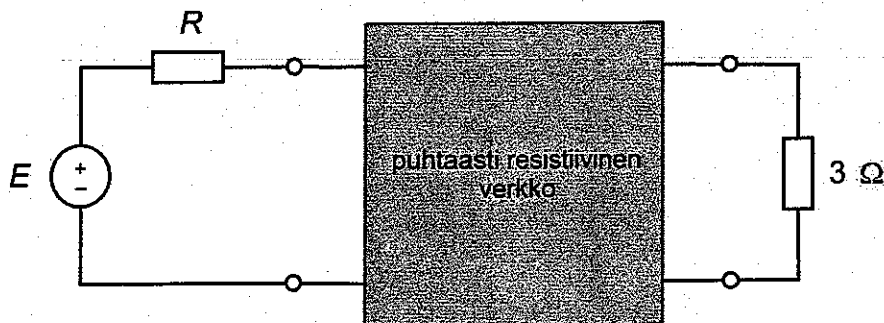
Kuinka paljon sähköenergiaa muuttuu vastuksessa lämpöenergiaksi aikavälillä $[0, 1]$ s?

2. Mitoita oheisessa kytkennässä resistanssi R siten, että kyseisen vastuksen tehoksi tulee 48 W .



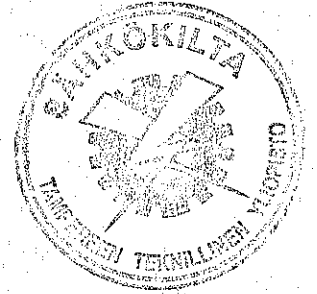
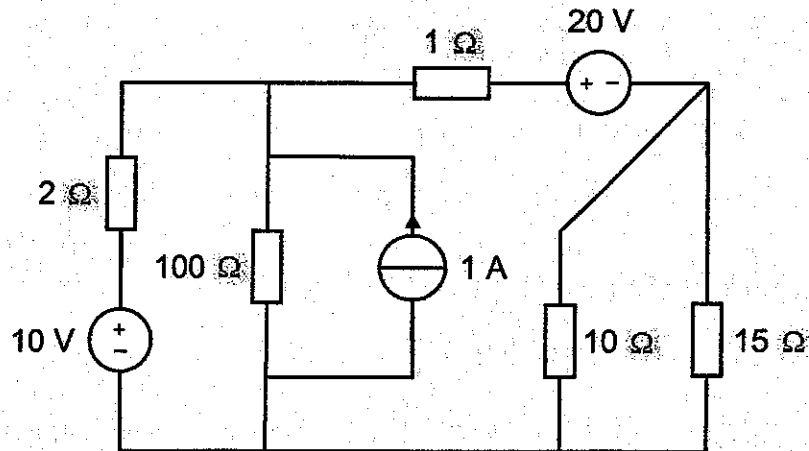
3. Jännitelähde (lähdejännite E ja sisäresistanssi R) on kytketty oheisen kuvan mukaisesti puhtaasti resistiiviseen verkkoon, joka ei sisällä energialähteitä. Verkon oikeaan reunaan on kytketty 3Ω :n vastus, jonka teholle P pätee:
- Jos lähdejännite E on 12 V , 3Ω :n vastuksen teho P on 6 W .
 - Jos lähdejännite E on 24 V , 3Ω :n vastuksen teho P on 24 W .

Mikä on 3Ω :n vastuksen teho P , jos lähdejännite E saa arvon 36 V ?



KÄÄNNÄ!

4. Ratkaise oheisesta kytkennästä 15Ω :n vastuksen yli oleva jännite.



5. Tasavirtalaitteen napoihin kytketään kuormavastus, jonka resistanssi R on 20Ω . Kuormavastuksen teho on tällöin 80 W . Mikäli laitteen navat oikosuljetaan, on oikosulkuvirta 2.5 A . Kuinka suuri on kuormavastuksen resistanssin oltava, jotta sen teho maksimoituu? Mikä on kyseisen maksimitehon arvo?

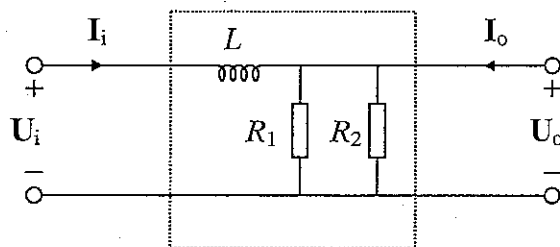
5. Erään tasavirtalaitteen napoihin kytketään vastus $R_1 = 4 \Omega$, jolloin vastuksen kautta kulkeva virta on 1 A. Mikäli laitteen napoihin kytketään vastus $R_2 = 1 \Omega$, on vastuksen tehon kulutus 4 W. Minkälainen kuorma tulee kytkeä laitteen napoihin, jotta kuorman tehon kulutus maksimoituu? Mikä on kyseinen teho?

Laskimen käyttö sallittu.

Tehtävät 1, 2 ja 3 yhdelle konseptille, ja tehtävät 4 ja 5 yhdelle konseptille.



1. Valitse oikea vaihtoehto seuraaviin väittämiin. Oikea vastaus antaa yhden pisteen kukin, väärä vastaus vastaavasti -1 pistettä. Vastaamatta jättäminen tuottaa kukin 0 pistettä. Kaikissa väittämissä sähkösuureet ovat sinimuotoisia.
- I Kondensaattori kytketään jännitelähteeseen. Kun jännitteen taajuus kasvaa, kondensaattorin virta
a) kasvaa, b) pienenee, c) pysyy muuttumattomana, d) lähestyy nollaa.
- II Sarjaan kytketty RC -piiri kytketään jännitelähteeseen. Mikäli vastuksen resistanssi on 10Ω , kondensaattorin reaktanssi on -10Ω , ja sarjaankytkennän virran tehollisarvo on 1 A , lähdejännitteen tehollisarvo on tällöin
a) 20 V , b) 14.14 V , c) 28.28 V , d) 10 V .
- III Sarjaan kytketty RL -piiri kytketään jännitelähteeseen. Taajuus asetetaan siten, että induktiivinen reaktanssi ja resistanssi ovat yhtä suuret. Mikäli taajuutta kasvatetaan, niin jännitteiden tehollisarvoille pätee
a) $V_R > V_L$, b) $V_L > V_R$, c) $V_L = V_R$, d) $V_L \geq V_R$.
- IV Puhtaasti induktiivisen kuorman loisteho on 10 VAR , jolloin kuorman näennäisteho on
a) 0 VA , b) 10 VA , c) 14.14 VA , d) 3.16 VA .
- V Sarjaan kytketty RLC -piiri kytketään jännitelähteeseen. Resonanssitaajuudella jännitteiden tehollisarvot ovat $V_C = 150 \text{ V}$, $V_L = 150 \text{ V}$ ja $V_R = 50 \text{ V}$. Resonanssitaajuudella lähdejännitteen tehollisarvo on
a) 150 V , b) 300 V , c) 50 V , d) 350 V .
- VI Käämit A ja B ovat induktiivisesti kytketyt. Käämien välinen kytkentäkerroin halutaan kaksinkertaistaa. Mikäli käämin A induktanssi L_A ja käämien välinen keskinäisinduktanssi halutaan pitää muuttumattomina, niin käämin B induktanssi L_B
a) kaksinkertaistuu, b) puolittuu, c) nelinkertaistuu, d) pienenee neljäsosaan.
2. Tarkastellaan oheista suodatinkytettä.
- (a) Muodosta kytkennälle jännitevahvistuksen $\mathbf{H}(j\omega)$ lauseke.
 (b) Minkä tyyppinen suodatin on kyseessä? Perustele vastauksesi.
 (c) Laske rajakulmataajuus ω_c , kun $R_1 = 0.5 \text{ k}\Omega$, $R_2 = 1 \text{ k}\Omega$ ja $L = 1 \text{ mH}$.

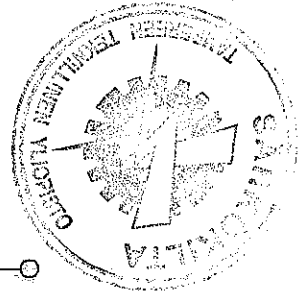
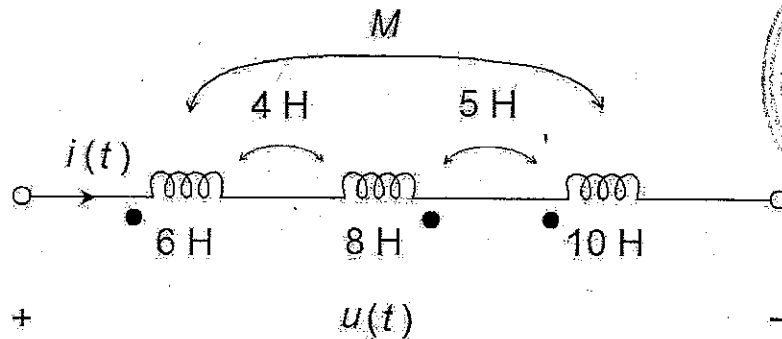


KÄÄNNÄ!

3. Kolmen sarjaankytketyn käämin välillä on induktiiviset kytkennät oheisen kuvan mukaisesti. Kytkenän virta $i(t)$ noudattaa lauseketta

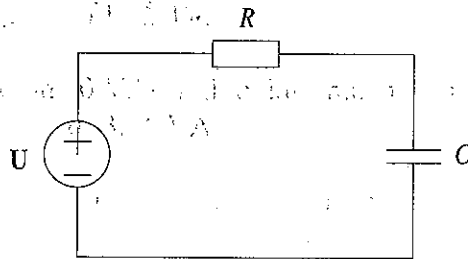
$$i(t) = 2t + 3e^{-2t} \quad (\text{A}).$$

Määritä kuvaan merkitty keskinäisinduktanssi M siten, että kytkenän yli oleva jännite $u(t)$ saa arvon 24 V, kun aika t rajatta kasvaa.

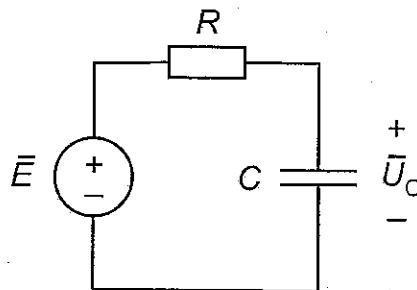


4. Laske jännitelähteen syöttämät pätö-, lois- ja näennäisteho oheisessa kytkennässä.

$$\bar{U} = 220 \angle 0^\circ \text{ V}, R = 10 \Omega, \bar{Z}_C = -j10 \Omega$$



5. Millä taajuudella f jännitteen \bar{U}_C vaihekulma on 30° pienempi kuin lähdejännitteen \bar{E} vaihekulma? $R = 10 \text{ k}\Omega$ ja $C = 4.7 \mu\text{F}$



$$R = S \frac{U}{A}, \quad i(t) = C \frac{u(t)}{dt}, \quad u(t) = L \frac{i(t)}{dt}, \quad P = UI, \quad \mathcal{W} = RI$$



1. n kappaletta samansuuruisia vastuksia on kytketty rinnan, jolloin kytkennän yhdistetty resistanssi on $1 \text{ k}\Omega$. Kytkennän syöttövirta on 50 mA . Mikäli jokaisen vastuksen tehon kulutus on 0.25 W , määritä

- a) vastusten lukumäärä
- b) jokaisen vastuksen resistanssi
- c) jokaisen vastuksen kautta kulkeva virta
- d) kytkennän yli oleva jännite

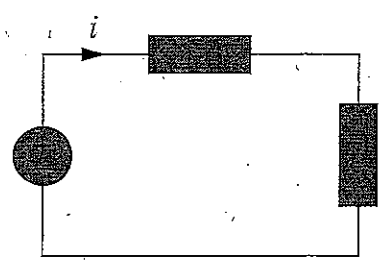
2. Erään tasavirtalaitteen napoihin kytketään vastus $R_1 = 4 \Omega$, jolloin vastuksen kautta kulkeva virta on 1 A . Mikäli laitteen napoihin kytketään vastus $R_2 = 1 \Omega$, on vastuksen tehon kulutus 4 W . Minkälainen kuorma tulee kytkeä laitteen napoihin, jotta kuorman tehon kulutus maksimoituu? Mikä on kyseinen teho?

3. Oheisessa kytkennässä lähdejännite ja kytkennän virta ovat

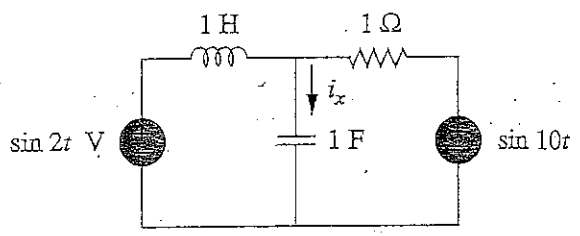
$$v(t) = 180 \sin(\omega t + \alpha) \text{ V}$$

$$i(t) = 12 \sin(\omega t - 30^\circ) \text{ A}$$

Mikä on syöttöjännitteen nollavaihekulma ja kytkennän taajuus, jos piirin passiiviset piirikomponentit ovat vastus, jonka resistanssi $R = 11.49 \Omega$ ja käämi, jonka induktanssi $L = 4.82 \text{ H}$.

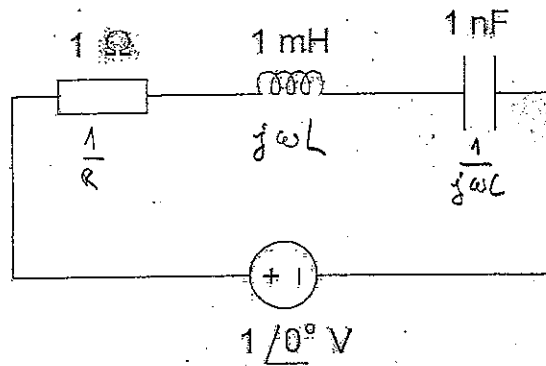


4a) Miksi osoitinlaskennan käyttö on ongelmallista, kun lähdetään ratkaisemaan oheisessa kytkennässä virtaa i_x ? Millä piirianalyysin laskentamenetelmällä lähestyisit ongelmaa ja miksi?



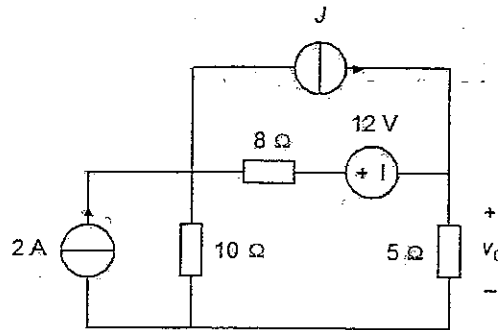
KÄÄNNÄ!

- 4b) Lineariselle verkolle on muodostettu admittanssiparametriesitys. Kun sisäänmeno oikosuljetaan, niin $\bar{I}_1 = 4\bar{I}_2$ ja $\bar{U}_2 = 0.25\bar{I}_2$. Määritä admittanssiparametri \bar{Y}_{12} .
5. Oheisessa kytkennässä vastuksen, käämin ja kondensaattorin yli oleva jännite on $1\angle 0^\circ$ V. Määritä resonanssitaajuudella käämin yli olevan jännitteen tehollisarvo?



Laskimen käyttö sallittu.

- 1) Mitoita kerrostamismenetelmää hyödyntäen virtalähde J siten, että jännitteen v_0 arvoksi tulee 8.696 V.



- 2) Jännitelähteen napoihin kytketään 2 W:n kuorma, jolloin kuorman yli oleva jännite on 12 V. Kun kuorma irrotetaan, nousee napajännite 12.4 V:iin. Mikäli lähteen napoihin kytketään kuormavastus, jonka resistanssi on 8 Ω , mikä on kuorman yli oleva jännite?

- 3) Vastus, $R = 11.49 \Omega$ ja käämi, $L = 4.82 \text{ H}$ on kytketty jännitelähteen kanssa sarjaan. Lähdejännite ja kytkennän virta ovat

$$v(t) = 180 \sin(\omega t + \alpha) \quad \text{V}$$

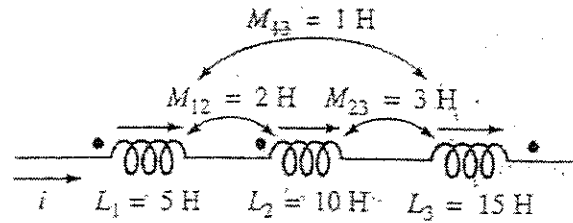
$$i(t) = 12 \sin(\omega t - 30^\circ) \quad \text{A}$$

Määritä kytkennän taajuus ja lähdejännitteen vaihekulma.

- 4) Piirin sisäänmeno-jännite $v(t) = 50 \sin(\omega t + 10^\circ)$ volttia, jolloin piirin pätöteho on 500 W. Määritä kytkennän sisäänmenovirran hetkellisarvon lauseke, kun piirin tehokerroin (induktiivinen) on 0.5.

KÄÄNNÄ!

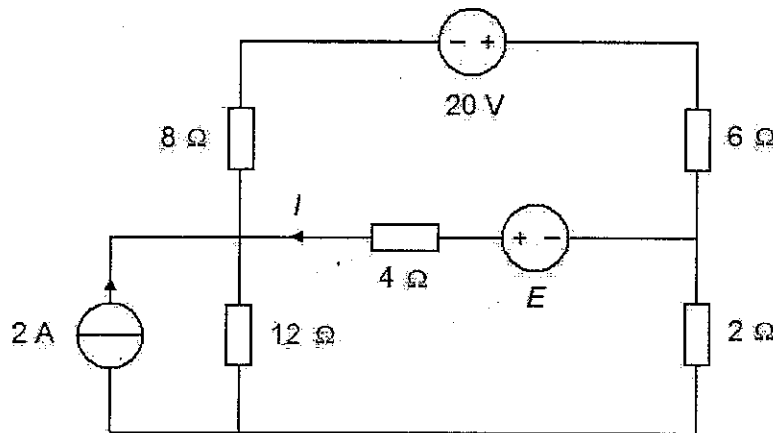
5. Tarkastellaan oheista kolmesta lähekkäin olevasta käämistä koostuvaa kytkentää. Mikäli kytkennän virta $i(t) = 4t - 2e^{-t}$ (A), mitä raja-arvoa kytkennän yli oleva jännite lähenee, kun aika $t \rightarrow \infty$?



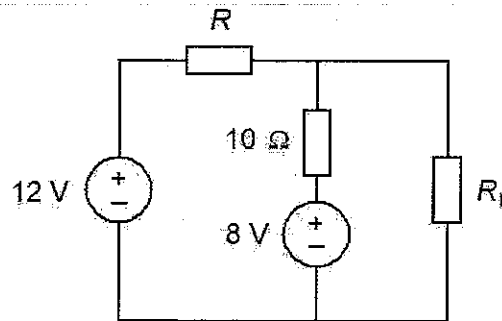
Huomioitavia juttuja:

- Kirjoittakaa jokaiseen konseptiin nimenne ja opiskelijanumeronne.
- Palauttakaa tehtävät 1 ja 2 samalla konseptilla.
- Palauttakaa tehtävät 3, 4 ja 5 samalla konseptilla, joka on kuitenkin eri konsepti kuin se, jolla tehtävät 1 ja 2 sijaitsevat.
- Palauttakaa joka tapauksessa kaksi nimettyä ja numeroitua konseptia.

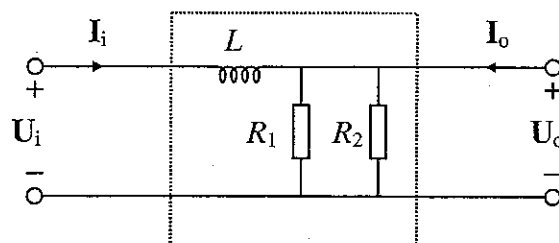
1. Mitoita oheisessa kytkennässä jännitelähde E siten, että kuvaan merkitty haaraavirta I saa arvon 1.273 A.



2. Oheisessa kytkennässä kuormavastuksen (resistanssi R_L) teho maksimoituu, kun R_L mitoitetaan 5Ω :n suuruiseksi. Mitkä ovat tällöin resistanssin R ja edellä mainitun maksimitehon arvot?

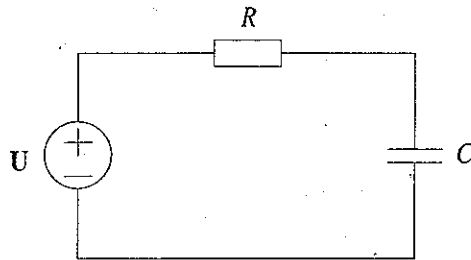


3. Tarkastellaan oheista suodatinkytkentää.
- (a) Muodosta kytkennälle jännitevahvistuksen $H(j\omega)$ lauseke.
 - (b) Minkä tyyppinen suodatin on kyseessä (alipäästö, ylipäästö, kaistanpäästö, kaistanesto)? Perustelee vastauksesi.
 - (c) Laske rajakulmataajuus ω_c , kun $R_1 = 0.5 \text{ k}\Omega$, $R_2 = 1 \text{ k}\Omega$ ja $L = 1 \text{ mH}$.



KÄÄNNÄ!

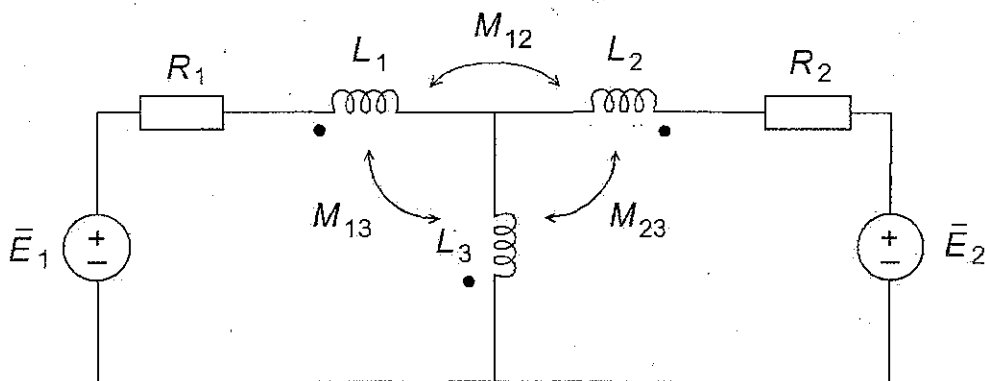
4. Laske jännitelähteen syöttämät pätö-, lois- ja näennäisteho oheisessa kytkennässä.
 $\bar{U} = 220 \angle 0^\circ \text{ V}$, $R = 10 \Omega$, $\bar{Z}_c = -j10 \Omega$



5. Muodosta oheiselle kytkennälle silmukavirtayhtälöt, ja kirjoita ne muodossa

$$\begin{cases} \bar{Z}_a \bar{I}_1 + \bar{Z}_b \bar{I}_2 = \bar{E}_1 \\ \bar{Z}_c \bar{I}_1 + \bar{Z}_d \bar{I}_2 = \bar{E}_2 \end{cases}$$

Palauta tehtävän ratkaisuna impedanssit, \bar{Z}_a , \bar{Z}_b , \bar{Z}_c ja \bar{Z}_d . Yhtälöparia ei tarvitse ratkaista.



Janne Määtä
 janne.makitalo@utu.fi