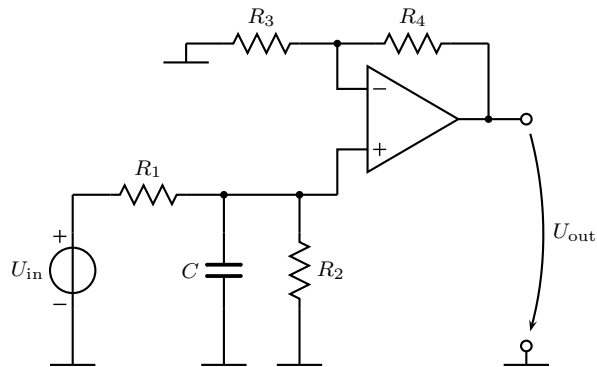


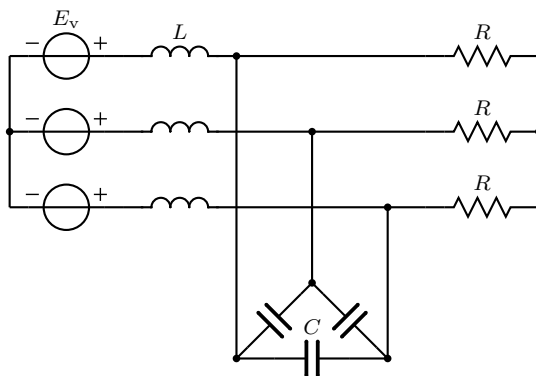
Tehtävä 1 on MC:ssä ja sisältää kolme kohtaa käsitellen resonanssia, tehosovitusta ja osoitinlaskentaa muunta-
jatehtävässä.

2.



Muodosta jännitteen U_{out} lauseke. Operaatiovahvistin on ideaalinen.

3.

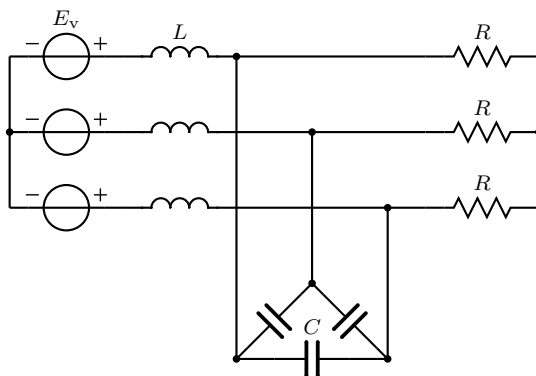


Laske oheisessa symmetrisessä kolmivaihejärjestelmässä kuluva pätöteho, kun

$$E_v = 230 \text{ V} \quad f = 50 \text{ Hz} \quad C = 60 \mu\text{F}$$

$$R = 10 \Omega \quad L = 10 \text{ mH.}$$

3.

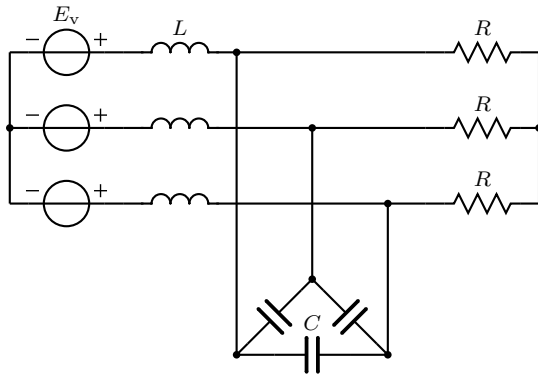


Laske oheisessa symmetrisessä kolmivaihejärjestelmässä kuluva pätöteho, kun

$$E_v = 230 \text{ V} \quad f = 50 \text{ Hz} \quad C = 30 \mu\text{F}$$

$$R = 10 \Omega \quad L = 15 \text{ mH.}$$

3.

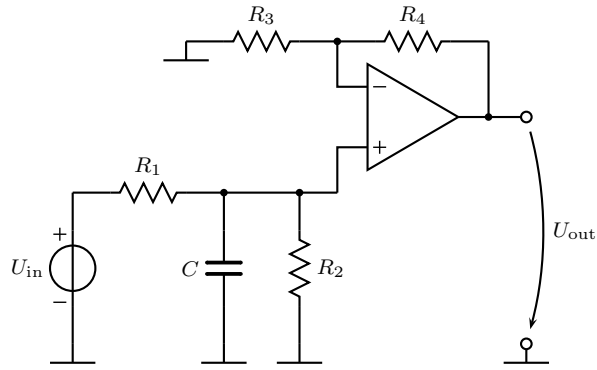


Laske oikeassa symmetrisessä kolmivaihejärjestelmässä kuluva pätöteho, kun

$$E_v = 230 \text{ V} \quad f = 50 \text{ Hz} \quad C = 60 \mu\text{F}$$

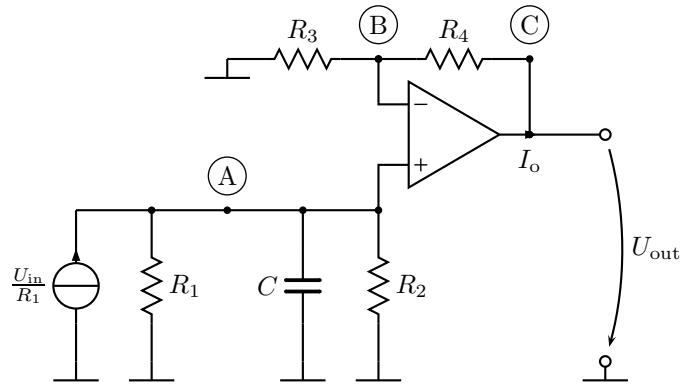
$$R = 20 \Omega \quad L = 15 \text{ mH}.$$

0.2



Muodosta jännitteen U_{out} lauseke. Operaatiovahvistin on ideaalinen.

Muunnetaan jännitelähde U_{in} virtalähteeksi.



$$\begin{bmatrix} G_1 + G_2 + j\omega C & 0 & 0 \\ 0 & G_3 + G_4 & -G_4 \\ 0 & -G_4 & G_4 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} U_A \\ U_B \\ U_C \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} U_{in}G_1 \\ 0 \\ I_o \end{bmatrix}$$

Jännitteet U_A ja U_B ovat yhtäsuuret. Lasketaan niitä vastaavat sarakkeet yhteen ja poistetaan U_B jännitevektorista. Poistetaan virtaa I_o vastaava rivi.

$$\begin{bmatrix} G_1 + G_2 + j\omega C & 0 \\ G_3 + G_4 & -G_4 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} U_A \\ U_C \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} U_{in}G_1 \\ 0 \end{bmatrix}$$

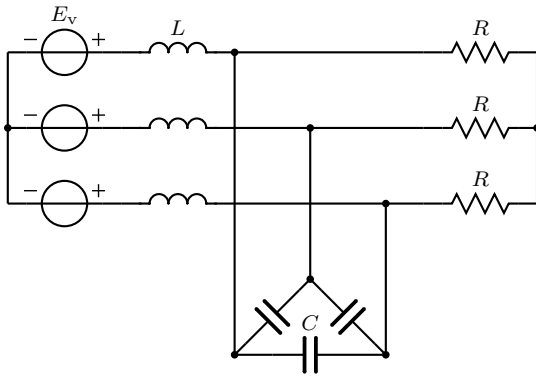
Ratkaistaan U_{out} Cramerin säännöllä:

$$U_{out} = U_C = \frac{\begin{vmatrix} G_1 + G_2 + j\omega C & U_{in}G_1 \\ G_3 + G_4 & 0 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} G_1 + G_2 + j\omega C & 0 \\ G_3 + G_4 & -G_4 \end{vmatrix}} = \frac{-(G_3 + G_4) \cdot U_{in} \cdot G_1}{-G_4 \cdot (G_1 + G_2 + j\omega C)}$$

Tai resistanssien avulla lausuttuna

$$U_{out} = \frac{R_2 \cdot (R_3 + R_4) U_{in}}{R_3 \cdot (j\omega C R_2 R_1 + R_1 + R_2)}$$

0.3

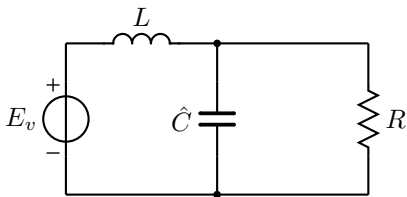


Laske oheisessa symmetrisessä kolmivaihejärjestelmässä kuluva pätöteho, kun

$$E_v = 230 \text{ V} \quad f = 50 \text{ Hz} \quad C = 60 \mu\text{F}$$

$$R = 10 \Omega \quad L = 10 \text{ mH.}$$

Tehdään piirille yksivaiheinen sijaiskytkentä ja lasketaan lähteen E näkemä impedanssi:



$$\hat{C} = 3 \cdot C$$

$$Z = j\omega L + \frac{\frac{R}{j\omega\hat{C}}}{R + \frac{R}{j\omega\hat{C}}} = j\omega L + \frac{R}{1 + j\omega R 3C} = 7,663 / -8,58^\circ \Omega$$

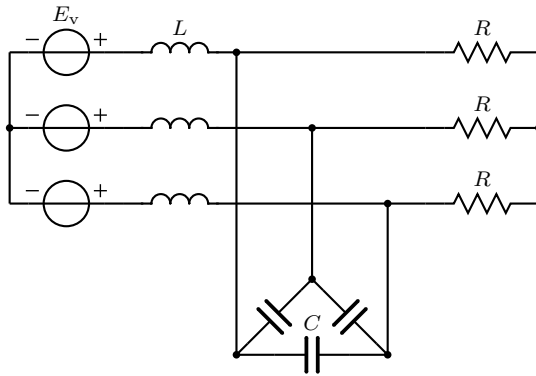
Lasketaan yksivaiheisessa sijaiskytkennässä kuluva pätöteho:

$$P = \Re \{UI^*\} = \Re \{EI^*\} = \Re \left\{ E \left(\frac{E}{Z} \right)^* \right\} = \Re \left\{ E \frac{E^*}{Z^*} \right\} = |E|^2 \Re \left\{ \frac{1}{Z^*} \right\} = |E|^2 \Re \left\{ \frac{1}{Z} \right\} = 6826 \text{ W}$$

Sijaiskytkentä vastaa yhtä kolmasosaa koko piiristä. Kokonaisteho $P_k = 3 \cdot P$.

$$P_k \approx 20,5 \text{ kW}$$

0.3

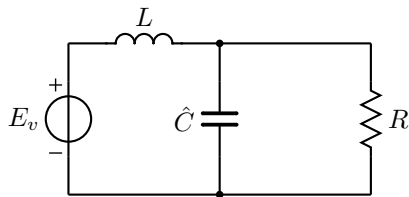


Laske oheisessa symmetrisessä kolmivaihejärjestelmässä kuluva pätöteho, kun

$$E_v = 230 \text{ V} \quad f = 50 \text{ Hz} \quad C = 30 \mu\text{F}$$

$$R = 10 \Omega \quad L = 15 \text{ mH.}$$

Tehdään piirille yksivaiheinen sijaiskytkentä ja lasketaan lähteen E näkemä impedanssi:



$$\hat{C} = 3 \cdot C$$

$$Z = j\omega L + \frac{\frac{R}{j\omega\hat{C}}}{R + \frac{R}{j\omega\hat{C}}} = j\omega L + \frac{R}{1 + j\omega R 3C} = 9,494/12,74^\circ \Omega$$

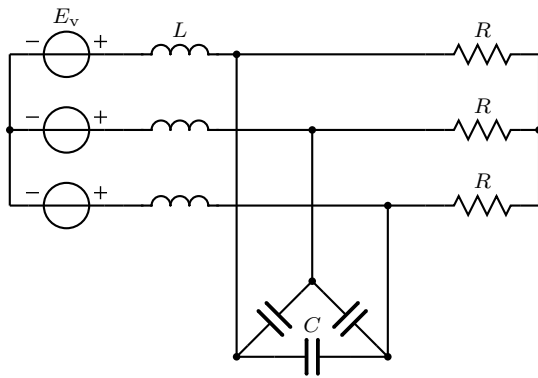
Lasketaan yksivaiheisessa sijaiskytkennässä kuluva pätöteho:

$$P = \Re\{UI^*\} = \Re\{EI^*\} = \Re\left\{E\left(\frac{E}{Z}\right)^*\right\} = \Re\left\{E\frac{E^*}{Z^*}\right\} = |E|^2 \Re\left\{\frac{1}{Z^*}\right\} = |E|^2 \Re\left\{\frac{1}{Z}\right\} = 5435 \text{ W}$$

Sijaiskytkentä vastaa yhtä kolmasosaa koko piiristä. Kokonaisteho $P_k = 3 \cdot P$.

$$P_k \approx 16,3 \text{ kW}$$

0.3

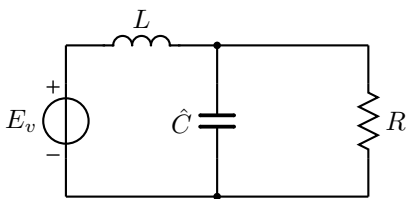


Laske oheisessa symmetrisessä kolmivaihejärjestelmässä kuluva pätöteho, kun

$$E_v = 230 \text{ V} \quad f = 50 \text{ Hz} \quad C = 60 \mu\text{F}$$

$$R = 20 \Omega \quad L = 15 \text{ mH.}$$

Tehdään piirille yksivaiheinen sijaiskytkentä ja lasketaan lähteen E näkemä impedanssi:



$$\hat{C} = 3 \cdot C$$

$$Z = j\omega L + \frac{\frac{R}{j\omega\hat{C}}}{R + \frac{R}{j\omega\hat{C}}} = j\omega L + \frac{R}{1 + j\omega R 3C} = 10,207 / -30,71^\circ \Omega$$

Lasketaan yksivaiheisessa sijaiskytkennässä kuluva pätöteho:

$$P = \Re \{UI^*\} = \Re \{EI^*\} = \Re \left\{ E \left(\frac{E}{Z} \right)^* \right\} = \Re \left\{ E \frac{E^*}{Z^*} \right\} = |E|^2 \Re \left\{ \frac{1}{Z^*} \right\} = |E|^2 \Re \left\{ \frac{1}{Z} \right\} = 4456 \text{ W}$$

Sijaiskytkentä vastaa yhtä kolmasosaa koko piiristä. Kokonaisteho $P_k = 3 \cdot P$.

$$P_k \approx 13,4 \text{ kW}$$