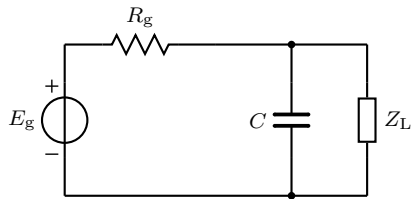


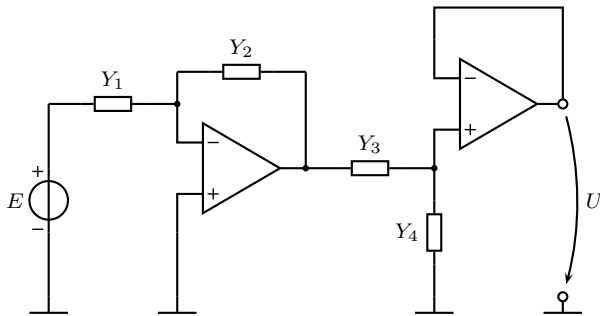
1.



- a) Määrä C :n arvo siten, että piirin loisteho kompensoituu taajuudella $f = 1 \text{ kHz}$.
 b) Mikä on tällöin lähteen E_g antama teho?

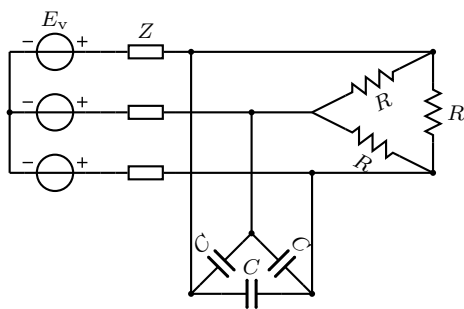
$$E_g = 60/30^\circ \text{ V} \quad R_g = 25 \ \Omega \quad Z_L = (20 + j15) \ \Omega.$$

2.



Laske jännite U . Operaatiovahvistimet oletetaan ideaalisiksi.

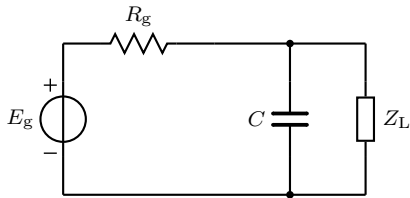
3.



Laske oheisen symmetrisen kolmivaihegeneraattorin syöttämä kompleksinen teho.

$$R = 30 \ \Omega \quad Z = (2 + j10) \ \Omega \quad \omega C = 0,1 \text{ S} \\ E_v = 230 \text{ V}.$$

0.1



a) Määrittää C :n arvo siten, että piirin loisteho kompensoituu taajuudella $f = 1$ kHz.

b) Mikä on tällöin lähteen E_g antama teho?

$$E_g = 60/\underline{30^\circ} \text{ V} \quad R_g = 25 \Omega \quad Z_L = (20 + j15) \Omega.$$

a) Loisteho on kompensoitu, kun kuorma on reaalinen. Rinnankytkennässä laskeminen on helpompaa admitansseilla.

$$Y_L = G_L + jB_L = (0,032 - j0,024) \text{ S}$$

Kapasitanssin arvo saadaan ehdosta

$$j\omega C = -jB_L = j0,024$$

eli

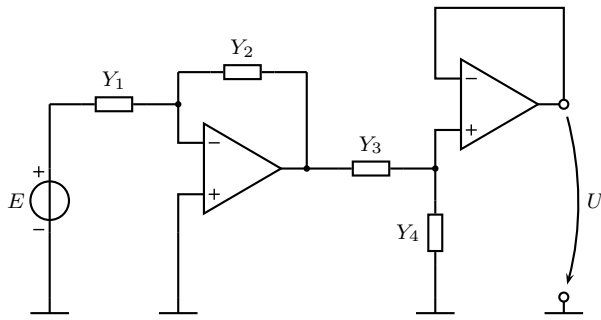
$$C = \frac{0,024}{\omega} \approx 3,82 \mu\text{F}.$$

b) Kuorman imaginaariosa on nyt kumottu. Lasketaan kuorman reaaliosan arvo:

$$R_L = \frac{1}{G_L} = \frac{1}{0,032} = 31,25 \Omega$$

Tehoa laskettaessa on virrasta otettava kompleksikonjugaatti.

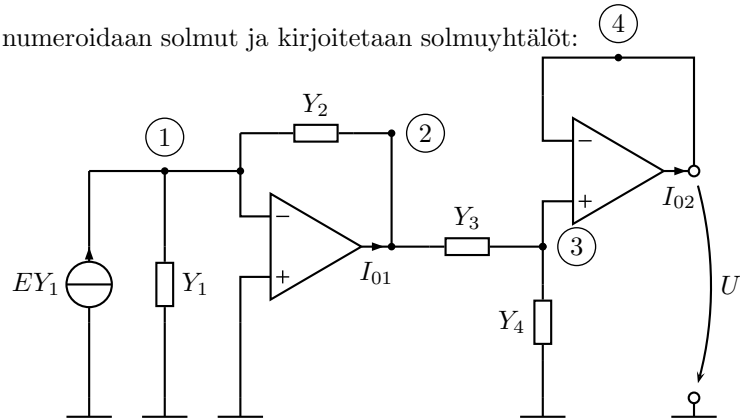
$$S = UI^* = E_g \cdot \left(\frac{E_g}{R_g + R_L} \right)^* = 64 \text{ W}.$$



Laske jännite U . Operaatiovahvistimet oletetaan ideaalisiksi.

TAPA 1:

Tehdään lähdemuunnos, numeroidaan solmut ja kirjoitetaan solmuyhtälöt:



$$\begin{bmatrix} Y_1 + Y_2 & -Y_2 & 0 & 0 \\ -Y_2 & Y_2 + Y_3 & -Y_3 & 0 \\ 0 & -Y_3 & Y_3 + Y_4 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} U_1 \\ U_2 \\ U_3 \\ U_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} EY_1 \\ I_{01} \\ 0 \\ I_{02} \end{bmatrix}$$

$U_1 = 0$, $U_4 = U_3 = U$, I_{01} ja I_{02} tuntemattomia:

$$\begin{bmatrix} -Y_2 & 0 \\ -Y_3 & Y_3 + Y_4 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} U_2 \\ U \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} EY_1 \\ 0 \end{bmatrix}$$

Ratkaistaan jännite U Cramerin säännöllä:

$$U = \frac{\begin{vmatrix} -Y_2 & EY_1 \\ -Y_3 & 0 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} -Y_2 & 0 \\ -Y_3 & Y_3 + Y_4 \end{vmatrix}} = \frac{-EY_1Y_3}{Y_2(Y_3 + Y_4)}$$

TAPA 2:

Koska ensimmäisen operaatiovahvistimen --napaan ei kulje virtaa ja sen potentiaali on +-navan kytkennän vuoksi 0, saadaan solmun 2 jännitteeksi:

$$U_2 = -\frac{Y_1}{Y_2}E$$

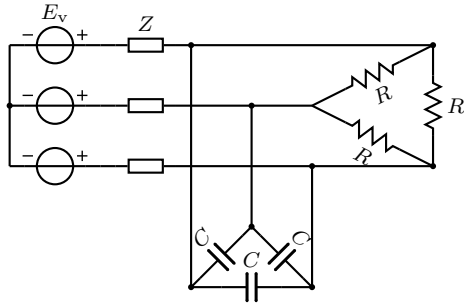
Edelleen, koska jälkimmäisen operaatiovahvistimen +-napaan ei kulje virtaa, saadaan solmun 3 jännite jännitteenjaolla jännitteestä U_2 ja piirin admittansseista:

$$U_3 = \frac{Y_3}{Y_3 + Y_4}U_2$$

Kysytty ulostulojännite $U = U_3$:

$$U = U_3 = \frac{Y_3}{Y_3 + Y_4}U_2 = -\frac{Y_3}{Y_3 + Y_4} \frac{Y_1}{Y_2}E$$

0.3

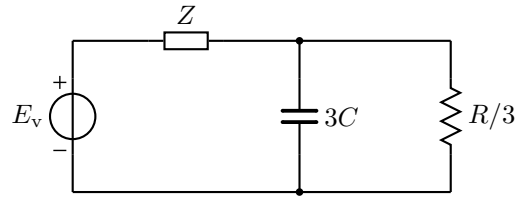


Laske oheisen symmetrisen kolmivaihegeneraattorin syöttämä kompleksinen teho.

$$R = 30 \, \Omega \quad Z = (2 + j10) \, \Omega \quad \omega C = 0,1 \, \text{S}$$

$$E_v = 230 \, \text{V}.$$

Yhden vaiheen sijaiskytkentä, kun kolmiot on muutettu tähdiksi:



Piirin kokonaisimpedanssi

$$Z_{\text{kok}} = Z + \frac{\frac{1}{j\omega 3C} \cdot \frac{R}{3}}{\frac{1}{j\omega 3C} + \frac{R}{3}} = Z + \frac{R}{3 + j\omega 3CR} = 3 + j7 \, \Omega = 7,616 / \underline{66,80^\circ} \, \Omega$$

Kokonaisvirta

$$I = \frac{E_v}{Z} = 30,20 / \underline{-66,80^\circ} \, \text{A}.$$

Tästä saadaan yhden vaiheen kompleksiseksi tehoksi

$$S_v = E_v I_v^* = \frac{|E_v|^2}{Z_v^*} = 2736 + j6384 \, \text{VA}$$

Tämä on siis yhden lähteen syöttämä teho. Kolmivaihejärjestelmän kokonaisteho saadaan kertomalla yhden vaiheen teho kolmella:

$$S_{\text{tot}} = 3 \cdot S_v = \underline{\underline{(8,2 + j19) \, \text{kVA}}}$$