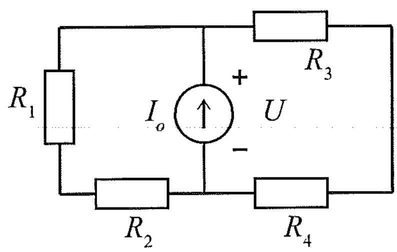
1. Likströmskretsen i figur 1 består av fyra resistanser och en strömkälla. Beräkna spänningen U över strömkällan.

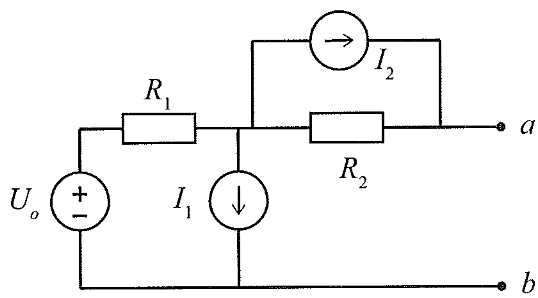
$R_1 = 3.0\ \text{k}\Omega$ $R_2 = 7.0\ \text{k}\Omega$
$R_3 = 6.0\ \text{k}\Omega$ $R_4 = 14\ \text{k}\Omega$
$I_0 = 12\ \text{mA}$



Figur 1: Likströmskrets

2. En likströmskrets i form av en tvåpol visas i figur 2. Ta fram Nortons ekvivalenta tvåpol för kretsen med avseende på polerna a och b.

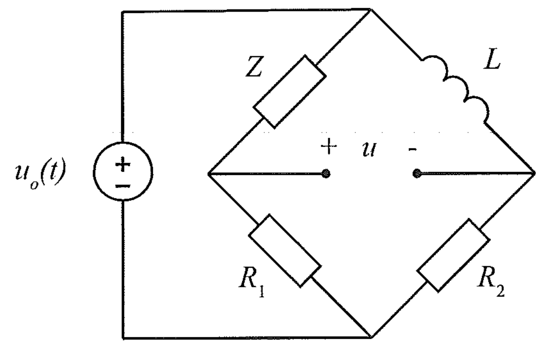
$I_1 = 8.0\ \text{A}$ $I_2 = 3.0\ \text{A}$ $U_o = 30\ \text{V}$
$R_1 = 6.0\ \Omega$ $R_2 = 4.0\ \Omega$



Figur 2: Tvåpol

3. Studera bryggkopplingen i figur 3. Beräkna impedansen Z så att bryggan blir balanserad ($u = 0$). Visa hur impedansen Z kan realiseras. Antag sinusformat stationärtillstånd.

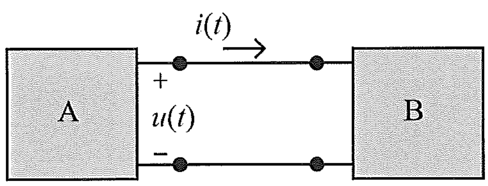
$$R_1 = 1.0\ \mathrm{k\Omega} \qquad R_2 = 350\ \Omega \qquad L = 275\ \mathrm{mH}$$
$$u_o(t) = 10\cos(2\pi f t)\ \mathrm{V} \qquad f = 400\ \mathrm{Hz}$$



Figur 3: Växelströmskrets

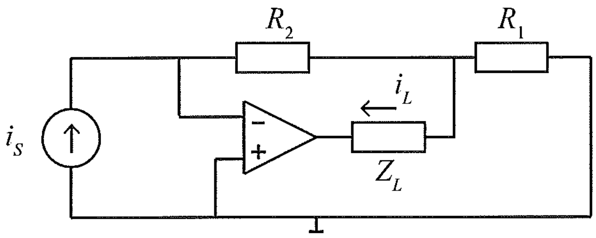
4. Två kretsar (tvåpoler), A och B, är sammankopplade enligt figur 4. Beräkna den komplexa effekt (aktiv och reaktiv effekt) som utvecklas i krets A och krets B. Ange om beräknad aktiv effekt avges eller upptas av respektive krets. Antag sinusformat stationärtillstånd.

$$u(t) = 8\cos(\omega t + \frac{5\pi}{6})\ \mathrm{V} \qquad i(t) = \frac{\sqrt{3}}{2}\cos(\omega t - \frac{\pi}{3})\ \mathrm{A}$$



Figur 4: Två sammankopplade AC-kretsar

5. Operationsförstärkarkretsen i figur 5 bildar en strömförstärkare. Beräkna strömmen i_L genom impedansen Z_L. Utgå ifrån att resistanserna R_1 och R_2 samt den levererade strömmen i_S är kända. Antag ideal operationsförstärkare.



Figur 5: Operationsförstärkarkrets

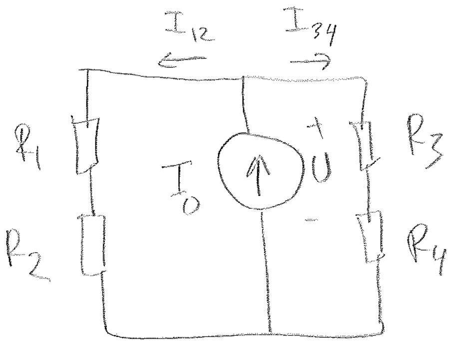
6. En punktladdning $+q_1$ befinner sig i en punkt i rummet som kan betecknas med vektorn $\vec{r}_1$ eller koordinaterna (x_1, y_1, z_1). En annan punktladdning $+q_2$ befinner sig i $\vec{r}_2$ med koordinaterna (x_2, y_2, z_2).

   (a) Vilken kraft verkar på $+q_1$? Vad har denna kraft för storlek och riktning?

   (b) Antag nu att $q_1 = 0.02$ C, $q_2 = 0.01$ C, $\vec{r}_1 = (x_1, y_1, z_1) = (-5, 0, 0)$ och $\vec{r}_2 = (x_2, y_2, z_2) = (3, 0, 0)$. Vad blir storleken och riktningen på kraften på laddning q_2? Rita även en figur där du har med koordinataxeln, laddningarna och kraften med riktning.

Elektriska Kretsar o. Fält
D1 eem076 150416

1.



$R_1 = 3{,}0\ k\Omega$
$R_2 = 7{,}0\ k\Omega$
$R_3 = 6{,}0\ k\Omega$
$R_4 = 14{,}0\ k\Omega$
$I_0 = 12\ mA$

Strömdelning

$$I_{12} = I_0 \frac{R_3+R_4}{R_1+R_2+R_3+R_4} =$$

$$= 12 \cdot \frac{6+14}{3+7+6+14} = 12 \cdot \frac{20}{30} =$$

$$= 8\ mA$$

$$U = I_{12} \cdot (R_1+R_2) = 8 \cdot 10^{-3}(3+7) \cdot 10^3 = 80\ V$$

Eller

$$I_{34} = I_0 \frac{R_1+R_2}{R_1+R_2+R_3+R_4} = 12 \cdot \frac{10}{30} = 4\ mA$$

$$U = I_{34}(R_3+R_4) = 4 \cdot 10^{-3}(6+14) \cdot 10^3 = 80\ V$$

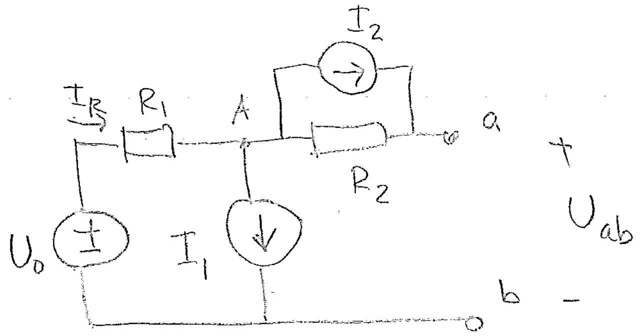
Eller
$$R_{tot} = (R_1+R_2) // (R_3+R_4) =$$

$$= \frac{(R_1+R_2)(R_3+R_4)}{R_1+R_2+R_3+R_4} = \frac{10 \cdot 20}{30} = \frac{20}{3}\ k\Omega$$

$$U = I_0 \cdot R_{tot} = 12 \cdot \frac{20}{3} = 80\ V$$

eem 076
150416

2.



$I_1 = 8{,}0$ A
$I_2 = 3{,}0$ A
$U_0 = 30$ V
$R_1 = 6{,}0\,\Omega$
$R_2 = 4{,}0\,\Omega$

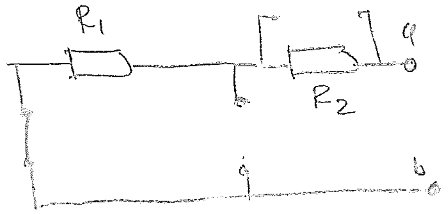
Tomg. spänning U_{ab}:

$$U_{ab} = I_2 R_2 - I_R R_1 + U_0$$

$$KCL_A \Rightarrow I_R = I_1$$

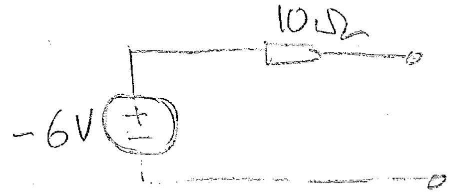
$$U_{ab} = I_2 R_2 - I_1 R_1 + U_0 = 3 \cdot 4 - 8 \cdot 6 + 30 = -6 \text{ V}$$

Ekv. resistans (Nollställ ober. källor)



← $R_{ekv} = R_1 + R_2 = 10\,\Omega$

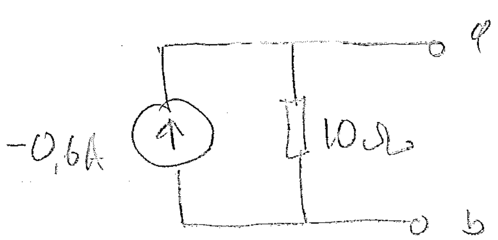
Thevenin



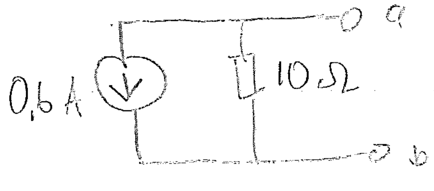
Kortsl. ström

$I_{SC} = \frac{-6}{10} = -0{,}6$ A

Norton



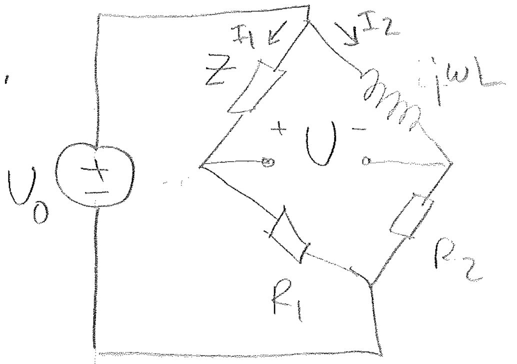
eller



eem076
150416

$j\omega$-transf.

3.



$$U_0 = I_1(Z+R_1)$$
$$U_0 = I_2(j\omega L+R_2)$$

$$I_1(Z+R_1) = I_2(j\omega L+R_2)$$
$$I_2 = I_1 \frac{Z+R_1}{j\omega L+R_2}$$

Brygga i balans $(U=0)$

$$U + I_2R_2 - I_1R_1 = 0 \;;\; I_1R_1 = I_2R_2 \;;\; I_2 = I_1\frac{R_1}{R_2}$$

"$I_2 = I_2$"

$$I_1 \frac{R_1}{R_2} = I_1 \frac{Z+R_1}{j\omega L+R_2}$$

$$Z+R_1 = \frac{R_1}{R_2}(j\omega L+R_2) = \underbrace{j\omega\frac{R_1}{R_2}\cdot L}_{=Z} + R_1$$

$$Z = j\omega\frac{R_1}{R_2}\cdot L = j\,2\pi\cdot 400\cdot\frac{1{,}0\cdot 10^3}{350}\cdot 0{,}275 = j1{,}97\cdot 10^3\ \Omega$$

$$Z = j1{,}97\cdot 10^3\ \Omega$$

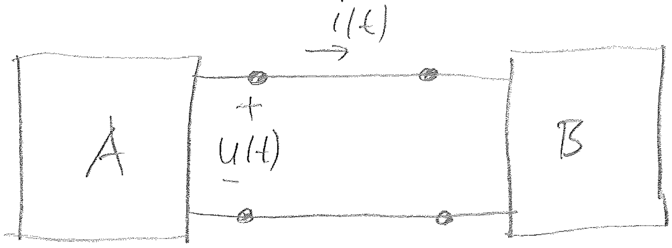
Z en impedans från en induktans

$$Z = j\omega L_Z = j\omega\frac{R_1}{R_2}L$$, Z realiseras med

induktansen $L_Z = \frac{R_1}{R_2}\cdot L = \ldots = 786$ mH

eem 076
150416

4.



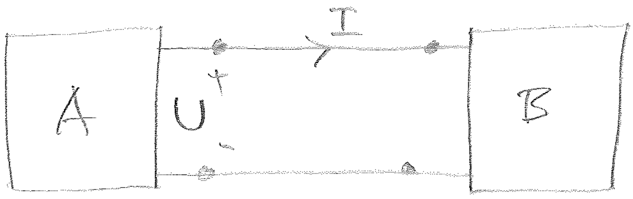
$$u(t) = 8\cos\left(\omega t + \frac{5\pi}{6}\right)\ \text{V}$$

$$U = 8\angle\frac{5\pi}{6}\ \text{V}$$

$$i(t) = \frac{\sqrt{3}}{2}\cos\left(\omega t - \frac{\pi}{3}\right)\ \text{A}$$

$$I = \frac{\sqrt{3}}{2}\angle -\frac{\pi}{3}$$

jω - transf.



Komplex effekt med samordnade ref. riktningar

$$S_A = \frac{1}{2}U(-I)^* \quad , \quad S_B = \frac{1}{2}UI^*$$

$$S_B = \frac{1}{2}\,8\angle\frac{5\pi}{6}\cdot\frac{\sqrt{3}}{2}\angle\frac{\pi}{3} = \frac{8\sqrt{3}}{4}\angle\left(\frac{5\pi}{6}+\frac{\pi}{3}\right) = 2\sqrt{3}\angle\frac{7\pi}{6}$$

$$S_B = P_B + Q_B = 2\sqrt{3}\left(\cos\frac{7\pi}{6} + j\sin\frac{7\pi}{6}\right) = 2\sqrt{3}\left(-\frac{\sqrt{3}}{2} - 0{,}5\right) =$$
$$= -\left(3 + j\sqrt{3}\right)\ \text{VA}$$

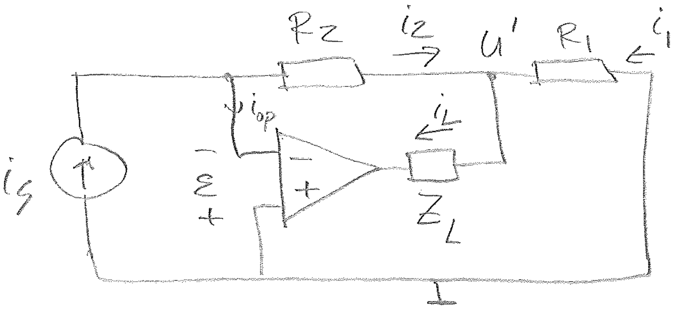
$$S_A = -S_B = 3 + j\sqrt{3}\ \text{VA} = P_A + Q_A$$

$P_A = 3$ W (>0) Effekt upptas

$P_B = -3$ W (<0) −"− avges

eem 076
150416

5.



Ideal op. först. } $\varepsilon = 0$
Neg. återkoppl. } $i_{op} = 0$

$i_{op} = 0 \Rightarrow i_s = i_2$

KCL: $i_s + i_1 = i_L$

KVL: $\left. \begin{array}{l} u' = -R_2 i_2 \\ u' = -R_1 i_1 \end{array} \right\}$ $R_1 i_1 = R_2 i_2$

$i_1 = \frac{R_2}{R_1} \cdot i_2$

$$i_s + \frac{R_2}{R_1} \cdot i_s = i_L$$

$$i_L = i_s \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right)$$

eem 076
150416

② svar:

6

a) · Coulomb's kraft från laddning $+q_2$

$$\mathbb{F}_{21} = \underbrace{\frac{1}{4\pi\varepsilon_0} q_1 q_2 \cdot \frac{1}{r^2}}_{\text{storlek}} \underbrace{\hat{r}_{21}}_{\text{riktning}}$$

$\hat{r}_{21} = -\hat{x}$

b) $+q_1 = 0{,}02C$

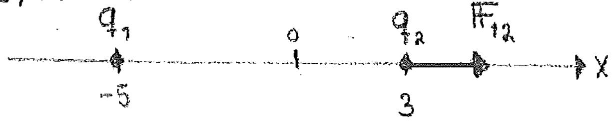
$+q_2 = 0{,}01C$

$\mathbb{r}_1 = -5\hat{x}$

$\mathbb{r}_2 = 3\hat{x}$

$\varepsilon_0 = 8{,}854 \cdot 10^{-12}$ F/m

$$\mathbb{F}_{12} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} q_1 q_2 \frac{1}{(r_2 - r_1)^2} \hat{r}_{12}$$



$$\mathbb{F}_{12} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} 0{,}02 \cdot 0{,}01 \cdot \frac{1}{(3-(-5))^2} \hat{x} = 28 \text{ KN riktat i } \hat{x}$$