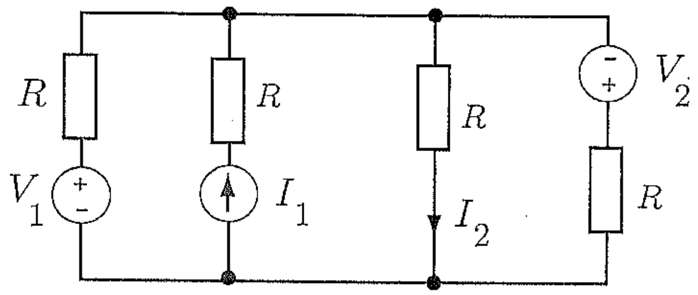
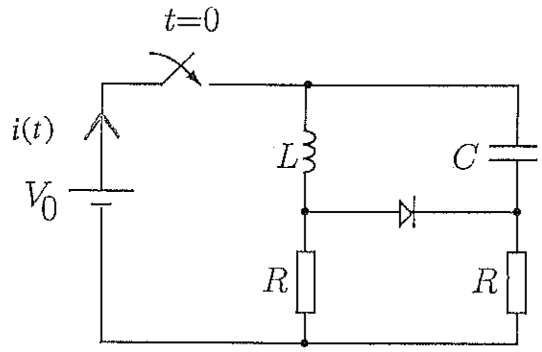
Ellära och elektronik, ETE115, för F2 och N2,
onsdag 2011-08-24, kl 14-19, Sparta C och D.

1.



Givet: V_1, V_2, I_1, R.
I nätet ovan är alla strömmar och spänningar konstanta.
Bestäm I_2.

2.



Givet: V_0, L, R, C.
Likspänningskällan ger en konstant spänning V_0. Spolen och kondensatorn är energitomma för $t < 0$. Dioden är ideal. Switchen sluts vid tiden $t = 0$.

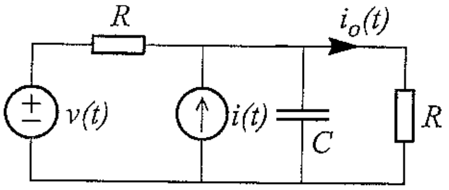
a) Bestäm strömmen genom spänningskällan strax efter det att switchen slutits dvs bestäm $i(0+)$.

b) Bestäm strömmen genom spänningskällan långt efter det att switchen slutits dvs bestäm $i(+\infty)$.

c) Bestäm den i spolen upplagrade energin W_m efter lång tid.

d) Bestäm den i kondensatorn upplagrade energin W_e efter lång tid.

3.

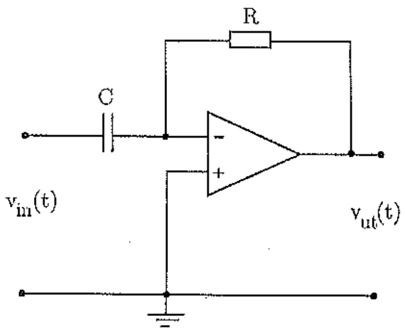


Spänningsgeneratorn ger spänningen $V_0 \sin(\omega t)$ och strömgeneratorn ger strömmen $I_0 \sin(\omega t)$. Generatorerna har varit påslagna länge.

Givet: R, C, V_0, I_0, ω.

Bestäm strömmen $i_0(t)$.

4.



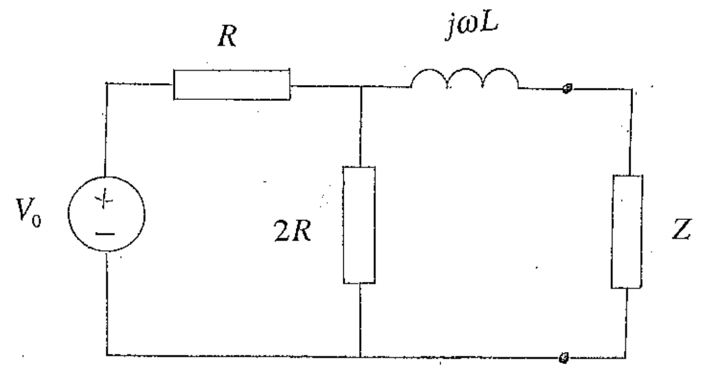
Operationsförstärkaren i kopplingen ovan är ideal. Inspänningen ges av:

$$v_{in}(t) = V_0 \sin(\omega t)$$

Givet: V_0, ω, R, C.

Bestäm $v_{ut}(t)$.

5.



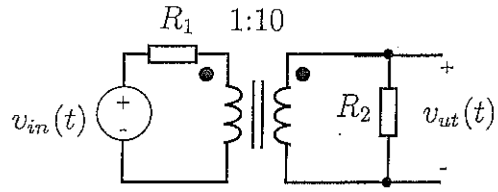
Givet: V_0, R, ω, L.

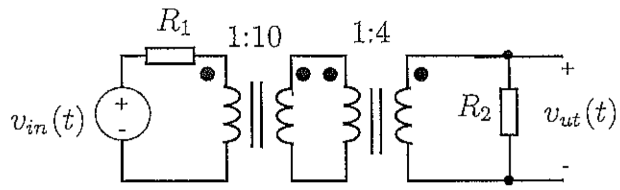
Tidsberoendet är sinusformigt och komplexa metoden används.

a) Bestäm impedansen Z så att maximal aktiv effekt utvecklas i Z.

b) Bestäm denna maximala aktiva effekt $P_{\max}$.

6.





Transformatorerna i de bägge kretsarna ovan är ideala järntransformatorer. Inspänningen är $v_{\text{in}}(t) = V_0 \sin(\omega t)$. Beteckningen 1:10 står för $N_1 : N_2$ där N_1 är antalet varv för den vänstra spolen och N_2 är antalet varv för den högra spolen.

Givet: V_0, ω, R_1 och R_2.

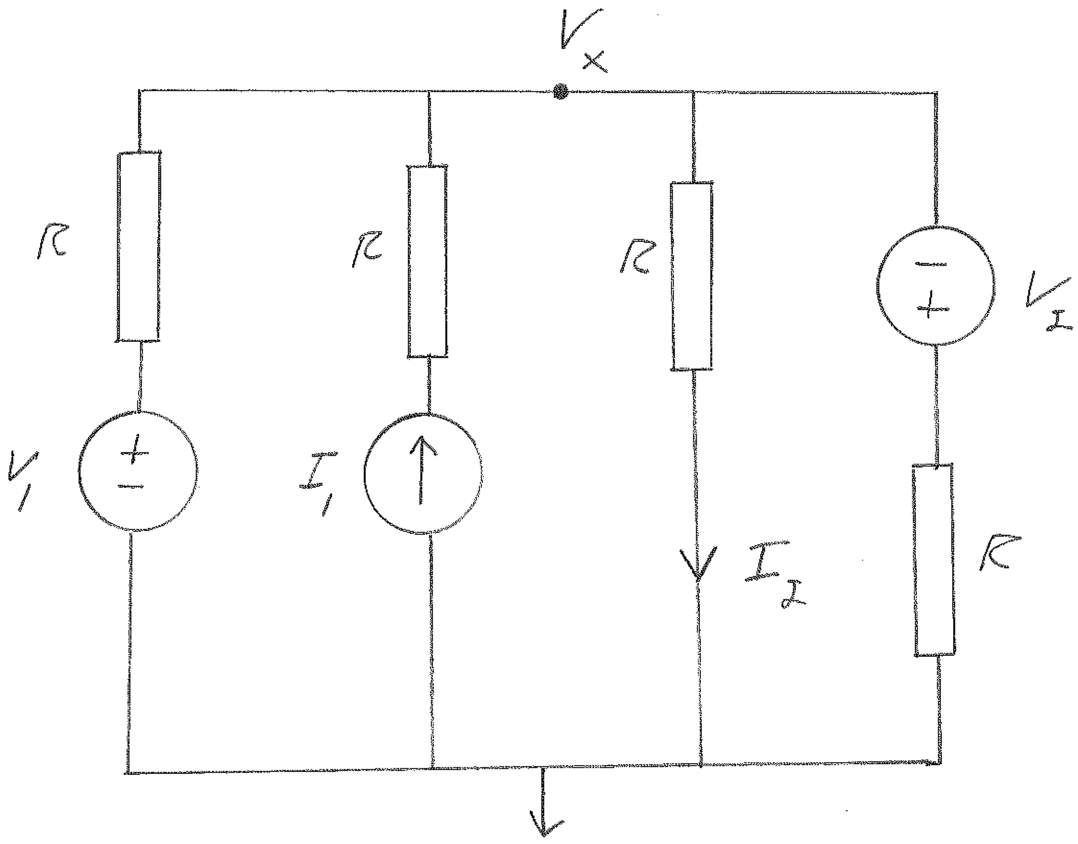
a) Bestäm $v_{\text{ut}}(t)$ för den övre kretsen.

b) Bestäm $v_{\text{ut}}(t)$ för den undre kretsen.

SLUT

Lösningar till tentamen i "Ellära och elektronik", 2011-08-24.

1



Nodanalys:

$$\frac{V_x - V_1}{R} - I_1 + \frac{V_x}{R} + \frac{V_x - (-V_2)}{R} = 0$$

$$V_x - V_1 - RI_1 + V_x + V_x + V_2 = 0$$

$$3V_x = V_1 + RI_1 - V_2$$

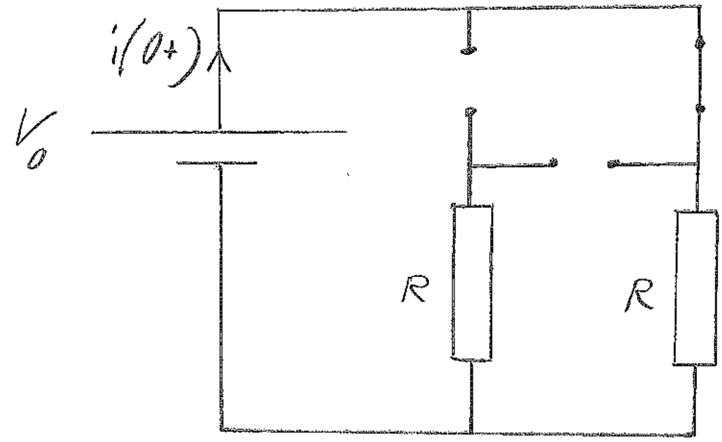
$$V_x = \frac{V_1 + RI_1 - V_2}{3}$$

$$\underline{\underline{I_2}} = \frac{V_x}{R} = \underline{\underline{\frac{V_1 + RI_1 - V_2}{3R}}}$$

(2) En spole är strömtrög.

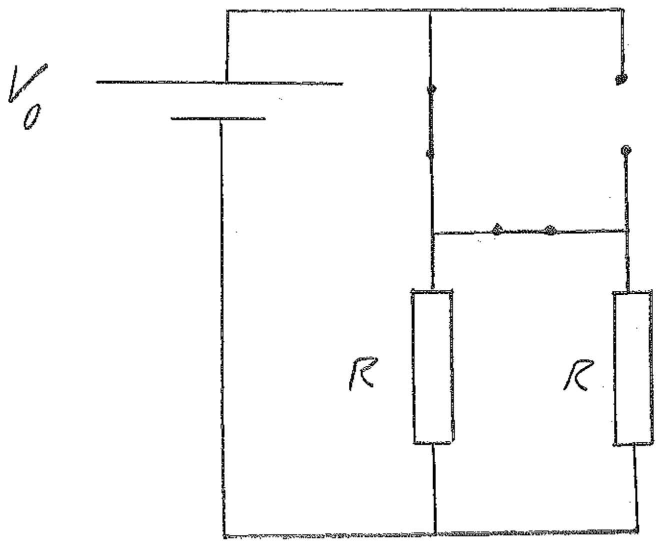
En kondensator är spänningströg.

a) Tiden $t = 0+$ ger:



$$\underline{\underline{i(0+) = \frac{V_0}{R}}}$$

b)



$$R_{ers} = R // R = \frac{R \cdot R}{R + R} = \frac{R}{2}$$

$$\underline{\underline{i(+\infty)}} = \frac{V_0}{R_{ers}} = \underline{\underline{\frac{2V_0}{R}}}$$

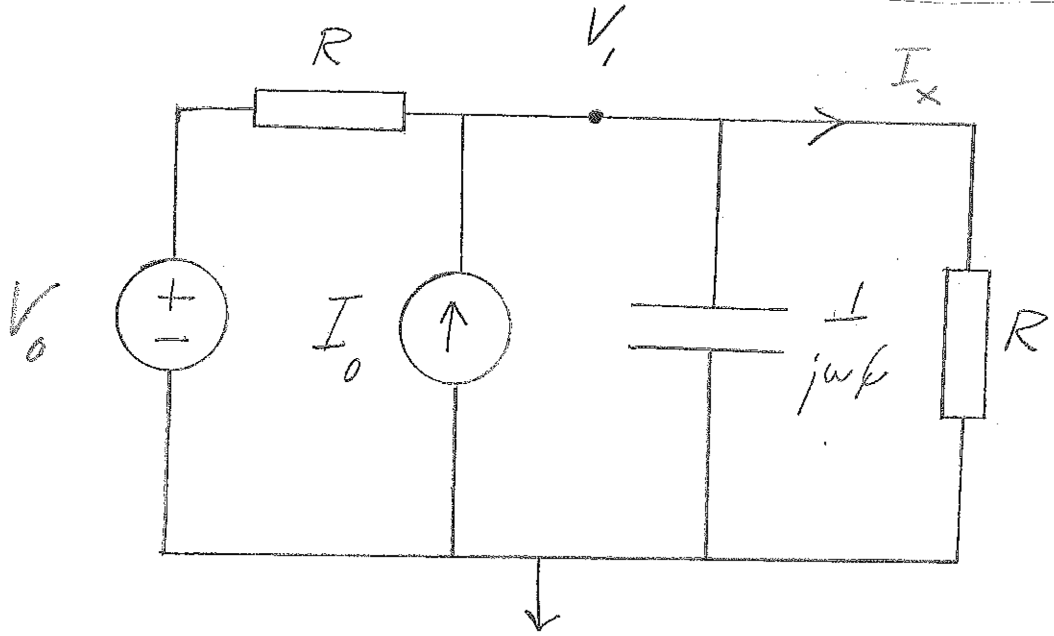
c) $\underline{\underline{W_m}} = \frac{1}{2} L i^2 = \frac{1}{2} L \left(\frac{2V_0}{R}\right)^2 =$

$$= \frac{1}{2} L \frac{4V_0^2}{R^2} = \underline{\underline{\frac{2LV_0^2}{R^2}}}$$

d) $\underline{\underline{W_e}} = \frac{1}{2} C v^2 = [v=0] = \underline{\underline{0}}$

3

$\longrightarrow$ Rikttes : $\sin(\omega t)$



Nodanalys:

$$\frac{V_1 - V_0}{R} - I_0 + \frac{V_1 - 0}{\left(\frac{1}{j\omega C}\right)} + \frac{V_1 - 0}{R} = 0$$

$$\frac{2V_1}{R} + j\omega C_1 V_1 = \frac{V_0}{R} + I_0$$

$$V_1\left(\frac{2}{R} + j\omega C\right) = \frac{V_0}{R} + I_0$$

$$V_1 = \frac{\frac{V_0}{R} + I_0}{\frac{2}{R} + j\omega C} = \frac{V_0 + R I_0}{2 + j\omega C R}$$

$$I_x = \frac{V_1}{R} = \frac{\frac{V_0}{R} + I_0}{2 + j\omega C R} = \frac{\frac{V_0}{R} + I_0}{\sqrt{4 + (\omega C R)^2}\, e^{j \arctan\left(\frac{\omega C R}{2}\right)}} =$$

$$= \frac{\frac{V_0}{R} + I_0}{\sqrt{4 + (\omega 4 R)^2}} \, e^{-j \, \mathrm{ARCTAN}\left(\frac{\omega 4 R}{2}\right)}$$

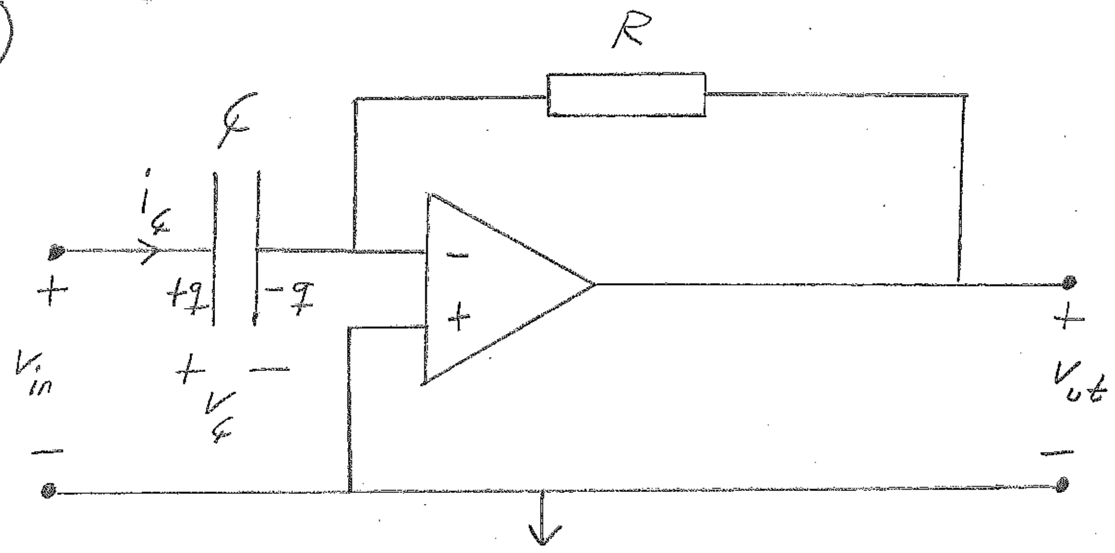
$\longrightarrow$ Riktfas : $\sin(\omega t)$

$$i_x(t) = \frac{\frac{V_0}{R} + I_0}{\sqrt{4 + (\omega 4 R)^2}} \sin\left(\omega t - \mathrm{ARCTAN}\left(\frac{\omega 4 R}{2}\right)\right)$$

$$\underline{\underline{i_0(t)}} = i_x(t) =$$

$$\underline{\underline{= \frac{\frac{V_0}{R} + I_0}{\sqrt{4 + (\omega 4 R)^2}} \sin\left(\omega t - \mathrm{ARCTAN}\left(\frac{\omega 4 R}{2}\right)\right)}}$$

4



$$C = \frac{q}{v_C} \Rightarrow q = C v_C$$

$$i_C = \frac{dq}{dt} = C \frac{dv_C}{dt}$$

$$KCL \Rightarrow \quad -i_C + \frac{0 - v_{ut}}{R} = 0$$

$$\frac{v_{ut}}{R} = -i_C$$

$$v_{ut} = -R i_C$$

$$v_{ut} = -R i_C = -RC \frac{dv_C}{dt} = \left[v_C = v_{in} \right] =$$

$$= -RC \frac{dv_{in}}{dt}$$

$$\underline{\underline{v_{ut}(t)}} = -RC \frac{d}{dt} v_{in}(t) =$$

$$= -RC \omega V_0 \cos(\omega t) = \underline{\underline{-\omega R C V_0 \cos(\omega t)}}$$

(5)

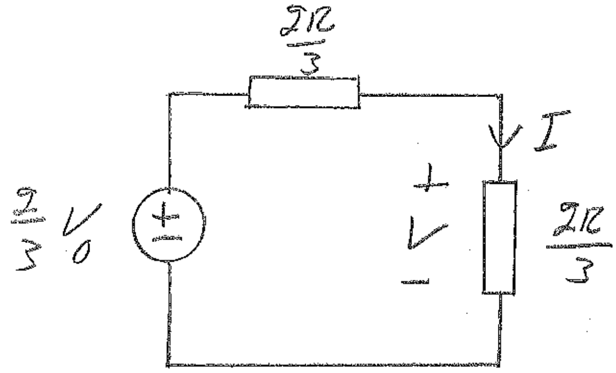
a) $V_{Th} = \frac{2R}{2R+R} V_0 = \frac{2}{3} V_0$

$Z_{Th} = j\omega L + R // 2R = j\omega L + \frac{R \cdot 2R}{R+2R} =$

$= \frac{2}{3} R + j\omega L$

$\underline{\underline{Z}} = Z_{Th}^* = \underline{\underline{\frac{2}{3} R - j\omega L}}$

b)

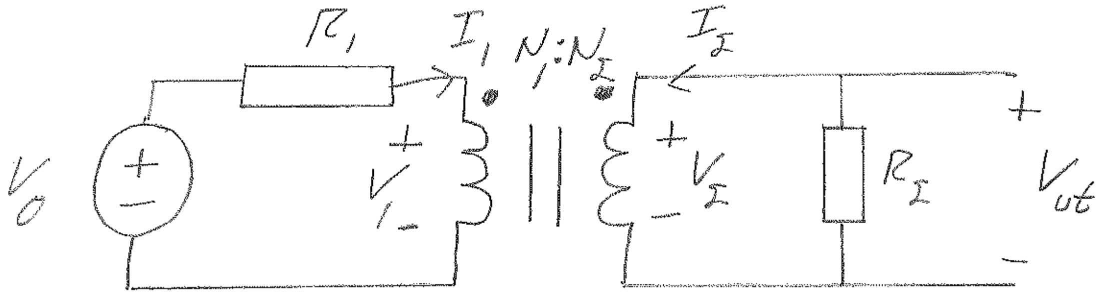


$\underline{\underline{P_{max}}} = \frac{1}{2} V I^* = \frac{1}{2} \frac{1}{2} \frac{2}{3} V_0 \left(\frac{\frac{2}{3} V_0}{\frac{2R}{3} + \frac{2R}{3}} \right)^* =$

$= \frac{1}{2 \cdot 3} V_0 \frac{V_0^*}{2R} = \underline{\underline{\frac{|V_0|^2}{12R}}}$

6

a) $\longrightarrow$ riktfas: $\sin(\omega t)$



$$\begin{cases} \dfrac{V_1}{V_2} = \dfrac{N_1}{N_2} & (1) \\ N_1 I_1 + N_2 I_2 = 0 & (2) \\ V_0 - R_1 I_1 - V_1 = 0 & (3) \\ V_2 + R_2 I_2 = 0 & (4) \\ V_{ut} = V_2 & (5) \end{cases}$$

Obekanta: $V_1, V_2, I_1, I_2, V_{ut}$

$$(1) \Rightarrow \quad V_1 = \frac{N_1 V_2}{N_2}$$

$$(2) \Rightarrow \quad I_1 = -\frac{N_2}{N_1} I_2$$

$$(3) \Rightarrow \quad V_0 - R_1\left(-\frac{N_2}{N_1} I_2\right) - \frac{N_1 V_2}{N_2} = 0 \qquad (6)$$

$$(4)\,(5) \Rightarrow \quad I_2 = -\frac{V_{ut}}{R_2} \quad (7)$$

$$(5)\,(7)\,(6) \Rightarrow \quad V_0 + \frac{R_1 N_2}{N_1}\left(-\frac{V_{ut}}{R_2}\right) - \frac{N_1}{N_2} V_{ut} = 0$$

$$V_0 = \left(\frac{N_2 R_1}{N_1 R_2} + \frac{N_1}{N_2}\right) V_{ut}$$

$$V_0 = \frac{N_2^2 R_1 + N_1^2 R_2}{N_1 N_2 R_2} \quad V_{ut}$$

$$V_{ut} = \frac{N_1 N_2 R_2}{N_2^2 R_1 + N_1^2 R_2} \quad V_0 \quad (8)$$

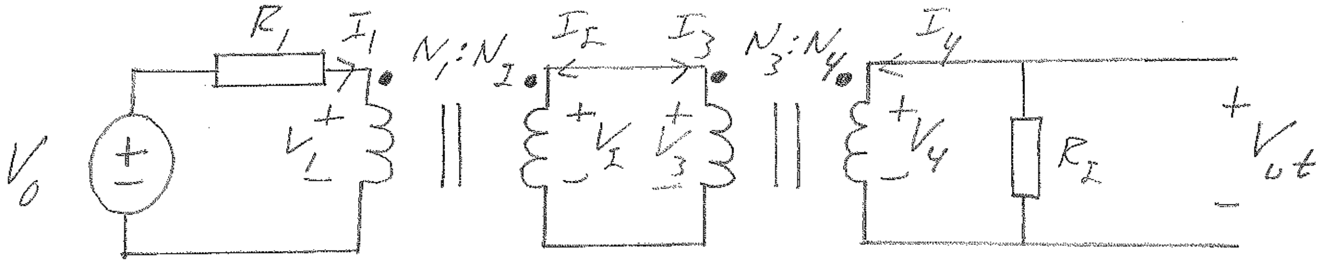
$N_1 = 1$ och $N_2 = 10$ ger :

$$V_{ut} = \frac{10\, R_2}{100\, R_1 + R_2} \quad V_0$$

$\longrightarrow$ riktfas : $\sin(\omega t)$

$$v_{ut}(t) = \frac{10\, R_2}{100\, R_1 + R_2} \quad V_0 \sin(\omega t)$$

b) riktfas: $\sin(\omega t)$



$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{N_1}{N_2} \quad (1) \qquad \frac{V_3}{V_4} = \frac{N_3}{N_4} \quad (2)$$

$$N_1 I_1 + N_2 I_2 = 0 \quad (3) \qquad N_3 I_3 + N_4 I_4 = 0 \quad (4)$$

$$(1)\ (2) \Rightarrow \frac{V_1}{V_2} \cdot \frac{V_3}{V_4} = \frac{N_1 N_3}{N_2 N_4}$$

men $V_2 = V_3$ och därmed:

$$\frac{V_1}{V_4} = \frac{N_1 N_3}{N_2 N_4} \quad (5)$$

$$(3) \Rightarrow I_2 = -\frac{N_1}{N_2} I_1$$

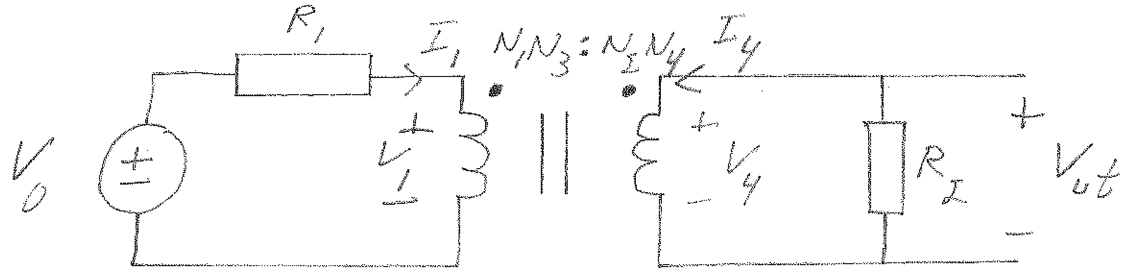
$$(4) \Rightarrow I_3 = -\frac{N_4}{N_3} I_4$$

men $I_3 = -I_2$ och därmed:

$$-\frac{N_4}{N_3} I_4 = \frac{N_1}{N_2} I_1$$

$$N_1 N_3 I_1 + N_2 N_4 I_4 = 0 \quad (6)$$

(5) och (6) innebär att



och jämförelse med deluppgift a ger

$$V_{ut} = \frac{N_1 N_3 N_2 N_4 R_2}{(N_2 N_4)^2 R_1 + (N_1 N_3)^2 R_2} V_0$$

$N_1 = 1$, $N_2 = 10$, $N_3 = 1$ och $N_4 = 4$ ger:

$$V_{ut} = \frac{40 R_2}{1600 R_1 + R_2} V_0$$

$\longrightarrow$ riktfas: $\sin(\omega t)$

$$\underline{\underline{V_{ut}(t) = \frac{40 R_2}{1600 R_1 + R_2} V_0 \sin(\omega t)}}$$