

Løsningsforslag til prøveeksamen 2013

(1)

Oppgave 1 (25%)

a) $R = \rho \cdot \frac{l}{A} = 2.73 \cdot 10^{-8} \cdot \frac{50}{6 \cdot 10^{-6}} \Omega = \underline{\underline{0.2275 \Omega}}$

b) $\Delta Q = I \cdot \Delta t = 30 \cdot 1 = \underline{\underline{30 \text{ As} = 30 \text{ C}}}$

c) $P = I \cdot V = 7.24 \cdot 8 = \underline{\underline{173.6 \text{ W}}}$

d) $W = P \cdot t = 173.6 \cdot 6 \cdot 3600 = 3.75 \cdot 10^6 \text{ J} = \underline{\underline{3.75 \text{ MJ}}}$

e) $i(t) = C \frac{dv(t)}{dt} = 20 \cdot 10^{-6} \frac{d}{dt} (40 \cdot \cos(1000 \pi t))$
 $= 20 \cdot 10^{-6} \cdot 40 \cdot 1000 \pi \cdot (-\sin(1000 \pi t)) \text{ A}$
 $= -0.08 \pi \sin(1000 \pi t) \text{ A} = \underline{\underline{-0.2513 \cdot \sin(1000 \pi t) \text{ A}}}$

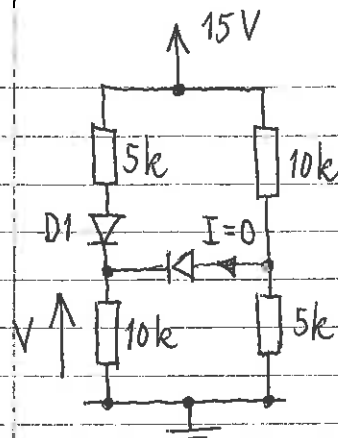
$\omega = 2\pi f = 1000 \pi \Rightarrow \underline{\underline{f = 500 \text{ Hz}}}$

f) $Z = R + j\omega L - j\frac{1}{\omega C} = R + j(\omega L - \frac{1}{\omega C})$
 $= 50 + j(1000 \cdot 0.1 - \frac{1}{1000 \cdot 20 \cdot 10^{-6}}) = \underline{\underline{(50 + j50) \Omega}}$
 $= \underline{\underline{70.71 / 45^\circ \Omega}}$

g) Antar at D2 ikke leder (Dette er begrunnet i at dersom vi ser bort fra diodene er potensialet på anodesiden av D2 lavere enn på katodesiden) Kortsen blir da:

(Denne oppgaven er P10.37 a) i læreboka)
 Obs! Alder uttave

(2)



D1 leder slik at

$I = 0$ og $V = 15 \cdot \frac{10}{15} = \underline{\underline{10 \text{ V}}}$

Om vi hadde gjort feil ville det blitt en selvoppsigelse

b) $\left. \begin{array}{l} v_{GS} > V_{th} \text{ og } v_{DS} < v_{GS} - V_{th} \\ 4 > 1.5 \quad 1 < 4 - 1.5 = 2.5 \end{array} \right\} \Rightarrow \underline{\underline{\text{Triodeområdet}}}$

$i_D = K \cdot [2(v_{GS} - V_{th})v_{DS} - v_{DS}^2] = 4 \cdot [2 \cdot 2.5 \cdot 1 - 1^2] \text{ mA}$
 $= \underline{\underline{16 \text{ mA}}}$

i) Bruker Ampers lov i en sirkelbane $\oint \vec{H} \cdot d\vec{l} = I \Rightarrow$
 $2\pi r \cdot H = I \Rightarrow H = \frac{I}{2\pi r}, B = \mu_0 H = \mu_0 \cdot \frac{I}{2\pi r}$
 $B = 4\pi \cdot 10^{-7} \cdot \frac{3.0}{2\pi \cdot 1} \text{ T} = 0.6 \cdot 10^{-6} \text{ T} = \underline{\underline{0.6 \mu \text{ T}}}$

j) $P_{ut} = 4 \cdot 745.7 \text{ W} = 2983 \text{ W}$
 $P_{inn} = P_{ut} / \eta = 2983 / 0.87 = 3428.5 \text{ W}$
 $P_{inn} = \sqrt{3} \cdot V_{linj} \cdot I_{linj} \cdot \cos(\theta) \Rightarrow \cos(\theta) = \frac{P_{inn}}{\sqrt{3} \cdot V_{linj} \cdot I_{linj}} =$
 $\cos(\theta) = \frac{3428.5}{\sqrt{3} \cdot 240 \cdot 9.17} = \underline{\underline{0.90}}$

Oppg. 2 (10%)

a) (Denne oppgaven er basert på P2.30 (obs! aldri utgjøre) i læreboka.)
 $V_1 = 15 \cdot \frac{7}{8+7} = \underline{\underline{7.0V}}$

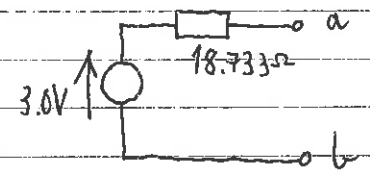
$V_2 = 2 \cdot 2 = \underline{\underline{4.0V}}$, $V_{ab} = V_1 - V_2 = 7 - 4 = \underline{\underline{3.0V}}$

Merk at her er kortene til venstre (spenningskilden) og til høyre (strømkilden) helt adskilt og uavhengige av hverandre. Strømmen i 3, 4 og 6 Ω 's motstandene er lik 0.

b) R_{th} er resistansen mellom a og b når spenningskilden kortsluttes og strømkilden åpnes.

$R_{th} = 3 + 7 \parallel (8 + 6 + 2 + 4) = 15 + \frac{7 \cdot 8}{7+8} = 18.733 \Omega$

$V_{th} = V_{ab} = 3.0V$



c) $I_{ab} = I_{ac} = \frac{3.0}{18.733} = \underline{\underline{0.16A}}$

Oppg. 3 (10%)

$\omega = 10^4$, $\omega L = 10^4 \cdot 20 \cdot 10^{-3} = 200 \Omega$
 $\frac{1}{\omega C} = \frac{1}{10^4 \cdot 0.5 \cdot 10^{-6}} = 200 \Omega$

Admittansen til kretsen blir:

$Y = \frac{1}{Z} = R^{-1} + \frac{1}{j\omega L} + j\omega C = \frac{1}{1000} - \underbrace{j \frac{1}{200} + j \frac{1}{200}}_{=0}$
 $\Rightarrow \underline{\underline{Z = R = 1000 \Omega}}$

a)

$\bar{I}_s = 0.01 \angle 0^\circ A$, $Z = 1000 \angle 0^\circ \Omega$

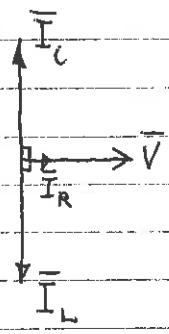
$\bar{V} = \bar{I}_s \cdot Z = 0.01 \cdot 1000 \angle 0^\circ = \underline{\underline{10 \angle 0^\circ V}}$

$\bar{I}_R = \frac{\bar{V}}{R} = \frac{10}{1000} = \underline{\underline{10 mA \angle 0^\circ}}$

$\bar{I}_L = \frac{\bar{V}}{jX_L} = \frac{10}{200 \angle 90^\circ} = \underline{\underline{50 \angle -90^\circ mA}}$

$\bar{I}_C = \frac{\bar{V}}{-jX_C} = \frac{10}{200 \angle -90^\circ} = \underline{\underline{50 \angle 90^\circ mA}}$

b)



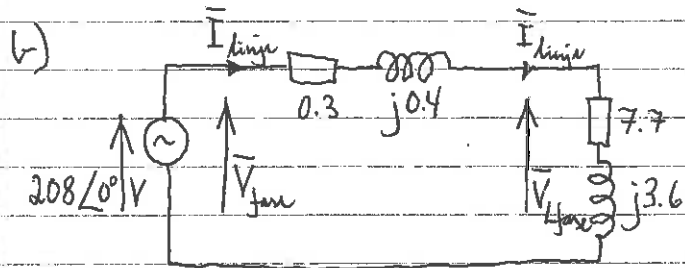
c) Denne kretsen er i resonans. Den reaktive energien veksler mellom spole og kondensator. Når vi ser fra kilden påvirker strømmen i L og C ikke totalstrømmen. Totalstrømmen er kun gitt av R.

Vi kan derfor ha større strøm i spole og kondensator enn det som leveres fra kilden, slik som viser diagrammet illustrerer. \bar{I}_C og \bar{I}_L nuller hverandre ut slik at de ikke bidrar til totalstrømmen.

(Denne oppgaven er lik P5.49 i læreboka) obs! aldri utgjøre

Oppg 4 (25%)

$$a) Z_Y = \frac{Z_\Delta}{3} = \frac{23.1 + j10.8}{3} = (7.7 + j3.6) \Omega = 8.5 / 25.06^\circ \Omega$$



$$Z_{tot} = 0.3 + j0.4 + 7.7 + j3.6 = (8.0 + j4.0) \Omega = 8.944 / 26.565^\circ \Omega$$

$$I_{linje,a} = \frac{208}{8.944 / 26.565} = 23.255 / -26.565^\circ \text{ A}$$

Merk. Fasestrømmen og linjestrømmen er like for stjernekobling.

$$I_{linje} = 23.26 \text{ A}$$

$$V_{linje \text{ ved generator}} = \sqrt{3} \cdot 208 = 360.3 \text{ V}$$

$$V_{L_{fase}} = I_{linje} \cdot Z_Y = 23.26 \cdot 8.5 = 197.67 \text{ V}$$

$$V_{linje \text{ last}} = \sqrt{3} \cdot V_{L_{fase}} = \sqrt{3} \cdot 197.67 = 342.37 \text{ V}$$

$$c) \bar{V}_{L_{fase}} = 197.67 \angle -26.565^\circ + 25.06^\circ = 197.67 \angle -1.505^\circ = 197.6 - j5.2$$

$$\begin{aligned} \bar{V}_{spenningsfall} &= \bar{V}_{fase} - \bar{V}_{L_{fase}} = 208 - 197.6 + j5.2 \\ &= 10.4 + j5.2 \\ &= 11.6 \angle 26.6^\circ \text{ V} \end{aligned}$$

Dette kunne vi også funnet som:

$$\bar{V}_{spenningsfall} = \bar{I}_{linje} \cdot (0.3 + j0.4) = 11.6 \angle 26.6^\circ \text{ V}$$

$$d) P_{last} = 3 \cdot I_{linje}^2 \cdot R_{last} = 3 \cdot 23.255^2 \cdot 7.7 \text{ W} = 12492 = 12.49 \text{ kW}$$

$$P_{taplinje} = 3 \cdot I_{linje}^2 \cdot R_{linje} = 3 \cdot 23.255^2 \cdot 0.3 \text{ W} = 487 \text{ W}$$

$$e) \text{ Ved generatoren: } \cos(\theta) = \cos(-26.565^\circ) = 0.894$$

$$\text{ Ved lasten: } \cos(\theta) = \cos(25.06^\circ) = 0.906$$

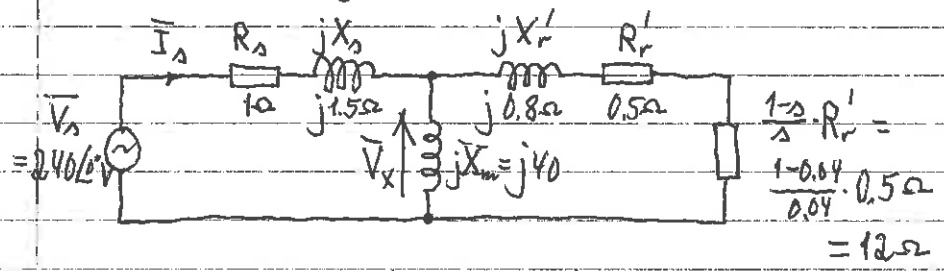
f) Vi kan kompensere den induktive lasten ved å kopli en kapasitans i parallell med hver fase slik at effektfaktoren ved lasten blir nærmest lik 1. Da er strøm og spenning i fase, strømmen blir svært liten for en gitt aktiv effekt og tapet i linje blir mindre.

Oppg. 5 (Denne oppgaven er tilsvarende P17.22)
Obs! eldre utgave

$$n_s = \frac{120f}{p} = \frac{120 \cdot 50}{4} = 1500 \text{ rpm}$$

a)
$$\Delta = \frac{n_s - n_m}{n_s} = \frac{1500 - 1440}{1500} = 0.04$$

b) Ekvivalentsskjema:



$$Z_s = 1 + j1.5 + \frac{j40(0.5 + 12 + j0.8)}{j40 + 0.5 + 12 + j0.8} = 11.984 + j5.649$$

$$= 13.25 / 25.24^\circ \Omega$$

Effektfaktor: $\cos(\theta) = \cos(25.24^\circ) = 0.9045$

c)
$$\underline{I}_s = \frac{\underline{V}_s}{Z_s} = \frac{240}{13.25 / 25.24^\circ} = 18.115 / -25.24^\circ \text{ A}$$

$$\underline{V}_x = \underline{I}_s \cdot \frac{j40(0.5 + 12 + j0.8)}{j40 + 0.5 + 12 + j0.8} = 212 - j16.85$$
$$= 212.7 / -4.545^\circ \text{ V}$$

$$\underline{I}_r' = \frac{\underline{V}_x}{j0.8 + 0.5 + 12} = 16.98 / -8.207^\circ \text{ A}$$

Kopplertapet:

$$P_{Cu} = P_s + P_r = I_s^2 \cdot R_s \cdot 3 + (I_r')^2 \cdot R_r' \cdot 3$$

$$= 18.115^2 \cdot 1 \cdot 3 + 16.98^2 \cdot 0.5 \cdot 3 = (984.5 + 432.5) \text{ W}$$

$$= 1417 \text{ W}$$

d)
$$P_{utr} = 3 \cdot \frac{1-\Delta}{\Delta} R_r' (I_r')^2 = \frac{1-\Delta}{\Delta} \cdot P_r = \frac{1-0.04}{0.04} \cdot 432.5$$

$$= 10381 \text{ W}$$

$$P_{ut} = P_{utr} - P_{rot} = 10381 - 200 = 10181 \text{ W}$$

$$= 10.18 \text{ kW}$$

$$T_{ut} = \frac{P_{ut}}{\omega_m} = \frac{10181}{1440 \cdot \frac{2\pi}{60}} = 67.51 \text{ Nm}$$

e)
$$P_{inn} = 3 \cdot V_s \cdot I_s \cdot \cos(\theta) = 3 \cdot 240 \cdot 18.115 \cdot 0.9045 \text{ W}$$

$$= 11798 \text{ W}$$

$$\eta = \frac{P_{ut}}{P_{inn}} \cdot 100\% = \frac{10181}{11798} \cdot 100\% = 86.3\%$$

Oppg. 6 a) $R = \frac{l_{\text{jern}}}{\mu_{\text{jern}} A} = \frac{0.36}{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 1000 \cdot 0.03^2} \text{ Amd/Wb}$
 $= 318.3 \cdot 10^3 \text{ Amd/Wb}$

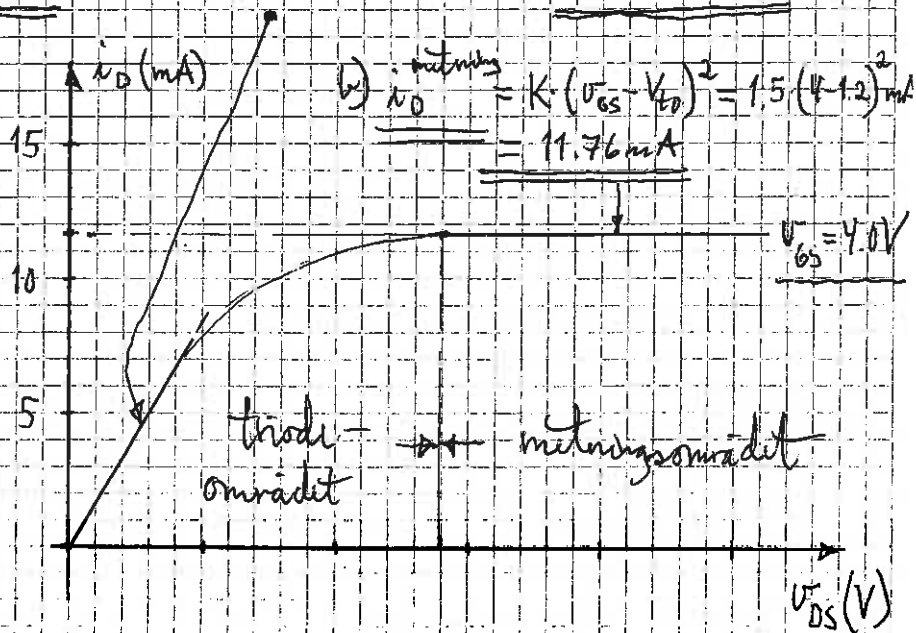
b) Fluksen fra de to viklingene går i motsatt retning slik at:

$$\Phi = \frac{N_1 i_1 - N_2 i_2}{R} = \frac{500 \cdot 2 - 200 \cdot 2}{318.3 \cdot 10^3} \text{ Wb}$$

$$= 1.885 \cdot 10^{-3} \text{ Wb} = 1.9 \text{ mWb}$$

Oppg. 7 a) $K = \frac{K_P \cdot W}{2 \cdot L} = \frac{60 \cdot 10^{-6}}{2} \cdot \frac{200}{4} \text{ A/V} = 1.5 \text{ mA/V}$

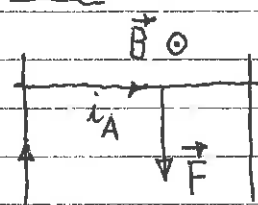
$$i_D = 2 \cdot 1.5 \cdot (4.0 - 1.2) \cdot v_{DS} \text{ mA} = 8.4 \cdot v_{DS} \text{ mA}$$



Oppg. 8 (denne oppgaven tilsvarende P16.23 og 24) (obs- eller utgave)

a) $i_{A \text{ start}} = \frac{V_T}{R_A} = \frac{5}{0.1} \text{ A} = 50.0 \text{ A}$

$$F_{\text{start}} = B i_{A \text{ start}} l = 1.3 \cdot 50 \cdot 0.75 = 48.75 \text{ N}$$



Feltet fra i_A styrker B over skivene og svekker B under ledningen, dermed blir kraftens retning nedover.

b) I stasjonær tilstand er kraften som i_A genererer akkurat i balanse med den ytre kraften (total kraft = 0, ingen aksellerasjon jevn fart).

$$F = B i_A l \Rightarrow i_A = \frac{F}{B l} = \frac{13}{1.3 \cdot 0.75} \text{ A} = 13.33 \text{ A}$$

$$e_A = V_T - R_A i_A = 5 - 0.1 \cdot 13.33 = 3.667 \text{ V}$$

$$e_A = B l u \Rightarrow u = \frac{e_A}{B l} = \frac{3.667}{1.3 \cdot 0.75} = 3.76 \text{ m/s}$$

c) $P_{\text{inn}} = V_T i_A = 5 \cdot 13.33 = 66.67 \text{ W}$

$$P_{\text{ut}} = F \cdot u = 13 \cdot 3.76 = 48.89 \text{ W}$$

$$\eta = \frac{P_{\text{ut}}}{P_{\text{inn}}} \cdot 100\% = \frac{48.89}{66.67} \cdot 100\% = 73.3\%$$