Ind. El., Øving 8

Rendell Cale

Ønsker tilbakemelding:)

Oppgave 1

a) En av fordelene med trefasesystemer er at man reduserer mengden kopper/aluminium/etc. som trengs (per watt). Det er fordi at vi kan kvitte oss med nøytral-ledningen og bruke en av linjene som referanse.

Det er også en fordel at netto effekt som blir levert alltid er positiv og større enn null. Dette gjør det enklere å f. eks. drive store motorer (som også er trefasesystemer) uten komplekse oppstartsmekanismer. R

b) Fasespenning er spg. over en enkelt fase, mens linjespg. er spg. mellom linjer.
I en Δ-kobling er disse identiske, men i en Y-kobling vil fasespg. til linje a være V_{an} (spg. mellom a og nøytral).
Linjespg. mellom a og b vil være R

$$V_{ab} = V_{an} - V_{bn}$$

Godkjent!
Ahm 28/10-2016

c) $v_{an}(t) = \sqrt{2}\, V_{rms} \cos(\omega t)$

$v_{bn}(t) = \sqrt{2}\, V_{rms} \cos(\omega t - 120^\circ)$

$v_{cn}(t) = \sqrt{2}\, V_{rms} \cos(\omega t + 120^\circ)$

$i_a(t) = \sqrt{2}\, I_{rms} \cos(\omega t + \varphi)$

$i_b(t) = \sqrt{2}\, I_{rms} \cos(\omega t + \varphi - 120^\circ)$

$i_c(t) = \sqrt{2}\, I_{rms} \cos(\omega t + \varphi + 120^\circ)$

d) $V_{an} = V_{rms} \angle 0^\circ$

$V_{bn} = V_{rms} \angle -120^\circ$

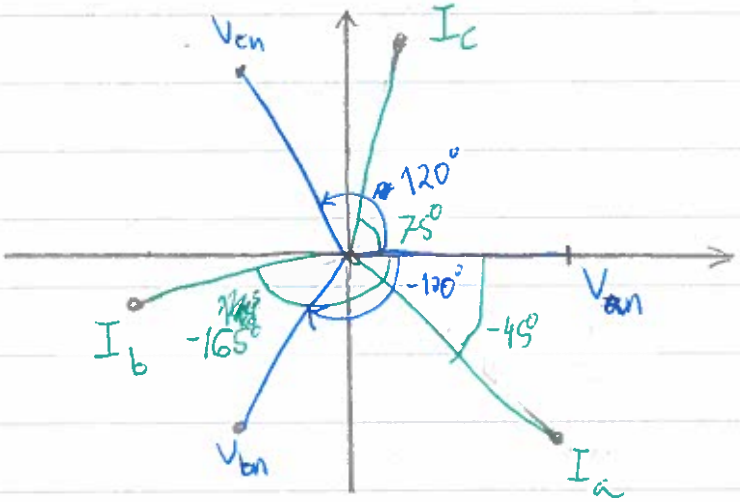
$V_{cn} = V_{rms} \angle 120^\circ$

$I_a = I_{rms} \angle \varphi$

$I_b = I_{rms} \angle (\varphi - 120^\circ)$

$I_c = I_{rms} \angle (\varphi + 120^\circ)$

Her er det mest vanlig å bruke rms verdi i phasor form.
Se LF.



e) $V_{bc} = V_{bn} - V_{cn}$ og $V_{ca} = V_{nc} - V_{na}$

$$V_{ab} = \sqrt{2} V_{rms} \angle 0° - \sqrt{2} V_{rms} \angle -120°$$

$$= \sqrt{2} V_{rms} \left[\left(\cos(0) - \cos(-120°) \right) + i \left(\sin 0° - \sin(-120°) \right) \right]$$

$$= \sqrt{2} V_{rms} \left[\frac{3}{2} + \frac{\sqrt{3}}{2} i \right]$$

$$= \sqrt{2} V_{rms} \cdot \sqrt{3} \angle 30°$$

$$= \sqrt{3} \sqrt{2} V_{rms} \angle 30°$$

R

g) Vi kobler opp slik:

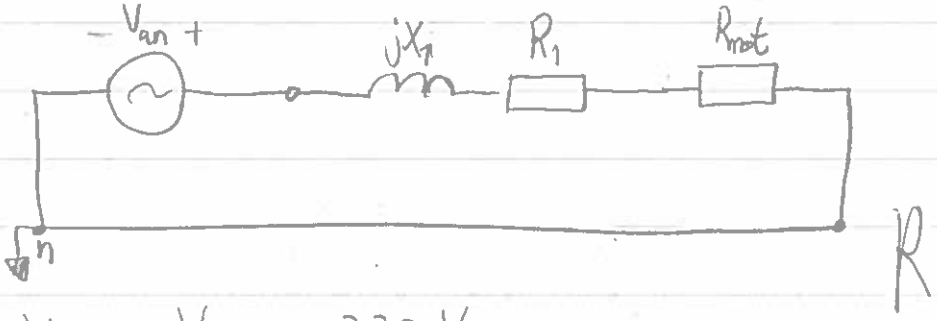
Slik at vi kun benytter den ene fasen.
Hvis linjespg. $|V_{ab}| = |\sqrt{3}\sqrt{2} V_{rms}| = 400$
spg. over telefonladeren vaere $|V_{an}| = |\sqrt{2} V_{rms}|$
som gir $|V_{an}| = \frac{|V_{ab}|}{\sqrt{3}} = 230$ V.

R

Og siden det kun er én kilde har vi et enfasesystem

Oppgave 2

a)



$$V_{an} = \frac{V_{ab}}{\sqrt{3}} = 230\ V$$

$X_1 = 0{,}025\ \Omega$

$R_1 = 0{,}01\ \Omega$

$R_{mot} = 0{,}5\ \Omega$

b) $$I_a = \frac{V_{an}}{R_1 + R_{mot} + jX_1}$$

$$\Rightarrow I_a = \frac{230\angle 0^\circ}{\underbrace{0{,}51 + j0{,}025}_{0{,}51\angle 2{,}8}} = 451\angle -2{,}8^\circ\ A$$

$$V_{mot} = \frac{R_{mot}}{R_1 + R_{mot} + jX_1} V_{an} = \frac{0{,}5}{0{,}51\angle 2{,}8} 230\ V$$

$$= 225{,}5\angle -2{,}8\ A$$

Så $P_{mot} = I_a V_{mot} = 1{,}017 \cdot 10^5\ W$

Dette er effekten i "per-fase" kretsen så vi ganger med 3 for å summere opp alle kretsene.

$$P_{mot,tot} = 3\,P_{mot}$$

$$= 3{,}051 \cdot 10^5\ W$$

$$= \underline{305{,}1\ kW}$$

$$= 305{,}1\ kW \cdot \frac{1\ hp}{0{,}75\ kW}$$

$$= \underline{406{,}8\ hp}$$

Effekten blir $305{,}1\ kW = 406{,}8\ hp$ R

c) Ved 100 km/t vil bilen ha energi $E = \frac{1}{2}mv^2$

Med en effekt P_{mot} bruker motoren tid $t = \frac{E}{P_{mot}}$ på å levere denne effekten.

$$E = \frac{1}{2} \cdot 2000\ kg \left(100\ \frac{km}{hr} \cdot \frac{1000\ m}{3600\ km} \cdot \frac{hr}{s}\right)^2 = 771{,}6\ kJ$$

$$P_{mot} = 305{,}1\ kW$$

$$\Rightarrow \quad t = \frac{771{,}6\ kJ}{305{,}1\ kW} = 2{,}53\ s$$

Det tar 2,53 sekunder R

d) $E_{full} = 70\ kWh = 252\ MJ$

Full motoreffekt: $P_{mot} = 305{,}1\ kW$

Tiden blir $\frac{E_{full}}{0{,}8 \cdot P_{mot}} = 1032\ s$

$1032\ s = 17{,}2\ min$

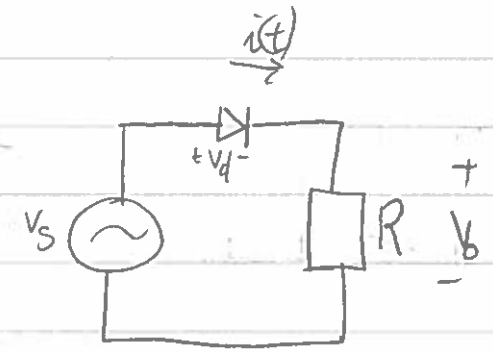
Det ville tatt ca. 17 minutter

Oppgave 3

$V_s = 100 \sin(\omega t)$

$R = 2\,\Omega$

$\omega = 2\pi 50 \text{ rad/s}$



a) Dioden kan kun lede strøm i en retning og når den gjør det er spg. fallet over dioden null ($V_d = 0$)

b) $$i(t) = \begin{cases} \frac{V_s(t)}{R} & \text{når } V_s(t) \geq 0 \\ 0 & \text{når } V_s(t) < 0 \end{cases}$$

$V_s(t) \geq 0 \Rightarrow \quad 0 \leq \omega t \leq \pi$,

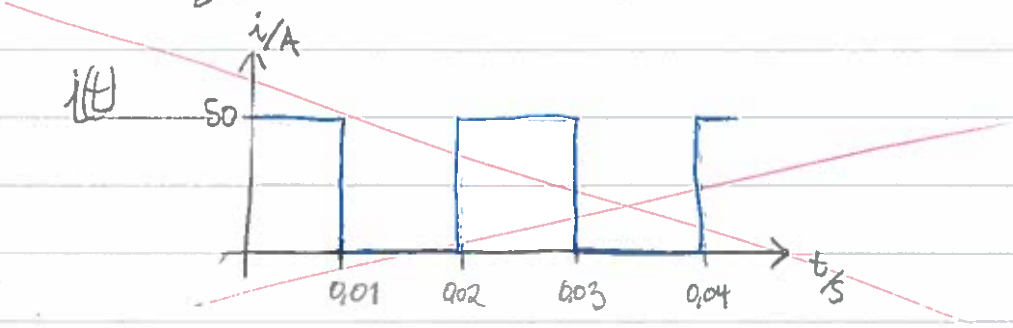
$\Leftrightarrow \quad 0 \leq t \leq 0{,}01\,s = \frac{\pi}{\omega}$

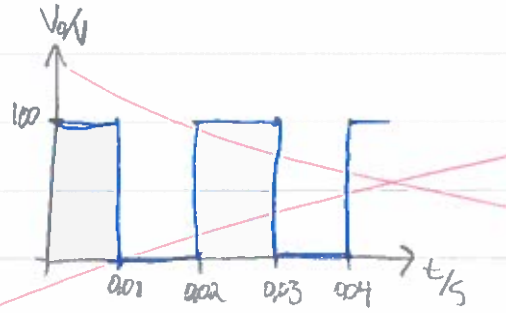
$V_s(t) < 0 \Rightarrow \quad \pi < t < 2\pi$

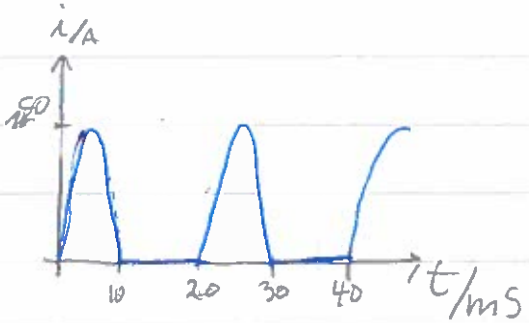
$0{,}01\,s < t < 0{,}02\,s = \frac{2\pi}{\omega}$

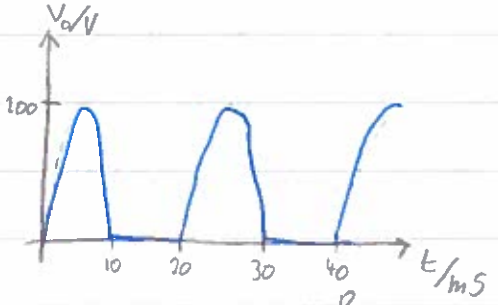
$$\frac{V_s(t)}{R} = \frac{100 \sin(\omega t)\,V}{2\,\Omega} = 50 \sin(\omega t)\,A$$

Vi har også $V_o = i(t) \cdot R$









c) snitti $\bar{V}_0 = \frac{1}{P}\int_0^P v_o(t)\,dt$, hvor P eren periode

V_i har P = 20mS = 0,02 s

$$V_o = \begin{cases} 100\sin(\omega t), & 0 \le t \le 0{,}01\,s \\ 0 & \text{ellers} \end{cases}$$

Så $\bar{V}_0 = \frac{1}{0{,}02}\int_0^{0{,}01} 100\sin(\omega t)\,dt$

$= \frac{5000}{\omega}\left(-\cos(\omega t)\right)\Big|_0^{0{,}01}$

$= -\frac{100}{2\pi}(-1-1)$

$= \frac{100}{\pi} = 31{,}83$ V

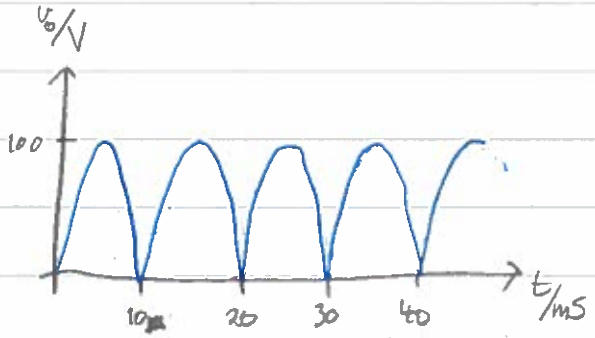
Snittet av V_0 er $\underline{31,83\ V}$

$$V_{s,rms} = \frac{100}{\sqrt{2}} = 70,71$$

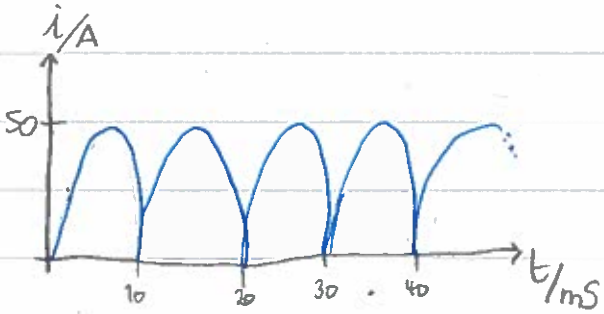
Så $$\frac{V_0}{V_{s,rms}} = \frac{100/\pi}{100/\sqrt{2}} = \frac{\sqrt{2}}{\pi} \approx 0,45$$ R

d) Hvis vi tenker oss om ser vi at

- $v_0(t) = |v_s(t)| = 100|\sin(\omega t)|$ V
- $i(t) = \frac{v_0(t)}{R} = 50|\sin(\omega t)|$ A



R



R

e) Her har v_0 en periode på 10mS, så

$$\overline{v_0} = \frac{1}{0,01}\int_0^{0,01} |100\sin(\omega t)|\,dt$$

$$= \frac{10000}{2\pi 50}(-1-1) = \frac{200}{\pi} = \underline{63,66\ V}$$ R

$$V_{s,rms} = \frac{100}{\sqrt{2}}$$

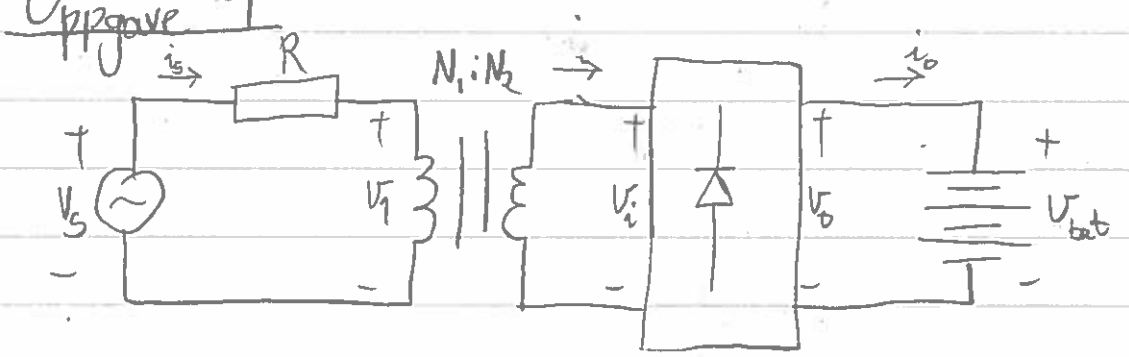
Så $\frac{V_0}{V_{s,rms}} = \frac{200/\pi}{100/\sqrt{2}} = \frac{2\sqrt{2}}{\pi} \approx 0{,}90$ R

Snittspg. til V_0 blir 63,66 V og forholdet blir 0,90

Vi har altså doblet spenningen og forholdet.

d) Vi kunne brukt et filter. R

Oppgave 4



$V_s = 240\ V$

$R = 1000\ \Omega$

$\frac{V_o}{V_i} = 0{,}9 \iff \frac{i_i}{i_o} = 0{,}9$

$f = 50\ Hz$

a) $V_o = 5\ V \Rightarrow V_i = \frac{V_o}{0{,}9} = 5{,}56\ V$

V_i antar ideell tapsfri transformator så

$$\frac{V_1}{N_1} = \frac{V_i}{N_2}$$

$$\iff \frac{N_1}{N_2} = \frac{V_1}{V_i} = \frac{V_s}{V_i}$$

$$\Rightarrow \frac{N_1}{N_2} = \frac{240}{5{,}56} = 43{,}2$$

b) $V_o = 4{,}5\ V$

$$\Rightarrow V_i = \frac{4{,}5V}{0{,}9} = 5\ V$$

$$\Rightarrow V_1 = \frac{N_1}{N_2} v_i = 216\ V$$

$$\Rightarrow i_s = \frac{V_s - V_i}{R} = 0{,}024\ A = 24\ mA$$

Har ideell transformator så

$$i_s N_1 = i_i N_2$$

$$\Leftrightarrow i_i = \frac{N_1}{N_2} i_s = 43{,}2 \cdot 24\ mA$$

$$= 1{,}0368\ A$$

Siden $i_o = \frac{i_i}{0{,}9}$ får vi

$$i_o = 1{,}152\ A$$

Ladestrømmen blir 1,152 A

c) $P_R = i_s \cdot U_R = R \cdot i_0^2 = 1000 \cdot (0{,}024)^2$ W

$= 0{,}576$ W

$P_{bat} = U_{bat} \cdot i_0 = 4{,}5 \cdot 1{,}152$

$= 5{,}184$ W

$\frac{P_R}{P_{bat}} = 0{,}11 = 11\%$

Tapene i motstanden blir 0,576 W som tilsvarer 11% av effekten levert til batteriet.