

TET4100 Kretsanalyse

Øving

TET4100 Kretsanalyse – Øving

Institutt: Elkraftteknikk

Dato: 2012.08.14

Ansvar for øving:

Pål Keim Olsen

Forfatteren til kompendium:

Til Kristian Vrana

Bidratt til å lage øvinger og løsninger:

Pål Keim Olsen

Nathalie Holtsmark

Fritz Schimpf

Thomas Fuglseth

Steinar Olsen

Jon Are Suul

Ian Norheim

Erik Hoff

Bjørn Taraldsen

TET4100 Kretsanalyse – Øving

Institutt: Elkraftteknikk

Dato: 2012.08.14

Innholdsfortegnelse

| | |
|-----------|----------------------------|
| 4 | Inndeling |
| 5 | Råd til beregninger |
| 11 | Oppgaver |
| 11 | Øving 1 |
| 14 | Øving 2 |
| 18 | Øving 3 |
| 24 | Øving 4 |
| 30 | Øving 5 |
| 34 | Øving 6 |
| 37 | Øving 7 |
| 42 | Øving 8 |
| 45 | Øving 9 |
| 47 | Øving 10 |
| 50 | Øving 11 |
| 53 | Fasit |

TET4100 Kretsanalyse – Øving

Institutt: Elkraftteknikk

Dato: 2012.08.14

Inndeling

- **Øving 1:** Innføring Kretsanalyse
Oppgave 1-3
- **Øving 2:** RLC-Krets
Oppgave 4-7
- **Øving 3:** Vekselstrømanalyse
Oppgave 8-13
- **Øving 4:** Effekt
Oppgave 14-19
- **Øving 5:** Transformator
Oppgave 20-23
- **Øving 6:** Koblede Induktanser
Oppgave 24-26
- **Øving 7:** Operasjonsforsterker, Signaler og Innføring LaPlace
Oppgave 27-31
- **Øving 8:** LaPlace-Analyse
Oppgave 32-35
- **Øving 9:** Passive Filter
Oppgave 36-38
- **Øving 10:** Aktive Filter
Oppgave 39-41

TET4100 Kretsanalyse – Øving

Institutt: Elkraftteknikk

Dato: 2012.08.14

Råd til beregninger

I. Beregninger og enheter

- Utfør beregninger med parametere, ikke med tallverdier (altså algebraisk)

$$R_1 = 10 \Omega \quad R_2 = 20 \Omega \quad V_{inn} = 10 V \quad \rightarrow \quad V_{ut} = V_{inn} \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2} = 6,66 V$$

- Bruk alltid enheter, også i mellomregninger.

$$V_{ut} = V_{inn} \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2} = 10 V \cdot \frac{20 \Omega}{10 \Omega + 20 \Omega} = 6,66 V$$

- Vær nøye med indeks på spenninger og strømmer

$$v_L = L \frac{di_L}{dt} \quad i_C = C \frac{dv_C}{dt} \quad v_R = R i_R$$

- Reaktans X er reell og har ingen imaginær „j“, og den har enheten Ω

$$X_L = \omega_f \cdot L = 100 \pi \frac{\text{rad}}{s} \cdot 50 \text{ mH} = 15,71 \Omega$$

- Reaktansen til en kondensator/kapasitanse er negativ

$$X_C = -\frac{1}{\omega_f \cdot C} = -\frac{1}{100 \pi \frac{\text{rad}}{s} \cdot 600 \mu F} = -5,31 \Omega$$

- Frekvenser har enheten Hz

Radiell frekvens/vinkelhastighet har enheten rad/s (eller 1/s)

$$\omega_f = 2 \pi f_f = 2 \pi 50 \text{ Hz} = 314,16 \frac{\text{rad}}{s}$$

- Tiden har enhet s

$$f_f = 50 \text{ Hz} \quad \rightarrow \quad T_f = 20 \text{ ms}$$

- Argumentet til en trigonometrisk funksjon el.l. (e^x , \sin , \cos ,...) skal være uten enhet, eller ha enheten rad (som ikke er en fysisk enhet)

$$e^{4,3} \quad \sin\left(314 \frac{\text{rad}}{s} \cdot 3 \text{ ms}\right)$$

- Hold styr på verdier og enheter i ligninger

$$v_{ut}(t) = 10,4 V \cdot e^{-120 \frac{\text{rad}}{s} t} \cdot \sin\left(300 \frac{\text{rad}}{s} t\right)$$

- 10,4 V er spenningens amplitude

- 120 rad/s er dempingskoeffisienten

- 300 rad/s er vinkelhastighet (radiell frekvens)

- Det er lurt å skrive tidssignaler med parametere

$$V_{ut} = 10,4 V \quad \alpha = 120 \frac{\text{rad}}{s} \quad \omega_d = 300 \frac{\text{rad}}{s} \quad v_{ut}(t) = V_{ut} \cdot e^{-\alpha t} \cdot \sin(\omega_d t)$$

TET4100 Kretsanalyse – Øving

Institutt: Elkraftteknikk

Dato: 2012.08.14

II. Vinkler, komplekse tall og effekt

- Vinkler bør skrives med enheten rad, for kompatibilitet med vinkelhastighet. Grader kan brukes, men pass på å holde tunga rett i munnen, siden feil enkelt kan oppstå. (Husk også på å kontrollere innstilling på kalkulator)

$$\sin(\omega_f t + \phi) = \sin\left(314,16 \frac{\text{rad}}{\text{s}} t + \frac{\pi}{3} \text{rad}\right)$$

- Den komplekse effekten S er (naturligvis) kompleks, og har enheten VA. Alle komplekse verdier skal skrives på en av to følgende måter:

$$S = 4530 \text{ VA} \angle \frac{\pi}{6} \text{ rad} \quad \text{or} \quad S = (3923 + j 2265) \text{ VA}$$

- Kan også skrives med e-funksjon, men pass da på å ikke blande den med e-funksjonen som beskriver dempingen av et signal

$$S = 4530 \text{ VA} \cdot e^{j \frac{\pi}{6} \text{ rad}}$$

- Den tilsynelatende effekten $|S|$ er en absoluttverdi (ikke kompleks) og har enheten VA
 $|S| = 4530 \text{ VA}$

- Den aktive effekten P er reell og har enheten W

$$P = \Re(S) = \Re\left(4530 \text{ VA} \angle \frac{\pi}{6} \text{ rad}\right) = 3923 \text{ W}$$

- Den reaktive effekten Q er reell og har enheten VAr

$$Q = \Im(S) = \Im\left(4530 \text{ VA} \angle \frac{\pi}{6} \text{ rad}\right) = 2265 \text{ VAr}$$

- Forbrukt effekt er definert positiv (motstand og spole)

$$P_R = 10 \text{ W} \quad Q_L = 10 \text{ VAr}$$

- Produsert effekt er definert negativ (kilde og kondensator)

$$P_S = -10 \text{ W} \quad Q_C = -10 \text{ VAr}$$

- Kilder kan produsere eller forbruke reaktiv effekt.
Hvis kretsen har flere kilder, er det også mulig at kilder forbruker aktiv effekt.

- Summen av effekt til alle komponenter må alltid bli 0.

TET4100 Kretsanalyse – Øving

Institutt: Elkraftteknikk

Dato: 2012.08.14

III. Integrasjon

- Ta alltid med integrasjonskonstanten, selv om den ofte er 0

$$\int f(x) dx = F(x) + C$$

- Hvis et tidsintegral går fra 0 til t, er t integralgrensen

Derfor kan ikke integrasjonsvariabelen også være t

I slike tilfeller er det vanlig å bruke integrasjonsvariabelen τ

Dette sikrer at man unngår å blande integrasjonsgrenser og –variable

$$\int_0^t v_{inn}(\tau) d\tau$$

- Integrasjon i tidsplanet gir s som tilleggsenhet

$$f(t)=3 \quad [] \quad \rightarrow \quad F(t)=\int f(t) dt = \int 3 dt = 3 \cdot t + C \quad [s]$$

TET4100 Kretsanalyse – Øving

Institutt: Elkraftteknikk

Dato: 2012.08.14

IV. Laplacetransformasjon

- Laplace transformasjon er et tidsintegral, og legger til enheten s

$$i_1(t) = I_1 \quad [A] \quad \rightarrow \quad I_1(s) = \int_0^{\infty} e^{-st} i_1(t) dt = \int_0^{\infty} e^{-st} I_1 dt = \left[-I_1 \frac{1}{s} e^{-st} \right]_0^{\infty} = I_1 \frac{1}{s} \quad [As]$$

- Invers Laplace transformasjon trekker fra enheten s igjen

$$I_1(s) = I_1 \cdot \frac{1}{s} \quad [As] \quad \rightarrow \quad i_1(t) = I_1 \cdot u(t) \quad [A]$$

- Transferfunksjoner må ha korrekt enhet

Hvis ikke er det et tydelig hint om at det er en feil et sted

I mange tilfeller innebærer dette ingen enhet

$$H(s) = \frac{V_{ut}(s)}{V_{inn}(s)} \quad \left[\frac{Vs}{Vs} = () \right] \quad H(s) = \frac{V_{ut}(s)}{I_{inn}(s)} \quad \left[\frac{Vs}{As} = \Omega \right]$$

- Laplace variabelen s (kompleks frekvens) har enheten rad/s (eller 1/s)

$$t_1 = 5s \quad s_1 = 250 \frac{rad}{s} \quad I(s) = 3A \cdot \frac{1}{s} \quad [As] \quad \frac{di_L(t)}{dt} = 3 \frac{A}{s} \quad \left[\frac{A}{s} \right]$$

- Pass på å ikke blande, da den doble meningen av "s" kan lede til forvirring

$$f(t) = u(t-2s) \quad F(s) = \frac{1}{s} \cdot e^{-2s \cdot s} \neq \frac{1}{s} \cdot e^{-2s^2}$$

- For å unngå dette problemet hjelper det å introdusere tidskonstanter

$$\tau = 2s \quad f(t) = u(t-\tau) \quad F(s) = \frac{1}{s} \cdot e^{-\tau \cdot s}$$

- Skriv Laplacefunksjoner til spenning eller strøm på følgende måte:

Den første delen har enhet V eller A, den andre delen har enhet s.

$$I_R(s) = \frac{V_s}{R} \cdot \frac{s^2 + \frac{1}{LC}}{s \left(s^2 + s \frac{1}{RC} + \frac{1}{LC} \right)} \quad [A \cdot s]$$

- Skriv transferfunksjoner på følgende måte:

Den første delen har enhet Ω , S eller ingen enhet, den andre delen har ingen enhet.

$$H(s) = \frac{I_R(s)}{V_s(s)} \quad \left[\frac{As}{Vs} = S \right] = \frac{1}{R} \cdot \frac{s^2 + \frac{1}{LC}}{s^2 + s \frac{1}{RC} + \frac{1}{LC}} \quad [S \cdot () = S]$$

- Når invers Laplacetransformasjon anvendes, ikke glem u(t)

$$V_s(s) = V_s \cdot \frac{1}{s + \omega_0} \quad \rightarrow \quad v_s(t) = V_s \cdot e^{-\omega_0 t} \cdot u(t)$$

- Det er også mulig å løse dette ved å spesifisere for hvilken tid uttrykket er gyldig

$$V_s(s) = V_s \cdot \frac{1}{s + \omega_0} \quad \rightarrow \quad v_s(t) = V_s \cdot e^{-\omega_0 t} \quad t \geq 0$$

TET4100 Kretsanalyse – Øving

Institutt: Elkraftteknikk

Dato: 2012.08.14

V. Generelle råd

- Resultatet bør alltid vurderes: Er det realistisk?

$$V_{inn} = 10\text{ V} \rightarrow V_{ut} = 50\text{ kV} \rightarrow ???$$

- Ledd som adderes må alltid ha samme enhet

$$3 + 5 = 8 \quad 3\text{ V} + 5\Omega = ???$$

- Dette er også relevant for transferfunksjoner

$$H(s) = \frac{s}{s + \frac{1}{R}} = \frac{\left[\frac{\text{rad}}{s} \right]}{\left[\frac{\text{rad}}{s} \right] + \left[\frac{1}{\Omega} \right]} \rightarrow ???$$

- Parametere må ha indeks for å vise forskjell fra variabler

$$v_{inn}(t) = V_{inn} \cdot \sin(\omega_f t + \phi_{inn}) \quad t = \text{variabel} \quad \omega_f = \text{parameter}$$

$$H(j\omega) = \frac{j\omega}{j\omega + \frac{1}{t_c}} \quad \omega = \text{variabel} \quad t_c = \text{parameter}$$

- Alle grafer skal ha benevnning og verdier langs aksene

$$X\text{-axis: } t[\text{ms}] \quad Y\text{-axis: } V_{inn}[\text{kV}]$$

- Skaler grafene fornuftig

$$V = 230\text{ V} \rightarrow \text{scale} \approx \frac{50\text{ V}}{1\text{ cm}}$$

- Definer nye parametere for å forenkle uttrykk

$$\mathbf{I} = \frac{\mathbf{V}}{R \parallel jX_L} \rightarrow Z_p = R \parallel jX_L = \frac{R}{1 + \left(\frac{R}{X_L}\right)^2} + j \frac{X_L}{1 + \left(\frac{X_L}{R}\right)^2} \rightarrow \mathbf{I} = \frac{\mathbf{V}}{Z_p}$$

- Bruk PSIM for å sjekke svar

TET4100 Kretsanalyse – Øving

Institutt: Elkraftteknikk

Dato: 2012.08.14

VI. Nomenklatur

- Konstante parametre skrives med store bokstaver.
Verdien kan være DC, AC eller startverdien til en transient.
- I stasjonær vekselstrømanalyse skrives effektivverdien på følgende måte.
 $V_{inn} = 100V$
- I stasjonær vekselstrømanalyse skrives amplitudeverdien med hat.
 $\hat{V}_{inn} = \sqrt{2} V_{inn}$
- Den fundamentale frekvensen til en krets eller en kilde skrives:
 $\omega_f = 2\pi f_f$
- Tidsfunksjoner skrives med liten bokstav og med (t).
 $v_{inn}(t) = V_{inn} \sin(\omega_f t)$
- LaPlacefunksjoner skrives med stor bokstav og med (s).
Uten (s) ser frekvensfunksjonen akkurat ut som en parameter.
 $V_{inn}(s) = V_{inn} \frac{\omega_f}{\omega_f^2 + s^2}$
- ω uten index brukes bare som variabel til frekvensfunksjoner
 $H(j\omega) = \frac{\omega_f}{\omega_f^2 - \omega^2}$
- Komplekse visere skrives med stor bokstav og uthevet skrift.
 $\mathbf{V}_{inn} = V_{inn} \angle 0$
- Bruk alltid indeks på spenninger.
Uten indeks ser V “Voltage” akkurat ut som V “Volt”.
 $V = 2V \rightarrow ??? \quad V_{inn} = 2V \rightarrow :-)$
- Knekkfrekvensen til et filter skrives:
 ω_c
- Midtfrekvensen til et båndpass eller båndstopp filter skrives:
 ω_0

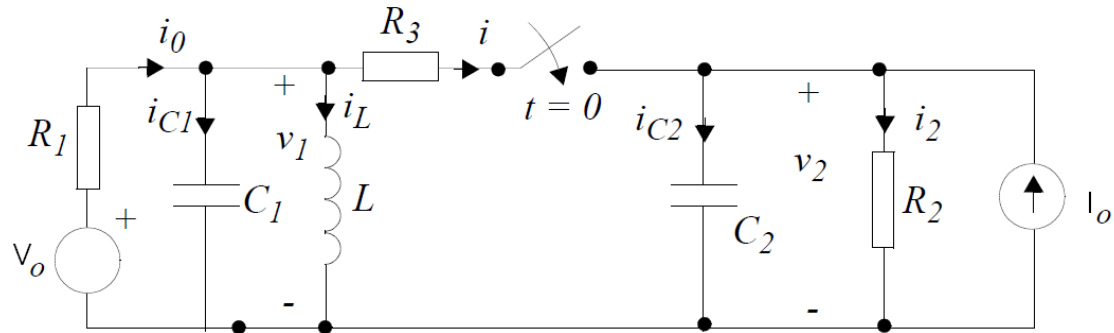
TET4100 Kretsanalyse – Øving

Institutt: Elkraftteknikk

Dato: 2012.08.14

Øving 1

1) Innføring Kretsanalyse 1.A



$$V_o = 100\text{ V} \quad I_o = 1\text{ A} \quad R_1 = R_2 = R_3 = 50\ \Omega \quad C_1 = C_2 = 100\ \mu\text{ F} \quad L = 2\text{ H}$$

Kretsen er i stasjonær tilstand, med bryteren åpen, før $t=0$.

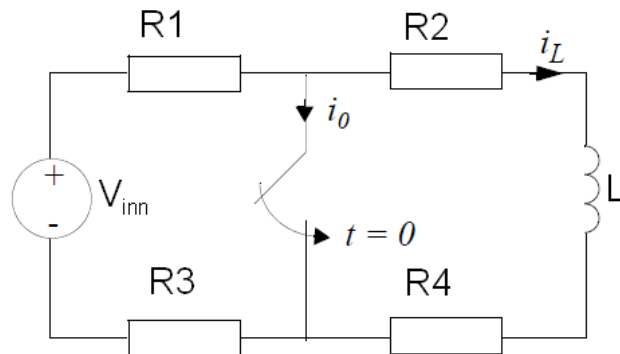
- 1.1) Bestem verdier på de angitte strømmene og spenningene ved $t=0^-$.
- 1.2) Bestem verdier på de angitte strømmene og spenningene ved $t=0^+$.
- 1.3) Bestem verdier på de angitte strømmene og spenningene ved $t=\infty$.

TET4100 Kretsanalyse – Øving

Institutt: Elkraftteknikk

Dato: 2012.08.14

2) Innføring Kretsanalyse 1.B



$$R_1 = 2\Omega \quad R_2 = 4\Omega \quad R_3 = 8\Omega \quad R_4 = 6\Omega \quad L = 5\text{ mH} \quad V_{inn} = 36\text{ V}$$

Bryteren har vært åpen i lang tid. Ved tiden $t=0$ blir den lukket.

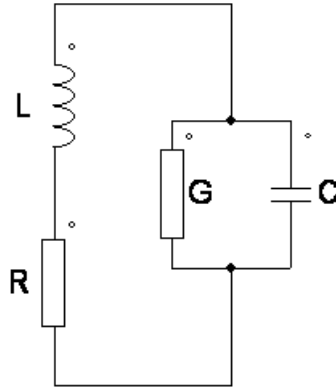
- 2.1) Bestem $i_L(0^-)$, $i_L(0^+)$ og $i_L(\infty)$.
- 2.2) Bestem $i_0(t)$ for $t \geq 0^+$.
- 2.3) Hvor lang tid (t_1) tar det fra bryteren lukkes til $i_0(t_1) = 3,2\text{ A}$?

TET4100 Kretsanalyse – Øving

Institutt: Elkraftteknikk

Dato: 2012.08.14

3) Innføring Kretsanalyse 1.C



Motstand $R[\Omega]$, motstand $G[S=\Omega^{-1}]$, spole $L[H]$ og kondensator $C[F]$ er parametre.

3.1) Finn den karakteristiske ligningen til kretsen.

3.2) Finn røttene i den karakteristiske ligningen.

3.3) Hvordan blir ligningen og røttene, om vi setter $R=0$?

Hva slags krets er dette?

Hva er betingelsen for over-, under- og kritisk demping?

3.4) Hvordan blir ligningen og røttene, om vi setter $G=0$?

Hva slags krets er dette?

Hva er betingelsen for over-, under- og kritisk demping?

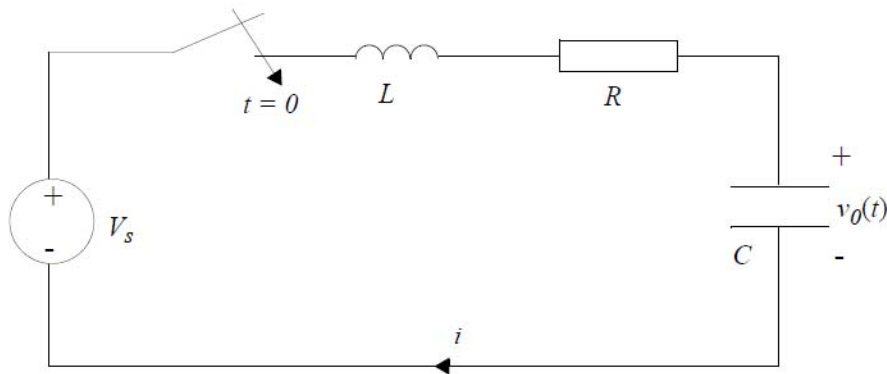
TET4100 Kretsanalyse – Øving

Institutt: Elkraftteknikk

Dato: 2012.08.14

Øving 2

4) RLC-Krets 2.A



$$V_s = 80 \text{ V} \quad L = 1 \text{ H} \quad R = 8 \text{ k}\Omega \quad C = 50 \text{ nF}$$

Den initielle energien i kretsen er null, dvs. at verken spolen eller kondensatoren har lagret elektromagnetisk energi før bryteren legges inn. Ved tiden $t=0$ lukkes bryteren.

4.1) Finn $v_0(t)$ for $t \geq 0^+$.

4.2) I hvilket tidspunkt t_{max} når $v_0(t)$ sin maksimale amplitude?

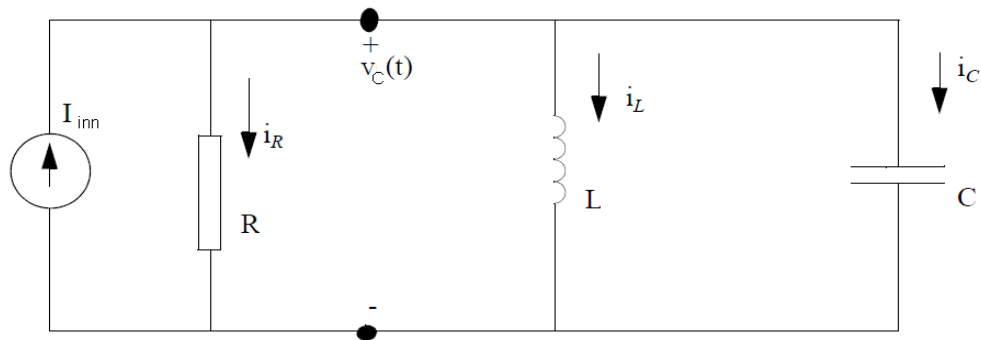
Hva er den maksimale amplituden $v_0(t_{max})$?

TET4100 Kretsanalyse – Øving

Institutt: Elkraftteknikk

Dato: 2012.08.14

5) RLC-Krets 2.B



$$I_{inn} = 60 \text{ mA} \quad i_L(0) = -45 \text{ mA} \quad v_C(0) = 15 \text{ V} \quad R = 250 \Omega \quad L = 50 \text{ mH} \quad C = 200 \text{ nF}$$

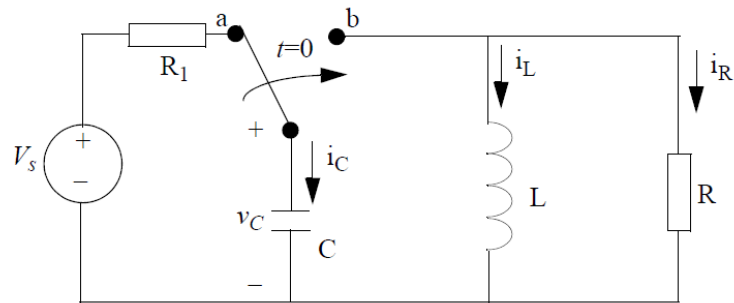
- 5.1) Finn $i_R(t)$ for $t \geq 0$.
- 5.2) Finn $i_C(t)$ for $t \geq 0$.
- 5.3) Finn $i_L(t)$ for $t \geq 0$.
- 5.4) I hvilket tidspunkt t_{max} når $v_C(t)$ sin maksimale amplitude?
Hva er den maksimale amplituden $v_C(t_{max})$?

TET4100 Kretsanalyse – Øving

Institutt: Elkraftteknikk

Dato: 2012.08.14

6) RLC-Krets 2.C



$$V_s = 100\text{ V} \quad R_1 = 20\ \Omega \quad R = 50\ \Omega \quad L = 31,25\text{ mH} \quad C = 2\ \mu\text{F}$$

Før $t=0^-$ har bryteren stått i posisjon a i lang tid og vi har stasjonære forhold i kretsen. Ved tiden $t=0$ slår bryteren over i posisjon b .

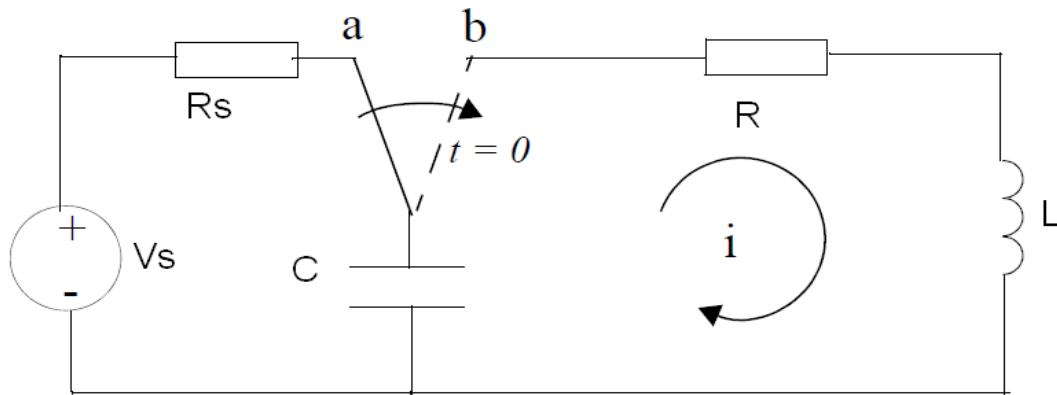
- 6.1)** Finn $v_C(t=0^-)$ $i_C(t=0^-)$ $i_L(t=0^-)$ $i_R(t=0^-)$. Begrunn svarene.
- 6.2)** Finn $v_C(t=0^+)$ $i_C(t=0^+)$ $i_L(t=0^+)$ $i_R(t=0^+)$. Begrunn svarene.
- 6.3)** Finn $v_C(t)$ for $t > 0$.
- 6.4)** I hvilket tidspunkt t_{min} når $v_C(t)$ sin minimale amplitude?
Hva er den minimale verdien $v_C(t_{min})$?

TET4100 Kretsanalyse – Øving

Institutt: Elkraftteknikk

Dato: 2012.08.14

7) RLC-Krets 2.D



$$V_s = 30 \text{ V} \quad R_s = 3,3 \text{ k}\Omega \quad C = 2 \mu\text{F} \quad R = 60 \Omega \quad L = 5 \text{ mH}$$

Bryteren har stått i posisjon a i lang tid. Ved $t=0$ slår bryteren over i posisjon b .

7.1) Finn tidsforløpet til $i(t)$, $v_C(t)$ og $v_L(t)$ for $t > 0$.

(Sjekk svaret ved å kontrollere spenningen i den høyre sløyfen)

7.2) Hva må vi endre induktansen til L_{krit} for at systemet skal bli kritisk dempet?

7.3) Hva blir tidsforløpet $i_{krit}(t)$ i såfall?

TET4100 Kretsanalyse – Øving

Institutt: Elkraftteknikk

Dato: 2012.08.14

Øving 3

8) Vekselstrømanalyse 3.A

En spenningskilde gir ut en cosinusformet vekselspenning $v_s(t)$ med en amplitude på

$\hat{V}_s=90\text{V}$, og en fundamental frekvens på $f_f=80\text{Hz}$.

Spenningen i $t=0$ er $v_s(t=0)=\frac{\hat{V}_s}{2}$ og stigende.

8.1) Skriv et uttrykk for spenningssignalet.

8.2) Hva er effektivverdien til spenningen?

8.3) Hva er periodetiden T_f til signalet?

8.4) I hvilket tidspunkt t_1 etter $t=0$ når spenningen første gang et nivå på

$$v_s(t_1)=\hat{V}_s \text{ ?}$$

8.5) Hva er fasevinkelen $\phi(t_2)$ ved $t_2=5\text{ms}$?

TET4100 Kretsanalyse – Øving

Institutt: Elkraftteknikk

Dato: 2012.08.14

9) Vekselstrømanalyse 3.B

$$v(t) = V_1 \cdot \cos(\omega t + \phi_1) + V_2 \cdot \sin(\omega t + \phi_2)$$

9.1) Skriv uttrykket for spenningen på viserform.

TET4100 Kretsanalyse – Øving

Institutt: Elkraftteknikk

Dato: 2012.08.14

10) Vekselstrømanalyse III.C

Vi har 4 elektriske komponenter, motstand α og β , spole γ og kondensator δ

α er oppgitt som resistans $R[\Omega]$

β er oppgitt som konduktans $G\left[S=\frac{1}{\Omega}\right]$

γ er oppgitt som induktans $L[H=\Omega s]$

δ er oppgitt som kapasitans $C\left[F=\frac{s}{\Omega}\right]$

Vinkelfrekvensen er oppgitt som $\omega_f\left[\frac{rad}{s}\right]$

10.1) Finn algebraisk uttrykk for:

- Resistans R_β
- Reaktans X_γ X_δ
- Konduktans G_α
- Susceptans B_γ B_δ
- Impedans Z_α Z_β Z_γ Z_δ
- Admitans Y_α Y_β Y_γ Y_δ

10.2) Komponentene er koblet i serie

Finn algebraisk uttrykk for: R_{ser} X_{ser} Z_{ser} G_{ser} B_{ser} Y_{ser}

10.3) Komponentene er koblet parallel.

Finn algebraisk uttrykk for: G_{par} B_{par} Y_{par} R_{par} X_{par} Z_{par}

$$R_\alpha = 5\Omega \quad G_\beta = 0,25 S \quad L_\gamma = 20 mH \quad C_\delta = 4 mF \quad \omega_f = 100 \frac{rad}{s}$$

10.4) Finn tallsvar med korrekt fortegn og enhet til alle uttrykk.

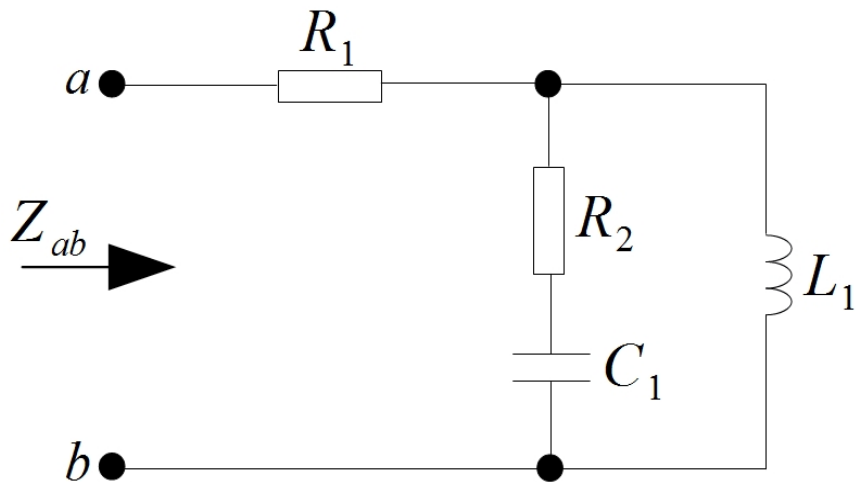
10.5) Hvilken verdier blir negative? Hvilken verdier har negative vinkel?

TET4100 Kretsanalyse – Øving

Institutt: Elkraftteknikk

Dato: 2012.08.14

11) Vekselstrømanalyse 3.D



$$\omega_f = 5 \cdot 10^3 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

$$R_1 = 4 \Omega \quad R_2 = 10 \Omega$$

$$C_1 = 10 \mu F \quad L_1 = 4 \text{ mH}$$

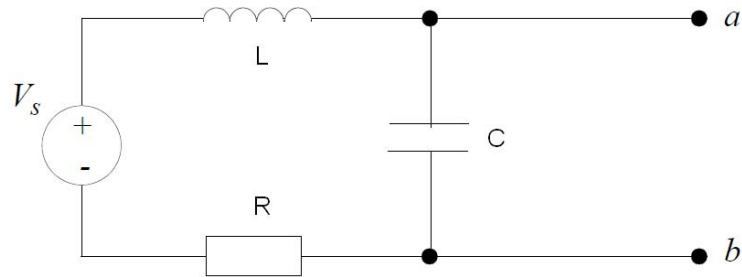
11.1) Finn impedansen Z_{ab} mellom terminalene a og b (polar og kartesisk form).

TET4100 Kretsanalyse – Øving

Institutt: Elkraftteknikk

Dato: 2012.08.14

12) Vekselstrømanalyse 3.E



$$V_s = 50\text{ V} \angle 0 \quad R = 25\,\Omega \quad X_L = 30\,\Omega \quad X_C = -12\,\Omega$$

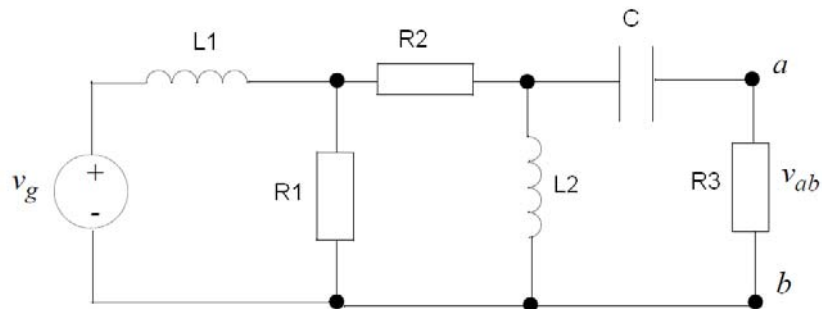
12.1) Finn Theveninekvivalenten for kretsen.

TET4100 Kretsanalyse – Øving

Institutt: Elkraftteknikk

Dato: 2012.08.14

13) Vekselstrømanalyse 3.F



$$v_g(t) = \hat{V}_g \cdot \cos(\omega_f t + \phi_g) \quad \hat{V}_g = 40 \text{ V} \quad \omega_f = 200 \frac{\text{rad}}{\text{s}} \quad \phi_g = -\frac{\pi}{3} \text{ rad}$$

$$L_1 = 10 \text{ mH} \quad R_1 = 10 \Omega \quad R_2 = 12 \Omega \quad L_2 = 20 \text{ mH} \quad C = 500 \mu\text{F} \quad R_3 = 20 \Omega$$

13.1) Bruk nodespenningsmetoden til å finne spenningen $v_{ab}(t)$ over lastmotstanden.

TET4100 Kretsanalyse – Øving

Institutt: Elkraftteknikk

Dato: 2012.08.14

Øving 4

14) Effekt 4.A

Spenningen over og strømmen gjennom en komponent er gitt ved:

$$\hat{V}_k = 325 \text{ V} \quad \phi_v = \frac{2\pi}{12} \text{ rad} \quad \hat{I}_k = 12 \text{ A} \quad \phi_i = -\frac{\pi}{12} \text{ rad}$$

$$v_k(t) = \hat{V}_k \cdot \cos(\omega_f t + \phi_v) \quad i_k(t) = \hat{I}_k \cdot \cos(\omega_f t + \phi_i)$$

14.1) Er dette en induktiv eller kapazitiv komponent? Hvordan ser du det?

14.2) Hva er effektfaktoren pf til komponenten?

14.3) Finn kompleks effekt S_k , tilsynelatende effekt $|S_k|$, aktiv effekt P_k og reaktiv effekt Q_k til komponenten.

Presiser om aktiv og reaktiv effekt er forbrukt eller produsert av komponenten.

Nå er situasjonen slik at komponenten forbruker $P'_k = 1500 \text{ W}$ aktiv effekt og produserer $Q'_k = -866 \text{ Var}$ reaktiv effekt.

14.4) Finn kompleks effekt S'_k og tilsynelatende effekt $|S'_k|$ til komponenten.

Spenningen over komponenten er uforandret.

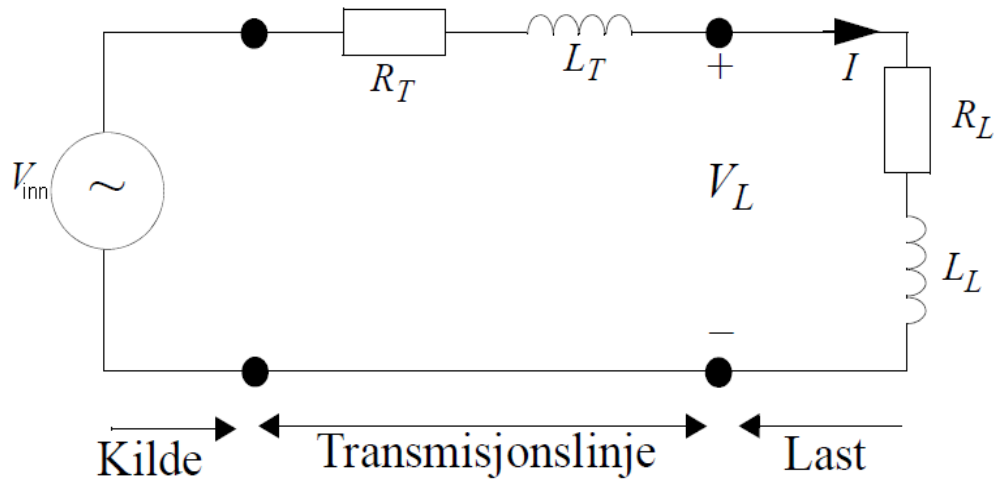
14.5) Finn strømmens amplitude \hat{I}'_k og vinkel ϕ'_i .

TET4100 Kretsanalyse – Øving

Institutt: Elkraftteknikk

Dato: 2012.08.14

15) Effekt 4.B



$$V_{inn} = 230 \text{ V} \quad R_L = 20 \, \Omega \quad R_T = 1 \, \Omega \quad f_f = 50 \text{ Hz} \quad L_L = 300 \text{ mH} \quad L_T = 20 \text{ mH}$$

Alle spenninger og strømmer er effektivverdier.

15.1) Beregn viseren I og $i(t)$.

15.2) Skisser V_{inn} , V_T (spenningen over transmisjonslinjen), V_L (spenningen over lasten), og I i et viserdiagram der V_{inn} velges reell.

15.3) Beregn tilsynelatende-, aktiv- og reaktiv effekt i lasten.

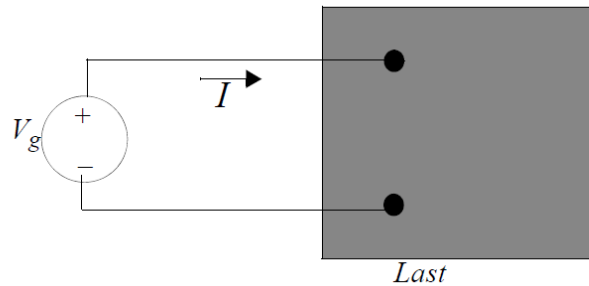
15.4) Beregn effektfaktoren sett fra kilden.

TET4100 Kretsanalyse – Øving

Institutt: Elkraftteknikk

Dato: 2012.08.14

16) Effekt 4.C



Lasten forbruker $P=6\text{ k W}$ aktiv effekt og $Q=4,5\text{ k VAR}$ reaktiv effekt.

$$\mathbf{I} = I_{eff} \angle \phi_i \quad I_{eff} = 35\text{ A} \quad \phi_i = -0,8\text{ rad}$$

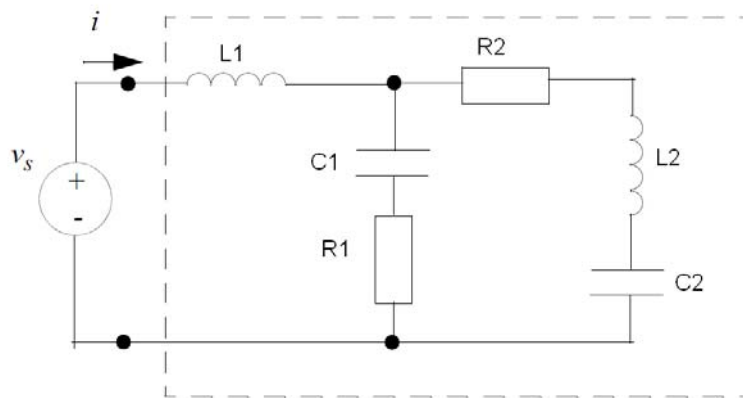
16.1) Finn effektivverdien og fasevinkelen til \mathbf{V}_g .

TET4100 Kretsanalyse – Øving

Institutt: Elkraftteknikk

Dato: 2012.08.14

17) Effekt 4.D



$$v_s(t) = \hat{V}_s \cdot \cos(\omega_f t) \quad \omega_f = 2 \cdot 10^3 \frac{\text{rad}}{\text{s}} \quad \hat{V}_s = 60 \text{ V}$$

$$L_1 = 6 \text{ mH} \quad C_1 = 50 \mu\text{F} \quad R_1 = 20 \Omega \quad R_2 = 12 \Omega \quad L_2 = 8 \text{ mH} \quad C_2 = 20 \mu\text{F}$$

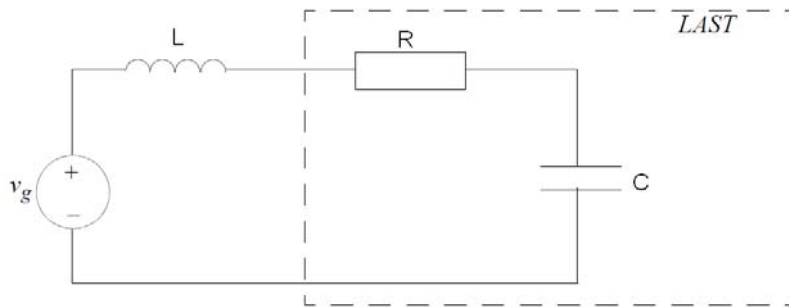
- 17.1)** Finn impedansen i kretsen sett fra spenningskilden.
- 17.2)** Finn strømmen \mathbf{I} som viser og $i(t)$.
- 17.3)** Finn aktiv effekt P og reaktiv effekt Q til kretsen.

TET4100 Kretsanalyse – Øving

Institutt: Elkraftteknikk

Dato: 2012.08.14

18) Effekt 4.E



$$v_g(t) = \hat{V}_g \cdot \cos(\omega_f t) \quad \hat{V}_g = 80 \text{ V} \quad \omega_f = 5 \cdot 10^3 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

$$L = 800 \text{ mH} \quad R = 5 \text{ k}\Omega \quad C = 80 \text{ nF}$$

18.1) Finn den aktive effekten P_{Last} til lasten.

Finn den reaktive effekten Q_{Last} til lasten.

Finn den tilsynelatende effekten $|S_{Last}|$ til lasten.

18.2) Finn den aktive effekten P_L til spolen.

Finn den reaktive effekten Q_L til spolen.

18.3) Finn den aktive effekten P_g til kilden.

Finn den reaktive effekten Q_g til kilden.

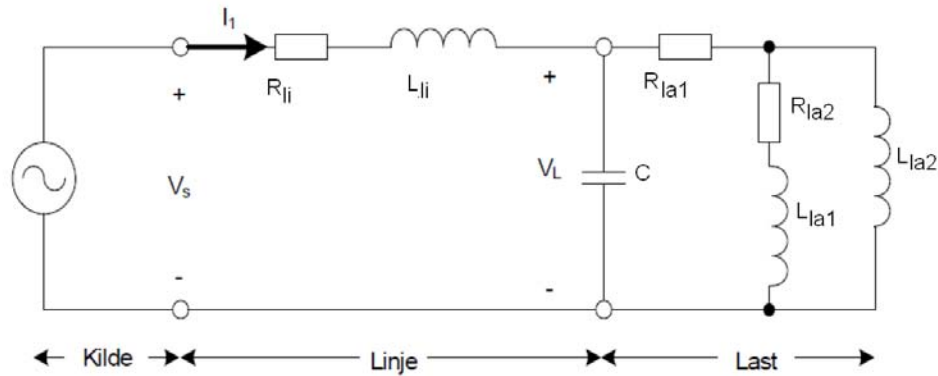
18.4) Sjekk svar via summen over all aktive effekt og reaktive effekt.

TET4100 Kretsanalyse – Øving

Institutt: Elkraftteknikk

Dato: 2012.08.14

19) Effekt 4.F



$$V_s = 300 \text{ V} \quad \mathbf{V}_s = V_s \angle 0 \quad \omega_f = 314 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

$$R_{Li} = 1,2 \Omega \quad X_{Li} = 30 \text{ m}\Omega$$

$$R_{La,1} = 4 \Omega \quad R_{La,2} = 3 \Omega \quad X_{La,1} = 1,4 \Omega \quad X_{La,2} = 16 \Omega$$

Alle strømmer og spenninger er uttrykt ved komplekse størrelser basert på effektivverdier.
Se bort fra kondensator .

19.1) Beregn strømmen I_1 og spennigen V_{La} .

19.2) Bestem aktiv effekt P og reaktiv effekt Q til lasten. Hva blir effektfaktoren (power factor) til lasten? Er lasten induktiv eller kapasitiv? Begrunn svaret.

19.3) Beregn effekttapene i overføringslinja.

Nå blir kondensator C koblet over lastterminalene.

19.4) Bestem kapasitansen C som gjør at vi får fasekompensering av lasten som resulterer i at effektfaktoren blir lik en ($pf = 1.0$) .

19.5) Beregn effekttapet i linja i dette tilfellet.

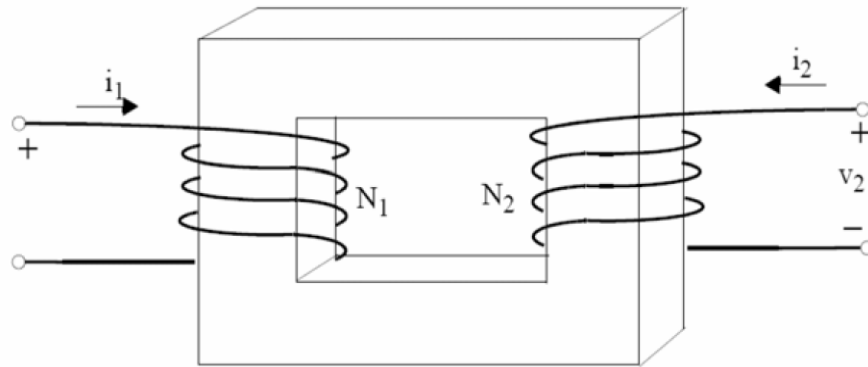
TET4100 Kretsanalyse – Øving

Institutt: Elkraftteknikk

Dato: 2012.08.14

Øving 5

20) Transformator V.A



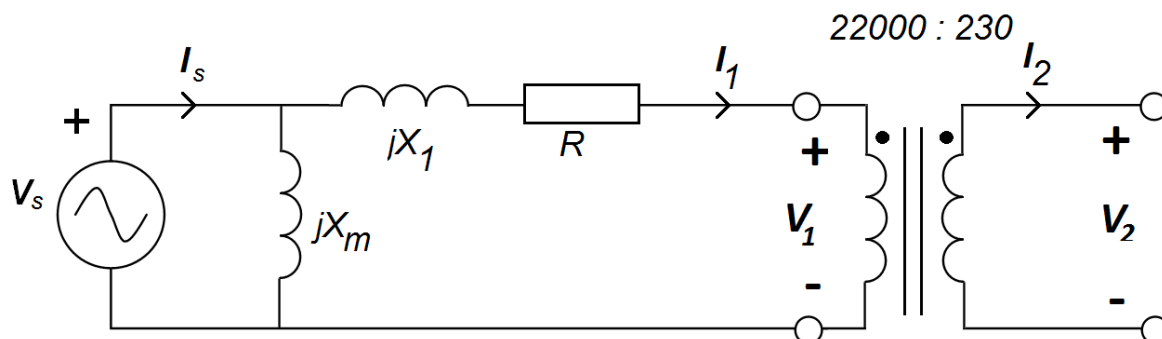
20.1) Bestem to forskjellige prikkmarkeringer for de koblede spolene. Begrunn svaret.

TET4100 Kretsanalyse – Øving

Institutt: Elkraftteknikk

Dato: 2012.08.14

21) Transformator 5.B



Oppgitt: $\frac{V_1}{N_1} = \frac{V_2}{N_2}$ $I_1 \cdot N_1 = I_2 \cdot N_2$ $\frac{N_1}{N_2} = \frac{22000}{230}$

Alle spenninger og strømmer er effektivverdier.

For å finne verdiene på R , X_1 og X_m , blir to målinger utført:

Klemmene på sekundærsida blir kortsluttet $V_2 = 0$.

En spenning $V_s = 2130 \text{ V}$ blir påtrykt.

Strømmen gjennom kortslutningen blir målt til $I_2 = 500 \text{ A}$.

Aktiv effekt levert fra spenningskilden blir målt til $P_s = -2100 \text{ W}$.

(Her ser vi bort fra X_m , dvs $X_m \rightarrow \infty$)

21.1) Hva blir R og X_1 ?

Nå lar vi klemmene over sekundærviklingen stå åpne.

En spenning $V'_s = 22000 \text{ V}$ blir påtrykt.

Strømmen fra spenningskilden blir målt til $I'_s = 0,4 \text{ A}$.

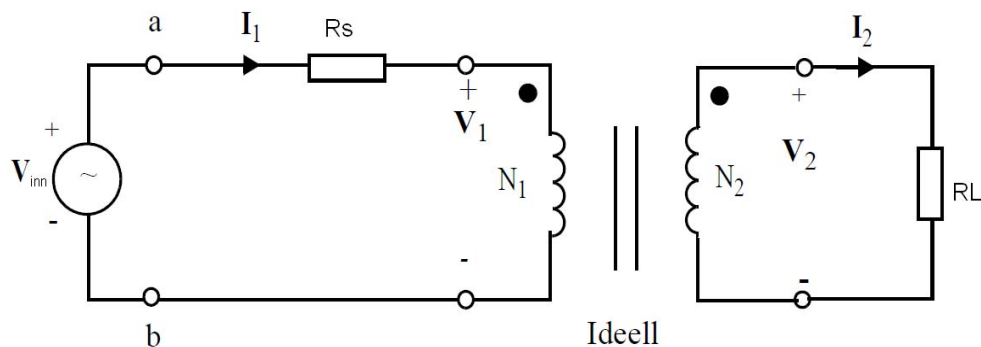
21.2) Hva blir verdien på X_m ?

TET4100 Kretsanalyse – Øving

Institutt: Elkraftteknikk

Dato: 2012.08.14

22) Transformator 5.C



Strømmer og spenninger uttrykkes ved effektivverdier.

Oppgitt: $\frac{V_1}{N_1} = \frac{V_2}{N_2}$ $I_1 \cdot N_1 = I_2 \cdot N_2$ $n = \frac{N_1}{N_2} = 5$

$R_s = 20 \Omega$ $R_L = 40 \Omega$

- 22.1)** Lastspenningen $V_2 = 100V$. Hva blir strømmene i transformatoren, dvs. I_1 og I_2 (effektivverdier og fasevinkler)?
- 22.2)** Regn ut spenningskildens spenning V_{inn} (effektivverdi og fasevinkel).
- 22.3)** Hvor stor aktiv effekt leverer spenningskilden?

Lastmotstanden erstattes nå av en impedans $Z_L = (4 + j3) \Omega$.

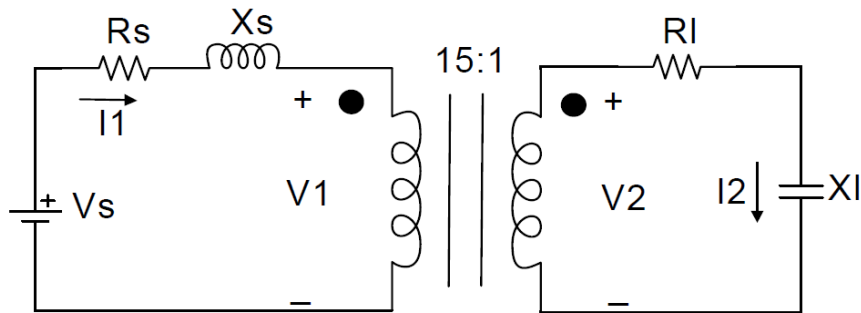
- 22.4)** Hvor stor impedans møter nå spenningskilden ved klemmene $a - b$?
- 22.5)** Med forandret Z_L , hva er forholdet mellom aktiv og reaktiv effekt levert av spenningskilden?

TET4100 Kretsanalyse – Øving

Institutt: Elkraftteknikk

Dato: 2012.08.14

23) Transformator 5.D



$$R_s = 2 \text{ k}\Omega \quad X_s = 4 \text{ k}\Omega \quad R_L = 8 \Omega \quad X_L = -20 \Omega \quad V_s = 20 \text{ kV} \quad n = \frac{N_1}{N_2} = 15$$

- 23.1)** Finn lastimpedansen Z_L' sett fra primærsiden og totalimpedansen Z i kretsen som set fra spenningskilden.
- 23.2)** Finn V_1 , I_1 , V_2 og I_2 .
- 23.3)** Kan vi, ved å justere viklingsforholdet til transformatoren, sørge for at V_s og I_1 kommer i fase med hverandre? Hva blir viklingstallet n^* i så fall?
Hva blir lastimpedansen $Z_L'^*$ sett fra primærsiden?
- 23.4)** Sammenlign forholdet mellom produsert aktiv effekt og aktiv effekt levert til lasten for den opprinnelige kretsen og kretsen med justert viklingsforholdet.
Hva blir virkningen av å endre viklingstallet?

TET4100 Kretsanalyse – Øving

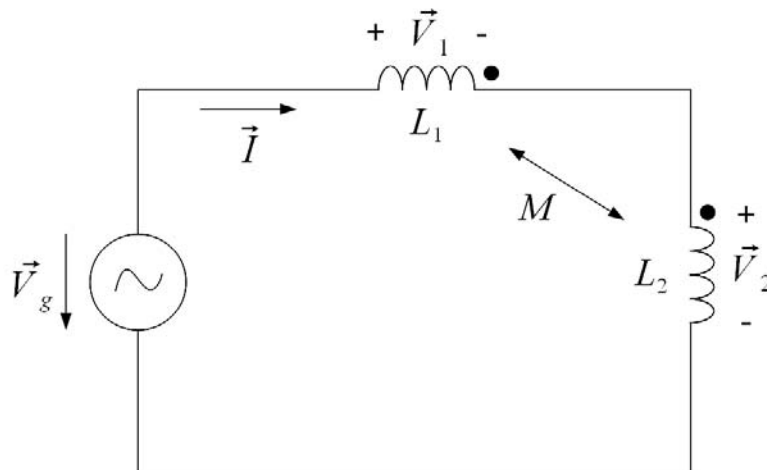
Institutt: Elkraftteknikk

Dato: 2012.08.14

Øving 6

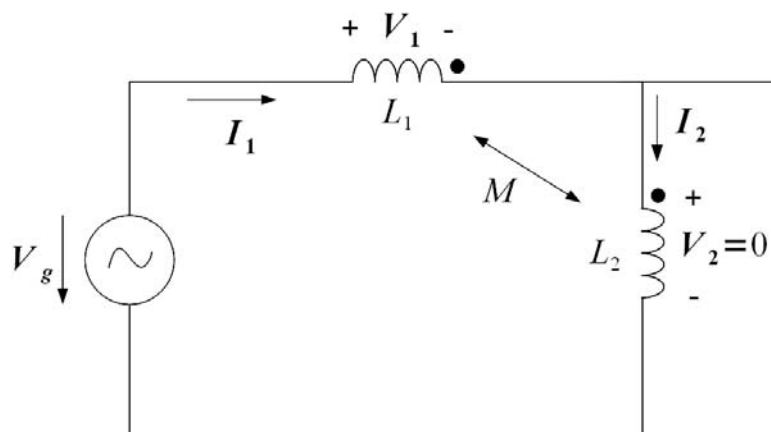
24) Koblede Induktanser 6.A

24.1) Gjengi prikkkonvensjonen.



$$V_g = 100 \text{ V} \angle 0^\circ \quad X_{L_1} = 6 \Omega \quad X_{L_2} = 8 \Omega \quad X_M = 2 \Omega$$

24.2) Finn spenningen over begge spolene.



Spole 2 er nå kortsluttet.

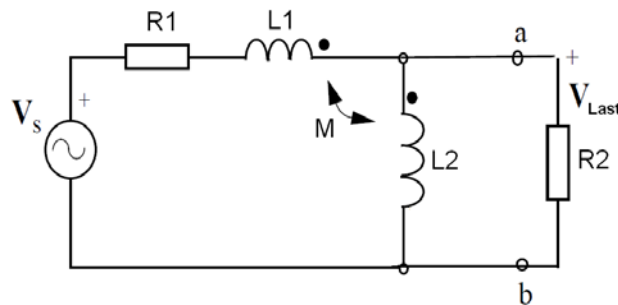
24.3) Finn strømmen gjennom begge spolene.

TET4100 Kretsanalyse – Øving

Institutt: Elkraftteknikk

Dato: 2012.08.14

25) Koblede Induktanser 6.B



Oppgitt: $S = V \cdot I^*$ (Basert på effektivverdier)

$$R_1 = 3 \Omega \quad X_{L_1} = 4 \Omega \quad X_{L_2} = 9 \Omega \quad X_M = 3 \Omega \quad R_2 = 9 \Omega \quad V_s = 180 V$$

- 25.1) Finn V_{Last} .
- 25.2) Finn aktiv effekt P_{Last} levert til lastmotstanden.
- 25.3) Beregn aktiv og reaktiv effekt levert fra kilden.
- 25.4) Beregn den prosentvise andel av den genererte aktive effekten som blir levert til lasten.
- 25.5) Beregn Theveninekvivalenten sett fra klemmene $a - b$.

Lastmotstanden blir erstattet med en variabel impedans Z_{Last} . Impedansen justeres til den verdien som gir maksimal aktiv effekt i lasten.

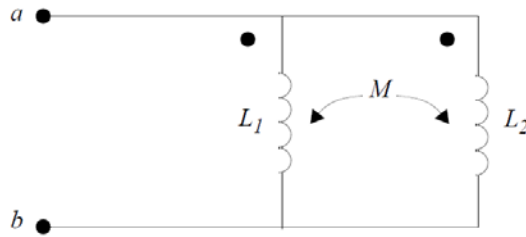
- 25.6) Bestem verdien på Z_{Last} og beregn den maksimale effekten som overføres til lasten.

TET4100 Kretsanalyse – Øving

Institutt: Elkraftteknikk

Dato: 2012.08.14

26) Koblede Induktanser 6.C



26.1) Vis at de to magnetisk koblede spolene kan erstattes med en enkel spole

$$L_{ab} = \frac{L_1 \cdot L_2 - M^2}{L_1 + L_2 - 2 \cdot M}$$

Hva skjer når den gjensidige koblingen $M \rightarrow 0$? Kommenter.

26.2) Vis at dersom den magnetiske polariteten av spole L_2 er motsatt så er

$$L_{ab}' = \frac{L_1 \cdot L_2 - M^2}{L_1 + L_2 + 2 \cdot M}$$

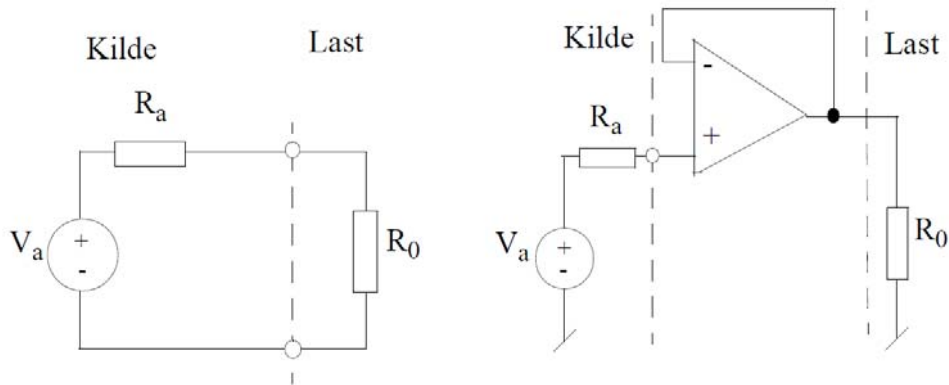
TET4100 Kretsanalyse – Øving

Institutt: Elkraftteknikk

Dato: 2012.08.14

Øving 7

27) Operasjonsforsterker 7.A



$$R_a = 68 \text{ k}\Omega \quad R_0 = 12 \text{ k}\Omega \quad V_a = 480 \text{ mV}$$

Effektoverføringen i de to kretsene skal sammenlignes.

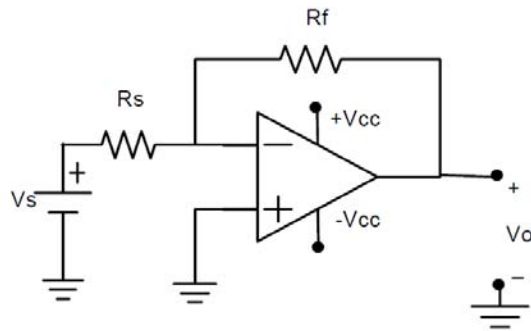
- 27.1) Hvilke egenskaper har en ideell operasjonsforsterker?
- 27.2) Beregn effekten overført til lastmotstanden R_0 for begge kretser.
Hva er forholdet mellom effektene?
- 27.3) Beregn effekten overført til lastmotstanden R_0 om $R_a = 0$ for begge kretser.
Forklar hvilken innvirkning operasjonsforsterkeren har på kretsen.

TET4100 Kretsanalyse – Øving

Institutt: Elkraftteknikk

Dato: 2012.08.14

28) Operasjonsforsterker 7.B



$$R_s = 40 \text{ k}\Omega \quad R_f = 120 \text{ k}\Omega \quad V_{CC} = 10 \text{ V}$$

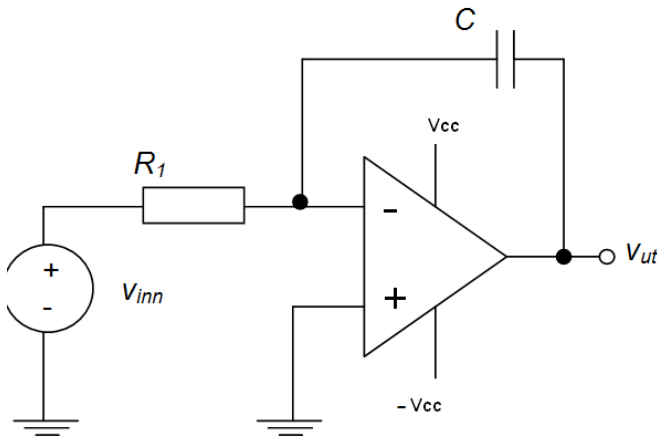
- 28.1)** Finn V_o hvis V_s er hhv 2 V og 4 V .
- 28.2)** Finn begrensningen på V_s når vi ønsker at operasjonsforsterkeren skal holde seg i det lineære arbeidsområdet.
- 28.3)** Hva må vi endre R_f til for å få en forsterkningsfaktor på $K = 5$?
Hva blir da begrensningen på V_s ?

TET4100 Kretsanalyse – Øving

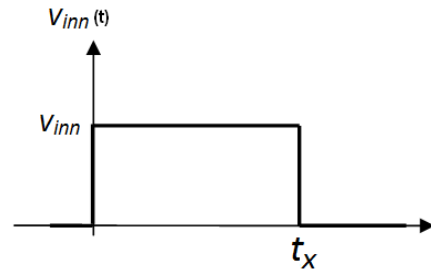
Institutt: Elkraftteknikk

Dato: 2012.08.14

29) Operasjonsforsterker 7.C



a)



b)

$$R_1 = 1 \text{ k}\Omega \quad C = 5 \mu\text{F}$$

Operasjonsforsterkeren er tilknyttet en forsyningsspenning $V_{cc} = \pm 15 \text{ V}$.

$$V_{inn} = 5 \text{ V}$$

Startspenningen over kondensatoren er $v_C(t=0) = 0$.

29.1) Vis at: $v_{ut}(t) = -\frac{1}{R_1 C} \int_0^t v_{inn}(\tau) d\tau$ for en vilkårlig $v_{inn}(\tau)$ så lenge vi ikke har metning.

29.2) Bruk spenningen vist i figur b. Her settes varigheten til $t_x = 10 \text{ ms}$.

Skissér utgangsspenningen v_{ut} som funksjon av tiden for $-5 \text{ ms} < t < 25 \text{ ms}$.

29.3) Nå settes varigheten til $t_x = 20 \text{ ms}$.

Skissér utgangsspenningen $v_{ut}(t)$.

Hvilken verdi vil utgangsspenninga $v_{ut}(t=\infty)$ gå mot etter uendelig lang tid?

TET4100 Kretsanalyse – Øving

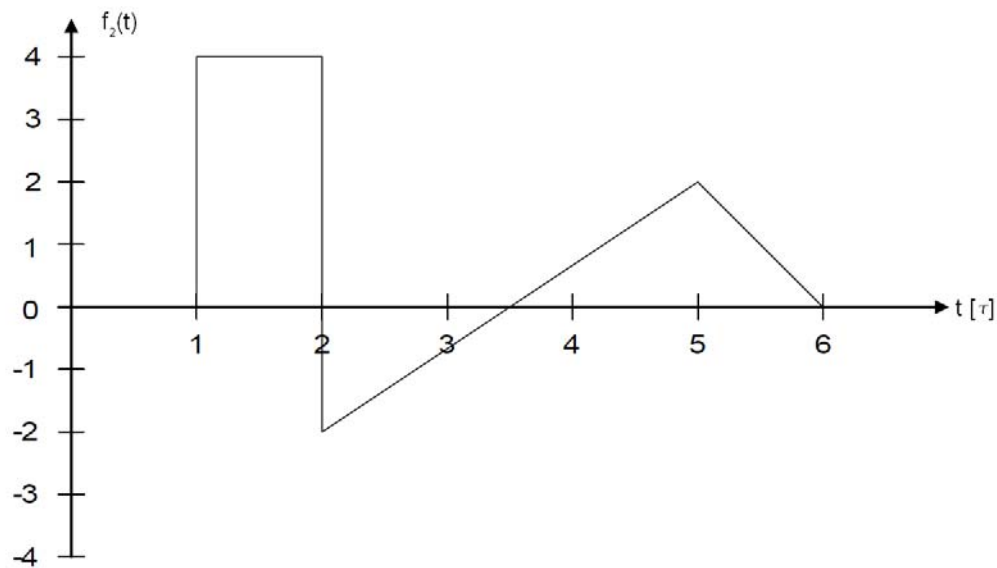
Institutt: Elkraftteknikk

Dato: 2012.08.14

30) Signaler 7.D

$$f_1(t) = 4 \cdot \frac{t}{\tau} \cdot [u(t) - u(t - \tau)] + 4 \cdot [u(t - \tau) - u(t - 4\tau)] + \left(8 - \frac{t}{\tau}\right) \cdot [u(t - 4\tau) - u(t - 8\tau)]$$

30.1) Skisser $f_1(t)$ i tidsplanet.



30.2) Finn et uttrykk for $f_2(t)$.

30.3) Vis at $F_2(s) = (4 \cdot e^{-\tau \cdot s} - 6 \cdot e^{-2\tau \cdot s}) \cdot \frac{1}{s} + \left(\frac{4}{3} \cdot e^{-2\tau \cdot s} - \frac{10}{3} \cdot e^{-5\tau \cdot s} + 2 \cdot e^{-6\tau \cdot s} \right) \cdot \frac{1}{\tau} \cdot \frac{1}{s^2}$

TET4100 Kretsanalyse – Øving

Institutt: Elkraftteknikk

Dato: 2012.08.14

31) Innføring LaPlace 7.E

$$f(t) = \cos(\omega t)$$

31.1) Finn $F(s)$ (beregnet LaPlace-integral av $f(t)$)

Hint: $\cos(x) = \frac{1}{2}(e^{jx} + e^{-jx})$

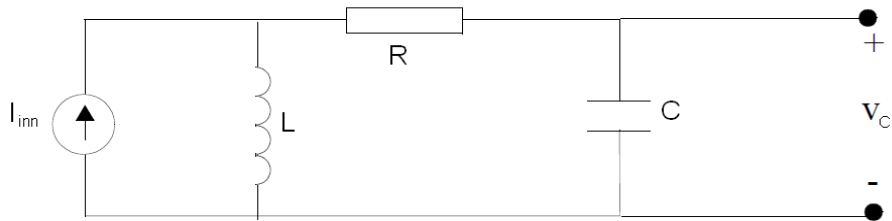
TET4100 Kretsanalyse – Øving

Institutt: Elkraftteknikk

Dato: 2012.08.14

Øving 8

32) LaPlace-Analyse 8.A



I kretsen har strømmen vært slått av i lang tid før vi setter på strømspranget.

$$i_{inn}(t) = I_{inn} \cdot u(t) \quad I_{inn} = 15 \text{ A} \quad L = 1 \text{ H} \quad R = 7 \Omega \quad C = 100 \text{ mF}$$

32.1) Finn $V_C(s)$.

32.2) Finn $v_C(0)$ og $v_C(\infty)$.

32.3) Finn $v_C(t)$.

32.4) I hvilket tidspunkt t_{max} når $v_C(t)$ sin maksimale amplitude?

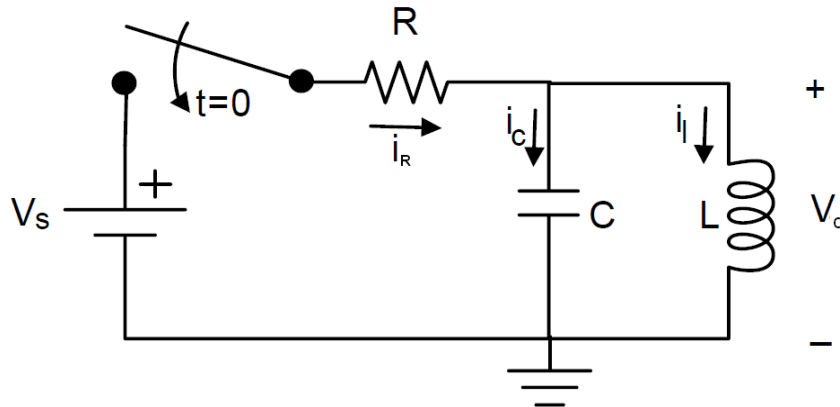
Hva er den maksimale amplituden $v_C(t_{max})$?

TET4100 Kretsanalyse – Øving

Institutt: Elkraftteknikk

Dato: 2012.08.14

33) LaPlace-Analyse 8.B



Bryteren har stått åpen i lang tid. $v_C(0)=0$ $i_L(0)=0$

33.1) Vis at
$$\frac{V_C(s)}{V_s(s)} = \frac{s \frac{1}{RC}}{s^2 + s \frac{1}{RC} + \frac{1}{LC}}$$

33.2) Vis at
$$\frac{I_R(s)}{V_s(s)} = \frac{1}{R} \cdot \frac{s^2 + \frac{1}{LC}}{s^2 + s \frac{1}{RC} + \frac{1}{LC}}$$

Anta at: $R > \frac{1}{2} \sqrt{\frac{L}{C}}$

33.3) Finn $v_C(t)$.

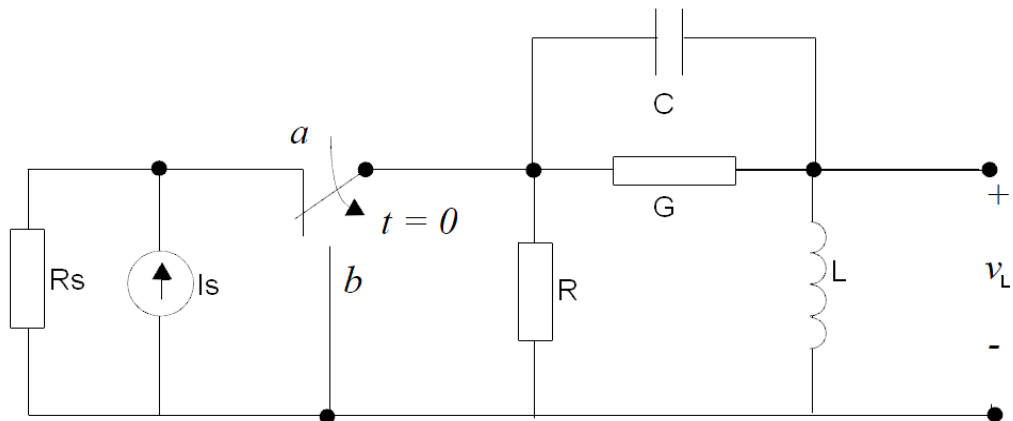
33.4) Finn $i_R(t)$.

TET4100 Kretsanalyse – Øving

Institutt: Elkraftteknikk

Dato: 2012.08.14

34) LaPlace-Analyse 8.C



Bryteren har vært i posisjon a i lang tid når den slås over til posisjon b .

$$R_s = 8 \, \Omega \quad I_s = 9 \, A \quad R = 80 \, \Omega \quad G = 50 \, mS \quad C = 6,25 \, \mu F \quad L = 6,4 \, mH$$

34.1) Finn $V_L(s)$.

34.2) Finn $I_L(s)$.

34.3) Finn $v_L(t)$ for $t > 0$.

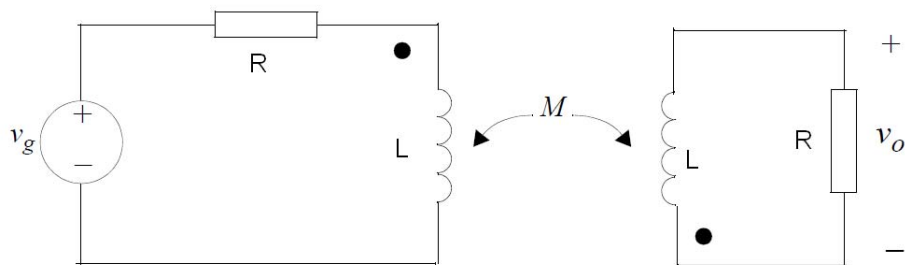
34.4) Finn $i_L(t)$ for $t > 0$.

TET4100 Kretsanalyse – Øving

Institutt: Elkraftteknikk

Dato: 2012.08.14

35) LaPlace-Analyse 8.D



$$R=20\,\Omega \quad L=1,25\,H \quad M=0,75\,H$$

$$v_g(t)=V_g \cdot \cos(\omega_f t) \cdot u(t) \quad V_g=80\,V \quad \omega_f=50\,\frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

35.1) Hva er koblingskoeffisient k mellom de to viklingene?

35.2) Finn $\frac{V_o(s)}{V_g(s)}$.

35.3) Finn $V_o(s)$.

35.4) Finn $v_o(t)$.

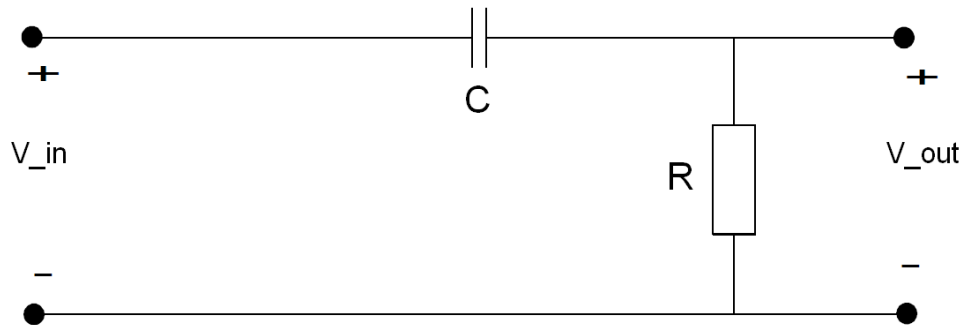
TET4100 Kretsanalyse – Øving

Institutt: Elkraftteknikk

Dato: 2012.08.14

Øving 9

36) Passive Filter 9.A



$$v_C(t=0)=0 \quad .$$

36.1) Finn transferfunksjonen $H(j\omega)$ for filteret.

36.2) Finn et uttrykk for knekk-vinkelfrekvensen ω_C .

$$C=5\text{nF} \quad R=50\text{ k}\Omega$$

36.3) Tegn amplituden og fasen til $H(j\omega)$ med lineær skala på begge akser.

Plassér diagrammene slik at frekvensaksene for de to diagrammene kommer ovenfor hverandre.

36.4) Design et filter av samme type når du får oppgitt at knekk-frekvensen skal være

$$f_C=300\text{Hz} \quad \text{og at du har en kondensator med } C=100\text{ nF} \text{ tilgjengelig.}$$

Det blir koblet inn en lastmotstand, og ved måling finner vi at knekk-frekvensen er nå på $f_C=333\text{ Hz}$.

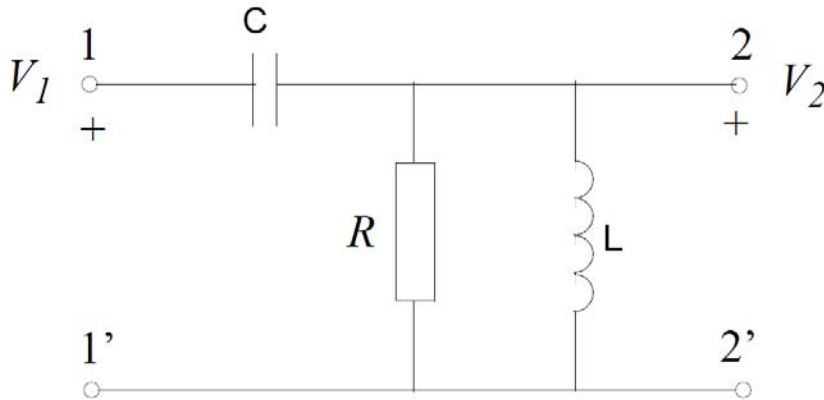
36.5) Hva er verdien på lastmotstanden?

TET4100 Kretsanalyse – Øving

Institutt: Elkraftteknikk

Dato: 2012.08.14

37) Passive Filter 9.B



NB! Der går aldri noen strøm ut av kretsen ved terminal 2–2'.

37.1) Beregn transferfunksjonen $H(s) = \frac{V_2(s)}{V_1(s)}$ for kretsen.

37.2) Sett $\omega_1 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$ og $R = \sqrt{\frac{L}{C}}$ og uttrykk $H(s)$ uten R , L og C .

37.3) Vis plasseringen av poler og nullpunkter i det komplekse plan.

37.4) Finn uttrykket for $H(j\omega)$.

37.5) Skissér $|H(j\omega)|$

Hjelp: Beregn $|H(j\omega)|$ for $\omega = 0, \frac{1}{2}\omega_1, \omega_1, \frac{3}{2}\omega_1, 2\omega_1$ og $3\omega_1$

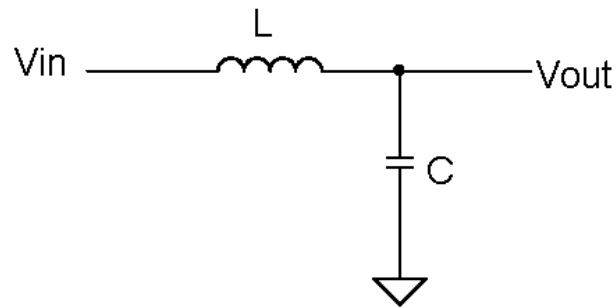
37.6) Hva slags filter representerer kretsen?

TET4100 Kretsanalyse – Øving

Institutt: Elkraftteknikk

Dato: 2012.08.14

38) Passive Filter 9.C



- 38.1) Finn transferfunksjonen $H(j\omega)$.
- 38.2) Hvor stor er amplituden til utgangssignalet ved resonansfrekvensen?
- 38.3) Skisser amplituden og fasen til transferfunksjonen i et Bodediagram.

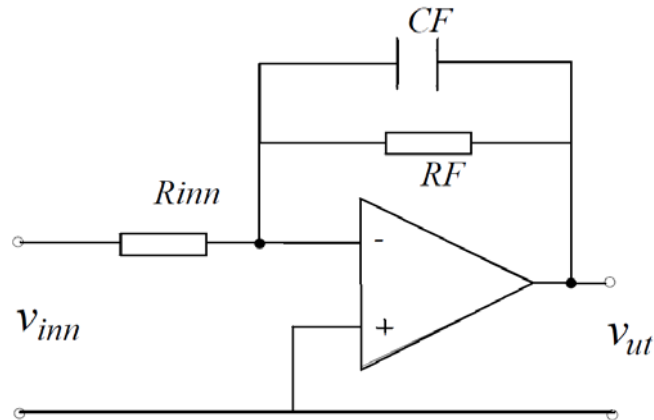
TET4100 Kretsanalyse – Øving

Institutt: Elkraftteknikk

Dato: 2012.08.14

Øving 10

39) Aktive Filter 10.A



Kretsen representerer et LP-filter med forsterkning.

39.1) Bestem sammenhengen mellom utgangssignalets og inngangssignalets amplitude.

39.2) Bestem sammenhengen mellom utgangssignalets og inngangssignalets fasevinkel.

$$R_{inn} = 20 \text{ k}\Omega \quad R_F = 100 \text{ k}\Omega \quad C_F = 100 \text{ pF}$$

$$V_{inn} = 2 \text{ V} \quad \omega_f = 50 \cdot 10^3 \frac{\text{rad}}{\text{s}} \quad \theta_{inn} = 0 \quad v_{inn}(t) = V_{inn} \cdot \sin(\omega_f t + \theta_{inn})$$

39.3) Finn $v_{ut}(t)$.

$$\omega_f \text{ blir satt lavere til } \omega'_f = 2 \cdot 10^3 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

39.4) Finn $v'_{ut}(t)$

Kondensatoren C_F og forsterkningen K forandrer seg ikke.

Vi trenger et filter med $f_c^* = 20 \text{ kHz}$

39.5) Bestemm R_{inn}^* og R_F^* .

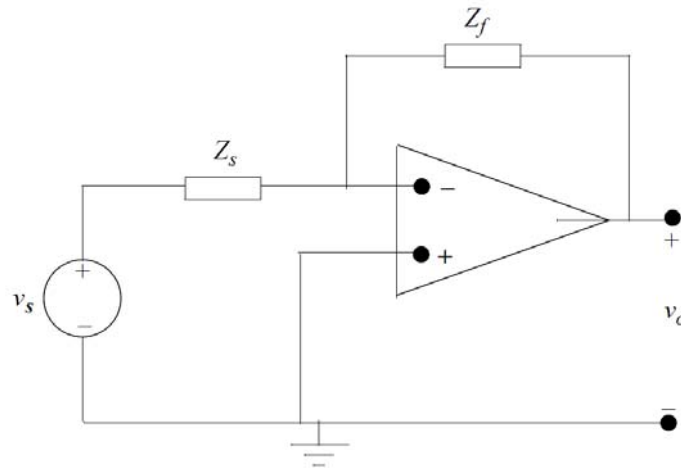
TET4100 Kretsanalyse – Øving

Institutt: Elkraftteknikk

Dato: 2012.08.14

40) Aktive Filter 10.B

40.1) Beskriv de viktigste egenskapene for en ideell operasjonsforsterker.



40.2) Sett opp et generelt uttrykk for V_o som funksjon av V_s .

$$Z_s = R_s + \frac{1}{j\omega C_s} \quad Z_f = R_f$$

40.3) Finn transferfunksjonen $H(s) = \frac{V_o(s)}{V_s(s)}$.

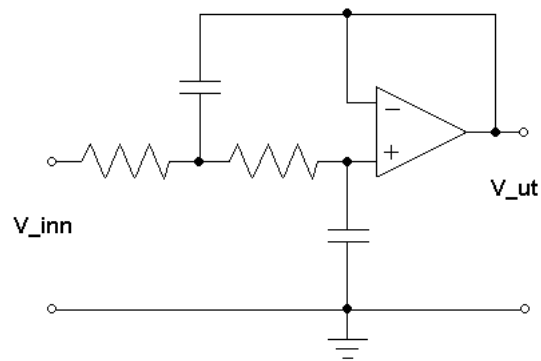
40.4) Hvilken egenskaper har filteret? Begrunn svaret.

TET4100 Kretsanalyse – Øving

Institutt: Elkraftteknikk

Dato: 2012.08.14

41) Aktive Filter 10.C



Begge motstander og begge kondensatorer er like.

41.1) Finn $H(s)$.

41.2) Hva slags filter er dette?

TET4100 Kretsanalyse – Øving

Institutt: Elkraftteknikk

Dato: 2012.08.14

Fasit

Mange oppgaver kan sjekkes med PSIM!!!!

1. *Fasit ikke mulig*
2. $t_1 = 752 \mu s$
3. *Fasit ikke mulig*
4. $v_0(t_{max}) = 80.1494 V$
5. $v_C(t_{max}) = 20,5804 V \quad i_L(100 \mu s) = -6,22 mA$
6. $v_C(t_{min}) = -9,92126 V$
7. $i(100 \mu s) = 295,270 mA \quad v_C(100 \mu s) = 20,329 V \quad v_L(100 \mu s) = 2,613 V$
 $L_{krit} = 1,8 mH \quad i_{Krit}(100 \mu s) = 314,793 mA$
8. $v_s(1 ms) = 76,983 V \quad V_{s,eff} = 63,640 V \quad T_f = 12,5 ms \quad t_1 = 2,083 ms$
 $\phi(t_2) = 1,466 rad$
9. *sei boka*
10. $Z_{ser} = 9,014 \Omega \angle -0,05550 rad \quad Y_{par} = 0,4610 S \angle -0,2187 rad$
11. $Z_{ab} = (44 + j20) \Omega = 48,33 \Omega \angle 0,427 rad$
12. $V_{Th} = 19,477 V \angle -2,195 rad$
13. $v_{ab}(1 ms) = 9,635 V$
14. $pf = 0,707 \quad Q_k = 1378,8 VAR \quad |S'_k| = 1732,0 VA \quad \hat{I}'_k = 10,66 A \quad \phi'_i = \frac{\pi}{3}$
15. $i(1 ms) = 1,573 A \quad V_L = 215,769 V \angle -0,003 rad \quad Q_L = 472,2 VAR \quad pf = 0,20$
16. $V_g = 214,29 V \angle -0,156 rad$
17. $Z = 10,4 \Omega \angle 0,754 rad \quad i(1 ms) = 1,851 A \quad Q = 119,11 VAR$
18. $|S_L| = 656 mVA$
19. $pf_{La} = 0,967 \quad P_{Li} = 1748,6 W \quad P_{Li,Komp} = 1639,2 W$
20. *sei boka*
21. $X_1 = 400,165 \Omega$
22. $P = -255 W \quad \frac{P}{Q} = 1,6$
23. $V_2 = 1,686 kV \angle -1,059 rad \quad \eta = 0,474 \quad \eta^* = 0,444$

TET4100 Kretsanalyse – Øving

Institutt: Elkraftteknikk

Dato: 2012.08.14

24. $V_1 = 40 \text{ V}$ $V_2 = 60 \text{ V}$ $I_1 = -j18.18 \text{ A}$ $I_2 = -j4.55 \text{ A}$

25. $\eta = 40\%$ $P_{L, opt} = 2700 \text{ W}$

26. *sei boka*

27. *sei boka* $\frac{P_2}{P_1} = 44,444$

28. $|V_s| \leq 3,333 \text{ V}$ $R_f' = 200 \text{ k}\Omega$

29. $t_{met} = 15 \text{ ms}$

30. *Skissen er korrekt hvis* $\int_{-\infty}^{+\infty} f_1(t) dt = 22 \tau$

31. *sei boka*

32. $v_0(t_{max}) = 16,2865 \text{ V}$

33. *Hvis* $R = 1 \Omega$ $L = 1 \text{ H}$ $C = 1 \text{ F}$ $V_s = 1 \text{ V}$ *er* $i(1 \text{ s}) = 466,49 \text{ mA}$

34. $v_0(100 \mu\text{s}) = -43,416257 \text{ V}$ $i_L(100 \mu\text{s}) = 1,675580 \text{ A}$

35. $i_L(100 \text{ ms}) = 2,686866 \text{ mA}$

36. $v_0(100 \text{ ms}) = 7,062818 \text{ V}$

37. $\omega_c = 4 \cdot 10^3 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$ $R_{Last} = 48229 \Omega$

38. $s_1 + s_2 + s_3 + s_4 = -\omega_1$ $H(3\omega_1) = \frac{9}{\sqrt{73}}$

39. *sei boka*

40. $v_{ut}(60 \mu\text{s}) = -5,08893 \text{ V}$ $R_{inn}^* = 15915,5 \Omega$

41. *sei boka*

42. *sei boka*