

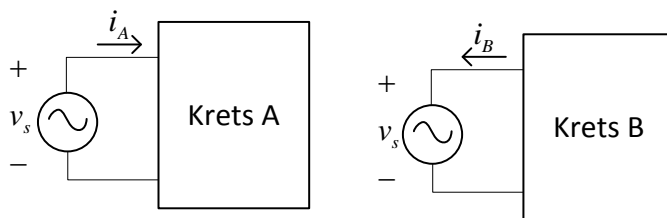
TTK 4240 – Prøvesett 1

1 EFFEKTBEREKNING I EINFASEKRETS (20 %)

Vi koblar ei spenningskjelde til to kretsar, A og B. Spenningskjelda er $v_s(t) = 141.42 \cos(\omega t)$, og frekvensen er 50 Hz. Dette gir dei følgjande straumane:

$$i_A(t) = 7.0711 \cos(\omega t - 36.87^\circ)$$

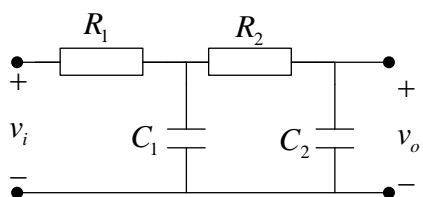
$$i_B(t) = 21.2132 \cos(\omega t - 53.13^\circ)$$



For begge kretsane, svar på følgjande spørsmål:

- Finn den komplekse effekt S , samt aktiv og reaktiv effekt
- Produserer eller forbruker kretsen aktiv effekt? Er kretsen induktiv eller kapazitiv?
- Representerer krets A ved hjelp av kretselement (R, L , og/eller C) slik at straumen blir lik den oppgitte $i_A(t)$. Forklar kva som er problemet med å gjere det same for krets B.

2 ANDRE ORDENS FILTER (30 %)



$$R_1 = 2 \text{ k}\Omega$$

$$R_2 = 3 \text{ k}\Omega$$

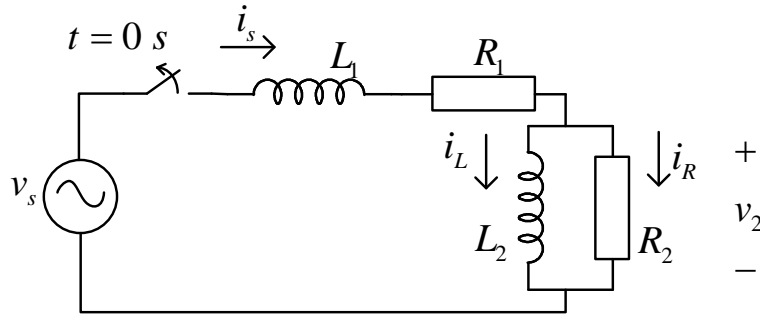
$$C_1 = 1 \text{ mF}$$

$$C_2 = 1 \text{ mF}$$

- Kva slags type filter er dette? (lavpass, høypass, bandpass eller bandstopp) Begrunn svaret kort.
- Vis at filteret sin transferfunksjon mellom inngang og utgangsspenning er lik $H(s) = \frac{1}{6s^2 + 7s + 1}$
- Finn eventuelle polar og nullpunkt til transferfunksjonen
- Finn knekkfrekvensen (cutoff frequency) til filteret

3 STASJONÆR OG DYNAMISK KRETSANALYSE (30 %)

I denne oppgåva skal vi rekne på følgande krets:



Figur 1: Krets til oppgåve 3

Bruk følgande talverdiar:

$$R_1 = 0.1 \Omega$$

$$L_1 = 2 \text{ mH}$$

$$R_2 = 10 \Omega$$

$$L_2 = 100 \text{ mH}$$

$$f = 50 \text{ Hz}$$

$$v_s = 339.41 \cdot \cos(\omega t)$$

- Anta no at $t < 0$, samt at bryteren har vore lukka i lang tid. Finn alle straumar og spenningar som er oppgitt i krinsen.
- Lag eit viserdiagram som inneheld straumar og spenningar frå a)
- Finn tilført aktiv og reaktiv effekt til krinsen, samt tapa i motstanden R_1
- Kva blir straumen $i_L(t)$ ved $t = 0^-$, dvs. rett før bryteren åpna?

I resten av oppgåva antar vi at bryteren er åpna, dvs. $t \geq 0 \text{ s}$

- Bruk Laplace-analyse til følgande: Finn tidsforløpa til i_s, v_2, i_L, i_R for $t \geq 0 \text{ s}$.

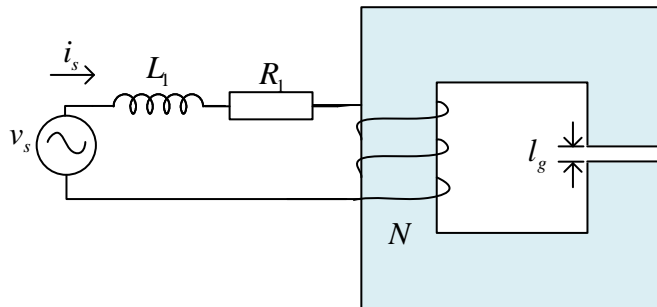
4 STASJONÆR ANALYSE AV JERNKJERNE (30 %)

Ei jernkjerne med luftgap og ein spole med N viklingar er kobla til ei spenningskjelde som vist i Figur 2. Vi ser bort frå motstanden til viklingane rundt jernkjernen. Vi antar også at jernet har uendeleg permeabilitet, dvs. $\mu_{jern} = \infty$. Luftgapet har permeabilitet lik μ_o , samt eit effektivt tverrsnittsareal A_g .

Bruk følgjande talverdiar der ikkje anna er oppgitt:

$$\begin{aligned} v_s &= 100 \cos(\omega t) & N &= 100 \\ f &= 50 \text{ Hz} & l_g &= 1 \cdot 10^{-3} \text{ m} \\ L_1 &= 5 \text{ mH} & \mu_o &= 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ H/m} \\ R_1 &= 0.2 \Omega & A_g &= 4 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \end{aligned}$$

NB: Ein del nyttige samanhengar i elektromagnetismen og magnetisk kretsberkning er gitt i vedlegg.



Figur 2: Jernkjerne i oppgåve 4

- Vis at viklinga til jernkjerna kan representast med ein ekvivalent induktans $L_{eq} = \frac{N^2 \mu_o A}{l_g}$
- Vil fluksen gå med eller mot klokka i jernkjernen når straumen i_s er positiv? Begrunn svaret kort.
- Finn straumen I_s (dvs. $i(t)$ på visarform)
- Anta at spenningskjelda maksimalt kan levere tilsynelatande effekt lik $|S_{max}| = 2500 \text{ VA}$. For kva slags verdiar av luftgapslengd l_g blir dette overholdt?
- Sjå i denne oppgåva bort frå motstanden R_1 . Kjernen går i metning ved ein flukstetthet $B > B_{max}$ (rms). Anta at spenningskjelda har RMS-verdi lik V_{rms} . Vis at kjernen unngår metning viss frekvensen til spenningskjelda $f > \frac{V_{rms} N \mu_o}{2\pi B_{max} (L_1 l_g + N^2 \mu_o A)}$

(NB: I etterkant har vi sett at oppgåve e) er i overkant vanskeleg, og at den mest sansynleg ville blitt teke bort om dette hadde vore eksamen. Tek den likevel med på prøvesettet for treninga si skuld)

VEDLEGG: FORMLAR OG SAMANHENGAR

Spole og kondensator

$$v_L = L \frac{di_L}{dt} , \quad i_C = C \frac{dv_C}{dt} , \quad X_L = j\omega L , \quad X_C = \frac{1}{j\omega C}$$

Visarrekning og kompleks effekt

$$X \cos(\omega t + \theta) \Leftrightarrow X e^{j\theta} , \quad S = VI^* = P + jQ$$

Elektromagnetisme:

$$\varepsilon = N \frac{d\varphi}{dt} , \quad NI = \mathfrak{R}\varphi , \quad \mathfrak{R} = \frac{l}{\mu A} , \quad \varphi = BA$$

Trigonometri

$$\begin{aligned} \cos(2x) &= 1 - 2\sin^2(x) & \sin(2x) &= 2\sin(x)\cos(x) \\ &= 2\cos^2(x) - 1 \end{aligned}$$