

nytt
CHALMERS
EXAMINATION / TENTAMEN

Course code/ kurskod		Course name / kursnamn		
GEM 076		Elektoriska Kretsar och Fält		
Anonymous code Anonym kod		Examination date Tentamensdatum	Number of pages Antal blad	Grade Betyg
EEM 076-08		2014-05-28	7	4

Solved task Behandlade uppgifter.	Points per task Poäng på uppgiften.	Observe: Areas with bold contour are to be completed by the teacher. Anmärkning: Rutor inom bred kontur ifylles av lärare.
No / nr		
1	x 3	
2	x 0,5	
3	x 3.	
4	x 2,5	
5	x 3	
6	x 0,5	
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		
16		
17		
18		
Total examination points Summa poäng	17,5	

Family name+First name (Blockletters) Efternamn+Förnamn+Initialer(textas)	THORSELL ERIK E.T		
Signature Namnteckning			
Year of Admission Antagningsår	1417		
Programme acronym Program	T		
Identification no	Day	Month	Year
Personnummer	år	mån	dag

Givet

$$R_1 = 8 \cdot 10^3 \Omega$$

$$R_2 = 12 \cdot 10^3 \Omega$$

$$R_3 = 15 \cdot 10^3 \Omega$$

$$R_4 = 10 \cdot 10^3 \Omega$$

$$U_0 = 25 \text{ V}$$

Sökt

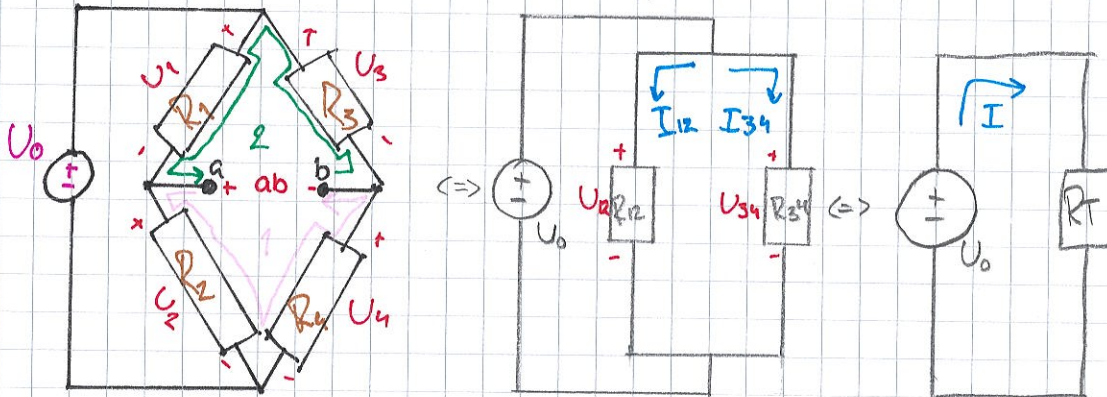
Spänningskillnaden
mellan a & b.

Lösning

$$R_{12} = R_1 + R_2$$

$$R_{34} = R_3 + R_4$$

$$R_T = R_{12} \parallel R_{34}$$



$$R_T = \frac{(R_1 + R_2)(R_3 + R_4)}{R_1 + R_2 + R_3 + R_4} = \frac{100000}{9} \Omega$$

$$I = \frac{U_0}{R_T} = \frac{25}{4000} = 2.25 \cdot 10^{-3} \text{ A}$$

$$I_{12} = I \cdot \frac{R_{34}}{R_{12} + R_{34}} = \frac{1}{800} = 1.25 \cdot 10^{-3} \text{ A}$$

$$I_{34} = I \cdot \frac{R_{12}}{R_{12} + R_{34}} = \frac{1}{1000} = 1.0 \cdot 10^{-3} \text{ A}$$

$$U_{12} = I_{12} \cdot R_{12} = 25 \text{ V}$$

$$U_{34} = I_{34} \cdot R_{34} = 25 \text{ V}$$

$$U_1 = U_{12} \cdot \frac{R_1}{R_1 + R_2} = 10 \text{ V}$$

$$U_2 = U_{12} \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2} = 15 \text{ V}$$

$$U_3 = U_{34} \cdot \frac{R_3}{R_3 + R_4} = 15 \text{ V}$$

$$U_4 = U_{34} \cdot \frac{R_4}{R_3 + R_4} = 10 \text{ V}$$

$$\text{KVL}_1: -ab + U_2 - U_4 = 0$$

$$ab = U_2 - U_4 = 5 \text{ V}$$

$$\text{KVL}_2: ab - U_3 + U_1 = 0$$

$$ab = U_3 - U_1 = 5 \text{ V}$$

Svar: Spänningskillnaden
mellan nod a och b
är 5 V. ✓

Givet

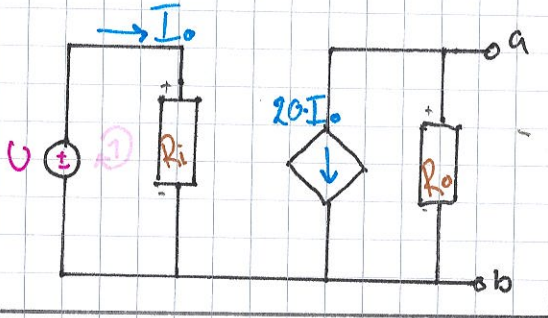
$R_1 = 3 \cdot 10^3 \Omega$
 $R_0 = 2 \cdot 10^3 \Omega$
 $U = 0.60 \text{ V}$

Sökt

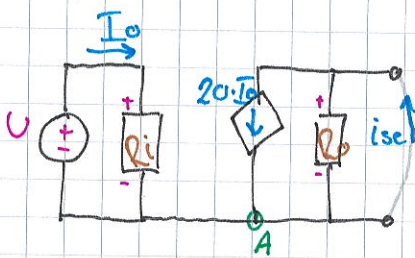
Thevenin

Lösning

KVL₁: $-U + I_0 \cdot R_1 = 0 \Rightarrow I_0 = \frac{U}{R_1} = 2 \cdot 10^{-4} \text{ A}$ ✓



isc

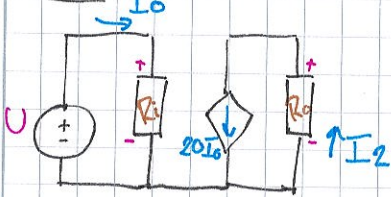


Kortslutningen medför att ingen ström kommer flyta gm R_0 . Helt I_0 kommer alltså gå direkt till isc.

KCLA: $I_0 + 20 \cdot I_0 - i_{sc} = 0 \Leftrightarrow i_{sc} = 21 \cdot I_0 = \frac{21 \cdot U}{R_1}$

$i_{sc} = \frac{21}{5000} \text{ A}$?

Voc



$I_2 = I_0 \cdot \frac{R_1}{R_1 + R_2} + I_0 \cdot 20 \cdot \frac{R_1}{R_1 + R_2} = \frac{63}{25000} = 2,52 \cdot 10^{-3} \text{ A}$

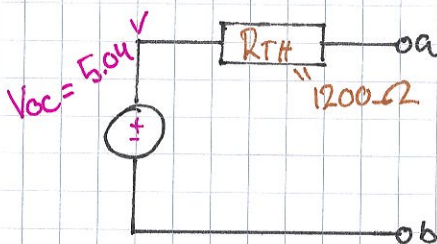
$U_2 = -I_2 \cdot R_0 = -5,04 \text{ V}$

$U_2 = V_{oc}$

↖ Omvänd polaritet: $U_2 = 5,04 \text{ V}$

R_{TH}

$R_{TH} = \frac{V_{oc}}{i_{sc}} = 1200 \Omega$

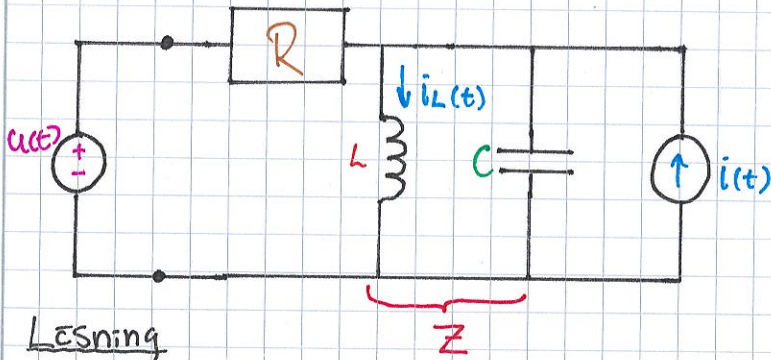


Givet

$u(t) = 20 \cdot \cos(\omega t - 150^\circ) \text{ V}$
 $i(t) = 4,0 \cos(\omega t - 45^\circ) \text{ A}$
 $\omega = 10 \text{ rad/s}$
 $R = 10 \Omega$
 $L = 1,0 \text{ H}$
 $C = 20 \cdot 10^{-3} \text{ F}$

Sök

$i_L(t)$



Lösning

$j\omega$ -transformering $\Rightarrow Z_R = R, Z_L = j\omega L, Z_C = \frac{1}{j\omega C} = \frac{-j}{\omega C}$, $i(t) \Rightarrow I = 4 \angle -45^\circ \text{ A}$, $u(t) \Rightarrow U = 20 \angle -150^\circ \text{ V}$

$$Z = Z_L // Z_C \Rightarrow \frac{j\omega L \cdot \frac{1}{j\omega C}}{j\omega L + \frac{1}{j\omega C}} = \frac{j\omega L \cdot \frac{j\omega C}{j\omega C}}{j\omega C(j\omega L + \frac{1}{j\omega C})} = \frac{j\omega L}{j^2\omega^2 LC + 1} = \frac{j\omega L}{1 - \omega^2 LC}$$

Superposition

Nollställ $i(t)$: Spänningsdelning $\Rightarrow U_{Z1} = U \cdot \frac{Z}{R+Z}$

$U_{Z1} = U_L$ ty parallellkoppling

$I_{L1} = \frac{U_{Z1}}{Z_L}$

Nollställ $u(t)$: Strömdelning $\Rightarrow I_Z = I \cdot \frac{R}{Z+R}$

$U_{Z2} = I_Z \cdot Z$

$I_{L2} = \frac{U_{Z2}}{Z_L}$

Summering: $i_L = i_{L1} + i_{L2}$

Beräkningar

$$Z = \frac{j\omega L}{1 - \omega^2 LC} = \frac{10j}{1 - 2} = -10j$$

$$\frac{Z}{Z+R} = \frac{-10j}{10 - 10j} = \frac{1}{2} - \frac{1}{2}j \stackrel{\sqrt{2}}{\approx} \frac{\sqrt{2}}{2} \angle -45^\circ = Z_1$$

$$U_{Z1} = U \cdot Z_1 = 20 \angle -150^\circ \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \angle -45^\circ = 10\sqrt{2} \angle -195^\circ$$

$$I_{L1} = \frac{U_{Z1}}{Z_L} = \frac{10\sqrt{2} \angle -195^\circ}{10 \angle 90^\circ} = \sqrt{2} \angle -285^\circ = \frac{\sqrt{3}-1}{2} + \frac{\sqrt{3}+1}{2}j$$

$$I_Z = I \cdot Z_1 = 4 \angle -45^\circ \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \angle -45^\circ = 2\sqrt{2} \angle -90^\circ +$$

$$U_{Z2} = I_Z \cdot Z = 2\sqrt{2} \angle -90^\circ \cdot 10 \angle 90^\circ = 20\sqrt{2} \angle -180^\circ +$$

$$I_{L2} = \frac{U_{Z2}}{Z_L} = \frac{20\sqrt{2} \angle -180^\circ}{10 \angle 90^\circ} = 2\sqrt{2} \angle -270^\circ = 0 + 2\sqrt{2} j +$$

$$I_L = \frac{\sqrt{3}-1}{2} + \left(\frac{\sqrt{3}+1}{2} + 2\sqrt{2} \right) j = 0.366 + 4.194j \approx 4.21 \angle 85^\circ \Rightarrow$$

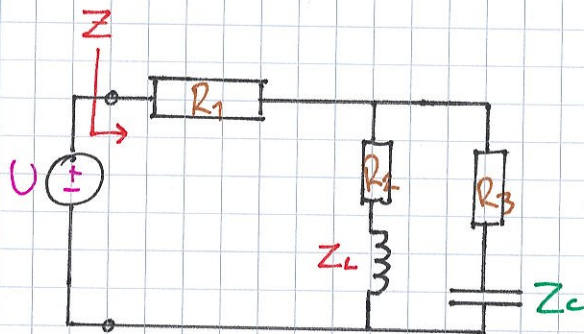
$$i_L(t) = 4.21 \cdot \cos(\omega t + 85^\circ)$$

Givet

$$\begin{aligned} R_1 &= 2.0 \, \Omega & Z_L &= 6.0j \, \Omega \\ R_2 &= 8.0 \, \Omega & Z_C &= -5.0j \, \Omega \\ R_3 &= 10 \, \Omega & U &= 16 \angle 45^\circ \, \text{V} \end{aligned}$$

Sökt

- a) P från U
b) Q från U



Effekten U anger \Leftrightarrow effekten impedansen gör åt.

Lösning

$$S = \frac{1}{2} UI^*, \quad U \text{ är given, } I = \frac{U}{Z}, \quad P = \operatorname{Re}\{S\}, \quad Q = \operatorname{Im}\{S\}$$

$$Z = R_1 + \left(\underbrace{(R_2 + Z_L)}_{Z_1} \parallel \underbrace{(R_3 + Z_C)}_{Z_2} \right) = Z_H$$

$$\begin{aligned} Z_1 &= 8 + 6j \\ Z_2 &= 10 - 5j \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Z_H &= \frac{(8+6j)(10-5j)}{8+6j+10-5j} = \frac{80-40j+60j-30j^2}{18+j} = \frac{110+20j}{18+j} \cdot \frac{(18-j)}{(18+j)(18-j)} = \frac{1980-110j+360j-20j^2}{325} \\ &= \frac{2000-250j}{325} = \frac{80}{13} - \frac{10j}{13} \end{aligned}$$

$$Z = R_1 + Z_H = 2 + \frac{80}{13} - \frac{10j}{13} = \frac{26+80}{13} - \frac{10j}{13} = \frac{106}{13} - \frac{10j}{13} \Rightarrow 8.19 \angle -5.39^\circ$$

$$I = \frac{U}{Z} = \frac{16 \angle 45^\circ}{8.19 \angle -5.39^\circ} = 1.95 \angle 50.39^\circ$$

$$S = \frac{1}{2} \cdot 16 \angle 45^\circ \cdot 1.95 \angle 50.39^\circ = 8 \angle 45^\circ \cdot 1.95 \angle 50.39^\circ = 15.6 \angle 95.39^\circ$$

Svar: a) $P = \operatorname{Re}\{S\} = 15.6 \cdot \cos(95.39) = -1.465 \, \text{W}$

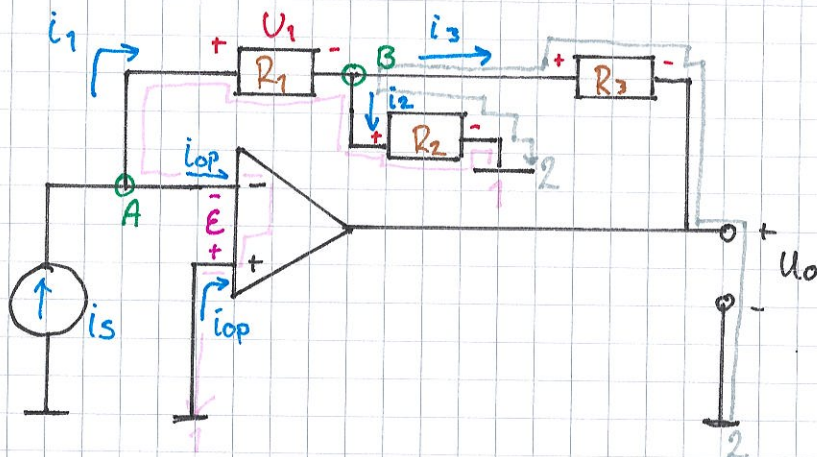
b) $Q = \operatorname{Im}\{S\} = 15.6 \cdot \sin(95.39) = 15.53 \, \text{VAR}$

Teckenfel, annars R.

Givet

$$\begin{aligned} R_1 &= 20 \cdot 10^3 \ \Omega \\ R_2 &= 25 \cdot 10^3 \ \Omega \\ R_3 &= 40 \cdot 10^3 \ \Omega \end{aligned}$$

Sökt
 $A = \frac{U_o}{i_s}$

Lösning

Ideal operationsförstärkare } $E=0, i_{op}=0$
 Negativ återkoppling }

$$\text{KCLA: } i_s - i_1 - i_{op} = 0 \Rightarrow i_s = i_1$$

$$U_1 = i_1 \cdot R_1$$

$$\begin{aligned} \text{KCLB: } i_1 - i_2 - i_3 &= 0 \Rightarrow i_1 = i_2 + i_3 = i_s \\ i_2 &= i_1 - i_3 = i_s - i_3 \\ i_3 &= i_1 - i_2 = i_s - i_2 \end{aligned}$$

$$\text{KVL}_1: -i_2 \cdot R_2 - i_1 \cdot R_1 = 0 \Leftrightarrow -i_2 \cdot R_2 = i_1 \cdot R_1 \Leftrightarrow i_2 = -\frac{i_1 \cdot R_1}{R_2} = -i_s \cdot \frac{R_1}{R_2}$$

$$\text{KVL}_2: -U_o - i_3 \cdot R_3 + i_2 \cdot R_2 = 0$$

$$\Leftrightarrow -U_o - i_3 \cdot R_3 - i_s \cdot \frac{R_1}{R_2} \cdot R_2 = 0$$

$$\Leftrightarrow -U_o - i_3 \cdot R_3 - i_s \cdot R_1 = 0$$

$$\Leftrightarrow -U_o - (i_s - i_2) R_3 - i_s \cdot R_1 = 0$$

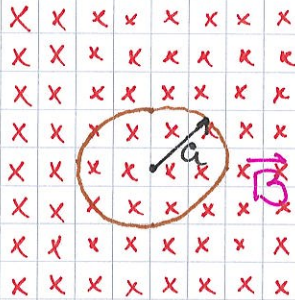
$$\Leftrightarrow -U_o - (i_s + i_s \frac{R_1}{R_2}) R_3 - i_s \cdot R_1 = 0$$

$$\Leftrightarrow -U_o - i_s R_3 - i_s \frac{R_1 R_3}{R_2} - i_s R_1 = 0$$

$$\Leftrightarrow -U_o - i_s (R_3 + \frac{R_1 R_3}{R_2} + R_1) = 0$$

$$\rightarrow U_o = -i_s (R_3 + \frac{R_1 R_3}{R_2} + R_1)$$

$$A = \frac{U_o}{i_s} = -(R_3 + \frac{R_1 R_3}{R_2} + R_1) = -92000$$

Givetradien = a resistans = R [Ω/m]Magnetfält = B_0 Riktning \otimes , \perp mot ringens planSökta) Magnetiska flödet Φ genom ringen.b) $B(t) = B_0(1 - \frac{t}{T})$, $0 < t \leq T$ Vad är storleken och riktning på den inducerade strömmen I i ringen?Lösning

a) Gauss lag för magnetiskt flöde förklarar att: $\Phi_B = \oint_S \vec{B} \cdot d\vec{S} = \cancel{\Phi} B \cdot A$
 L är för el. flöde! \leftarrow man använder rätt \rightarrow

b) Ett successivt avtagande magnetfält kommer - enligt Lenz - ge upphov till en inducerad ström vilken eftersträvar att minska förändringen.

En inducerad ström - medurs - kommer uppstå. Denna kommer ge upphov till ett magnetfält som motarbetar minskningen. ja! 0,5

Strömmens storlek ges av: $N\Phi_B = LI$ där $L = \mu_0 \frac{N^2 A}{l}$! $\frac{d\Phi}{dt} = \varepsilon = IR$

$$l = 2\pi a$$

$$I = \frac{N\Phi_B}{\mu_0 N^2 A} = \frac{\Phi_B l}{\mu_0 N A}$$