

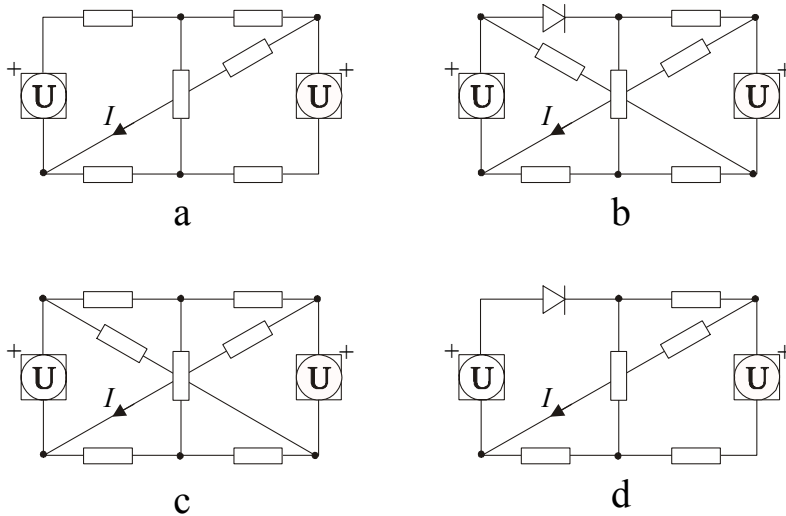
**TENTAMEN I KURS EI1102, ELKRETSANALYS FÖR ME2 och IT2
2007-10-26**

Examinator: Peter Fuks
Hjälpmedel: Fickräknare

För att del 2 skall rättas måste man få minst 4 p på del 1.
Betygsskala: >25p → A, 22p - 24p → B, 19p - 21p → C, 16p - 18p → D, 13p - 15p → E, 10p - 12p → Fx, < 10p eller underkänd del 1 → F.
Resultatet anslås senast 3 veckor efter skrivningsdagen.

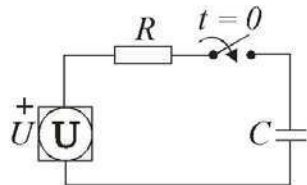
**Del 2: endast en uppgift per blad.
NAMN och PERSONNUMMER på VARJE BLAD.**

Del 1



Vilka av ovanstående nät kan analyseras mha

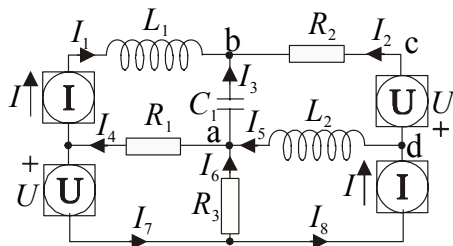
1. Nodanalys (1poäng)
2. Superposition (1poäng)
3. Beräkna strömmen i nedanstående krets för $t = 0^+$ och $t = \infty$. (1poäng)



För nedanstående nät (problem 6):

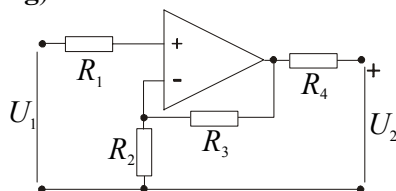
4. Ställ upp Kirchhoffs spänningslag för maskan a-b-c-d-a. (1poäng)
5. Ställ upp Kirchhoffs strömlag för noden a. (1poäng)

6. Betrakta nätet som en tvåpol med avseende på polparet cd. Beräkna inre impedansen. (1poäng)



Alla källor har vinkelfrekvensen ω .

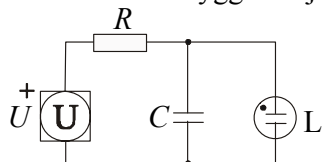
7. Vilken förstärkning, ingångsimpedans och utgångsimpedans har kretsen? Op-ampen är ideal. (1poäng)



Del 2. Endast en uppgift per blad.

1. En glimlampa består av två elektroder i en glasbehållare fylld med ädelgas, oftast neon.

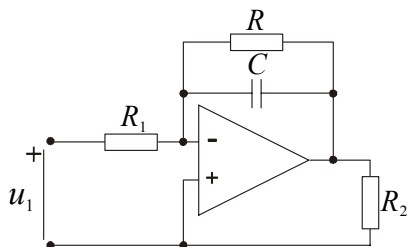
Den lyser när den ansluts till en spänning större än ett gränsvärde U_0 som beror på gstrycket. Då kan den modelleras med en kortslutning. Vid spänningar lägre än U_0 kan den modelleras med ett avbrott. Vi bygger följande krets där L är glimlampan.



Lampan kommer att blinka periodiskt.

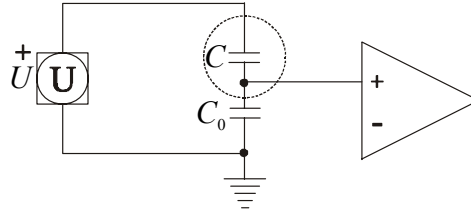
Beräkna tiden mellan blinkningarna. $U = 2U_0$. (5poäng)

2. Beräkna medeleffekten i resistansen R_2 . (5poäng)

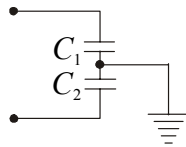


$$u_1 = 4 \cos 5000t \text{ V}, R = 7,5 \text{ k}\Omega, R_1 = 1,5 \text{ k}\Omega, R_2 = 1,0 \text{ k}\Omega, C = 80 \text{ nF}.$$

3. I hissar använder man ofta fingersensorer istället för mekaniska knappar. En sådan sensor består av två koncentriska, isolerade från varandra metallringar. Ringarna bildar en kondensator C som ingår i en enkel krets enligt nedanstående figur.



Ett finger som läggs på sensorn kan modelleras med en trepol bestående av två kapacitanser C_1 och C_2 .



Trepolens vänstra polpar ansluts parallellt till C i vår modell.

C_1 och C_2 varierar ganska mycket beroende på hur man vidrör sensor, om man har handskar på sig osv men rimliga värden är $C_1 = C_2 = 20$ pF. $C = C_0 = 25$ pF
Beräkna spänningen över C_0 i vila och när ett finger placeras på sensorn. (5poäng)

4. Vi ansluter en variabel tvåpol till polparet ab i nätet från uppgifterna 4, 5, 6 del 1. Hur skall tvåpolen dimensioneras för att den aktiva effekten i den skall vara så stor som möjligt. (5poäng)

Lösningförslag till tentamen EI1102

Del 1.

1. Samtliga
2. a och c. (b och d innehåller olinjära komponenter)
3. För $t = 0^+$ är strömmen $I = U/R$ (kondensatorspänningen är 0). För $t = \infty$ är strömmen 0 (kondensatorspänningen är U).
4. $-I_3 \frac{1}{j\omega C_1} + I_2 R_2 + U - I_5 j\omega L_2 = 0$
5. $I_3 + I_4 - I_5 - I_6 = 0$
6. Nollställ källorna. Impedansen är 0.
7. $Z_{IN} = \infty$, $Z_{UT} = R_4$, $F = 1 + \frac{R_3}{R_2}$.

Del 2.

1. Vi antar att kondensatorn är urladdad och att lampan är släckt. Potentialvandring ger $U = iR + u_C = C \frac{du_C}{dt} R + u_C$. Ekvationen har lösning $u_C = U + Ae^{-t/RC}$ och med vårt begynnelsevillkor är $A = -U$. Kondensatorspänningen ökar tills $u_C > U_0$. Då tänds lampan och kondensatorn urladdas. Lampan slocknar och hela processen upprepas. Vi måste alltså beräkna tiden T det tar för kondensatorn att laddas från $u_C = 0$ till $u_C = U_0$.

$$U_0 = U(1 - e^{-T/RC}) \Rightarrow 1 - U_0/U = e^{-T/RC}$$

$$-T/RC = \ln(1 - U_0/U) = \ln 0,5 \approx -0,69$$

$$T \approx 0,69RC$$

$$2. P = \operatorname{Re}\{U_2 I^*\} = \operatorname{Re}\left\{U_2 \left(\frac{U_2}{R_2}\right)^*\right\} = \operatorname{Re}\left\{\frac{|U_2|^2}{R_2}\right\} = \frac{|U_2|^2}{R_2}$$

$$U_1 = 4/\sqrt{2} \text{ V.}$$

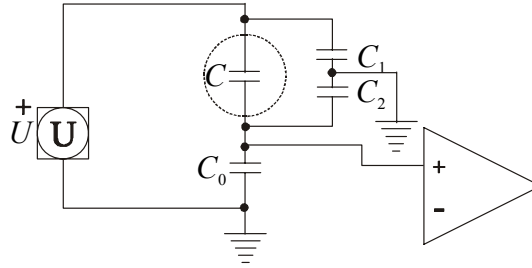
$$U_2 = -U_1 \frac{Z}{R_1} = -\frac{4 \frac{R \cdot 1/j\omega C}{R+1/j\omega C}}{\sqrt{2}R_1} = -\frac{4 \frac{R}{Rj\omega C+1}}{\sqrt{2}R_1} = -\frac{4R}{\sqrt{2}R_1(j\omega RC+1)}$$
$$= -\frac{4 \cdot 7,5 \cdot 10^3}{\sqrt{2} \cdot 1,5 \cdot 10^3 (j5000 \cdot 7,5 \cdot 10^3 \cdot 80 \cdot 10^{-9} + 1)} = -\frac{4 \cdot 5}{\sqrt{2} \cdot (j3+1)} \text{ V.}$$

$$|U_2|^2 = \frac{400}{2(9+1)} = 20 \text{ V}^2, P = \frac{20}{1 \cdot 10^3} = 20 \text{ mW.}$$

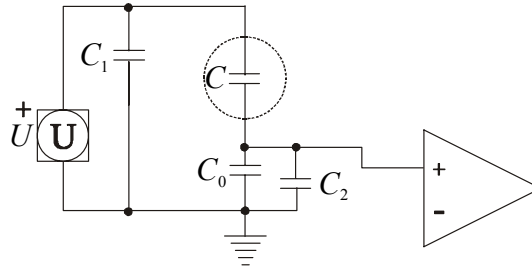
3. I vila:

$$U_1 = U \frac{1/j\omega C_0}{1/j\omega C_0 + 1/j\omega C} = U \frac{1}{1 + C_0/C} = 0,5U$$

Med ett finger på sensorn:



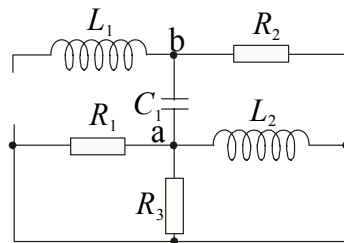
Efter omritning:



Vi ser att C_1 är parallellkopplad med U och påverkar inte kretsen. C_2 är parallellkopplad med C_0 och vi kan använda samma formel som tidigare men ersätta

$$C_0 \text{ med } C_0 + C_2. \quad U_2 = U \frac{1}{1 + (C_0 + C_2)/C} = 5U/14 \approx 0,36U$$

4. Nollställ källorna.



$$\begin{aligned} \text{Admitansen } Y_{ab} &= j\omega C_1 + \frac{1}{R_2 + j\omega L_2} = \frac{1 + j\omega C_1 R_2 - \omega^2 C_1 L_2}{R_2 + j\omega L_2} = \\ &= \frac{R_2 - j\omega L_2 + j\omega C_1 R_2^2 - \omega^2 C_1 L_2 R_2 + \omega^2 C_1 L_2 R_2 + j\omega^3 C_1 L_2^2}{R_2^2 + \omega^2 L_2^2} = \\ &= \frac{R_2 - j\omega(L_2 - C_1 R_2^2 - \omega^2 C_1 L_2^2)}{R_2^2 + \omega^2 L_2^2} \end{aligned}$$

Fullständig anpassning. Tvåpolens admitans:

$$Y = Y_{ab}^* = \frac{R_2 + j\omega(L_2 - C_1 R_2^2 - \omega^2 C_1 L_2^2)}{R_2^2 + \omega^2 L_2^2}$$