

TENTAMEN I KURS 2A1800, ELKRETSANALYS, 2005-12-19

Examinator: Peter Fuks

Hjälpmedel: Fickräknare

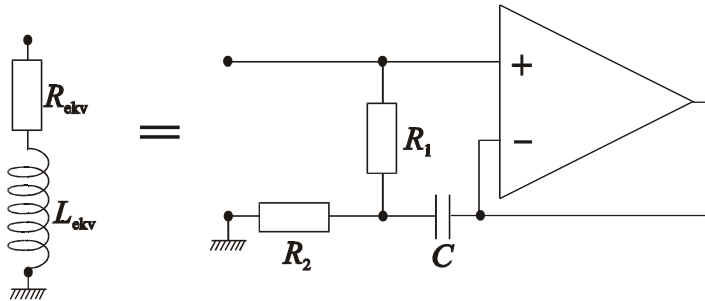
Godkänt garanteras på 10 p.

Resultatet anslås 3 veckor efter skrivningsdagen.

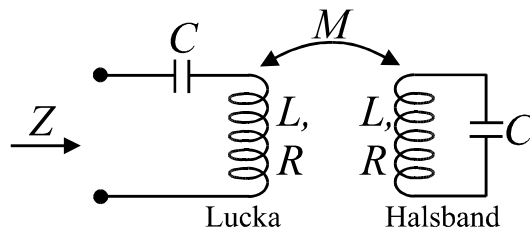
Endast en uppgift per blad.

NAMN och PERSONNUMMER på VARJE BLAD.

1. Nedanstående nät används ofta som ersättning för spolar. Beräkna den ekvivalenta resistansen R_{ekv} , induktansen L_{ekv} och Q -värde. (5p.)



2. För sin katts bekvämlighet installerade Linus en kattlucka. Luckan upptäcktes dock av andra katter i grannskapet och Linus får ofta ovälkommna besök av dessa. Han konsulterar Osquar som föreslår en hi-tech lösning. Runt kattens halsband lindar han en spole (L, R) och kopplar den till en kondensator C . Runt luckan lindar han en likadan spole som seriekopplas med en kondensator C .

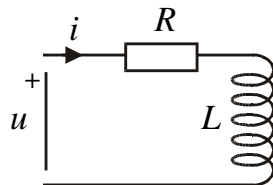


Till denna krets ansluter han ett impedansmätande instrument. Tanken är att när Linus' katt är tillräckligt nära luckan registreras ändringen av impedansen och luckan öppnas. Andra katter orsakar inga impedansändringar och luckan förblir stängd.

Beräkna kretsens impedans Z . Kretsarna är var för sig avstämnda till resonans. (5 p.)

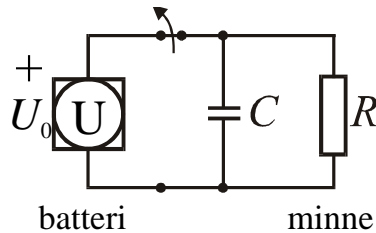
3. I nedanstående krets är $u(t) = 5 \cos(100t + \pi/4)$ V.

Beräkna strömmen i kretsen. $R = 6 \Omega$, $L = 4$ mH. (5p.)



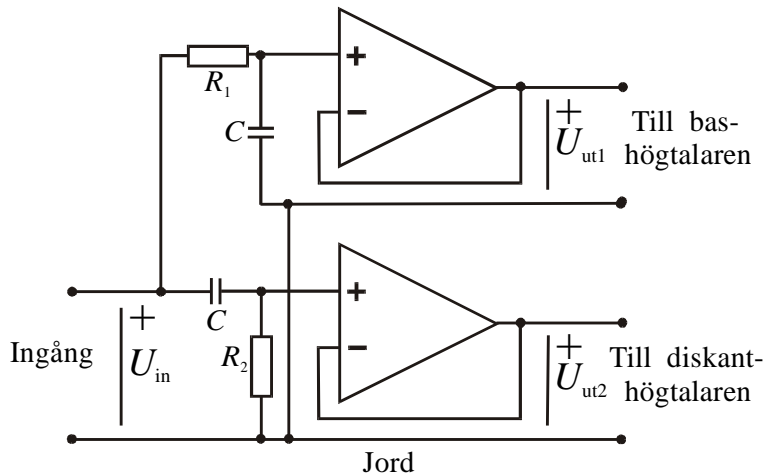
4. I manualen till Palm Pilot M100/M105 finner man att backupkondensatorn C är på $220 \mu\text{F}$ och att den garanterar att man inte förlorar data i minnet om batteribyten inte tar längre tid än 60 sekunder. Vid drift är batterispänningen $U_0 = 3,3 \text{ V}$ och minnet tappar sitt innehåll när spänningen sjunker till $2,0 \text{ V}$.

Från strömförbrukningssynpunkt kan minnet betraktas som en resistor. Den är parallellkopplad med batteriet och kondensatorn.

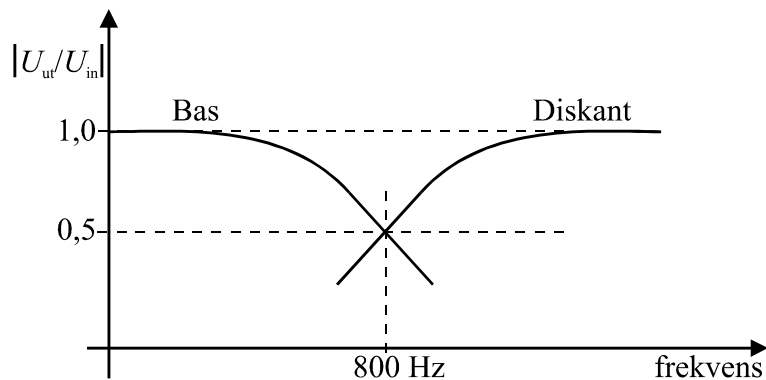


- Bestäm resistansen R .
- Hur mycket ström kräver minnet vid driftspänningen U_0 ?

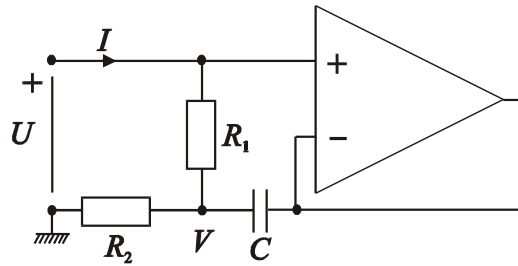
5. Till sin nya stereoanläggning behöver Oskulda aktiva delningsfilter så att separata förstärkare kan driva bass- resp. diskant-högtalarna. Hon väljer filter enligt nedanstående figur.



Beräkna resistanserna R_1 och R_2 så att frekvensgången blir som i nedanstående figur. $C = 1 \text{ nF}$. (5 p.)



Lösningförslag till tentan 2A1800 2005-12-19



$$I = \frac{U - V}{R_1} \rightarrow V = U - IR_1$$

Nodanalys: $\frac{U - V}{R_1} - \frac{V}{R_2} + (U - V)j\omega C = 0$. Insättning ger

$$\frac{U}{R_1} + \frac{IR_1 - U}{R_1} = \frac{U - IR_1}{R_2} + (U - IR_1 - U)j\omega C \rightarrow \frac{U}{R_2} = I(1 + R_1/R_2 + j\omega R_1 C)$$

varur $Z = U / I = R_1 + R_2 + j\omega R_1 R_2 C = R_{\text{ekv}} + j\omega L_{\text{ekv}}$

$$Q = \frac{\omega L_{\text{ekv}}}{R_{\text{ekv}}} = \frac{\omega R_1 R_2 C}{R_1 + R_2}$$

2.

$$U_1 = I_1 \frac{1}{j\omega C} + I_1 j\omega L + I_1 R + I_2 j\omega M$$

$$U_2 = 0 = I_2 \frac{1}{j\omega C} + I_2 j\omega L + I_2 R + I_1 j\omega M$$

vid resonans: $U_1 = I_1 R + I_2 j\omega M$
 $0 = I_2 R + I_1 j\omega M$

$$I_2 = -I_1 \frac{j\omega M}{R}, \quad U_1 = I_1 \left(R + \frac{\omega^2 M^2}{R} \right) \text{ varur } Z_1 = \frac{U_1}{I_1} = R + \frac{\omega^2 M^2}{R} = f(M)$$

Hur M varierar med avståndet mellan katten och luckan härleder man i TET-kursen.

3. $U = \frac{5}{\sqrt{2}} \exp(j\pi/4)$, $Z = R + j\omega L = 6 + j100 \cdot 4 \cdot 10^{-3} = (6 + 0,4j) \Omega$.

$$I = U / Z = \frac{5}{\sqrt{2}} e^{j\pi/4} \frac{1}{|6 + 0,4j|} e^{j(-\arctan 0,4/6)} \approx \frac{0,83}{\sqrt{2}} e^{j(\pi/4 - \arctan 0,4/6)} \text{ A.}$$

$$i(t) = 0,83 \cos(100t + \pi/4 - 0,07) \text{ A}$$

4. Begynnelsevillkoret: $u(0) = U_0 = 3,3 \text{ V}$.

När batteriet kopplas bort urladdas kondensatorn via R .

$$u_C = -iR = -C \frac{du_C}{dt} R \rightarrow \frac{du_C}{dt} + \frac{1}{RC} u_C = 0 \text{ har lösning } u_C = Ae^{-t/RC}.$$

Begynnelsevillkoret ger $A = U_0$. Efter $T = 60 \text{ s}$ sjunker spänningen till $u_C(T) = 2,0 \text{ V}$.

$$u_C(T) = U_0 e^{-T/RC}, \ln u_C(T)/U_0 = -T/RC \text{ varur } R = 544 \text{ k}\Omega.$$

Vid matningsspänningen U_0 är strömmen till minnet $I = U_0/R = 6,1 \mu\text{A}$.

$$5. U_{ut1} = U_{in} \frac{1/j\omega C}{R_1 + 1/j\omega C} = U_{in} \frac{1}{1 + j\omega R_1 C}$$

$$\left| \frac{U_{ut1}}{U_{in}} \right|^2 = \frac{1}{1 + (\omega R_1 C)^2} \Rightarrow (0,5)^2 = \frac{1}{1 + (2\pi 800 R_1 \cdot 10^{-9})^2} \Rightarrow R_1 = 345 \text{ k}\Omega$$

$$U_{ut2} = U_{in} \frac{R_2}{R_2 + 1/j\omega C} = U_{in} \frac{j\omega R_2 C}{1 + j\omega R_2 C}$$

$$\left| \frac{U_{ut2}}{U_{in}} \right|^2 = \frac{(\omega R_2 C)^2}{1 + (\omega R_2 C)^2} \Rightarrow (0,5)^2 = \frac{(2\pi 800 R_2 \cdot 10^{-9})^2}{1 + (2\pi 800 R_2 \cdot 10^{-9})^2} \Rightarrow R_2 = 115 \text{ k}\Omega$$