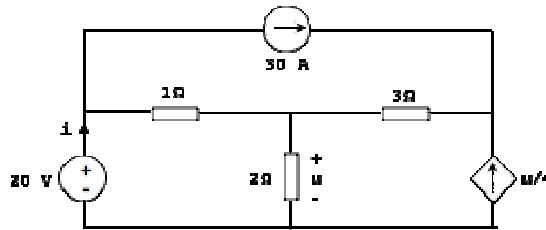


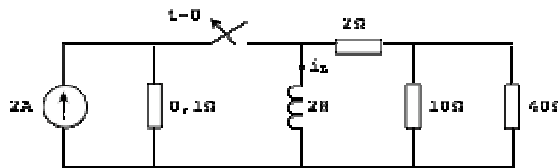
Korta lösningsförslag: Tentamen i Elektriska kretsar för Z1, 26/5-2008.

1. Beräkna likströmmen i nedan. Den beroende källans ($u/4$) styrande spänning u får inte ingå i svaret. (10p)



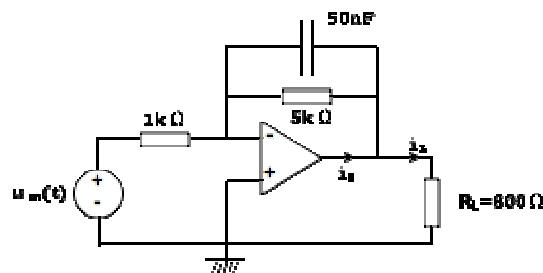
Lösning: Ansätt t.ex cirkulerande strömmar i maskorna enl i_1, i_2, i_3 , där $i_1=i$ söks, maskströmmarna $i_2=30\text{A}$ och $i_3=-u/4$ är bestämda av strömkällorna. KVL i maska 1: $-20+1(i_1-30)+2(i_1-i_3)=0$. Med $i_3=-u/4$ och $u=2(i_1-i_3)$ fås en ekvation för i_1 : $-20+i_1-30+4i_1=0 \Rightarrow \underline{i_1=i=10\text{A}}$.

2. Stationärtillstånd råder i kretsen nedan då kontakten öppnas (vid $t=0$) och likströmskällan kopplas bort.
- Beräkna energin $w_L(0)$ som är lagrad i L för $t=0$! (2p)
 - Beräkna och skissa strömmen $i_L(t)$ för $t \geq 0$! (6p)
 - Beräkna effekten i 10Ω -resistansen $p_{10}(t)$! (2p)



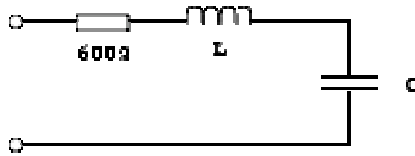
Lösning: a) Stationärtillstånd \Rightarrow L är kortslutning, dvs $i_L(0)=2\text{A} \Rightarrow \underline{w_L(0)=0.5Li_L^2=4\text{J}}$.
 b) För $t>0$ fås kretsen t.h. om brytaren. KVL t.h. ger $u_L+8i_L+2i_L=0$ (8Ω är parallellkopplingen av 10Ω och 40Ω), samband u - i för L: $u_L=Ldi_L/dt \Rightarrow di_L/dt+10i_L/L=0 \Rightarrow di_L/dt+5i_L=0$. Lösning till (homogen) d.e. $i_L(t)=ke^{-5t}$ A. Strömmen genom L kontinuerlig $\Rightarrow i_L(0)=2\text{A} \Rightarrow \underline{i_L(t)=2e^{-5t}$ A. c) Strömdelning ger strömmen genom 10Ω -resistansen: $i_{10}=i_L \cdot 40/(40+10)=i_L \cdot 0.8=1.6e^{-5t}$ A, $\underline{p_{10}=10i_{10}^2=25.6e^{-10t}$ W.

3. En sinusformad spänningskälla $u_{in}(t)=2\cos(8000t)$ V kopplas till en Op-förstärkare enligt figur. Operationsförstärkaren kan antas vara ideal.
- Beräkna strömmarna $i_1(t)$ och $i_L(t)$! (i_1 genom källan u_{in}) (8p)
 - Vad är syftet med att koppla en del av utsignalen till -ingången enligt figur? (2p)



Lösning: $R_1=1\text{ k}\Omega$, $R_2=5\text{ k}\Omega$, $C=50\text{ nF}$, $U_{in}=2\text{ V}$, $Z_2=R_2/C=R_2 \cdot 1/j\omega C/(R_2+1/j\omega C)=R_2/(1+j\omega R_2 C)=5000/(1+j2)$. KVL t.v. ger $-U_{in}+R_1 I_1=0 \Rightarrow I_1=2/1000=2\text{ mA}$, $\underline{i_1(t)=2\cos(8000t)\text{ mA}}$. Inverterande förstärkarkoppling get $U_{ut}/U_{in}=-Z_2/Z_1=-5/(1+j2)$, $I_L=U_{ut}/R_L=\dots=5.59e^{j116.6^\circ}\text{ mA} \Rightarrow \underline{i_L(t)=5.59\cos(8000t+116.6^\circ)\text{ mA}}$. b) Utan återkoppling (negativ feedback) skulle op-förstärkaren bottna. Med återkoppling kan den fås att arbeta i det linjära området.

4. a) Bestäm L och C så att halveffektfrekvenserna för RLC kretsen enligt figuren blir $f_1=697$ Hz och $f_2=941$ Hz (Ledning: använd formler i Formelsamlingen!). (7p)
 b) Utgå från Formelsamlingens allmänna definition av Q-värde (Q är omvänt proportionellt mot förlusterna i resonanskretsen, $Q \sim 1/\text{förluster}$). Förklara varför seriekretsen har ett Q-värde som beror på R enl $Q \sim 1/R$ medan parallellkretsen har ett Q-värde enl $Q \sim R$. (3p)



Lösning: a) FS ger $\omega_0^2 = \omega_1 \omega_2 \Rightarrow \omega_0 = 5088.5$ rad/s, $BW = \omega_2 - \omega_1$, $Q = \omega_0 / BW = 3.32$, $Q = \omega_0 L / R \Rightarrow L = RQ / \omega_0 = 0.39$ H. $\omega_0^2 = 1 / LC \Rightarrow C = 1 / (\omega_0^2 L) = 98.8$ nF. (alt. om $Q \gg 1$ antas erhålles en approximativ lösning).

b) Seriekrets genomflyts av ström $I \Rightarrow$ förluster i R ges av $P = RI_e^2 \sim R$. För parallellkrets ligger spänning U över komponenterna varför förluster i R ges av $P = U_e^2 / R \sim 1/R$.

5. En belastning Z upptar aktiva effekten $P=10$ kW med effektfaktorn $\cos\phi=0.8$ (induktiv).
 a) Beräkna den reaktiva effekt Q och den komplexa effekt S som Z upptar! (4p)
 b) Bestäm impedansen Z om spänningen $U=240$ V (effektivvärde) ligger över Z! (4p)
 c) Beskriv hur lasten kan faskompenseras (utan detaljerade beräkningar). Vad händer med effektfaktorn vid faskompensering? (2p)

Lösning: a) Utgå från effekttriangeln: $\cos\phi=0.8$ (induktiv) $\Rightarrow \phi=36.87^\circ$, $\tan\phi=Q/P \Rightarrow Q = P \tan\phi = 7.5$ kVAr. Komplex effekt $S = 10 + j7.5$ kVA. b) $S = U_e I_e^*$, $U = ZI \Rightarrow S = U_e^2 / Z^* \Rightarrow Z^* = U_e^2 / S = 240^2 / (10k + j7.5k) \approx 3.7 - j2.8 \Omega \Rightarrow Z = 3.7 + j2.8 \Omega$. c) Genom att koppla en kapacitans parallellt med den induktiva lasten (välj C så att $Q_{Last} + Q_C \approx 0$). Effektfaktorn ökar vid faskompensering ($\cos\phi \approx 1$).