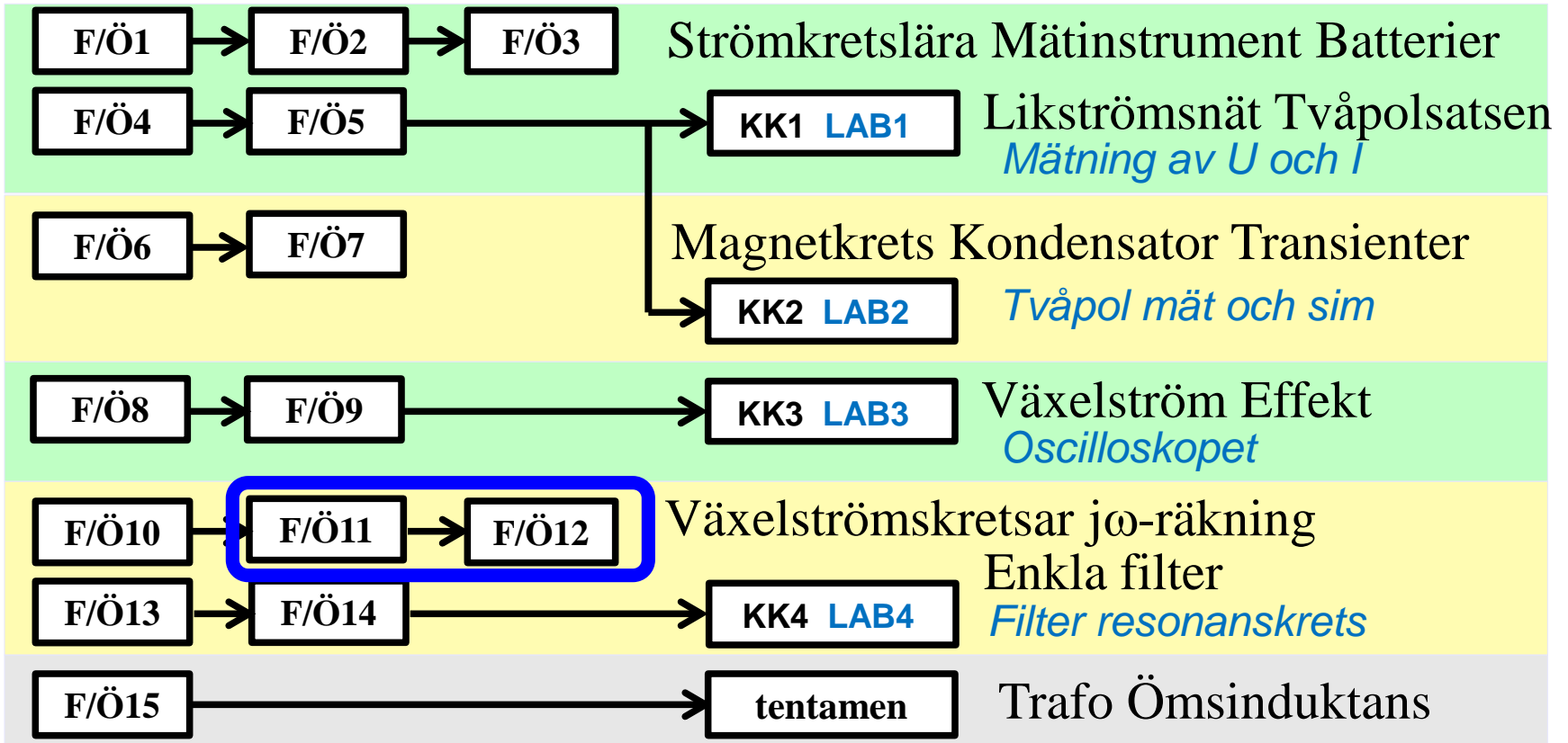
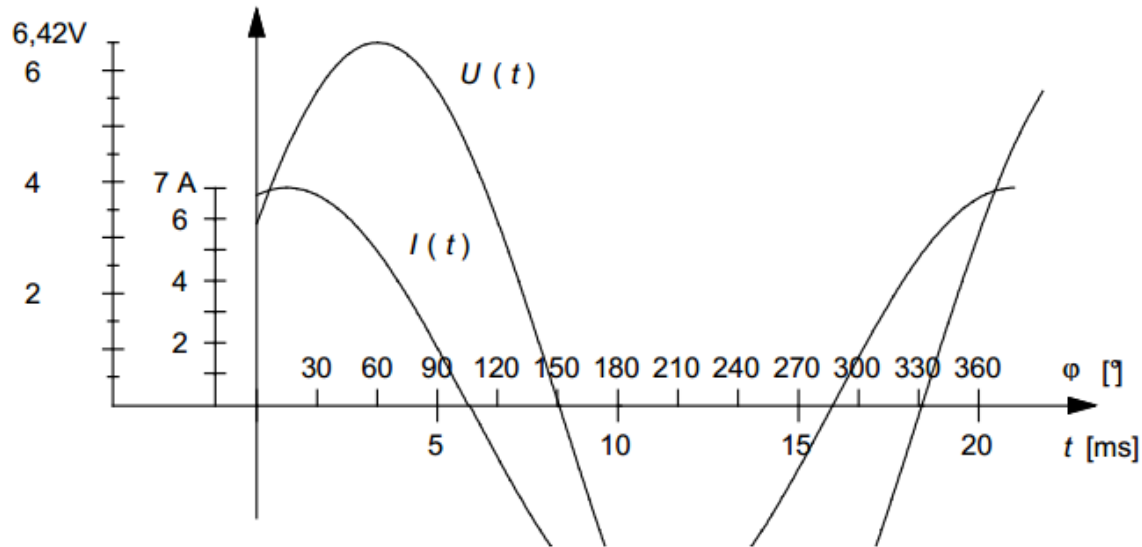


IF1330 Ellära



*Föreläsningar och övningar bygger på varandra! Ta alltid igen det Du missat!
Läs på i förväg – delta i undervisningen – arbeta igenom materialet efteråt!*

26/5-2009 6. Effekt-triangel

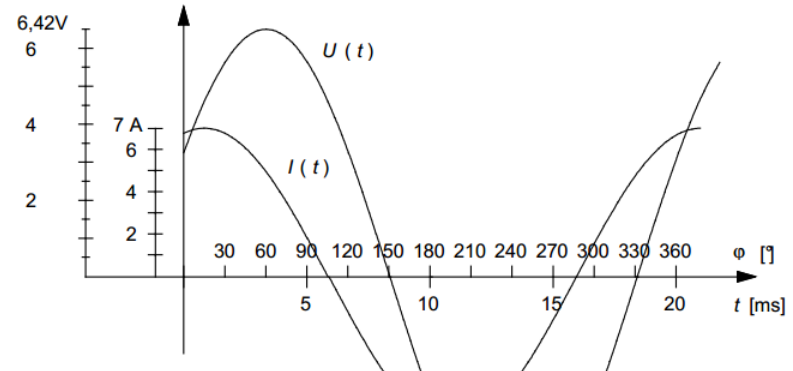


$$U_{\text{RMS}} = ? \quad I_{\text{RMS}} = ? \quad \cos\phi = ? \quad P = ?$$

Rita effektriangel P Q S

Effekt-triangel

Strömmen är 45° före spänningen, kretsen är således kapacitiv.

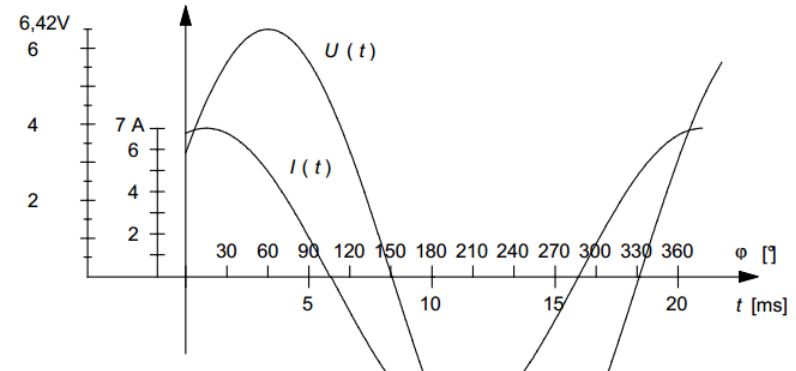
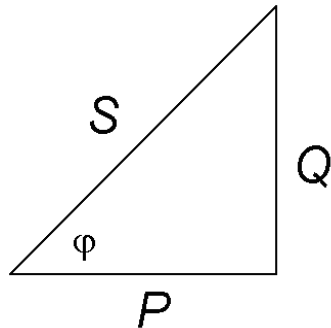


$$\hat{U} = 6,42 \quad \Rightarrow \quad U = \frac{\hat{U}}{\sqrt{2}} = \frac{6,42}{1,414} = 4,54\text{V}$$

$$\hat{I} = 7 \quad \Rightarrow \quad I = \frac{\hat{I}}{\sqrt{2}} = \frac{7}{1,414} = 4,95\text{A}$$

Effekt-triangel

Effekt-triangel



$$\cos \varphi = \cos 45^\circ = 0,707 \quad S = UI = 4,54 \cdot 4,95 = 22,5 \text{ VA}$$

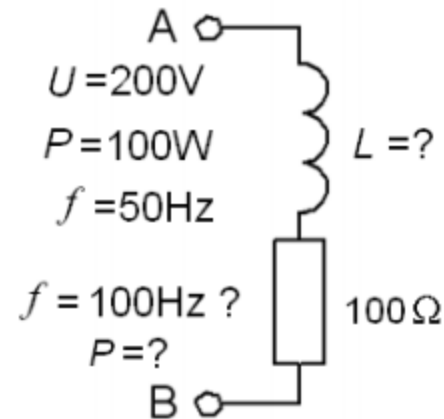
$$P = S \cos \varphi = 22,5 \cdot 0,707 = 15,9 \text{ W} \quad Q = S \sin \varphi = 15,9 \text{ VAR}$$

William Sandqvist william@kth.se

27/5 2011 6. Växelströmseffekt

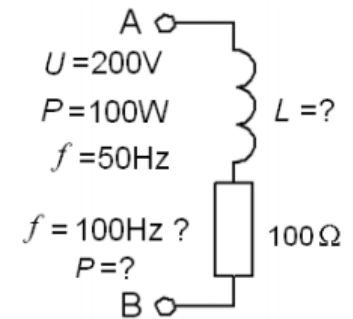
En spole har den inre resistansen $100\ \Omega$ och okänd induktans.

När spolen matas med 200V , 50Hz blir den aktiva effekten 100W .



Hur stor blir den aktiva effekten om frekvensen ökas till $100\ \text{Hz}$ och spänningen fortfarande är 200V . $P = ?$ [W]

Växelströmseffekt

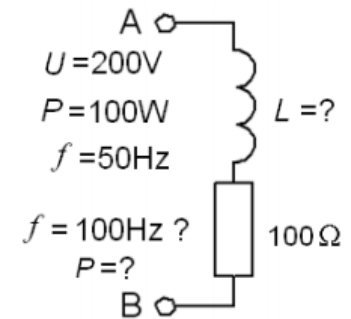


$$\underline{I} = \frac{\underline{U}}{R + j\omega L} \quad I = \frac{U}{\sqrt{R^2 + (\omega L)^2}} \quad P = R \cdot I^2$$

$$P_{f=50} = 100 = 100 \cdot I_{f=50}^2 \quad \Rightarrow \quad I_{f=50} = 1 \text{ A}$$

$$1 = \frac{200}{\sqrt{100^2 + (\omega L)^2}} \quad \Rightarrow \quad 200^2 = 100^2 + (\omega L)^2 \quad \Rightarrow \quad (\omega L)^2 = 3 \cdot 100^2$$

Växelströmseffekt



$$\underline{I} = \frac{U}{R + j\omega L} \quad I = \frac{U}{\sqrt{R^2 + (\omega L)^2}} \quad P = R \cdot I^2$$

$$P_{f=50} = 100 = 100 \cdot I_{f=50}^2 \Rightarrow I_{f=50} = 1 \text{ A}$$

$$1 = \frac{200}{\sqrt{100^2 + (\omega L)^2}} \Rightarrow 200^2 = 100^2 + (\omega L)^2 \Rightarrow (\omega L)^2 = 3 \cdot 100^2$$

$$I_{f=100} = \frac{200}{\sqrt{100^2 + 4(\omega L)^2}} = \frac{200}{\sqrt{100^2 + 12 \cdot 100^2}} \Rightarrow I_{f=100} = \frac{2}{\sqrt{13}}$$

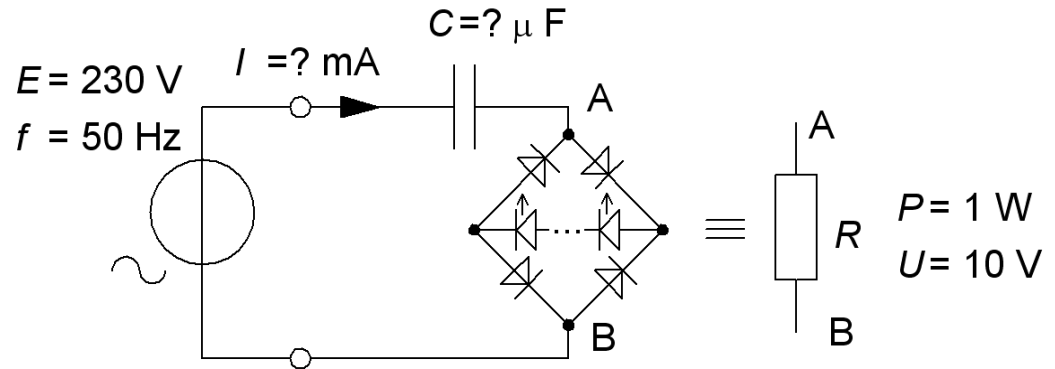
$$P_{f=100} = 100 \cdot \frac{4}{13} \approx 31 \text{ W}$$

William Sandqvist william@kth.se

24/5 2010 6. Lysdiodslampan



En lysdiodslampa består av en likriktare och ett antal serie/parallellkopplade lysdioder.



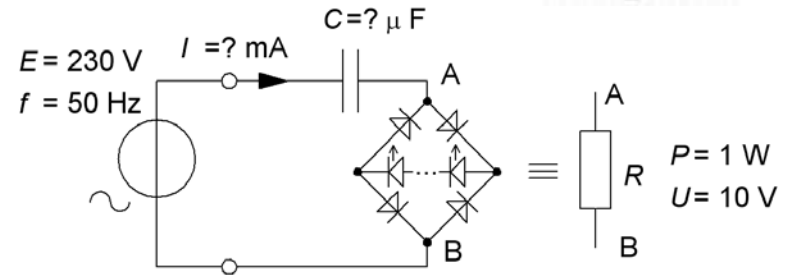
Lampan drar 1W vid spänningen 10 V, och en seriekondensator begränsar spänningen över lampan till $U = 10\text{V}$.

- $C = ? [\mu\text{F}]$
- Hur stor reaktiv effekt Q_C ”genererar” kondensatorn?

Lysdiodslampan



C, Q_C



$$R = \frac{U^2}{P_L} = \frac{10^2}{1} = 100 \Omega \quad I = \frac{P_L}{U} = \frac{1}{10} = 0,1 \text{ A} \quad Z = \frac{E}{I} = \frac{230}{0,1} = 2300$$

$$|X_C| = \sqrt{Z^2 - R^2} = \sqrt{2300^2 - 100^2} = 2298$$

$$|X_C| = \frac{1}{\omega C} \quad C = \frac{1}{\omega X_C} = \frac{1}{2\pi 50 \cdot 2298} = 1,39 \mu\text{F}$$

$$Q_C = I^2 \cdot X_C = 0,1^2 \cdot 2298 = 22,98 \text{ VAr}$$

Enfasmotor



En liten enfasmotor har den elektriska effekten $P = 50 \text{ W}$ och effektfaktorn $\cos\phi = 0,6$ (IND).

Motorn belyses av lysdiodslampan (KAP).

- Vad blir den resulterande effektfaktorn för Motor+LED-lampa? $\cos(\phi_{\text{TOT}}) = ?$

Lampa + Enfasmotor



Motor: $P = 50 \text{ W}$ “cosfi” = **0,6**

$$\sin(\varphi) = \sqrt{1 - \cos(\varphi)^2} = \sqrt{1 - 0,6^2} = 0,8$$

$$S_M = \frac{P}{\cos(\varphi)} = \frac{50}{0,6} = 83 \text{ VA} \quad Q_M = S_M \cdot \sin(\varphi) = 83 \cdot 0,8 = 67 \text{ VAr}$$

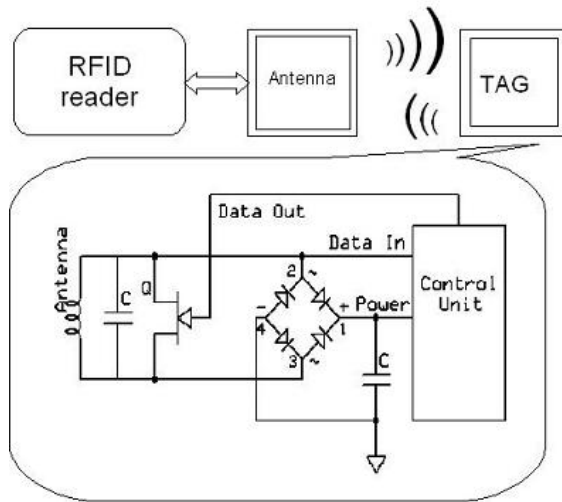
$$P_{TOT} = P_L + P_M = 1 + 50 = 51 \text{ W} \quad Q_{TOT} = Q_M - Q_C = 67 - 23 = 44 \text{ VAr}$$

$$S_{TOT} = \sqrt{P_{TOT}^2 + Q_{TOT}^2} = \sqrt{51^2 + 44^2} = 67 \text{ VA} \quad \cos(\varphi_{TOT}) = \frac{P_{TOT}}{S_{TOT}} = \frac{51}{67} = \mathbf{0,76}$$

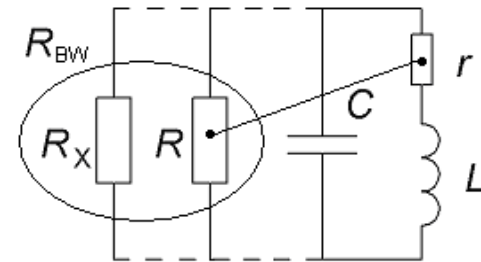
COSFI blev 16% bättre
när man tände lampan!

William Sandqvist william@kth.se

20/8 2010 7. SL:s accesskort



$$R_X = ?$$



SL:s access-kort innehåller en RFID-tag som kommunicerar med spärrläsaren på frekvensen 13,56 MHz och med datahastigheten 70 KHz. För att kunna "läsa" datasignalen i den hastigheten måste de resonanskretsar som ingår i kort och spärr-läsare ha en bandbredd som är åtminstone dubbelt så stor som datahastigheten: dvs. $2 \cdot 70 = 140$ kHz.

$L = 2,5 \mu\text{H}$ $r = 1,5 \Omega$ $C = 55 \text{ pF}$. Kretsens parallellresistans R_X symboliserar den övriga utrustningen som anslutits till resonanskretsen, och som förbrukar ström från resonanskretsen.

SL:s accesskort



$$R_X = ?$$

Spolen Q-värde:

$$Q = \frac{\omega L}{r} = \frac{2\pi f_0 \cdot L}{r} = \frac{2\pi \cdot 13,56 \cdot 10^6 \cdot 2,5 \cdot 10^{-6}}{1,5} = 142$$

Överräkning av r

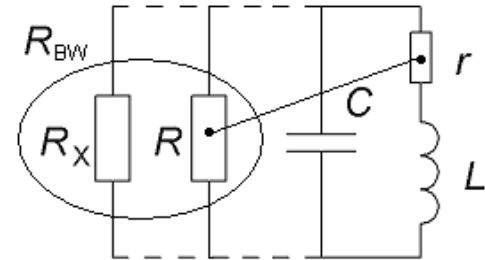
$$R = Q^2 \cdot r = 142^2 \cdot 1,5 = 30,25 \text{ k}\Omega$$

Parallellresistans för bandbredden 140 kHz

$$Q_{\text{BW}} = \frac{f_0}{\Delta f} = \frac{13,56 \cdot 10^6}{140 \cdot 10^3} = 96,86 \quad Q_{\text{BW}} = \frac{R_{\text{BW}}}{2\pi \cdot f_0 \cdot L} \Rightarrow$$

$$R_{\text{BW}} = Q_{\text{BW}} \cdot 2\pi \cdot f_0 \cdot L = 96,86 \cdot 2\pi \cdot 13,56 \cdot 10^6 \cdot 2,5 \cdot 10^{-6} = 20,63 \text{ k}\Omega$$

$$R_{\text{BW}} = R_X \parallel R \Rightarrow R_X = \frac{R \cdot R_{\text{BW}}}{R - R_{\text{BW}}} = \frac{30,25 \cdot 20,63}{30,25 - 20,63} \cdot 10^3 = 64 \text{ k}\Omega \quad R_X \approx 64 \text{ k}\Omega$$



William Sandqvist william@kth.se

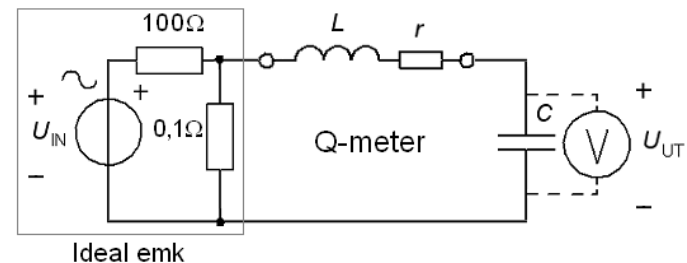
27/5 2011 7.

Radiokontrollerad klocka



Radiokontrollerade klockor styrs av en tidssignal från en sändare i Tyskland, på långvåg 77,5 kHz. Tidssignalen består av pulser som kodats digitalt. Signalstyrkan är svag så därför behöver en sådan mottagare en avstämd resonanskrets med L och C . Spolen har en ferritkärna, och denna används också som antenn. $L = 1,5$ mH, $C = 2,8$ nF.

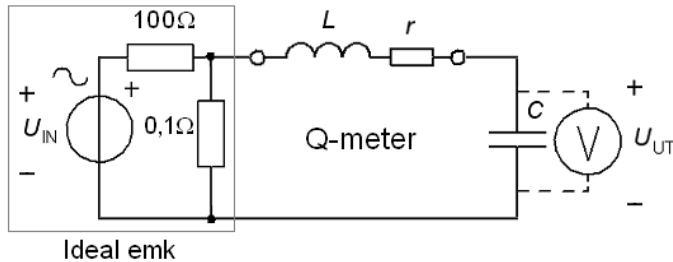
Figuren visar hur man kan mäta spolens Q-värde.



$U_{IN} = 15V$ är en sinusspänning med frekvensen 77,5 kHz (resonansfrekvensen) som spänningsdelas ned till 15 mV. Över kondensatorn mäter man då spänningen $U_{UT} = 1,73$ V.

- Hur stort är spolens Q-värde?

Radiokontrollerad klocka



$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{L \cdot C}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{1,5 \cdot 10^{-3} \cdot 2,8 \cdot 10^{-9}}} = 77,5 \cdot 10^3$$

Kontroll av resonansfrekvens 77,5 KHz

Spänningsdelaren: $U_r = 15 \frac{0,1}{100} = 0,015 \text{ V}$

$$Q = \frac{2\pi f \cdot L}{r} \cdot \frac{I}{I} = \frac{U_L}{U_r} = \{U_L = U_C = U_{UT}\} = \frac{U_{UT}}{U_r} = \frac{1,73}{0,015} = 115$$

$$r = \frac{2\pi f \cdot L}{Q} = \frac{2\pi \cdot 77,5 \cdot 10^3 \cdot 1,5 \cdot 10^{-3}}{115} = 6,33 \Omega$$

Stort jämfört med 0,1Ω från spänningsdelaren.

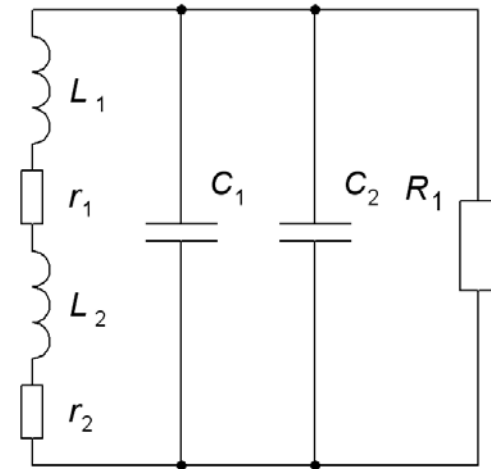
William Sandqvist william@kth.se

Resonanskretsens bandbredd

25/5-2010 uppg 5

En resonanskrets består av två spolar, två kondensatorer och en resistor. De två spolarna är oberoende av varandra (de är monterade så att de *inte* delar något flöde).

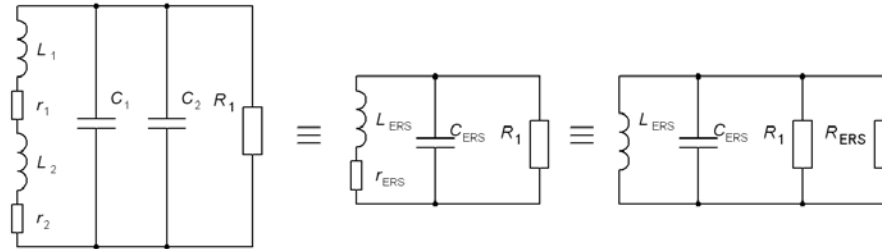
$$L_1 = 4 \text{ mH} \quad r_1 = 20\Omega \quad L_2 = 6 \text{ mH} \\ r_2 = 30\Omega \quad C_1 = 3\text{nF} \quad C_2 = 2\text{nF} \quad R_1 = 50\text{k}\Omega$$



Beräkna resonansfrekvensen. $f = ?$ [kHz]

och bandbredden. $BW = ?$ [kHz]

Resonanskretsens bandbredd



$$L_{ERS} = L_1 + L_2 = 4 \cdot 10^{-3} + 6 \cdot 10^{-3} = 10 \cdot 10^{-3} \quad C_{ERS} = C_1 + C_2 = 3 \cdot 10^{-9} + 2 \cdot 10^{-9} = 5 \cdot 10^{-9}$$

$$r_{ERS} = r_1 + r_2 = 20 + 30 = 50$$

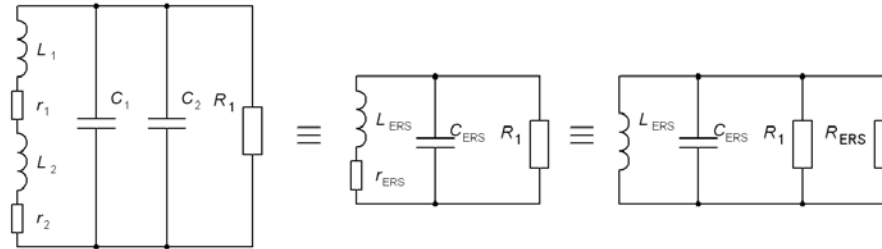
$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_{ERS} \cdot C_{ERS}}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{10 \cdot 10^{-3} \cdot 5 \cdot 10^{-9}}} = 22,5 \text{ kHz}$$

Ersättningsspolens Q-värde:
$$Q_{ERS} = \frac{2\pi \cdot f_0 \cdot L_{ERS}}{r_{ERS}} = \frac{2\pi \cdot 22,5 \cdot 10^3 \cdot 10 \cdot 10^{-3}}{50} = 28,3$$

Spolens Q värde är högre än 10, räkna över serieresistansen till parallellresistans:

$$R_{ERS} = Q_{ERS}^2 \cdot r_{ERS} = 28,3^2 \cdot 50 = 40000 \Omega$$

Resonanskretsens bandbredd



Parallellresistansen är parallellkopplad med R_1 :

$$R_{TOT} = \frac{R_{ERS} \cdot R_1}{R_{ERS} + R_1} = \frac{50000 \cdot 40000}{50000 + 40000} = 22222 \Omega$$

Den resulterande bandbredden fås ur resonanskretsens Q-värde:

$$Q_{TOT} = \frac{R_{TOT}}{2\pi f_0 \cdot L_{ERS}} = \frac{22222}{2\pi \cdot 22,5 \cdot 10^3 \cdot 10 \cdot 10^{-3}} = 15,7 \quad BW = \frac{f_0}{Q_{TOT}} = \frac{22,5 \cdot 10^3}{15,7} = 1,4 \text{ kHz}$$

William Sandqvist william@kth.se