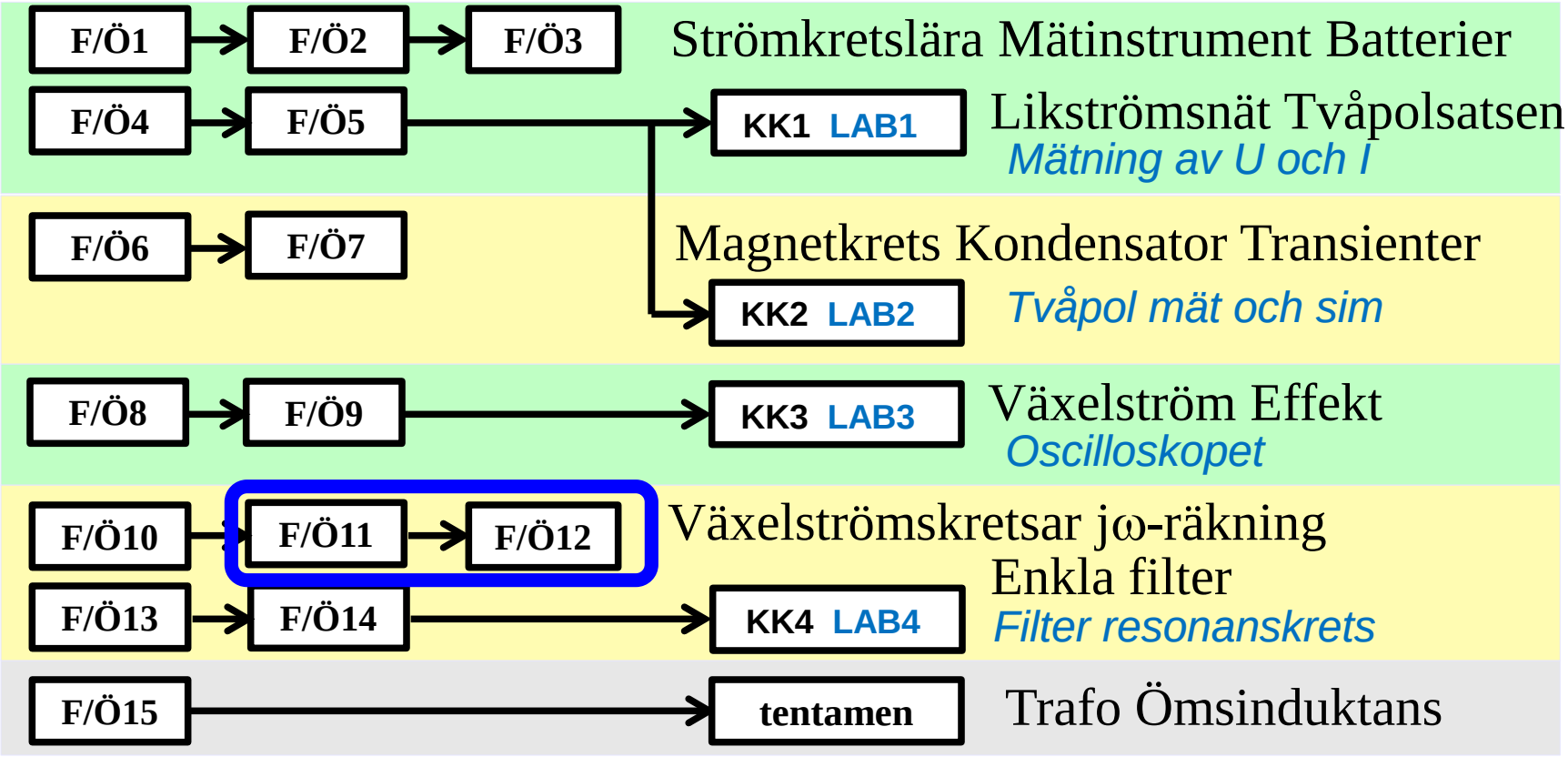
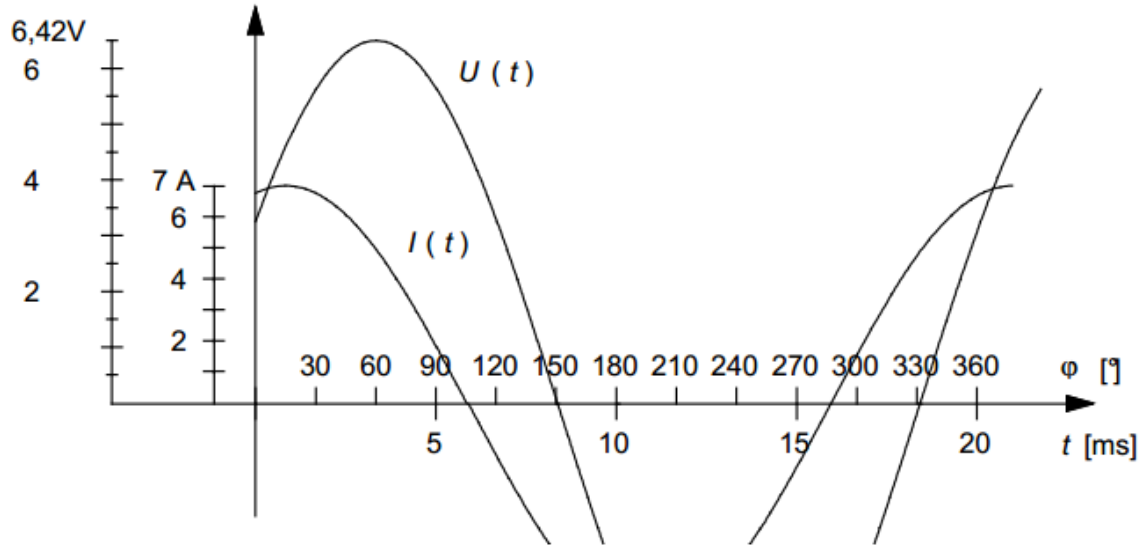
IF1330 Ellära



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

William Sandqvist william@kth.se

26/5-2009 **6.** # Effekt-triangel

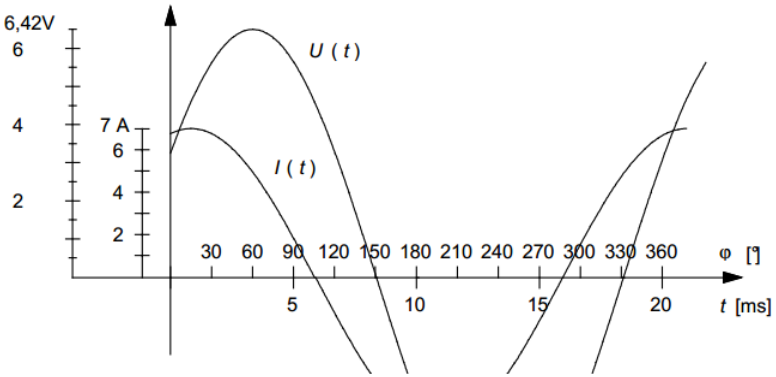


U_{RMS} = ? I_{RMS} = ? cosφ = ? P = ?

Rita effekttriangel P Q S

Effekt-triangel

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

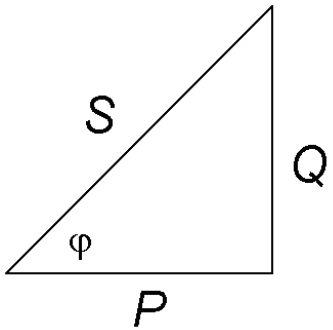


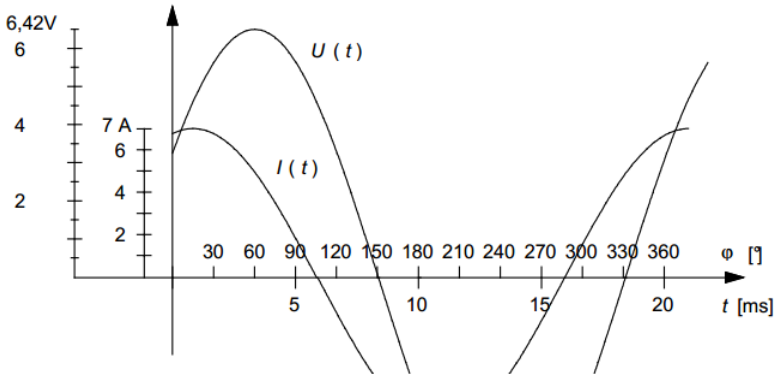
$$\hat{U} = 6{,}42 \quad \Rightarrow \quad U = \frac{\hat{U}}{\sqrt{2}} = \frac{6{,}42}{1{,}414} = 4{,}54\text{V}$$

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

Effekt-triangel

Effekt-triangel





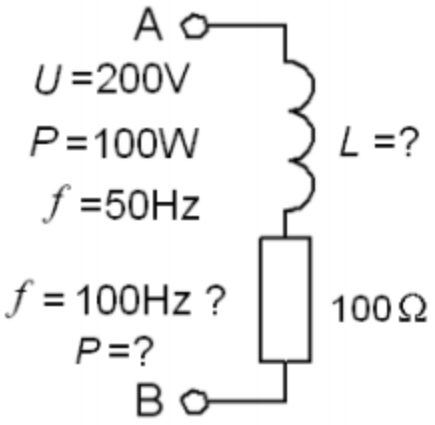
$$\cos\varphi = \cos 45° = 0{,}707 \qquad S = UI = 4{,}54 \cdot 4{,}95 = 22{,}5\,VA$$

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

William Sandqvist william@kth.se

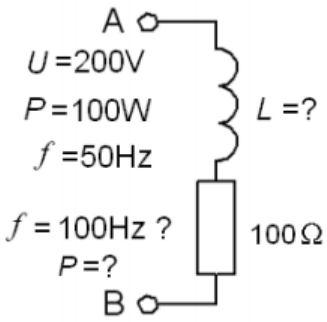
27/5 2011 **6.** Växelströmseffekt

En spole har den inre resistansen 100 Ω 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 Hz och spänningen fortfarande är 200V. P = ? [W]

Växelströmseffekt

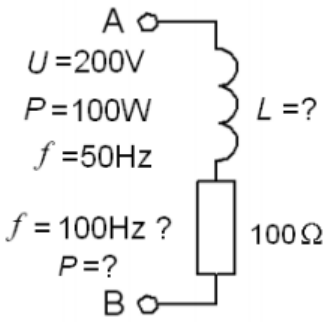


$$\underline{I} = \frac{\underline{U}}{R + j\omega L} \qquad I = \frac{U}{\sqrt{R^2 + (\omega L)^2}} \qquad P = R \cdot I^2$$

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

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

Växelströmseffekt



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

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

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

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

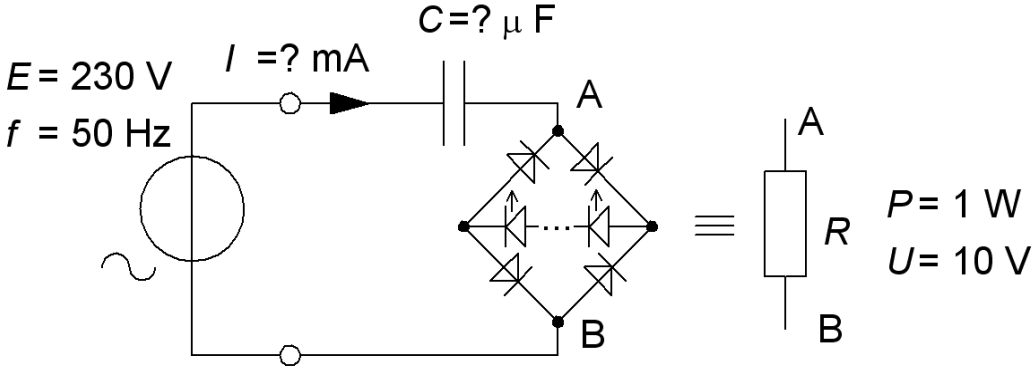
$$P_{f=100} = 100 \cdot \frac{4}{13} \approx 31\,\mathrm{W}$$

William Sandqvist william@kth.se

William Sandqvist william@kth.se

24/5 2010 **6.** Lysdiodslampan

En lysdiodslampa består av en likriktare och ett antal serie/parallell-kopplade lysdioder.

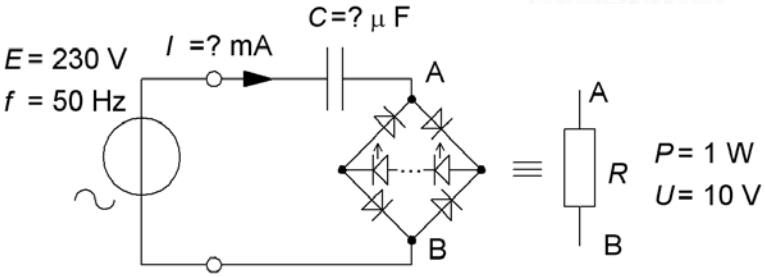


Lampan drar 1W vid spänningen 10 V, och en seriekondensator begränsar spänningen över lampan till U = 10V.

- C = ? [μF]
- Hur stor reaktiv effekt Q_C ”genererar” kondensatorn?

Lysdiodslampan

$C,\ Q_C$



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

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

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

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

William Sandqvist william@kth.se

Enfasmotor

En liten enfasmotor har den elektriska effekten P = 50 W och effektfaktorn cosfi = 0,6 (IND).
Motorn belyses av lysdiodslampan (KAP).

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

Lampa + Enfasmotor

Motor: P = 50 W "cosfi" = $\boxed{0,6}$

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

$$S_M = \frac{P}{\cos(\varphi)} = \frac{50}{0,6} = 83 \text{ VA} \quad Q_M = S_M \cdot \sin(\varphi) = 83 \cdot 0.8 = 67 \text{ VAr}$$

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

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

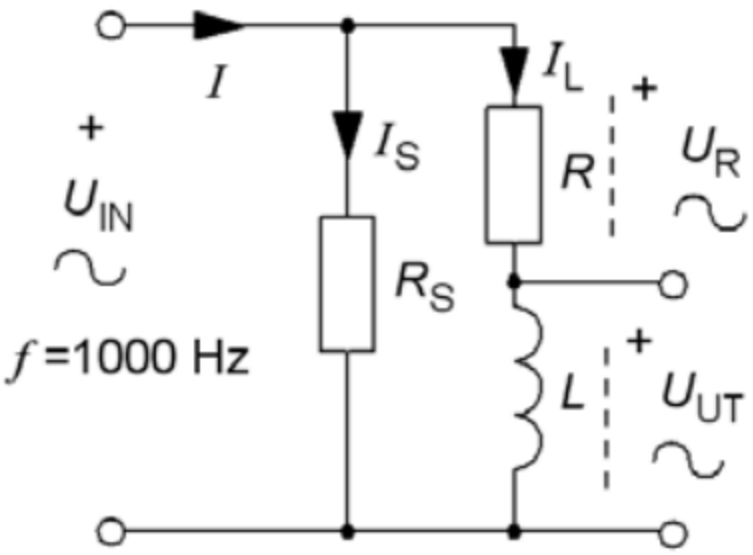
COSFI blev 16% bättre
när man tände lampan!

William Sandqvist william@kth.se

Växelströmskrets med spole (13.11)

En växelspänning U_{IN} med frekvensen $f = 1000$ Hz matar ett nät med en induktans $L = 10$ mH i serie med ett motstånd $R = 50\ \Omega$. Parallellt med detta ligger ett motstånd $R_S = 100\ \Omega$.
Givet är spänningen $U_{UT} = 6{,}28$ V.

a) Beräkna I_L
b) Beräkna U_R
c) Beräkna U_{IN}
d) Beräkna I



William Sandqvist william@kth.se

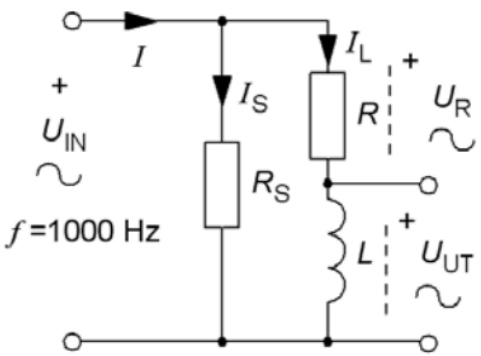
a) Beräkna I_L (13.11)

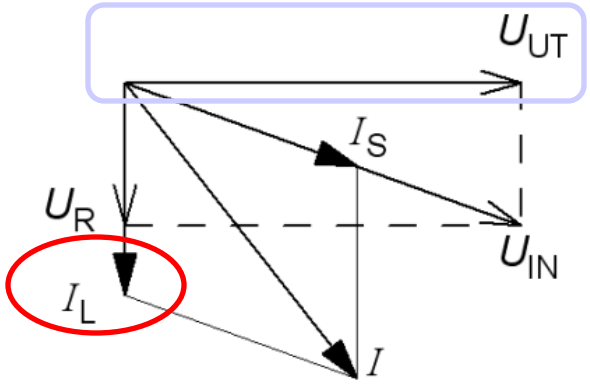
a) $\underline{U}_{UT}$ väljs till **riktfas**, $\arg(\underline{U}_{UT}) = 0$

$$\underline{U}_{UT} = j\omega L \cdot \underline{I}_1 \quad \underline{U}_{UT} = U_{UT} = 6{,}28$$

$$\underline{I}_L = \frac{\underline{U}_{UT}}{j\omega L} = \frac{6{,}28}{j \cdot 2\pi \cdot 1000 \cdot 10 \cdot 10^{-3}} - 0{,}1j$$

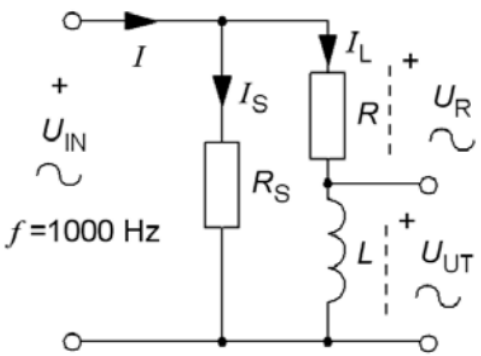
$$I_L = 0{,}1\ A$$

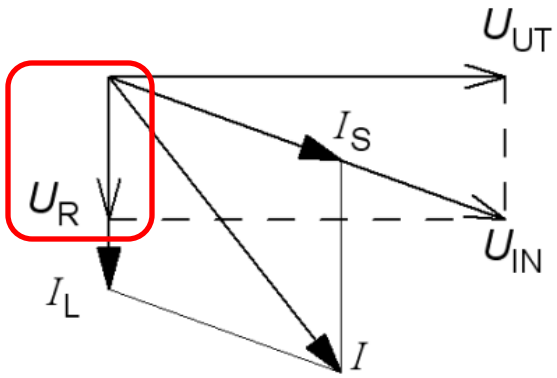




b) Beräkna U_R (13.11)

b) $\underline{U}_R = R \cdot \underline{I}_L = -50 \cdot 0{,}1j = -5j \quad U_R = 5\ \text{V}$

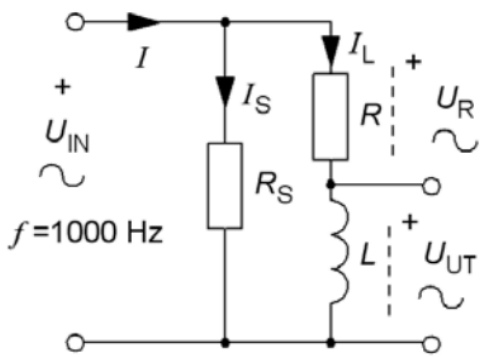


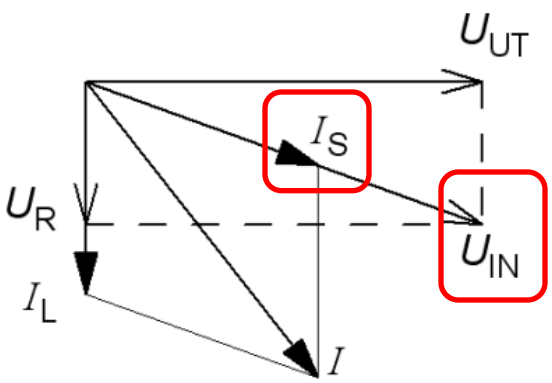


c) Beräkna U_{IN} (13.11)

c) $\underline{U}_{IN} = \underline{U}_R + \underline{U}_{UT} = 6,28 - 5j \quad U_{IN} = \sqrt{6,28^2 + 5^2} = 8,0\ \text{V}$

$$\underline{I}_S = \frac{\underline{U}_{IN}}{R_S} = \frac{6,28 - 5j}{100} = 0,063 - 0,05j$$



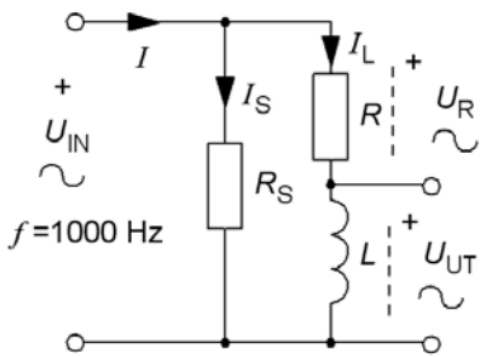


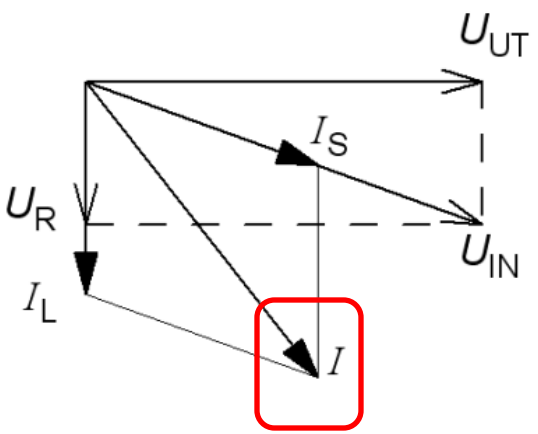
d) Beräkna I (13.11)

$$\underline{I}_S = \frac{\underline{U}_{IN}}{R_S} = \frac{6,28-5j}{100} = 0,063-0,05j$$

d) $\underline{I} = \underline{I}_L + \underline{I}_S = -0,1j + 0,063 - 0,05j = 0,062 - 0,15j$

$$I = \sqrt{0,063^2 + 0,15^2} = 0,16 \text{ A}$$

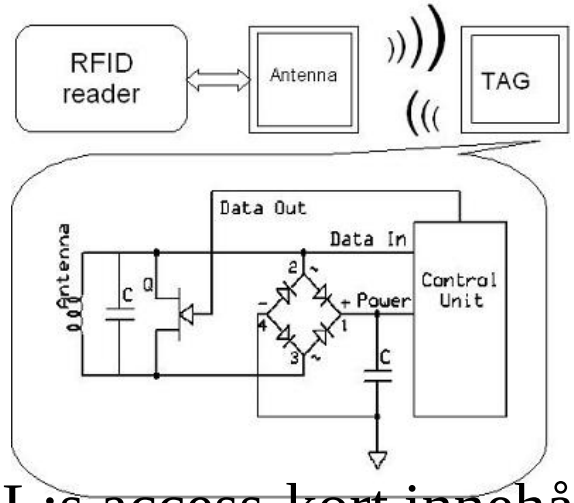




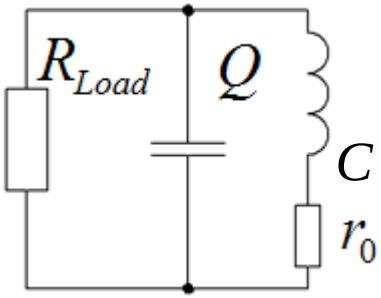
William Sandqvist william@kth.se

20/8 2010 **7.**

SL:s acesskort



$r_0 = ?$



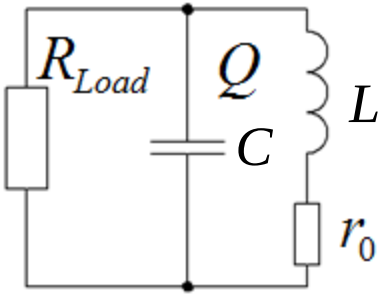
L

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 ska de resonanskretsar som ingår i kort och spärrläsare ha en bandbredd som är åtminstone dubbelt så stor som datahastig-heten, tex. **200 kHz**, men inte större – då får man med för mycket störningar.

SL:s acesskort

RFID-tagen/kortet består av parallellresonanskretsen $C||(L+r_0)||R_{\text{Load}}$. Processorn i kortet förbrukar ström från resonans-kretsen. Detta symboliseras av resistorn R_{Load}= 30000 Ω.

$r_0 = ?$



f_0 = 13,56 MHz

BW = 200 kHz

L = 2,5 μH

C = 55 pF

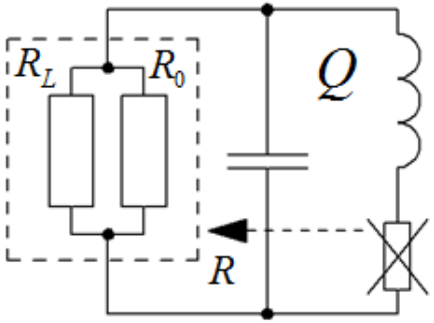
R_L= 30000 Ω

William Sandqvist william@kth.se

SL:s acesskort

- Önskat Q-värde:

$$Q = \frac{f_0}{\Delta f} = \frac{13{,}56 \cdot 10^6}{200 \cdot 10^3} = 68$$



$$Q = \frac{R}{X_L}$$

- Total parallell resistans för bandbredden 200 kHz

$$R = Q \cdot X_L = Q \cdot 2\pi f_0 L = 68 \cdot 2\pi \cdot 13{,}56 \cdot 10^6 \cdot 2{,}5 \cdot 10^{-6} = 14469\ \Omega$$

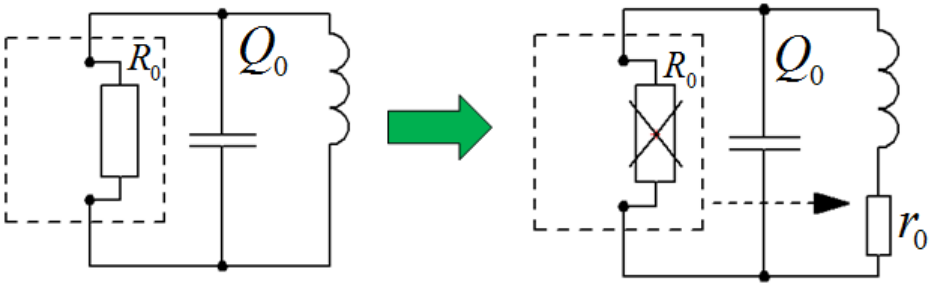
$$R_L = 30000\ \Omega \qquad R_L > R$$

$$R = R_L \parallel R_0 \quad \Rightarrow \quad R_0 = \frac{R_L \cdot R}{R_L - R} = \frac{30000 \cdot 14469}{30000 - 14469} = 27947\ \Omega$$

$$Q_0 = \frac{R_0}{X_L} = \frac{27947}{2\pi \cdot 13{,}56 \cdot 10^6 \cdot 2{,}5 \cdot 10^{-6}} = 131$$

William Sandqvist william@kth.se

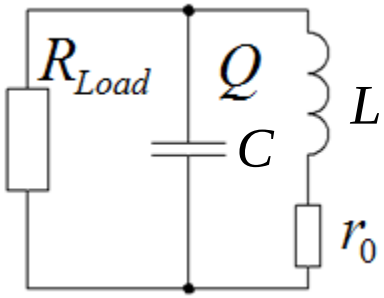
SL:s acesskort



- Spolens Q_0-värde: **131**!
- Spolens resistans r_0

$$r_0 = Q_0^2 \cdot R_0 = 131^2 \cdot 27947 = 1{,}63\,\Omega$$

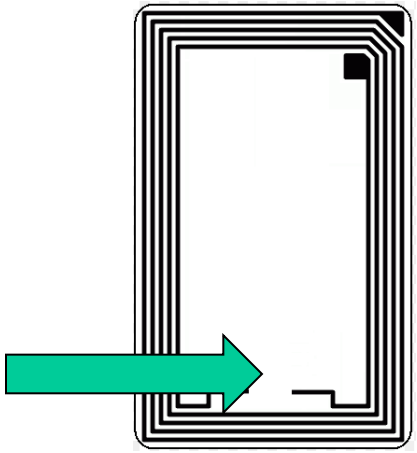
- Belastade resonanskretsen



$$Q = 68$$

$$R_L = 30000\,\Omega$$

$$r_0 = \boxed{1{,}63\,\Omega} \qquad L = 2.5\,\mu\text{H}$$



William Sandqvist william@kth.se

William Sandqvist william@kth.se

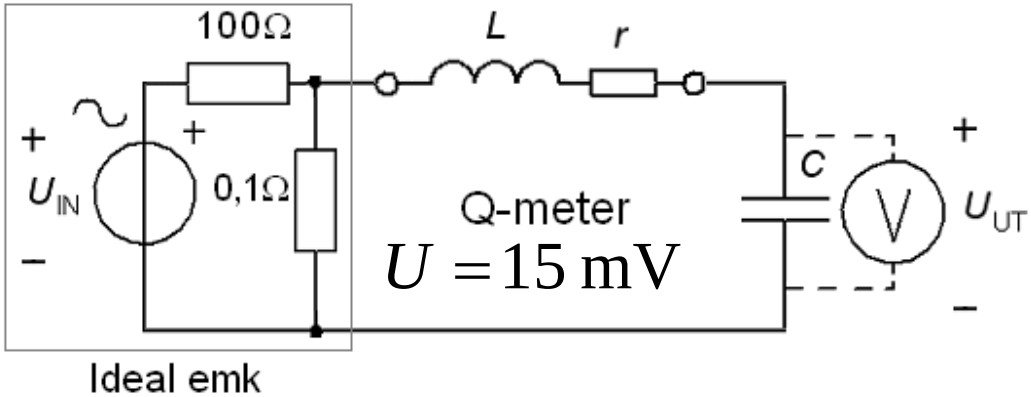
27/5 2011 7. Mäta Q-värde (13.9)

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. Man behöver mäta Q-värdet för denna resonanskrets.

L = 1,5 mH
C = 2,8 nF

Mäta Q-värde (13.9)

$U_{IN} = 15\ \text{V}$



$U_{UT} = 1{,}73\ \text{V}$

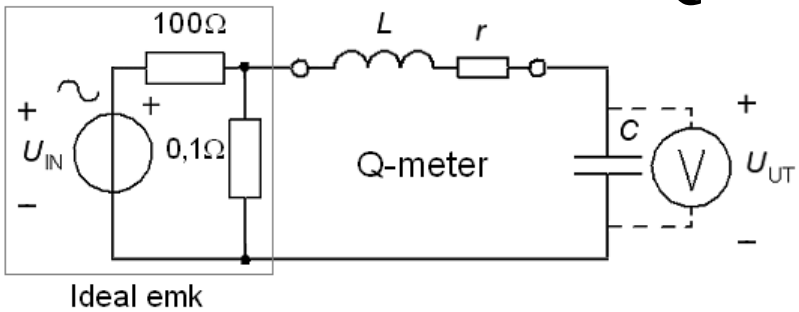
Så här mäter man spolens Q-värde.

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.

a) Hur stort är spolens *Q*-värde?
b) Vilket värde har spolens inre resistans *r* (även förluster)?

William Sandqvist william@kth.se

Mäta Q-värde (13.9)



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

Kontroll av resonansfrekvens 77,5 KHz

Spänningsdelaren: $U_{0.1\Omega} = 15\frac{0{,}1}{100} = 0{,}015\ \text{V} \quad \{U_r = U_{0.1\Omega}\}$

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

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

Stort jämfört med 0,1Ω från spänningsdelaren.

William Sandqvist william@kth.se

William Sandqvist william@kth.se