

Växelström och reaktans

Magnus Danielson

6 februari 2017

- 1 Växelström
- 2 Kondensator
- 3 Spolar och induktans
- 4 Resonanskretsar
- 5 Transformator

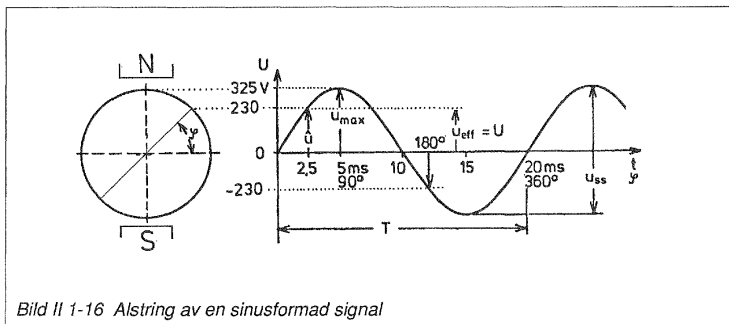
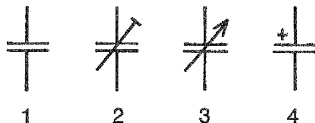


Bild II 1-16 Alstring av en sinusformad signal

- Den grundläggande vågformen är sinus
- Periodtiden T är den tid det tar för en cykel.
- Frekvensen f är antalet cykler per sekund $f = \frac{1}{T}$
- Toppvärdet $\hat{u} = u_{max}$ är amplituden av signalen
- Effektivvärdet (RMS) $U =$ är medeleffekten (som värmer ett motstånd lika mycket)

- Periodtid anges i enheten sekund [s], dvs. antalet sekund för en period
- Frekvens anges i enheten Hertz [1/s], dvs. antalet perioder för en sekund
- Frekvensen f ges av periodtiden $f = \frac{1}{T}$
- Periodtiden T ges av frekvensen $T = \frac{1}{f}$
- Exempel: Elnätet har den nominella frekvensen $f = 50 \text{ Hz}$ och periodtiden $T = \frac{1}{f} = \frac{1}{50} = 20 \text{ ms}$
- Exempel: En frekvensreferens ger nominellt en periodtid på $T = 100 \text{ ns}$ och därmed frekvensen $f = \frac{1}{T} = \frac{1}{100 \cdot 10^{-9}} = \frac{1}{10^{-7}} = 10^7 = 10 \text{ MHz}$

- Momentanvärdet u anger spänningen vid en vis tidpunkt
- Toppvärdet \hat{u} anger den högsta spänningen som momentanvärdet får
- Effektivvärdet U anger den spänning som motsvara samma effekt som sinusen motsvarar
- Toppvärdet \hat{u} ges av effektivvärdet $\hat{u} = U\sqrt{2} \approx 1.414U$
- Effektivvärdet (RMS) U ges av toppvärdet $U = \frac{\hat{u}}{\sqrt{2}} \approx 0.707\hat{u}$
- Topp-Toppvärdet U_{PP} är det dubbla topp-värdet
- Exempel: Elnätet har nominellt effektivvärdet $U = 230\text{ V}$ och toppspänningen blir $\hat{u} = 1.414U = 1.414 \cdot 230 = 325.22\text{ V}$



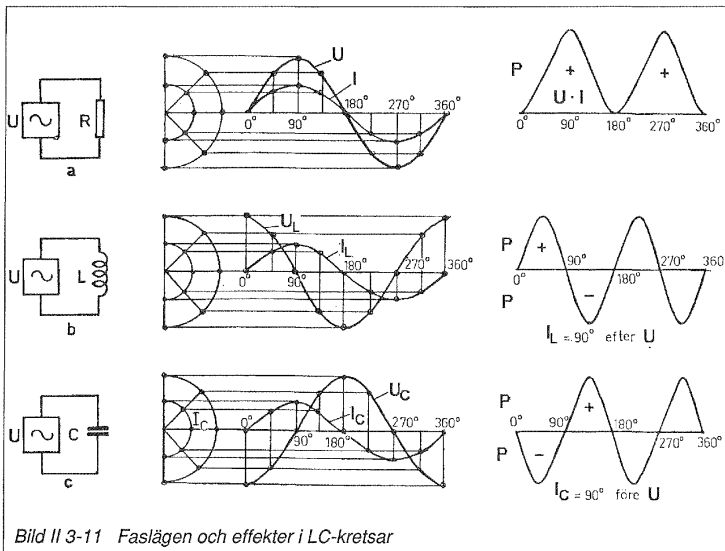
- 1 Allmän symbol
- 2 Trimbar kondensator (trimmer)
- 3 Vridkondensator
- 4 Polariserad kondensator, elektrolytkondensator

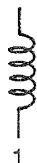
Bild II 2-2 Schemasympoler för kondensatorer

- Mellan två ledare med en laddning skapas ett elektriskt fält
- Förmågan att hålla en elektrisk laddning kallas för kapacitans C och mäts i Farad [F]
- Den elektriska laddningen Q mäts i Coulomb [$1\text{ C} = 1\text{ As}$], dvs.
 $Q = It$
- Spänningen U beror på laddningen Q och kapacitansen C som
 $Q = CV$

- Kondensatorns värden är i allmänhet i mF , μF , nF och pF
- Seriekoppling $\frac{1}{C_{tot}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots + \frac{1}{C_N}$
- Parallellkoppling $C_{tot} = C_1 + C_2 + \dots + C_N$
- Minnesregel: samma formler som för motstånd - men tvärt om

- Impedans Z är förhållandet mellan ström och spänning $U = ZI$
- Reaktans X är förhållandet mellan ström och spänning för en reaktans
- Reaktans från latinets re (åter) agere (verkan)
- Kondensatorns reaktans motverkar att spänningen ändras, då dess laddning har motsvarande Elektromotorisk Kraft (EMK)
- Reaktansen för en kondensator beror på kapacitansen C och frekvensen f enligt $X_C = \frac{1}{2\pi fC}$
- Färförskjutning mellan ström och spänning är 90 grader före spänningen
- Överkurs-bonus: $Z = \frac{1}{sC} = \frac{1}{j\omega C} = \frac{-j}{2\pi fC} = -jX_C$





- 1 Allmän symbol, induktor utan kärna
- 2 Induktor med kärna
- 3 Trimbar induktor
- 4 Ställbar induktor

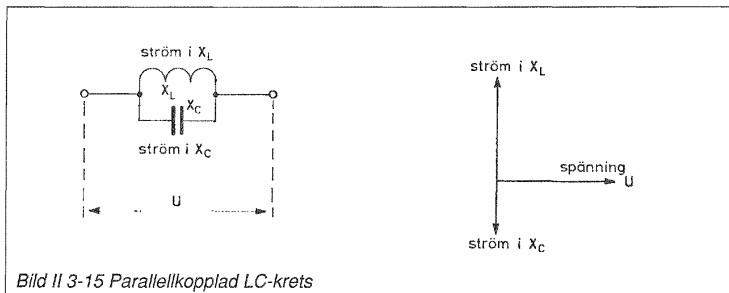
Bild II 2-4 Schemasymboler för induktorer

- En ström genom en ledare skapar ett magnetiskt fält
- Förmågan att hålla en magnetiskt fält kallas för induktans L och mäts i Henry [H]
- Magnetisk fältstyrka H i Ampere per meter [A/m] $H = \frac{\Theta}{l} = \frac{I \cdot N}{l}$
- Magnetisk flödestäthet B i Tesla [T] (tidigare Gauss) $B = \mu \cdot H$
- Magnetisk flöde Φ i Weber eller Volt sekund [Vs] $\Phi = B \cdot A$
- Induktans L gives ur $L = \frac{N\Phi}{I}$

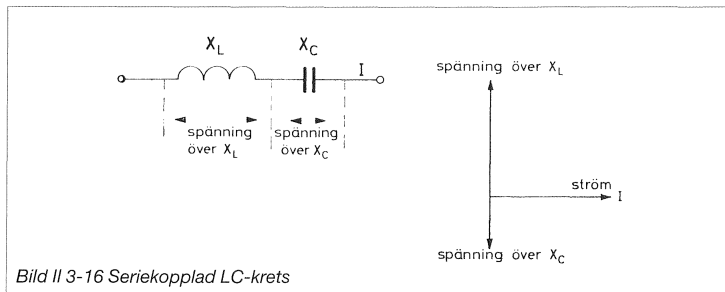
- Induktorns värden är i allmänhet i mH och μH
- Seriekoppling $L_{tot} = L_1 + L_2 + \dots + L_N$
- Parallellkoppling $\frac{1}{L_{tot}} = \frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2} + \dots + \frac{1}{L_N}$
- Minnesregel: samma formler som för motstånd

- Reaktansen för en induktor beror på induktansen L och frekvensen f enligt $X_L = 2\pi fL$
- Induktorns reaktans refereras ofta till som mot-EMK, dvs. den motsätter sig att strömmen förändras
- Färförskjutning mellan ström och spänning är 90 grader efter spänningen
- Överkurs-bonus: $Z = sL = j\omega L = j2\pi fL = jX_L$

Parallellresonanskrets

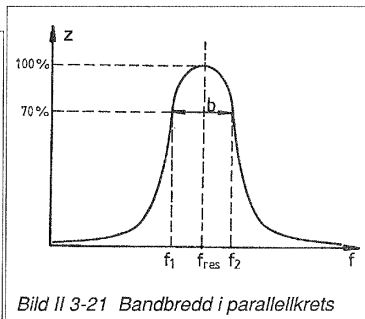
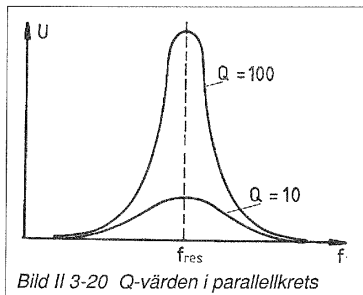


- Reaktansen för en induktor är $X_L = 2\pi fL$
- Reaktansen för en kondensator är $X_C = \frac{1}{2\pi fC}$
- Reaktansen blir $\frac{1}{X_{LC}} = \frac{1}{X_L} - \frac{1}{X_C}$ $X_{LC} = -\frac{X_L X_C}{X_C - X_L}$
- Vid resonansfrekvens f_0 , är reaktansen för bägge lika stor och tar ut varandra, varvid reaktansen går mot oändlig
- Resonansfrekvensen är $f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$

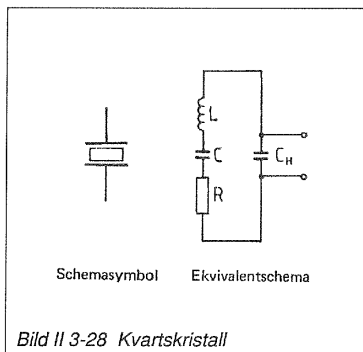


- Reaktansen för en induktor är $X_L = 2\pi fL$
- Reaktansen för en kondensator är $X_C = \frac{1}{2\pi fC}$
- Reaktansen blir $X_{LC} = X_L - X_C$
- Vid resonansfrekvens f_0 , är reaktansen för bägge lika stor och tar ut varandra, varvid reaktansen går mot noll
- Resonansfrekvensen är $f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$

Resonanskrets och Q-värde



- Godhetstalet Q (Quality factor) är en indikation på hur skarp en resonans är
- Energidefinition $Q = 2\pi \frac{\text{lagrad energi i kretsen}}{\text{energiförlusten per period}}$
- Bandbredden $b = f_2 - f_1$
- Bandbreddsdefinition $Q = \frac{f_{res}}{b} = \frac{f_{res}}{f_2 - f_1}$



- Kvarts ändrar form av elektrostatiska fält
- En kvartskristall kan agera som en akustisk resonator
- Q-värden i 10000-3000000 området, oftast 100000
- Hyfsat stabil frekvens
- Frekvensen kan stabiliseras antingen med temperaturkompensering eller ungskompensering

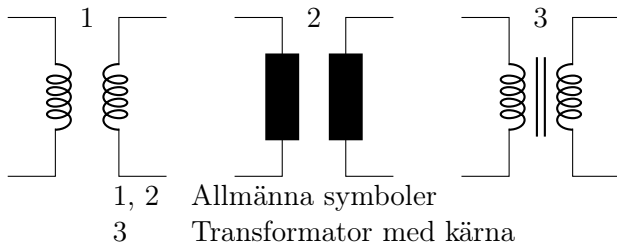


Bild 1: Schemasymboler för transformatorer

- Magnetisk koppling mellan två (eller fler) spolar
- Galvansisk (lågfrekvent) isolation mellan kretsar
- Primärsidan har n_1 varv och sekundärsidan har n_2 varv
- Spänningsomsättning $\frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2}$
- Strömomsättning $\frac{I_1}{I_2} = \frac{n_2}{n_1}$