

OH6AG

T1-modulen

Lektionerna 13-15

Radioamatörkurs
© OH6AG - 2011

Bearbetning och översättning: Thomas Anderssén, OH6NT
Original: Heikki Lahtivirta, OH2LH

1

OH6AG

Resonans

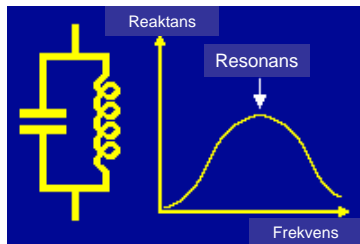
- ◆ Spolar gör större motstånd ju högre strömmens frekvens är, och kondensatorer gör lägre motstånd ju högre strömmens frekvens är.
- ◆ När vi kopplar ihop dem får vi en **resonanskrets**, som kan användas för att endera spärra en viss frekvens, eller släppa igenom den.
- ◆ Vilket det blir beror på om vi seriekopplar eller parallellkopplar dem.
- ◆ Vilken spole och kondensator man än tar, så har kopplingen en viss resonansfrekvens.

2

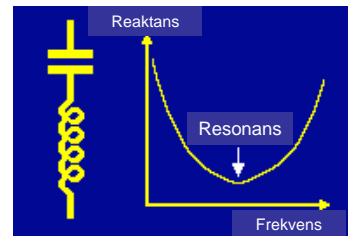
Resonanskretsar

- ◆ **Resonansfrekvensen** bestäms av kondensatorns kapacitans och spolens induktans.

Parallellresonans



Serieresonans



3

Resonans

- ◆ Den energi som matas in resonanskretsen byter skepnad mellan magnetisk energi (magnetflöde som lagrats i en spole) och elektrisk energi (spänning som lagrats i en kondensator) vid kretsens karakteristiska frekvens.
- ◆ Spänning som lagrats i kondensatorn börjar urladdas via spolen.

4

Resonans

- ◆ När strömmen är som störst är spolens magnetflöde som störst och kondensatorns spänning är noll.
- ◆ Magnetfältet börjar urladdas varvid spolens självinduktion åstadkommer en spänning över spolen som laddar upp kondensatorn till en maximal spänning av motsatt riktning.

5

Resonans

- ◆ Ifall det inte fanns några förluster, skulle denna svängning mellan kondensator och spole fortsätta oändligt.
- ◆ I praktiken dämpar komponenternas och kretsens förluster svängningen snabbt.
- ◆ Resonanskretsens godhet beskrivs med storheten Q (Q-värdet).

6

Resonans

- ◆ Ju större Q-värde, desto mindre förluster i kretsen och desto bättre godhet hos kretsen.
- ◆ Resonanskretsens förluster uppkommer av:
 - Spoltrådens resistans
 - Strömmens ytfenomen (vid höga frekvenser)
 - Förlusterna i spolkärnans material
 - Läckströmmar i kondensatorns isolation

7

Resonans

- ◆ Vid höga frekvenser (~30 MHz -->) är ett lätt och bra sätt att förbättra Q-värdet att försilvra tråden som används i spolen eller att använda sk. Litz-tråd, som består av flera individuellt isolerade tunna koppartrådar, vilket gör att den effektiva ytan ökar
→ resistansen minskar, och Q-värdet ökar.

8

$$X_L = X_C$$

Resonans

- ◆ Det finns två typer av resonanskretsar:
 - Serieresonanskrets
 - Parallellresonanskrets
- ◆ För båda gäller resonansvillkoret:

$$\begin{aligned} \omega L &= 1/\omega C \\ \Rightarrow \omega^2 &= 1/LC \\ \Rightarrow \omega &= \sqrt{1/LC}, \text{ där } \omega = 2\pi f \\ \Rightarrow f &= 1/2\pi \sqrt{LC} \quad \text{Dvs. frekvensen där kretsen är i resonans} \end{aligned}$$

9

Resonans

- ◆ Serieresonanskretsen:
 - Bildas av kondensator och spole kopplade i serie
 - I kretsen går samma ström genom de båda komponenterna, dvs. strömmarna genom de båda komponenterna ligger i samma fas
 - Spolens spänning ligger 90° före och kondensatorns spänning 90° efter strömmen

10

Resonans

- Spänningarna hos kondensatorn och spolen är alltså 180° fasförskjutna i förhållande till varandra
- Enligt resonansvillkoret är reaktanserna och spänningarna lika stora på resonansfrekvensen, men ligger i motfas varvid hela kretsens spänning är noll (om Q-värdet $\sim \infty$). I praktiken finns det en liten restspänning över kretsen.
- Om man i Ohms lag placerar en liten spänning och en stor ström får man en liten resistans.

11

Resonans

- Impedansen hos en serieresonanskrets i resonans är mycket liten, dvs. kretsen fungerar som kortslutning på resonansfrekvensen.
- Serieresonanskretsar används t.ex. för att filtrera bort icke önskvärda signaler (en sk. sugkrets) från t.ex. antennanslutningen hos en TV-mottagare (144-146 MHz sugkrets).

12

Resonans

- ◆ Parallellresonanskretsen:
 - Består av en parallellkopplad spole och kondensator
 - Över båda komponenterna verkar en spänning med samma fasläge, strömmarna ligger i motfas vid resonans, vilket betyder att strömmen är mycket liten i kretsen
 - Genom att tillämpa ohms lag blir impedansen mycket stor.
 - Spänningen som verkar över resonanskretsen ökar när Q-värdet ökar

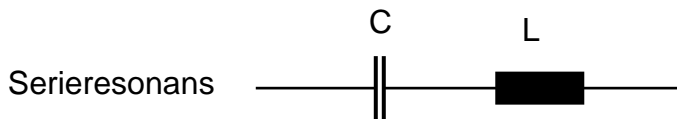
13

Resonans

- ◆ Parallellresonansen kallas spänningsresonans, och serieresonansen kallas strömresonans.
- ◆ Vid resonans är kretsarnas impedans resistiv eftersom reaktanserna tar ut varandra (samma storlek, men i motfas).

14

Resonanskretsar

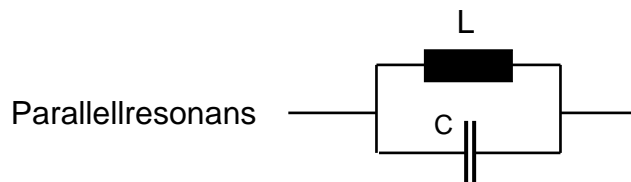


- Vid resonansfrekvensen upphäver komponenternas reaktanser varandra:

$$X_C + X_L = 0 \quad \rightarrow \quad \text{resonansfrekvensen } f_{res} = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

- Kretsens impedans på resonansfrekvensen är mycket liten

Resonanskretsar



- Funktionen som hos serieresonansen, men impedansen

$$\text{är maximal på resonansfrekvensen: } f_{res} = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

Kristaller

- ◆ Kvartskristallen hör till gruppen piezoelektriska material.
- ◆ En spänning som verkar över kristallen åstadkommer en mekanisk böjning av den
- ◆ En mekanisk kraft som påverkar kristallen åstadkommer en spänning i de anslutna elektroderna.
- ◆ Kristallskivans kapningsriktning och -vinkel påverkar kristallens elektriska egenskaper.

17

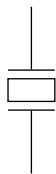
Kristaller

- ◆ Kristallen har en egen resonansfrekvens som den börjar svänga (vibrera) med då den är del av en lämplig elektrisk koppling.
- ◆ Kristaller kan även svänga på övertoner.
- ◆ Kristallens Q-värde är mycket stort, flera hundra, t.o.m. tusental.
- ◆ Resonanstoppen är mycket smal.
- ◆ Resonansfrekvensen är mycket stabil.

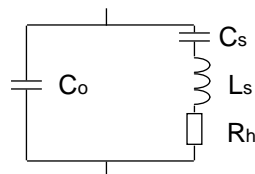
18

Kristaller

- ◆ En kristall har såväl en parallellresonans- och en serieresonansfrekvens.
- ◆ Dessa frekvenser skiljer sig lite från varandra (skillnaden är storleksordningen kilohertz).



Kristallens ritsymbol



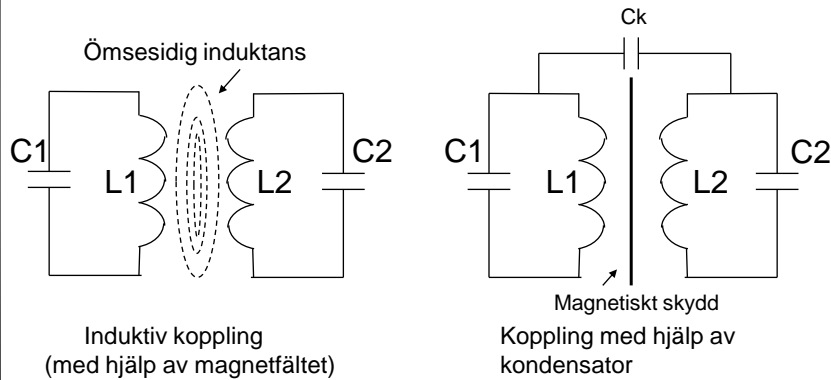
Kristallens ekvivalenta koppling

Kopplingar mellan kretsar

- ◆ Resonanskretsar kopplas ihop för att få god selektivitet (ökad urvalsförmåga).
- ◆ Selektivitetsökningen beror på bandpass-egenskapen som resonanskretsarna åstadkommer.
- ◆ T.ex. i antennkretsen hos en mottagare används flera avstämningsskretsar kopplade efter varandra.

Kopplingar mellan kretsar

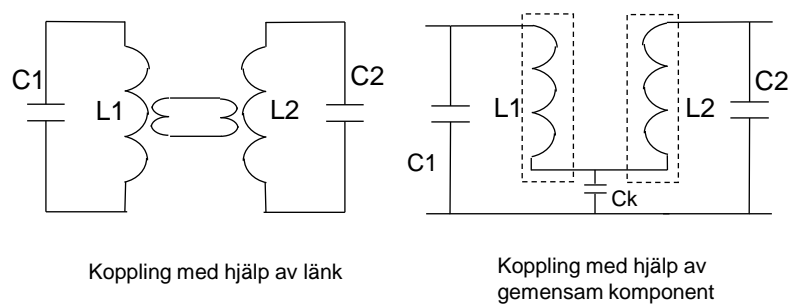
◆ Olika kopplingsprinciper:



21

Kopplingar mellan kretsar

◆ Olika kopplingsprinciper :



22

Kopplingar mellan kretsar

- ◆ Genom att ändra kopplingens styvhet kan man påverka bandpassegenskapen.

