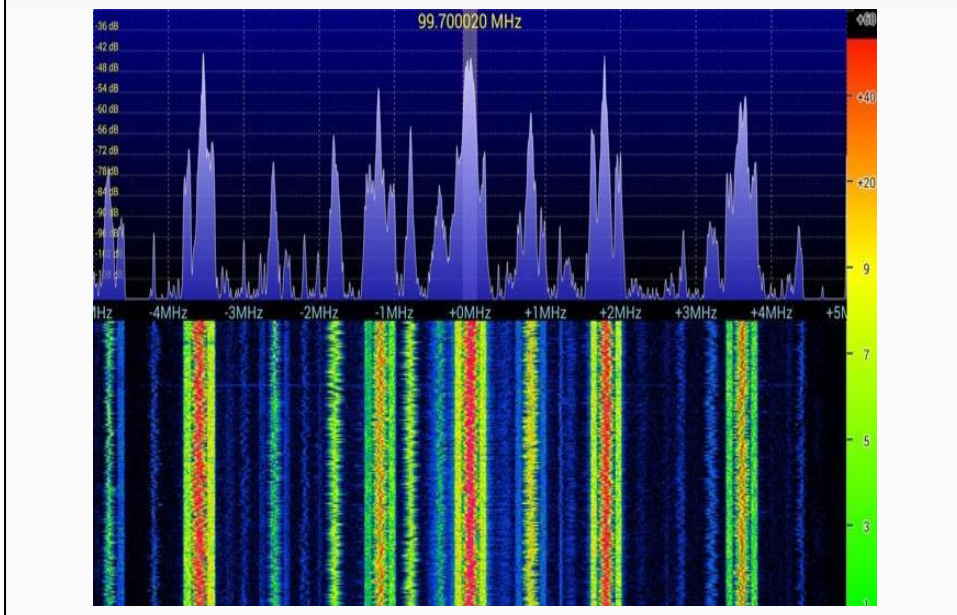


# Szűrők



Előadó: Bazsó Márton (HA7BM)

## A szűrés fontossága



Az ábrán egy spektrumképet láthatunk. A vízszintes tengelyen a frekvencia (az ábra közepén láthatjuk a 0MHz-et, a későbbiekben tanulunk a szuperheterodin elvről, ahol kiderül, hogy miért így van számozva), függőleges tengelyen a felső részen az amplitúdó, alsó részen az idő látható. A felső ábra egy adott pillanatban mutatja a jel amplitúdóját a frekvencia függvényében, míg az alsó ábrán lefelé a korábbi amplitúdóértékeket láthatjuk - minél pirosabb, annál nagyobb amplitúdó volt - ez utóbbit hívjuk waterfall vagy vízésés diagramnak.

A szűrés fontossága belátható, hiszen minket csak a “középső” jel érdekel, minden más csak zavaró tényező számunkra. Gondoljunk csak arra, mint a mikor egy nagyobb társaságban egyszerre többen beszélnek. Ilyenkor nehéz kivenni azt a hangot, amelyikre figyelni szeretnénk. Az ember elkezd figyelni az egyik beszélőre, ezzel “kiszűrve” a többiek beszédét. Hasonlóan van ez a rádiónál is, ha nem használnánk szűrést, nagy valószínűséggel értelmezhetetlen lenne számunkra a vett jelek összessége.

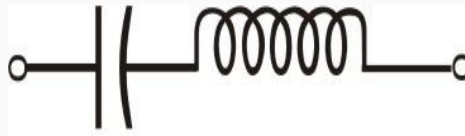
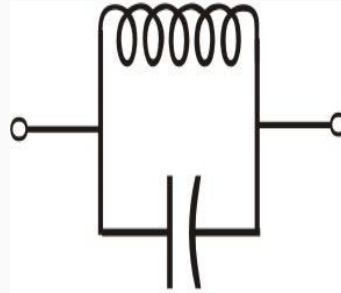
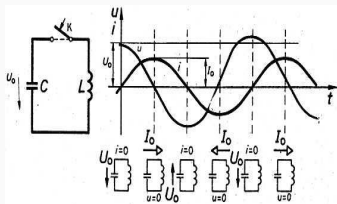
## Rezgőkörök

- Kondenzátor és Tekercs
- Energiacsere az elemek között

Az elemek elhelyezése:

- Párhuzamos rezgőkör
- Soros rezgőkör

Ideális (veszteségmentes)



A rezgőkör működése a két eleme közötti energiacsereén alapszik. A kondenzátor energiája mágneses energiává alakul a tekercsen. A mágnes tér összeomlása során feltölti a kondenzátort és így tovább, ami kisül és feltölti a tekercset és így tovább.

Ideális esetben a rezgőkör feszültsége és árama szinuszos, és mivel nincs veszteség, állandó amplitúdójú az időben.

A valóságban nem beszélhetünk veszteségmentes eszközökről. A veszteséges rezgőkör feszültsége magára hagyva lecsillapodik.

Beszélhetünk soros (alsó) és párhuzamos (felső) rezgőkörökről.

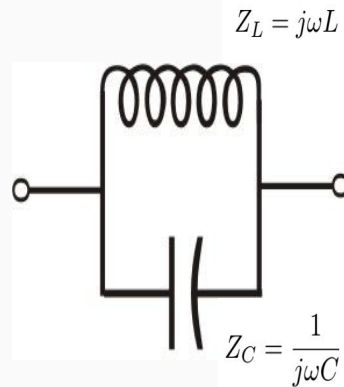
Képek: wikipedia

## Rezgőkörök - Rezonancia frekvencia

Rezonancia frekvencia:  $Z_L = Z_C$

Thomson képlet:

$$f_{rez} = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$



Ideális rezgőkörök "helyettesítése"  $f_0$ -ban:

- Soros: rövidzár
- Párhuzamos: szakadás

A rezgőkört alkotó elemek váltakozó áramú áramkörökben frekvenciafüggő látszólagos ellenállással rendelkeznek. A kondenzátor egyenáramon szakadással, nagy frekvenciák mellett rövidzárral helyettesíthető. A tekercs egyenáramon rövidzárral, nagy frekvencián szakadással helyettesíthető. A rezgőkör rezonanciafrekvenciáját ott értelmezzük, ahol a tekercs és a kondenzátor reaktanciája megegyezik.

Írjuk fel a reaktanciák abszolútértékével a  $Z_L = Z_C$  képletet.

$$\omega \cdot L = 1/(\omega \cdot C), \quad \omega = 2 \cdot \pi \cdot f$$

$$2 \cdot \pi \cdot f \cdot L = 1/(2 \cdot \pi \cdot f \cdot C) \rightarrow f^2 = 1/(4 \cdot \pi^2 \cdot L \cdot C)$$

$$\text{Tehát a rezonanciafrekvencia: } f = 1/(2 \cdot \pi \cdot \sqrt{L \cdot C})$$

Ez a Thomson képlet.

Az ideális rezgőkör impedancia-frekvencia menetét felrajzolva a következőket tapasztalhatjuk:

Soros rezgőkör esetén az impedancia mindenhol nagy, kivéve  $f_0$ -nál, ahol 0-val egyelő.

Párhuzamos rezgőkör esetén az impedancia mindenhol nulla, kivéve  $f_0$ -nál, ahol végtelen nagy.

Képek: wikipedia

## Rezgőkörök - Jósági tényező, sávzélesség

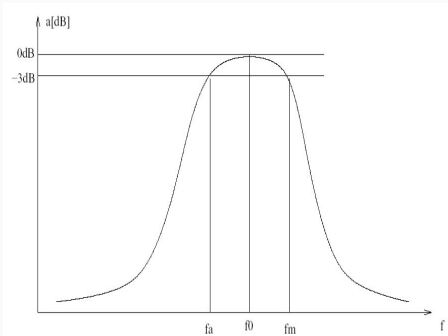
Jósági tényező:  $Q_0$

- Veszteségek határozzák meg
- Mennyire közelíti a rövidzárat/szakadást
- Meghatározza a sávzélességet

Sávzélesség:  $B$

- -3 dB-es pontoknál értelmezett
- Felső és alsó határfrekvencia

$$B = \frac{f_0}{Q_0} = f_m - f_a$$



Soros rezgőkör átviteli karakterisztikája

Az ideális rezgőkört a hátunk mögött hagyva eljutottunk végre a valóságban is létező rezgőkörhöz. A veszteségeket a rezgőkörben egy-egy ellenállással ábrázoljuk. Soros rezgőkörben a sorosan kapcsolva, párhuzamos rezgőkörben a tekercssel sorban kapcsolva szoktuk ábrázolni.

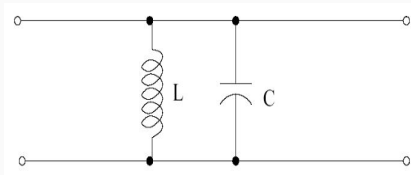
A veszteségi ellenállásnak köszönhetően a soros rezgőkör rezonanciafrekvencián alacsony (ohmos nagyságrendű) ellenállással rendelkezik, a párhuzamos pedig nagy (kiloohmos) ellenállással rendelkezik.

A rezgőkör jósági tényezője megmutatja, hogy mennyire közelíti meg a rezgőkör az ideális változatát. Értékét a veszteségek határozzák meg. A jósági tényező reciprokaként szokták még jelölni a rezgőkör veszteségét ( $D_0$ ).

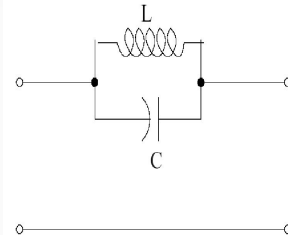
A rezgőkör jósága meghatározza emellett a sávzélességet is. Ezt a -3dB-es pontok között értelmezzük: megvizsgáljuk a rezonanciafrekvencián a rendszer átvitelét (a rezgőkörre adott teljesítményből mennyi jut a kimenetre) és ehhez képest a 3dB-el kisebb (fele akkora teljesítmény jut át) frekvenciákat vesszük alsó és felső határértékeknek. A kettő különbsége adja meg a sávzélességet.

képek: HA5KDR jegyzet

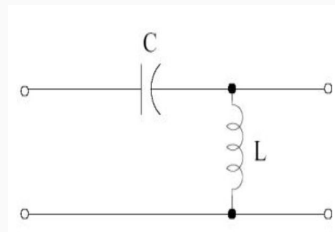
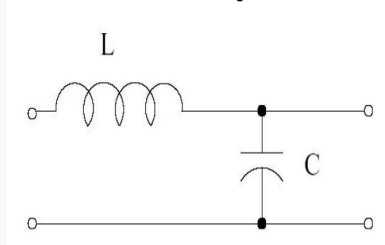
## Szűrők típusai



Sáváteresztő szűrő rezgőkörből



Sáváteresztő szűrő rezgőkörből



Rezgőkörből kialakíthatók szűrők. Ilyenkor az átvitelét vizsgáljuk a rendszernek. Lesz egy bemeneti (az ábrákon bal oldalon) és egy kimeneti (jobb oldali) kapu. Vizsgáljuk, hogy a bemenetről mekkora teljesítmény jut a kimenetre.

Az egyes szűrő típusokból egyet egyet láthatsz a dián megvalósítva, valójában ezekből többféle elrendezés is létezik.

Visszagondolva a rezgőkörök impedanciamenetére, könnyen kitalálható, hogy sáváteresztő és sávzáró szűrők hogyan működnek.

Sáváteresztő szűrő esetében a referencia potenciál felé kötjük a párhuzamos rezgőkört. Ez a rezonanciafrekvencia környékén nagy impedanciát mutat, így ilyenkor nem folyik áram a nulla potenciál irányába, tehát ideális esetben a teljes teljesítmény a kimenetre jut.

Sávzáró szűrő esetén a bement és kimenet közé kötjük a párhuzamos rezgőkört. Ez rezonanciafrekvencián nagy impedanciát mutat, így a kimenetre nagyon kicsi teljesítmény jut, azon kívül pedig (ideális esetben) a teljesítmény nagyrésze.

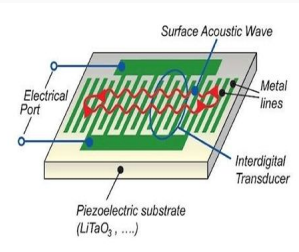
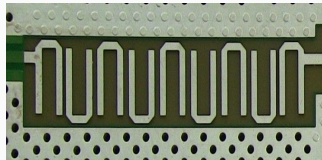
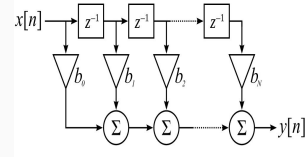
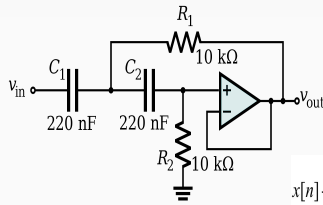
Alul és felüláteresztő szűrőket az alábbi módon valósíthatunk meg: Vegyünk egy soros rezgőkört, aminek bemenetét a teljes rezgőkör két pólusára kössük, kimenetét pedig válasszuk úgy, hogy az egyik elem két pólusa legyen. Észrevehetjük, hogy ez a korábbiakban tanult feszültségosztóként működik.

Aluláteresztő szűrő esetében kis frekvenciákon a tekercs áttereszt, a kondenzátor szkadásként működik. A frekvenciát növelve nő a tekercs impedanciája, a kondenzátor elkezd vezetni.

Felüláteresztő szűrő esetén a soros kondenzátor kis frekvenciákon nem ereszt át, míg a tekercs igen. A frekvenciát növelve a kondenzátor elkezd vezetni, a tekercs egyre nagyobb impedanciát mutat.

## Egyéb szűrő típusok

- Passzív szűrők
- Aktív szűrők
  - pl. Sallen-Key
- Diszkrét idejű szűrők
  - FIR, IIR
- Elektroakusztikus/Elektromechanikus szűrők
  - Felületihullám szűrő
- Elosztott paraméterű szűrők
  - Hairpin szűrő



Az eddigiekben passzív szűrőáramkörökről beszéltünk. A rádióamatőr világban sokszor ilyen szűrőkkel találkozhatunk, de nem kizárólagosan ezekkel.

Az aktív szűrők esetében az induktivitásokat helyettesíthetjük erősítőkkel. Nagy előnyük az ilyen szűrőknek, hogy kimenetükön akár nagyobb energia is megjelenhet, mint a bemenetre adott (az energia természetesen nem a semmiből jelenik meg, hanem külső forrásból).

Diszkrét idejű szűrőket egyre gyakrabban használnak digitális eszközökben - például szoftverrádiókhoz is.

Léteznek elektroakusztikus és elektromechanikus szűrők. Ezek az elektromos energia akusztikus vagy mechanikus hullámmá alakításán és ilyen módon való szűrésén működnek

Végül léteznek elosztott paraméterű szűrők is, melyek a tápvonal megfelelő kialakításával szűrnek.



# Vége

Kérdések?

