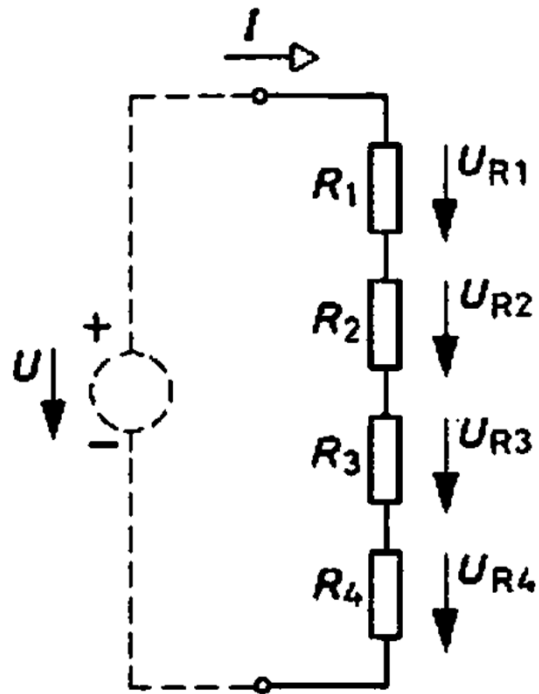


Áramkörök

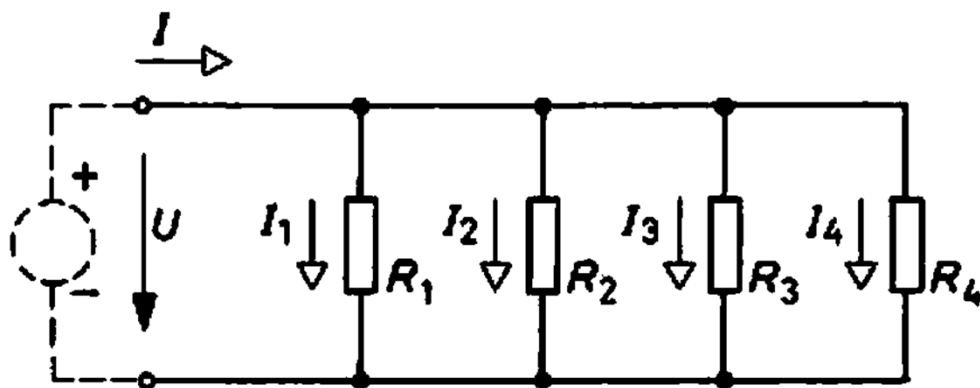
Molnár Dániel HA5TBN

Ellenállások soros kapcsolása



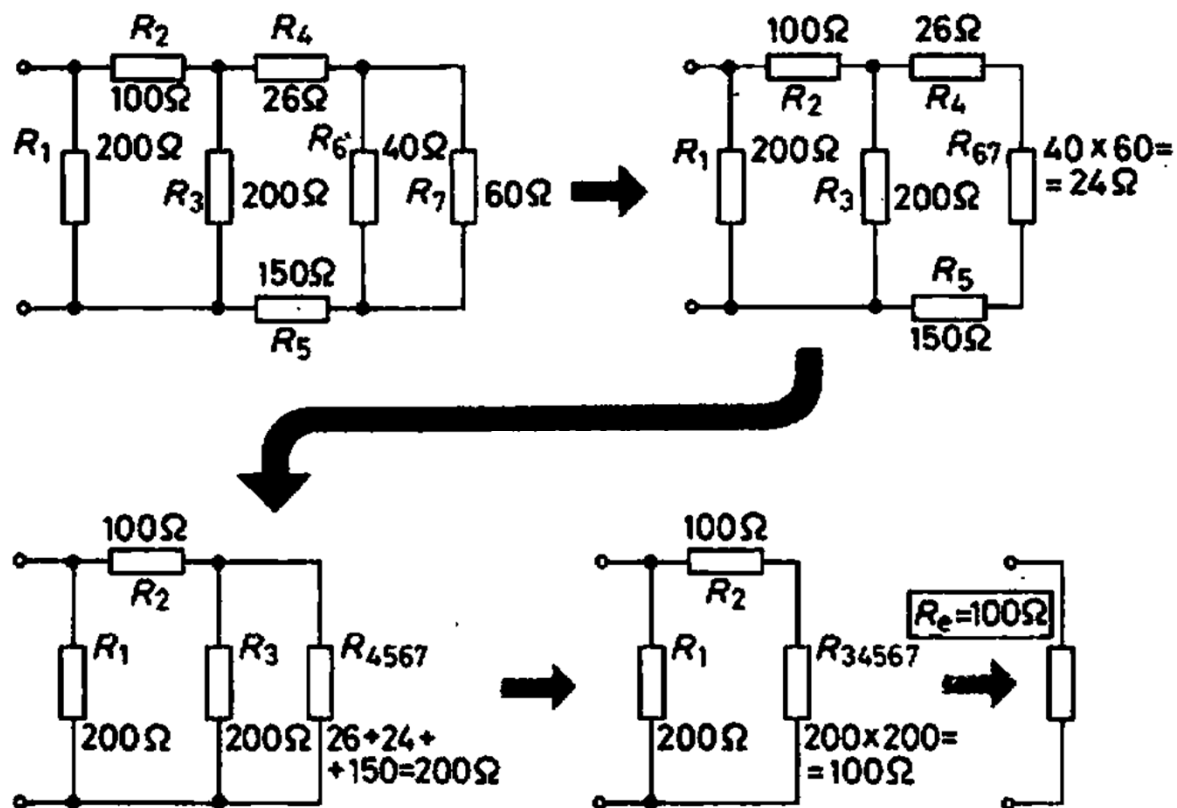
- A sorba kapcsolt ellenállásokon átfolyó áram megegyezik, de rajtuk az ellenállás mértékének megfelelő feszültség fog esni.
- Az eredő ellenállás:
$$R_e = R_1 + R_2 + \dots + R_n$$
- Alkalmazási példa:
 - Feszültség osztó multiméterben
 - Nagy feszültségű áramkör

Ellenállások párhuzamos kapcsolása

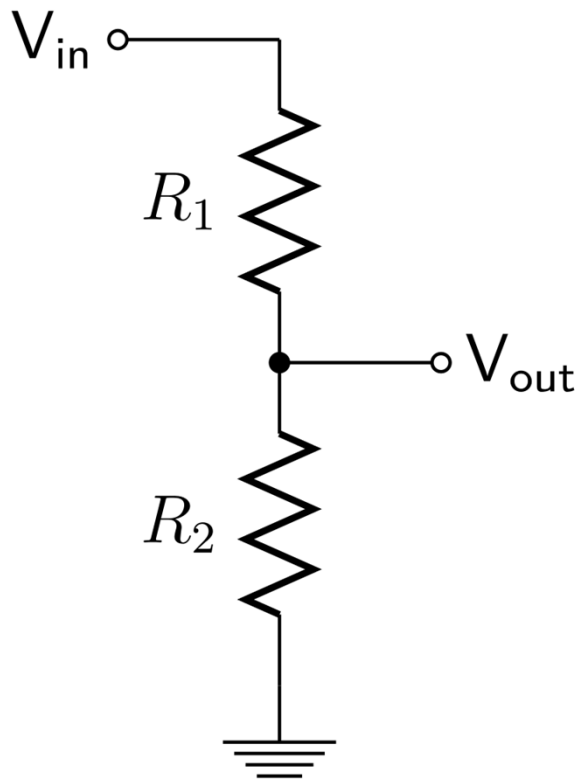


- A párhuzamosan kapcsolt ellenállásokon ugyan akkora feszültség esik, de a rajtuk átfolyó áram az ellenállások mértékének megfelelően oszlik el.
- Az eredő ellenállás:
$$\frac{1}{R_e} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots + \frac{1}{R_n}$$
- Alkalmazási példa:
 - Terhelés megosztás

Vegyes kapcsolás



Feszültség osztó



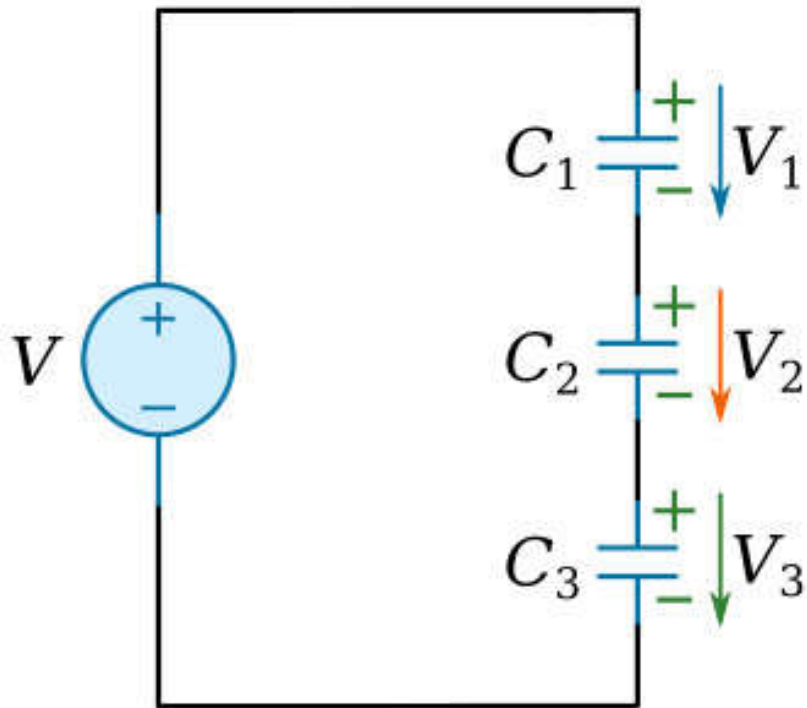
- Terheletlen feszültség osztó kimenő feszültsége:

$$V_{out} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \cdot V_{in}$$

- Példa: 10 kOhm bemenő impedanciájú 1:5 osztó

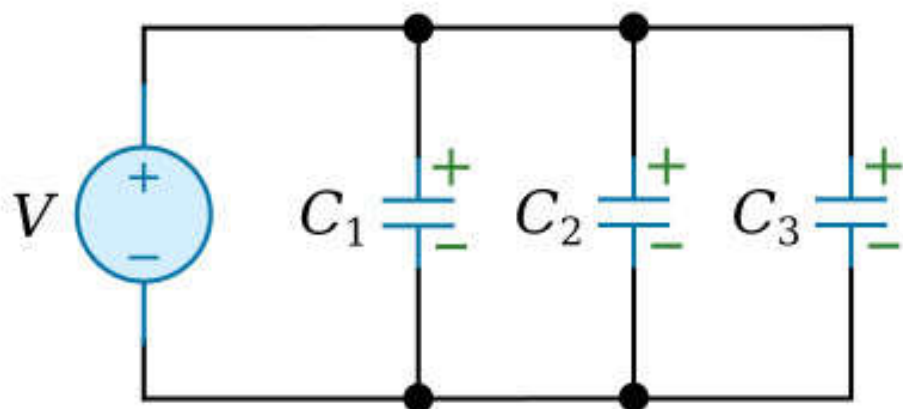
$$\frac{V_{out}}{V_{in}} = \frac{1}{5} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \text{ ahol } R_1 + R_2 = 10 \text{ kOhm}$$
$$\frac{1}{5} = \frac{R_2}{10} \rightarrow R_2 = 2 \text{ kOhm és } R_1 = 8 \text{ kOhm}$$

Kondenzátorok soros kapcsolása



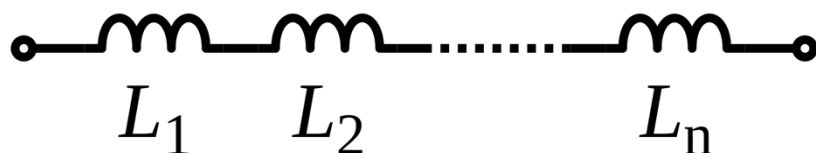
- Sorba kapcsolt kondenzátorok esetén a feszültség az egyes kapacitások mértékének arányában oszlik meg
A bennük tárolt Q töltés egyenlő
- Eredő kapacitás:
$$\frac{1}{C_e} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \dots + \frac{1}{C_n}$$
- Alkalmazási példa:
-nagyfeszültségű tápegység

Kondenzátorok párhuzamos kapcsolása



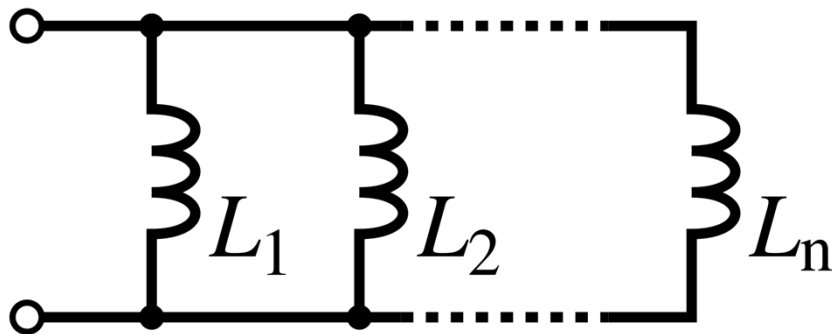
- Párhuzamosan kapcsolat kondenzátorok ugyanakkora feszültségre töltődnek fel. A bennük tárolt Q töltés összeadódik
- Eredő kapacitás:
$$C_e = C_1 + C_2 + C_3 + \dots + C_n$$
- Alkalmazási példa:
 - Tápegységek
 - Nem szabványos kapacitás

Induktivitások sorba kapcsolása



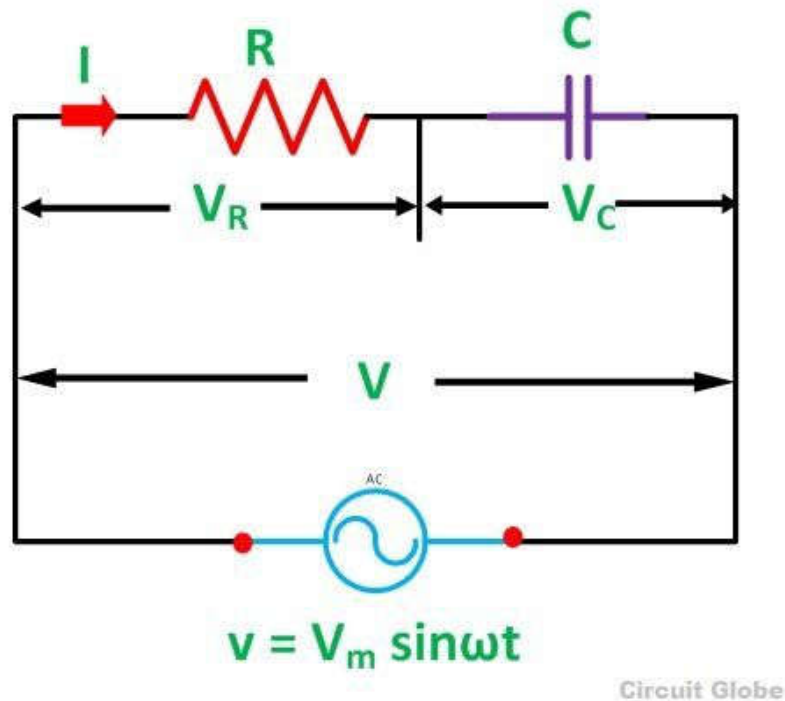
- Induktivitások soros kapcsolásánál az egyes tekercseken ugyan akkora áram folyik át, a rajtuk eső feszültség megoszlik.
- Eredő inuktivitás:
$$L_e = L_1 + L_2 + L_3 + \dots + L_n$$
- Ha nincs a tekercsek között csatolás

Induktivitások párhuzamos kapcsolása



- Induktivitások párhuzamos kapcsolásánál ugyan az a feszültség jut az egyes tekercsekre, az eredő áram az induktivitások mértékének arányában megoszlik.
- Eredő induktivitás:
$$\frac{1}{L_e} = \frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2} + \frac{1}{L_3} + \dots + \frac{1}{L_n}$$
- Ha nincs a tekercsek között csatolás

Sorba kapcsolt ellenállás és kondenzátor



- Az eredő impedancia:

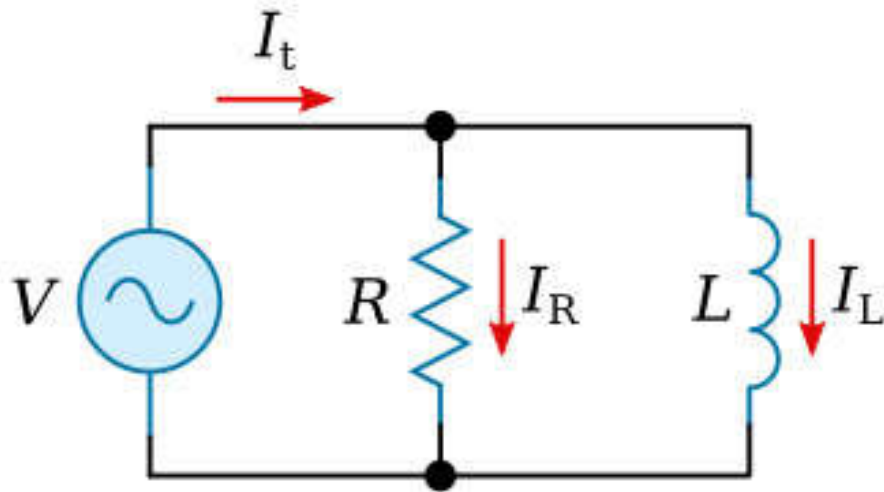
$$Z = \sqrt{R^2 + X_C^2}$$

- A fázisszög:

$$\varphi = \tan^{-1} \frac{X_C}{R}$$

- A kondenzátoron eső feszültség késik az ellenálláson lévőhöz képest.

Párhuzamos ellenállás és tekercs



- Az eredő impedancia:

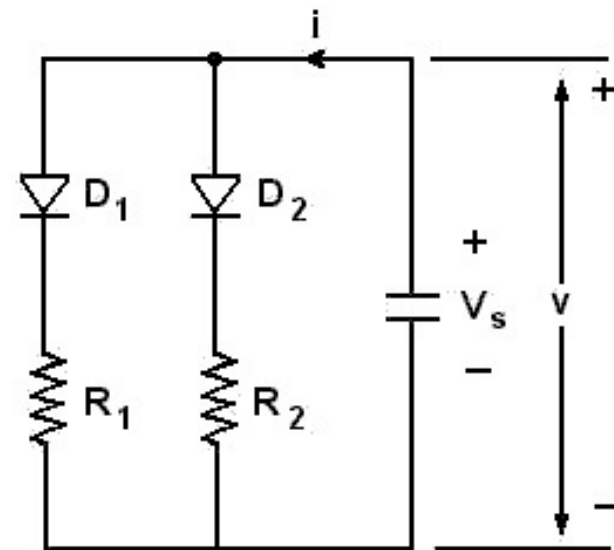
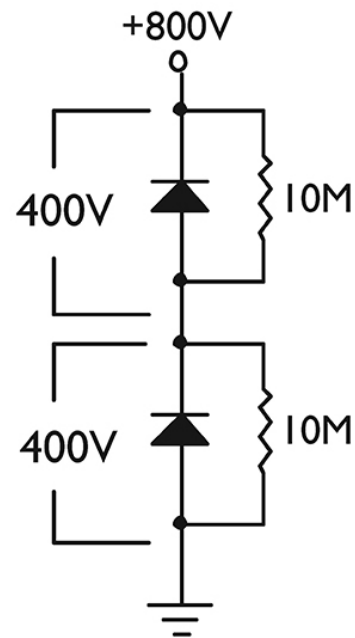
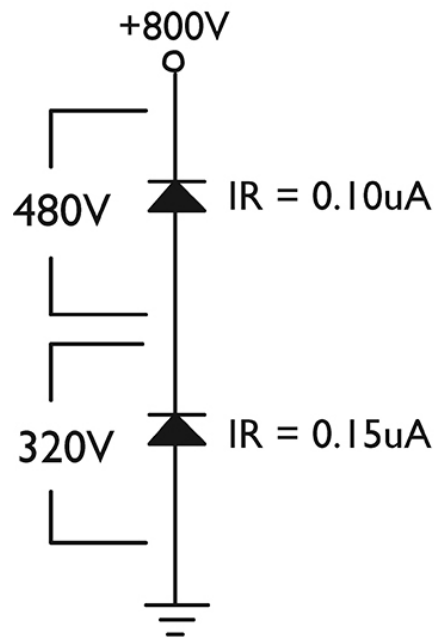
$$Z = \frac{1}{\sqrt{\frac{1}{R^2} + \frac{1}{X_L^2}}}$$

- A fázisszög:

$$\varphi = \tan^{-1} \frac{R}{X_L}$$

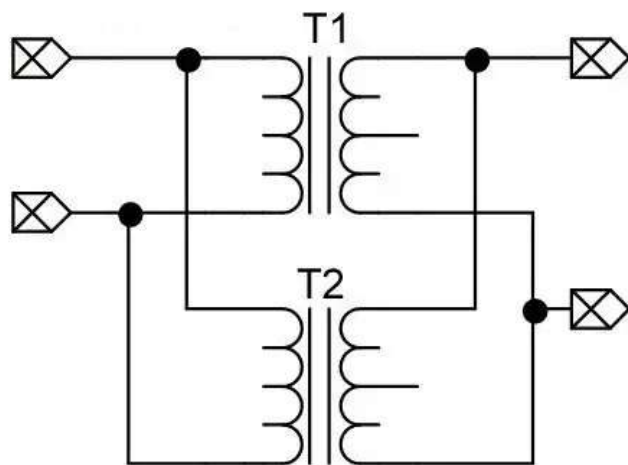
- A tekercsen átfolyó áram késik az ellenálláson lévőhöz képest.

Diódák soros/párhuzamos kapcsolása

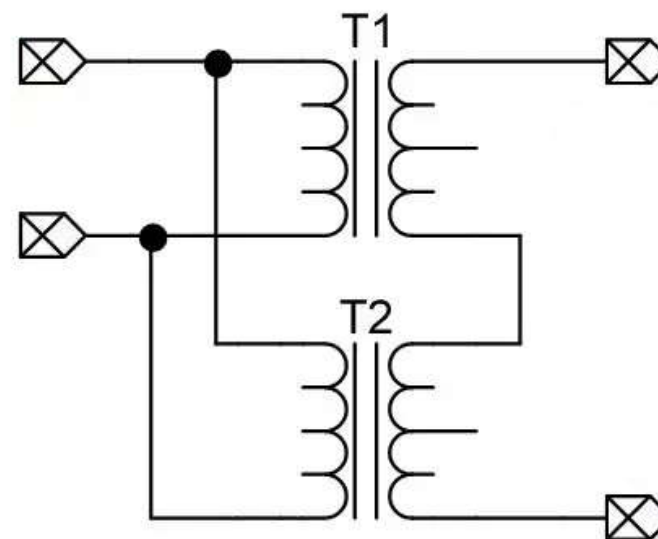


Transzformátorok soros/párhuzamos kapcs.

Párhuzamos kapcsolás

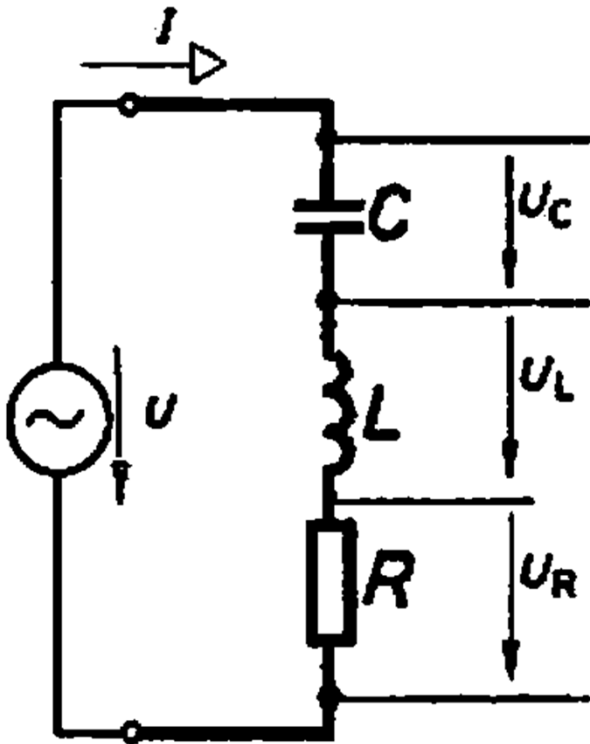


Soros kapcsolás



Rezgőkörök

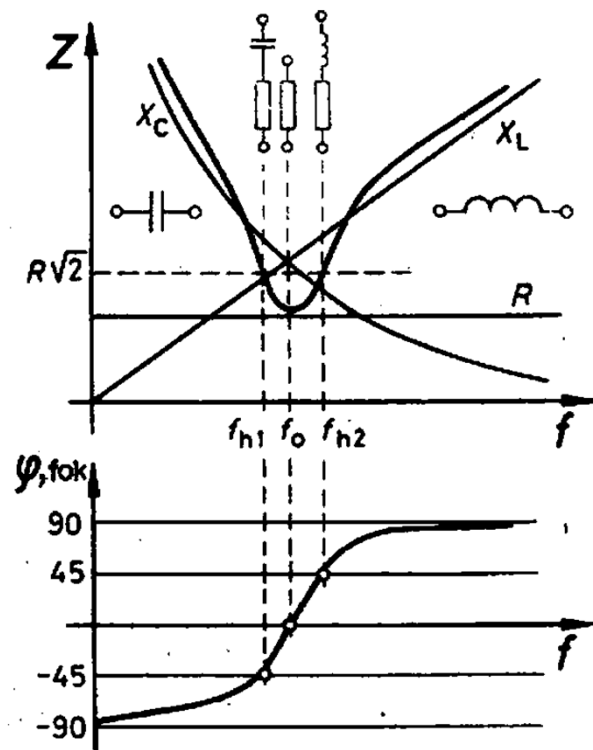
Soros RLC rezgőkör



- Sorba kapcsolt kondenzátorból, tekercsből áll.
 - Az áramköri elemeken ugyan akkora áram folyik keresztül. A tekercsen eső feszültség siet, a kondenzátoron eső feszültség késik az ármához képest.
 - Az ellenállás rezgőkör veszteségeit reprezentálja.
 - Az impedanciája:
- A frekvenciát ahol $X_L = \omega_0 L$ és $X_C = \frac{1}{\omega_0 C}$ megegyezik, rezonanciafrekvenciának nevezzük.

$$\omega_0 L = \frac{1}{\omega_0 C} \rightarrow \omega_0^2 = \frac{1}{LC} \rightarrow \omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}} \rightarrow f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

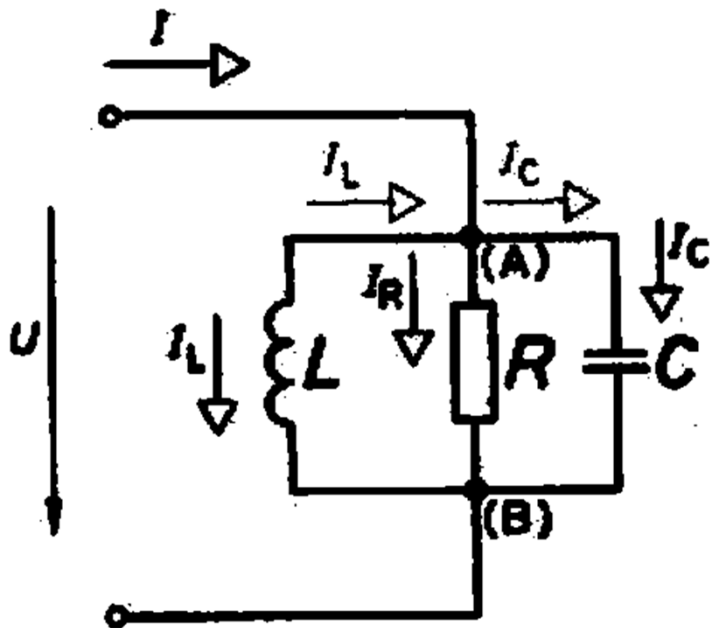
Soros RLC rezgőkör



- A soros rezgőkör a rezonancia frekvencia alatt kapacitív, felett induktív jellegű
- Kitüntetett szerepe van azoknak a frekvenciáknak, ahol az impedancia valós és képzetes része megegyezik:
 $R = X_L - X_C$ és $R = X_C - X_L$
- Itt az impedancia:

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} = \sqrt{R^2 + R^2} = \sqrt{2}R$$
- Sávszélesség (B) és jósaági tényező (Q):
 $B = f_{h2} - f_{h1}$ és $Q = \frac{f_0}{B}$

Párhuzamos RLC rezgőkör



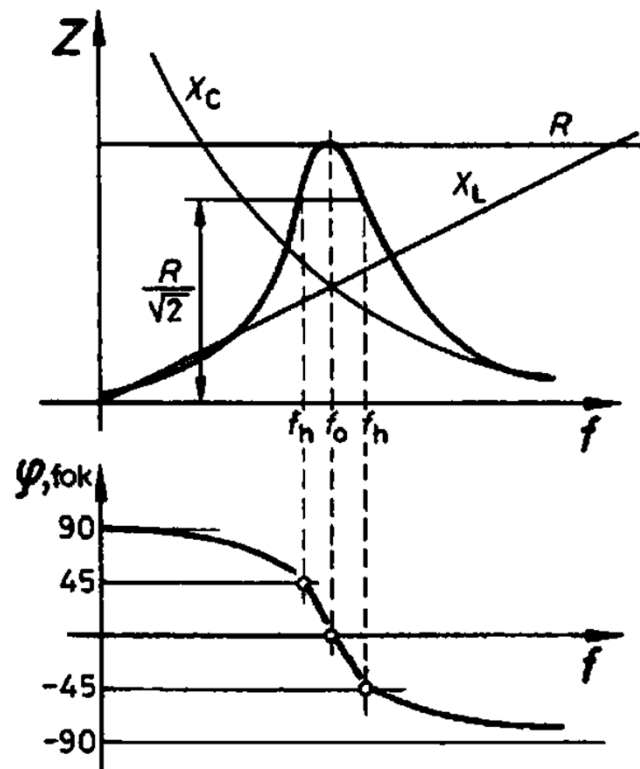
- Párhuzamosan kapcsolt kondenzátorból, tekercsből áll.
- Az áramköri elemekre ugyan akkora feszültség jut. A tekercsen átfolyó áram késik, a kondenzátoron átfolyó siet a feszültséghez képest.
- Az ellenállás rezgőkör veszteségeit reprezentálja.
- Az impedanciája:

$$Z = \frac{1}{\sqrt{\frac{1}{R^2} + \left(\frac{1}{X_C} - \frac{1}{X_L}\right)^2}}$$

- A frekvenciát ahol $X_L = \omega_0 L$ és $X_C = \frac{1}{\omega_0 C}$ megegyezik, rezonanciafrekvenciának nevezzük.

$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

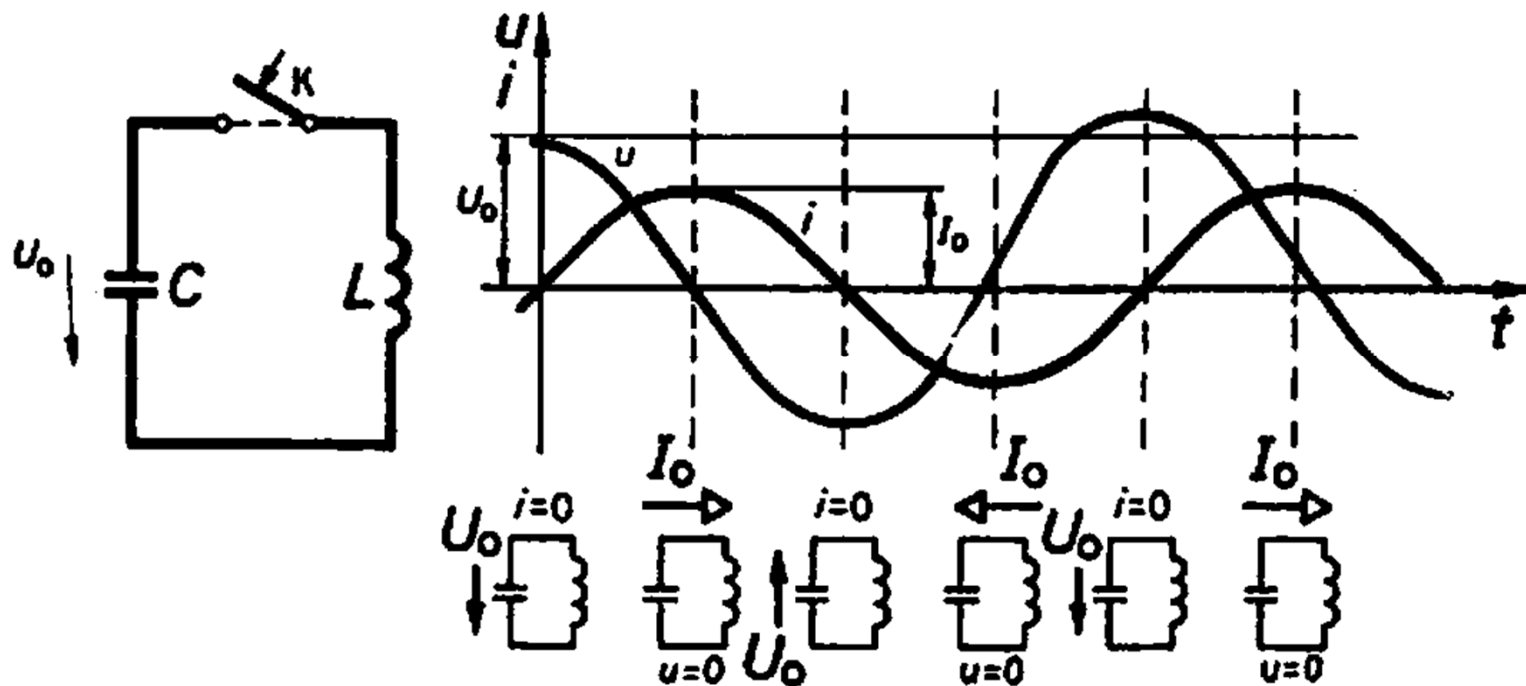
Párhuzamos RLC rezgőkör



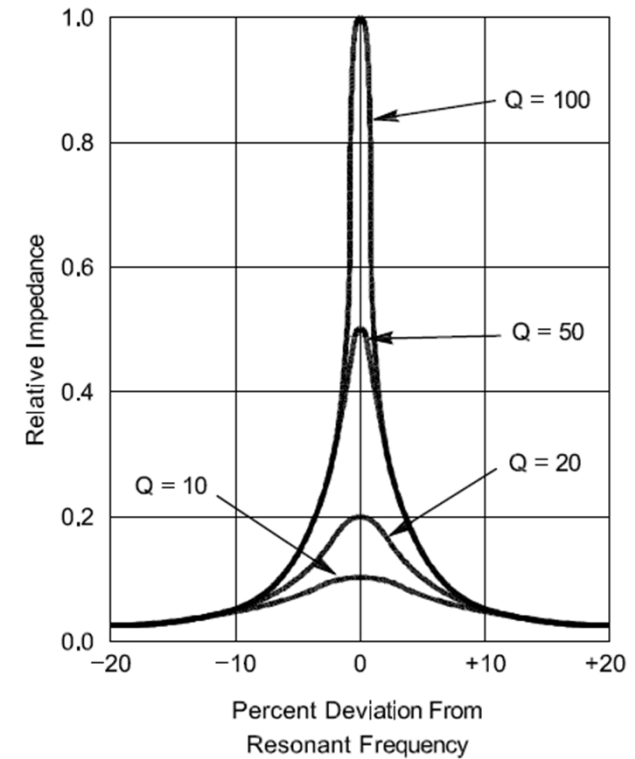
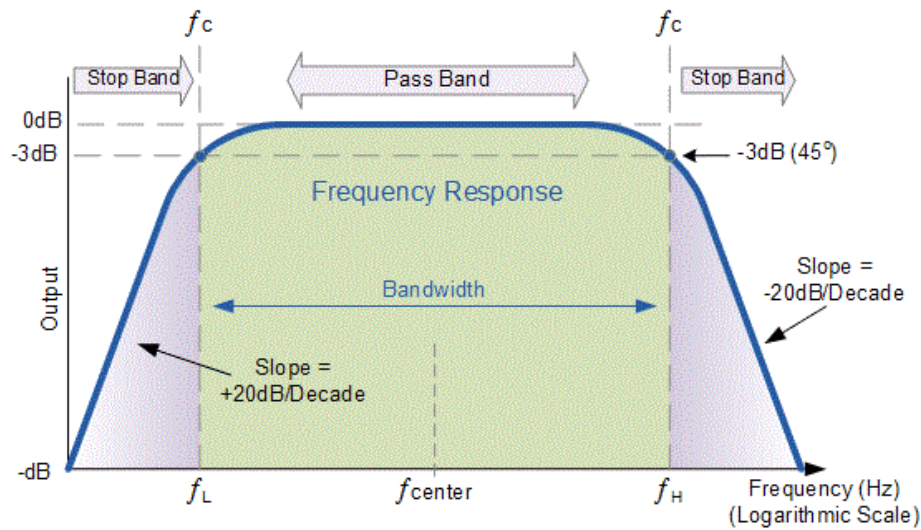
- A párhuzamos rezgőkör a rezonancia frekvencia alatt induktív, felette kapacitív jellegű
- Kitüntetett szerepe van azoknak a frekvenciáknak, ahol az impedancia a rezoncián mért érték $1/\sqrt{2}$ szeresére csökken.
- Itt az impedancia:

$$Z = \frac{R}{\sqrt{2}}$$
- Sávszélesség (B) és jósaági tényező(Q): $B = f_{h2} - f_{h1}$ és $Q = \frac{f_0}{B}$

Mitől rezeg a rezgőkör?

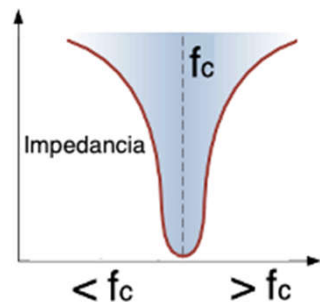
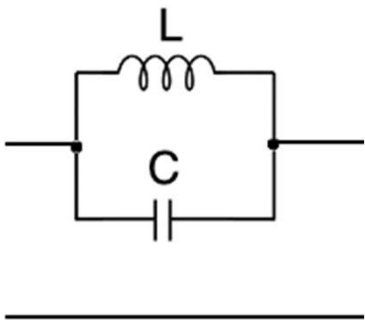
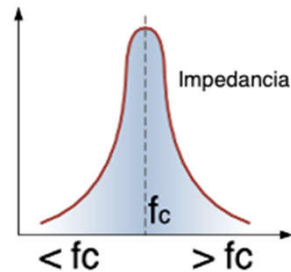
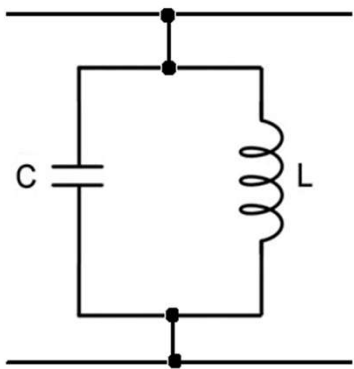


Sávszélesség és jósági tényező



Szűrők

LC szűrők



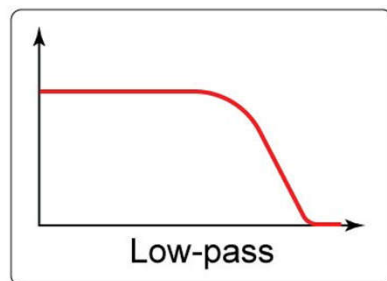
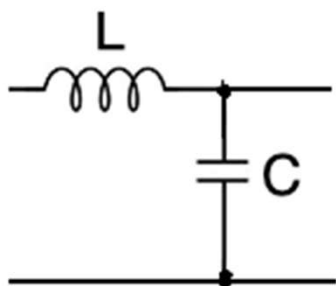
Sáv-áteresztő szűrő (Band Pass Filter)

- Minél alacsonyabb a frekvencia, annál inkább zárlatként viselkedik az induktor.
- Minél magasabb a frekvencia, annál inkább zárlatként viselkedik a kapacitás.
- A rezonancia frekvencián viszont elméletileg végtelen, gyakorlatilag nagyon magas impedanciát képvisel a rezgőkör, tehát csak itt ereszti át a jelet, vagyis a sáv szélességbe eső jelet (nem ideális persze).

Sáv-záró szűrő (Band Stop Filter → Notch Filter)

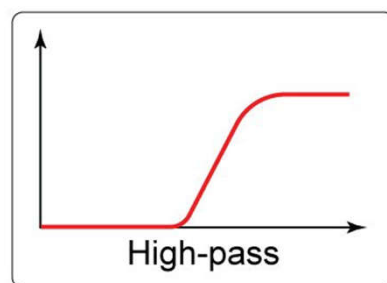
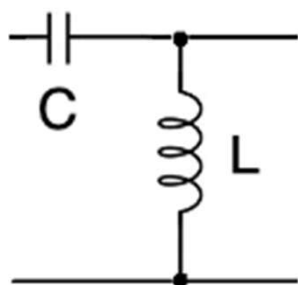
- Mivel pont a rezonancia frekvencián maximum az impedanciája, ezért ezt a frekvenciát blokkolni fogja, és minden más frekvenciát átenged.

LC szűrők



Alul-áteresztő szűrő

- Az induktor csökkenő frekvenciával közeledik a nulla ellenállás felé, a kapacitás pedig a végtelen ellenállás felé.
- Ellenkező irányban az induktor egyre nagyobb ellenállást képvisel, miközben a kapacitás közeledik a zárlat felé.
- Tehát az alacsony frekvenciát átengedi a magasat kiszűri.



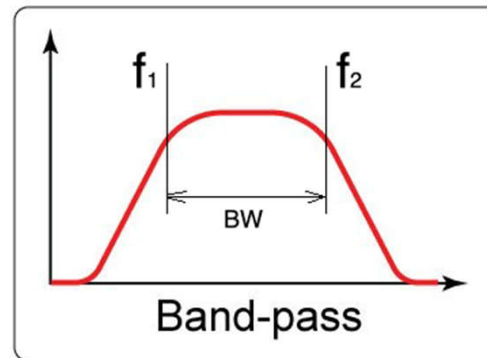
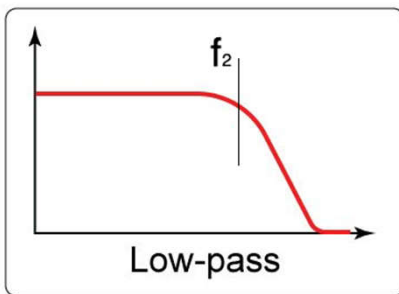
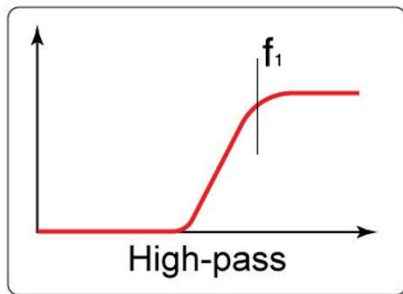
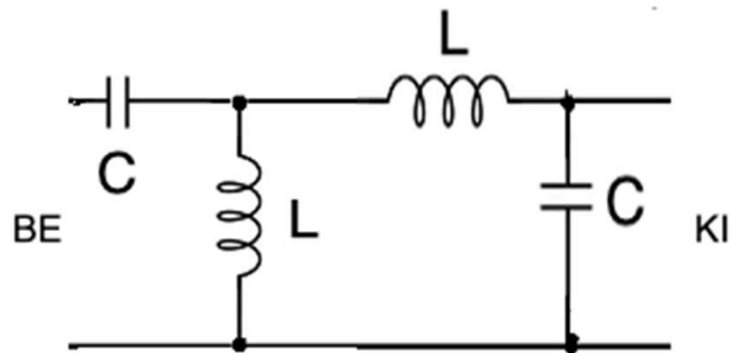
Felül-áteresztő szűrő

- Az ellentétje történik mint az alul-áteresztő szűrőnél. Az alacsony frekvenciát blokkolja, de a magas frekvenciát átengedi.

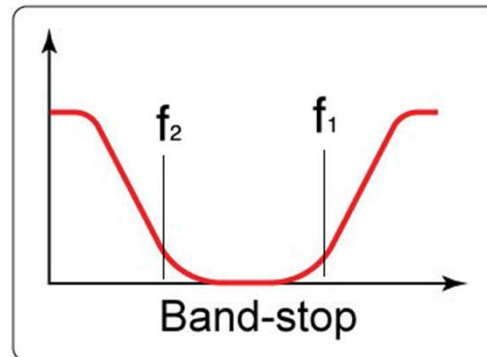
Alul-áteresztő és felül-áteresztő szűrők kombinációjával is készíthetünk sávszűrő filtereket.

LC szűrők

Alul-áteresztő és felül-áteresztő szűrők kombinációjával is készíthetünk sávszűrő filtereket.



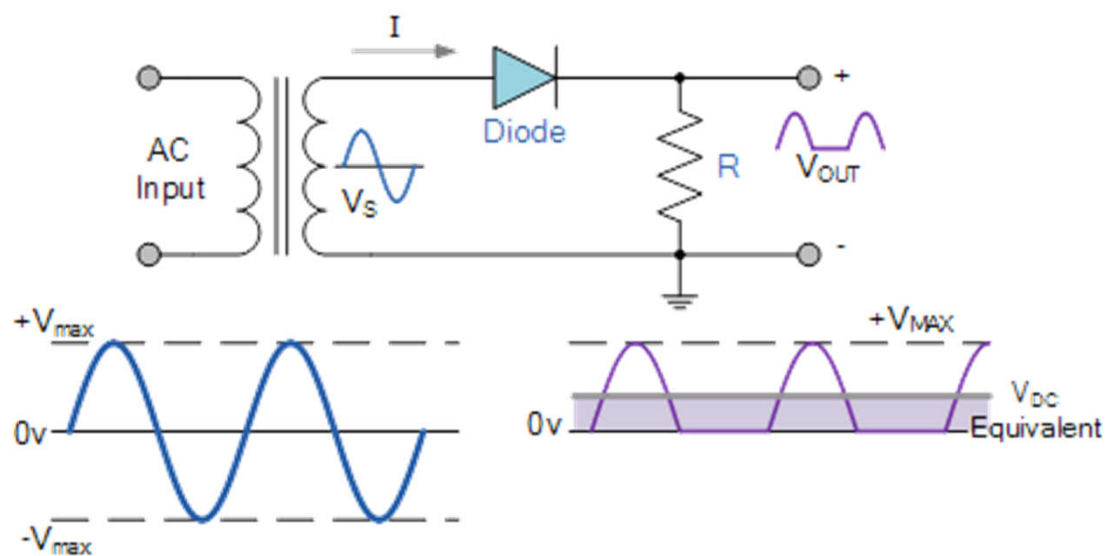
Az f_1 és f_2 méretezésétől függően tudjuk a sáv szélességet beállítani. Ebben az esetben ha az $f_2 > f_1$ akkor sáváteresztő szűrőnk van.



Ha az $f_1 > f_2$ akkor sávzáró szűrőt kapunk.

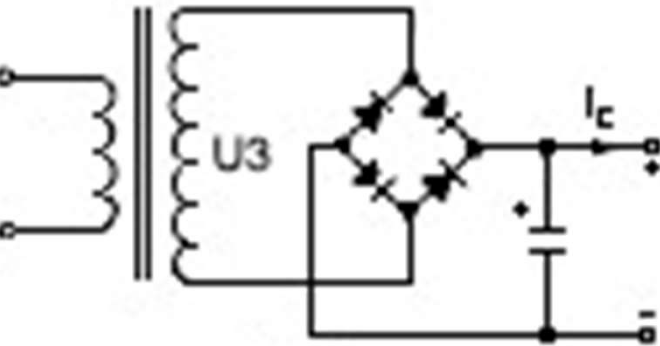
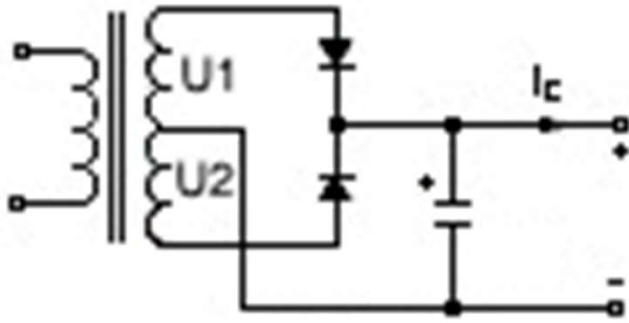
Tápegységek

Egyutas egyenirányító



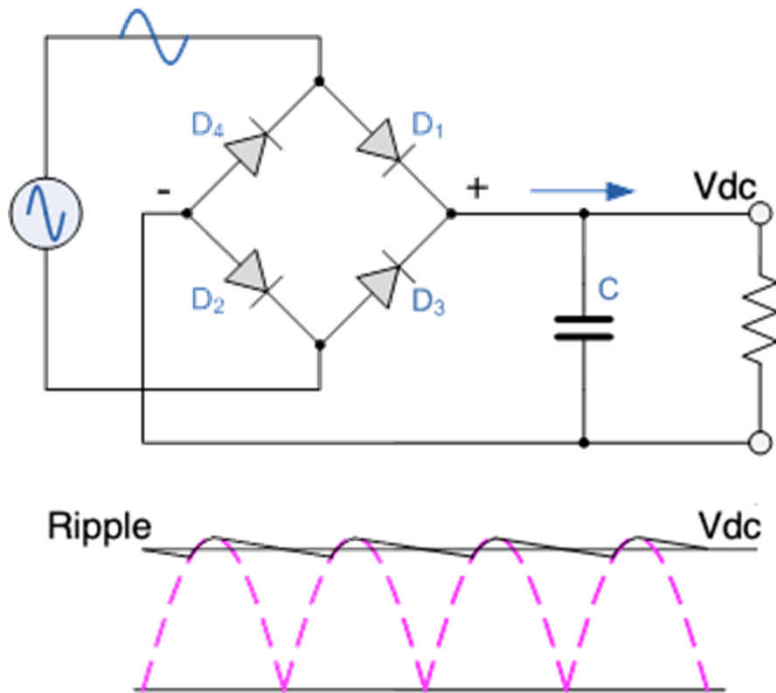
- A dióda csak a pozitív félhullámokat engedi át.
- Az egyenirányított feszültség nem elég sima (lücktető egyenáram).
- Sokkal több szűrésre van szükség a hullámosság kisimításához és a harmonikusok elnyomásához, mint a kétutas egyenirányítónál.

Kétutas egyenirányító



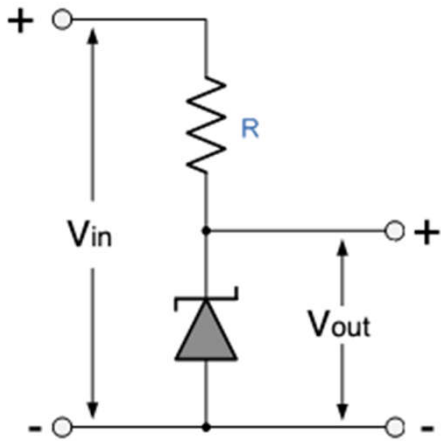
- Mindkét áramkör kétutas egyenirányítót ábrázol.
- A váltóáram pozitív periódusában az egyik diódán, a negatív periódusban pedig a másik diódán vezeti az áramot, mindkét félperiódust kihasználva.
- A felső áramkör közép leágazású transzformátorral működik. Az $U_1 = U_2$ és a kimeneti feszültség csak az U_1 vagy U_2 -ből adódik. **Drágább a trafó.**
- Az alsó ábra egy Greatz hidas egyenirányító, és a feszültség az U_3 -ból adódik. **Több diódára van szükség.**

Kétutas egyenirányító és szűrés

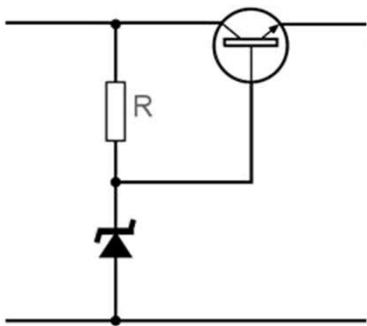


- A rózsaszínű görbe mutatja a Greatz hídból kijövő feszültséget, ami meglehetősen pulzál.
- Kondenzátor ezt a pulzálást “kisimítja” olyan módon, hogy miután feltöltődött, a benne tárolt energiát adja át a fogyasztónak két periódus között.
- A maradék hullámzást hívjuk “brumm-feszültségnek” vagy “ripple” feszültségnek.
- A brumm-feszültséget maximum 5% alatt ajánlatos tartani.
- A kondenzátor csúcsfeszültségre töltődik fel, erre kell méretezni

Stabilizált tápegységek

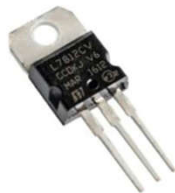
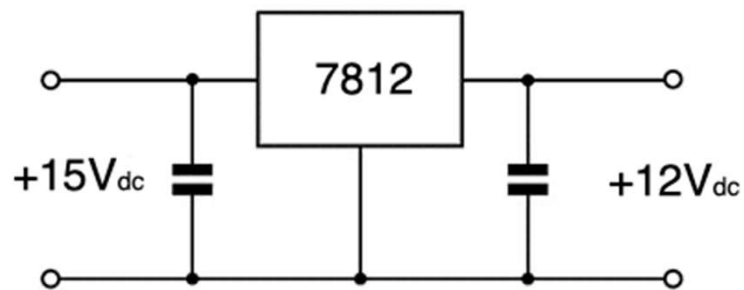


A V_{in} feszültséget a zenner dióda úgy stabilizálja, hogy a terheléssel mindig annyi feszültség esik az R ellenálláson amennyi a V_{out} feszültséget stabilan tartja. Nem túl jó a hatásfok, hisz ellenállással szabályozza a feszültséget, csak kis teljesítményre használható.

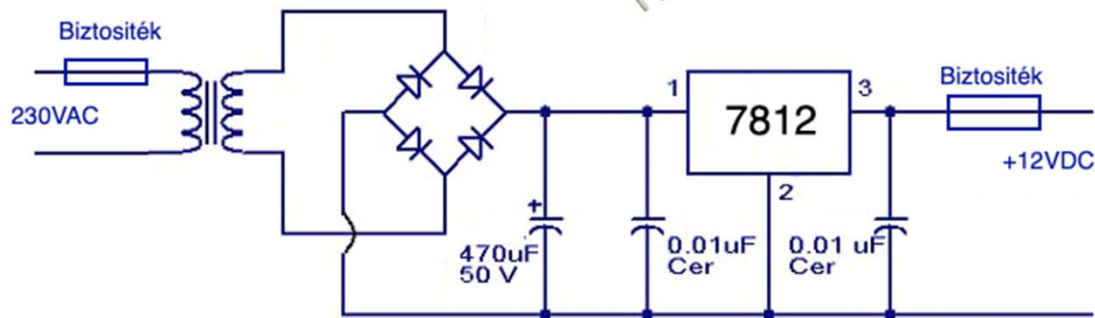


Az áteresztő tranzisztorral bővített megoldásban a terhelhetőséget a tranzisztor maximális kollektor árama határozza meg.

Stabilizált tápegységek



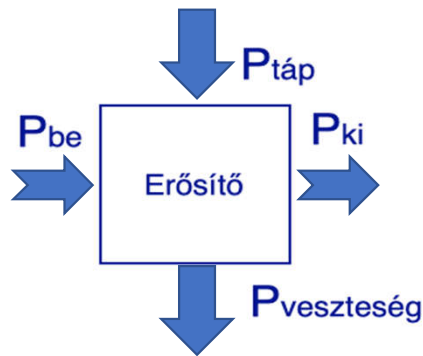
- Különböző feszültségekre gyártanak kész feszültség stabilizátorokat.
- Gyakori kimeneti feszültségek a következők: ± 5 , ± 6 , ± 9 , ± 12 , ± 15 , ± 18 , és ± 24
- Általában 0.1-től 5A terhelhető stabilizátorokat gyártanak.
- Egy tipikus 12V-os stabilizáló egység látható itt túláram védelemmel (biztosíték).



Mit csinál a 470 μ F – os kondenzátor?
És mi a feladata a 0.01 μ F – os kondenzátoroknak?

Erősítők

Erősítők



Erősítési tényező:

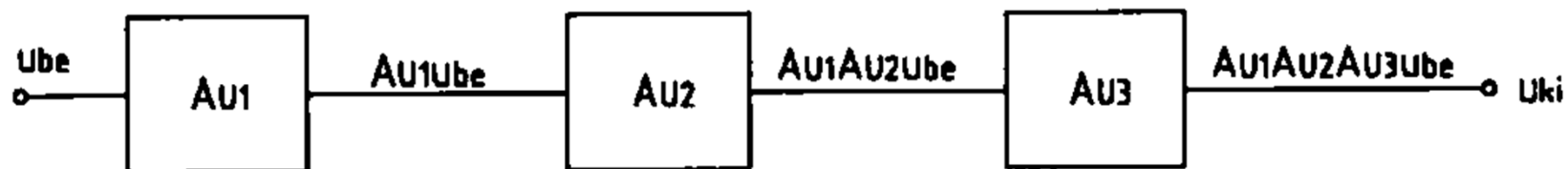
$$A_u = \frac{u_{ki}}{u_{be}}$$

$$A_i = \frac{i_{ki}}{i_{be}}$$

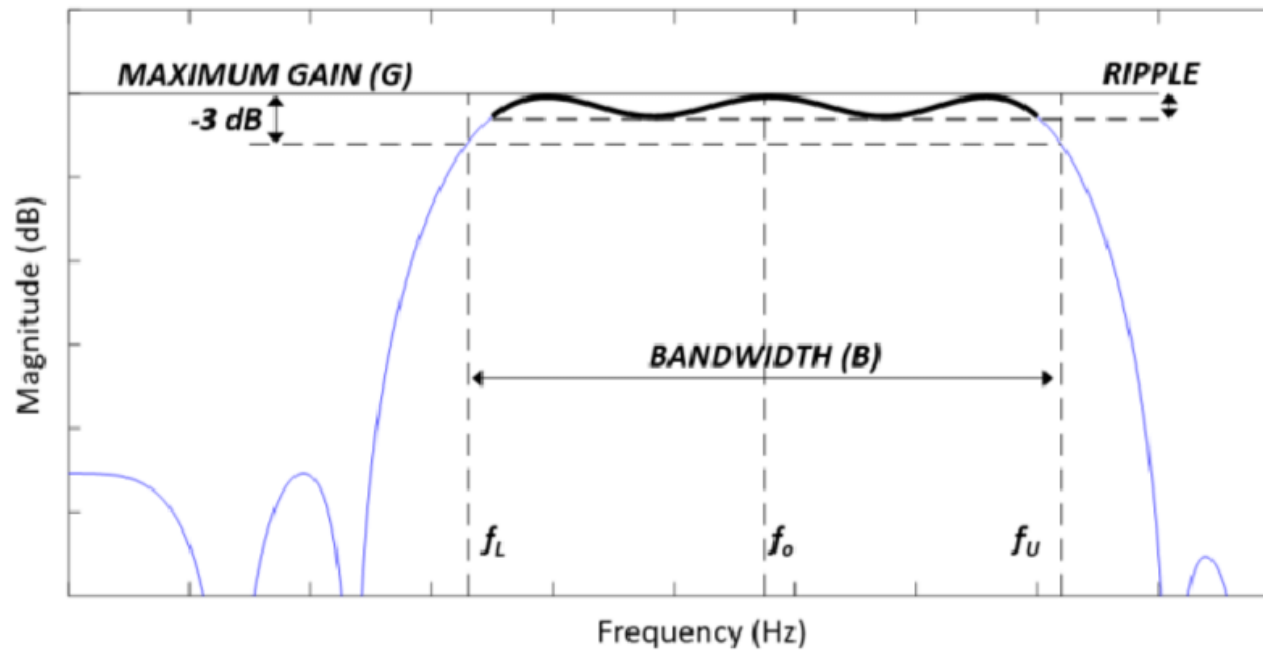
$$A_p = \frac{P_{ki}}{P_{be}}$$

- Az erősítő lényege, hogy a bemenő teljesítmény P_{be} a kimeneten nagyobb legyen P_{ki} . Tehát $P_{be} < P_{ki}$
- Az erősítő ahhoz, hogy a kimeneten nagyobb teljesítményt érjen el, a $P_{táp}$ teljesítményét használja fel. A veszteség, $P_{veszteség}$ hő alakjában távozik a rendszerből.
- A felhasználás szerint különféle erősítőket ismerünk:
 - Feszültségerősítő, Áramerősítő, Teljesítményerősítő
 - Lineáris, logaritmus, impedancia illesztő erősítők
 - Kisfrekvenciás, nagyfrekvenciás hangolt és hangolatlan stb.
- Erősítő paraméterek:
Erőstési tényező, sáv szélesség, hatásfok, fázis menet, torzítási tényező, be/kimenő impedancia, max. szint

Több fokozatú erősítők



Az erősítő frekvencia menete



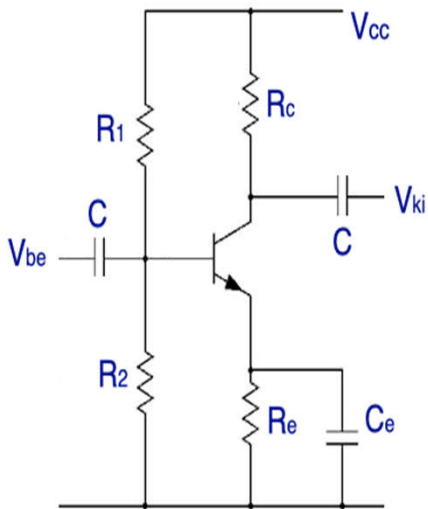
Kisfrekvenciás erősítő

Egyenáramú működés:

- R_1 és R_2 egy feszültség osztó, ami beállítja a tranzisztor munkapontját
- R_e stabilizálja a munkapontot.
- Tehát az R_1 , R_2 és R_e a tranzisztor lineáris munkapontjára állítja a bázis áramot.
- R_c a tranzisztor munka ellenállása

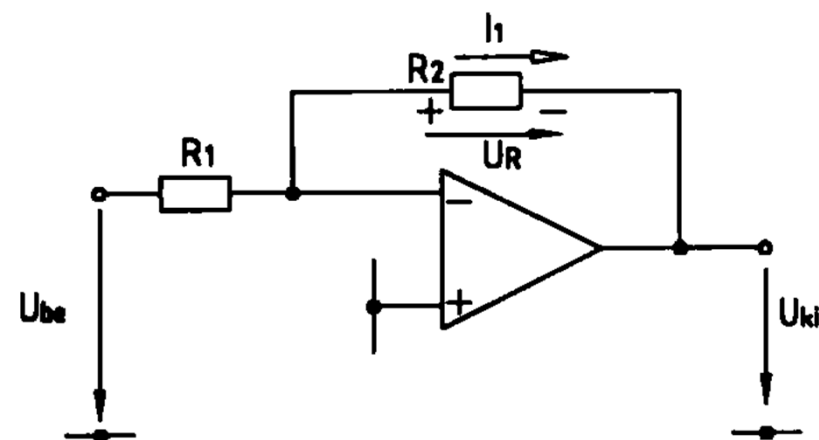
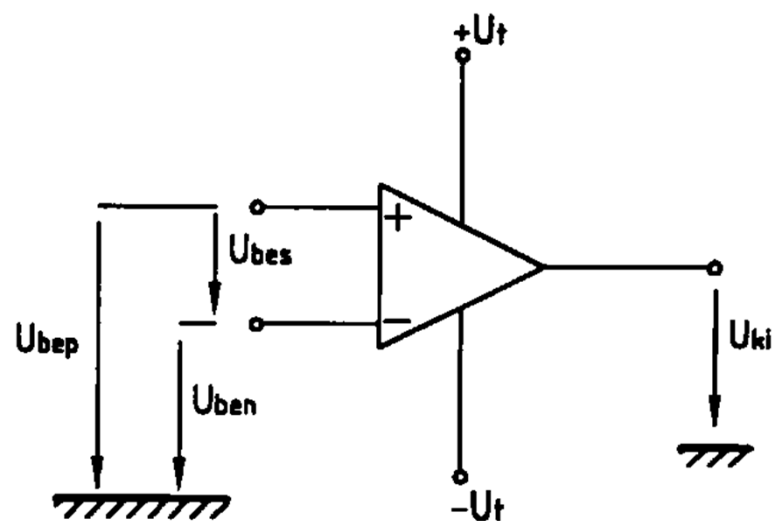
Váltóáramú működés:

- C kondenzátorok megakadályozzák a váltóáramú rész munkapont beállítását
- C_e söntöli az R_e ellenállást váltóáram szempontjából
- A bemenő jel szuperponálódik a munkapontra és a váltóáram ütemében változtatja a tranzisztor „ellenállását”
- R_c és a tranzisztor mint feszültségosztón megjelenik a kimenő jel



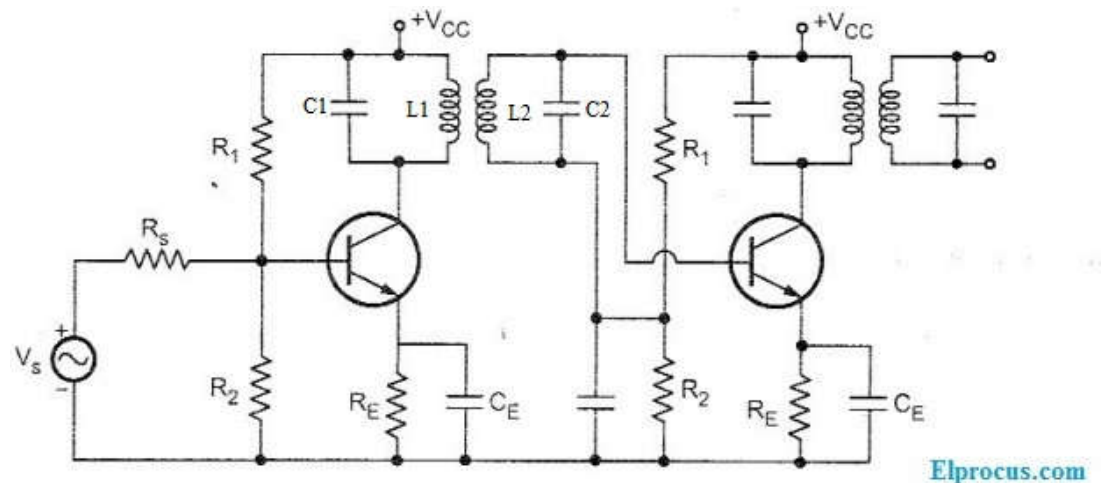
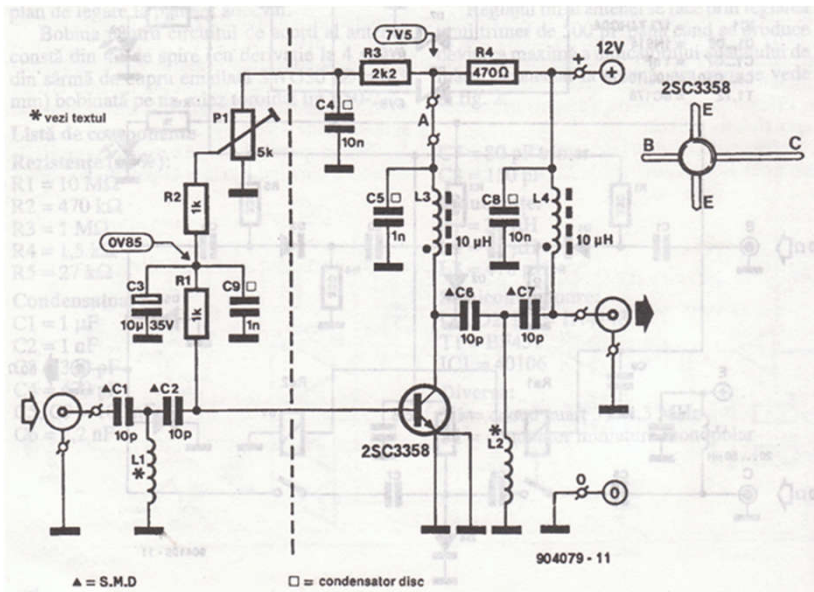
**Változás a bázison
sokkal nagyobb
változást okoz a
kollektor emitter
oldalon.**

Műveleti erősítők



Nagyfrekvenciás erősítő

- Ezek az erősítők lehetnek szélessávú vagy szelektív erősítők, sőt teljesítmény erősítők
- A tranzisztorok, vagy gyakran JFET, MOSFET, stb. úgy lesznek kiválasztva, hogy a megfelelő frekvencián működőképeseek legyenek
- A keskenysávú erősítők hangolt rezgőköröket tartalmaznak a kollektor körben. A szélessávú erősítő hasonlít a kisfrekvenciáshoz, de már tartalmaz reaktív elemeket is.



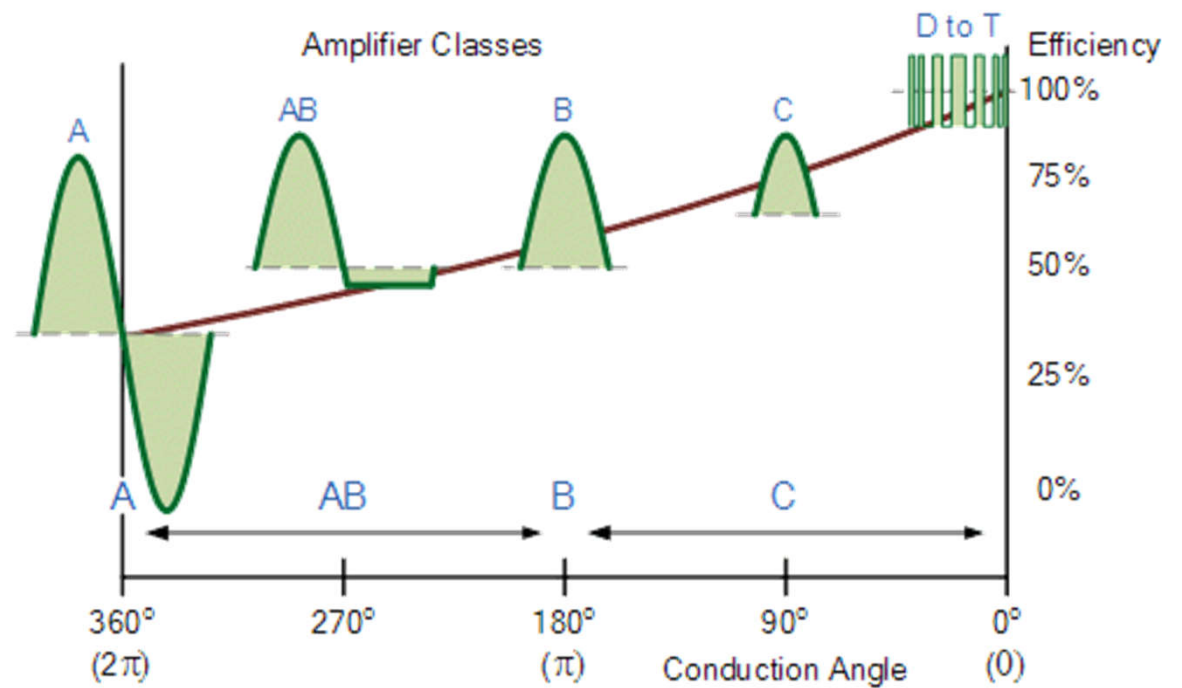
Teljesítmény erősítő



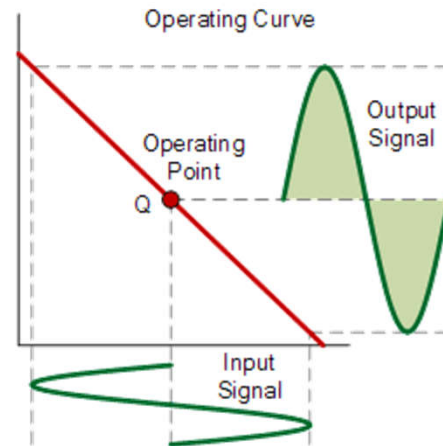
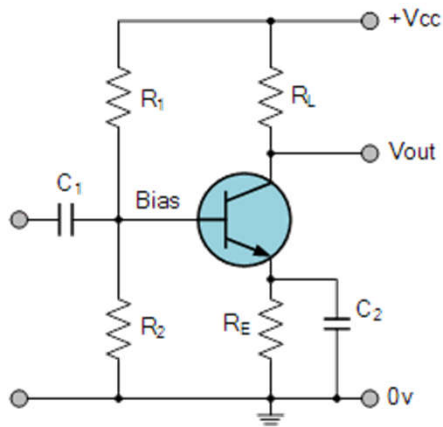
- A teljesítmény erősítők erősítési tényezője

$$A_p = \frac{P_{ki}}{P_{be}}$$

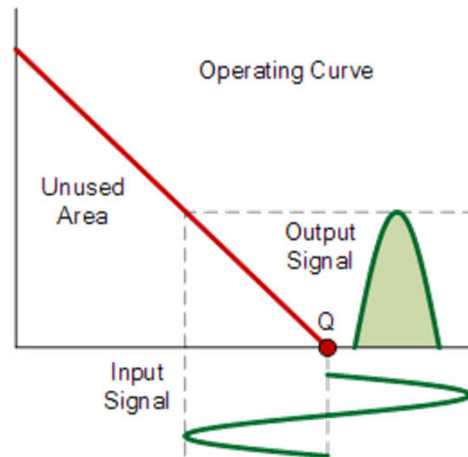
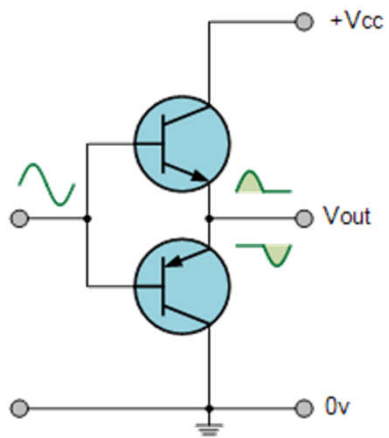
- Erősítők lehetnek A, B, AB, C típusok



Teljesítmény erősítő

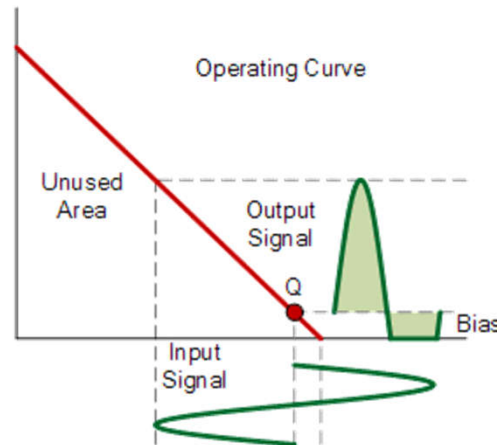
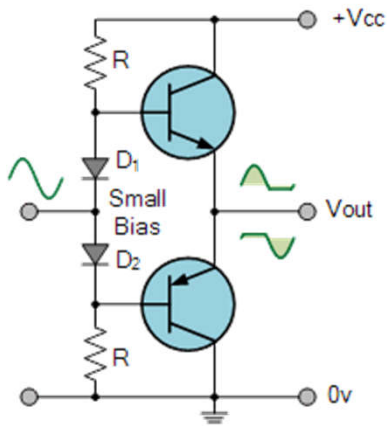


“A” osztályú erősítő

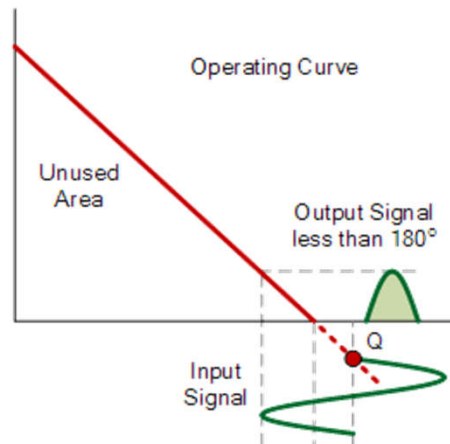
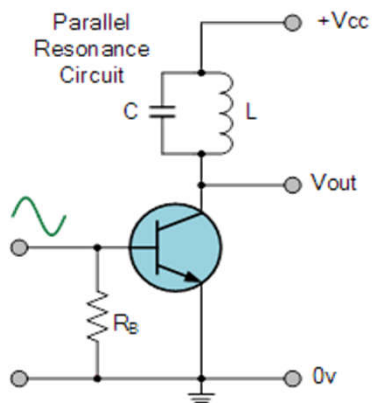


“B” osztályú erősítő

Teljesítmény erősítő



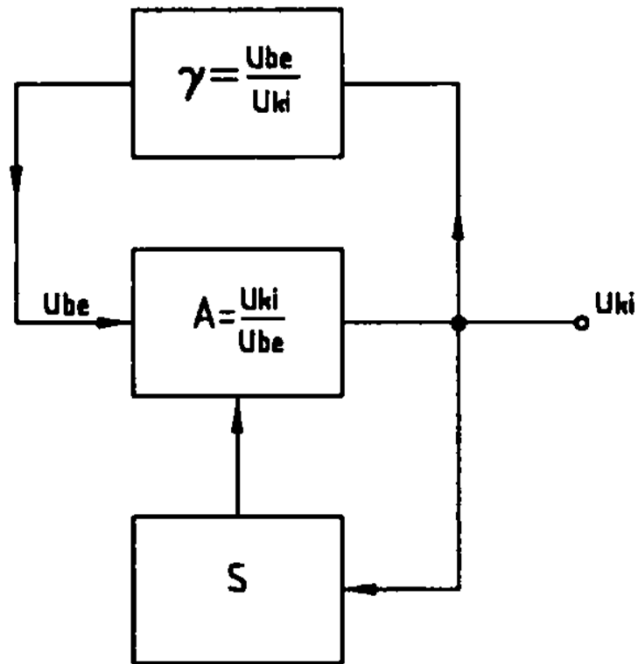
“AB” osztályú erősítő



“C” osztályú erősítő

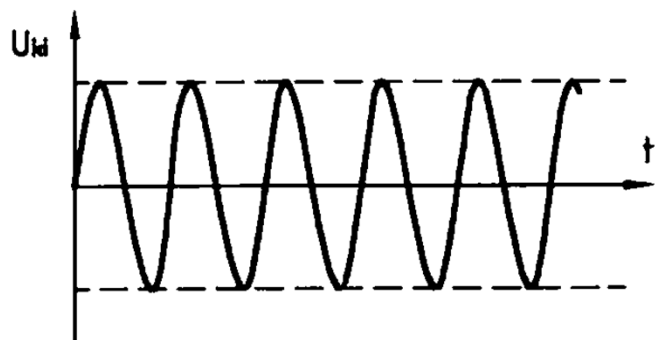
Oscillátorok

Oscillátorok

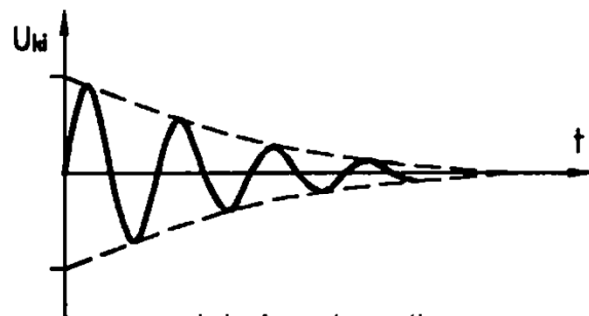


- Ha egy erősítőt visszacsatolunk “begerjed”, vagy is oszcillálni kezd.
- Mi kell egy oszcillátorhoz?
 - Erősítő
 - Visszacsatolás
 - Frekvencia meghatározó elem
 - Amplitúdó szabályzó elem
- Ha $A \cdot \gamma < 1$ az amplitúdó nullára csökken (lecseng)
- Ha $A \cdot \gamma > 1$ az amplitúdó elvileg végtelenségig növekszik (túlgerjed)
- Ha $A \cdot \gamma = 1$ az amplitúdó stabilan fennmarad
- Lehetnek fix és változtatható frekvenciájú oszcillátorok

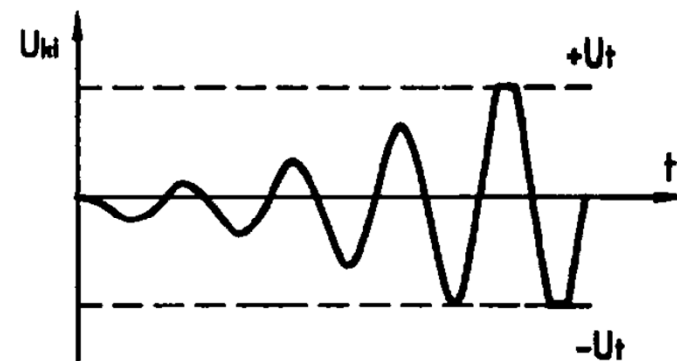
Oszcillátorok



u_{ki} jel $\gamma A_u = 1$ esetben

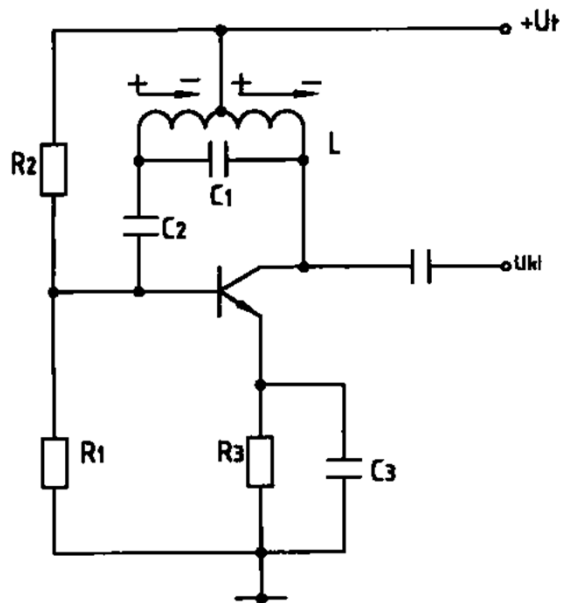


u_{ki} jel $\gamma A_u < 1$ esetben



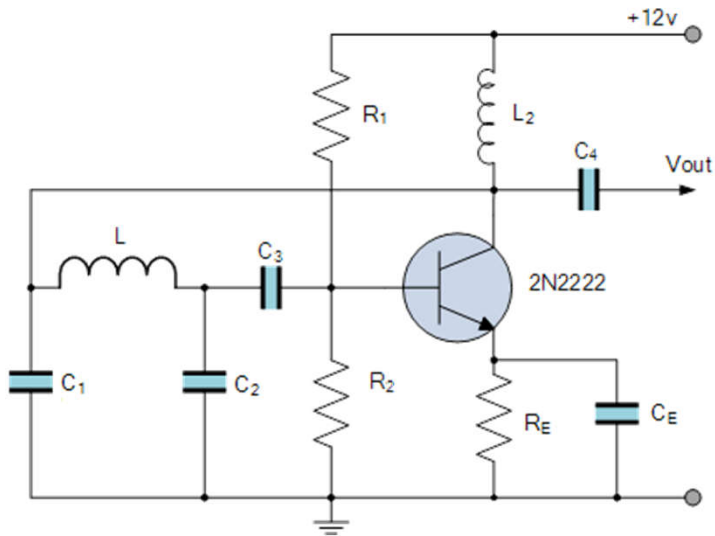
u_{ki} jel $\gamma A_u > 1$ esetben

Oszcillátorok



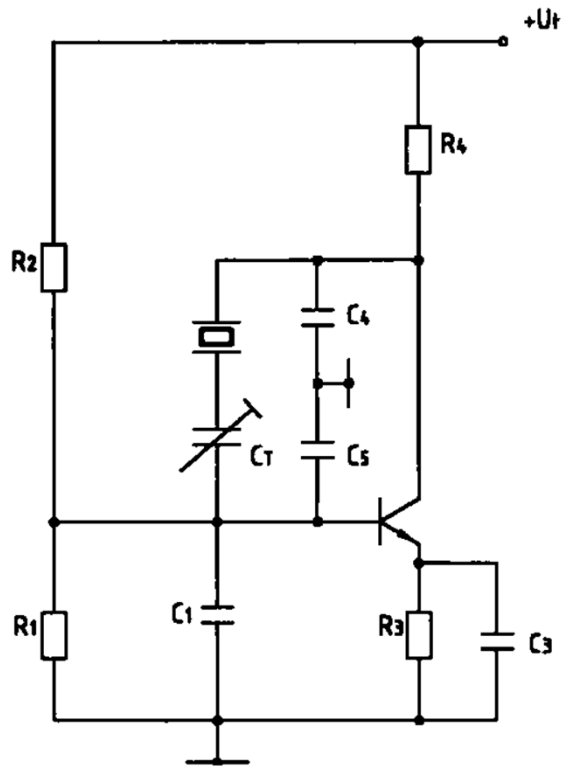
- **Hartley oszcillátor**
- A visszacsatolás a rezgőkör tekercs leágazásával történik
- A $C_1 - L$ rezgőkör határozza meg a frekvenciát
- Az amplitúdó szabályzás a tekercs leágazásától függ
- A tranzisztor munkapontját az R_1 , R_2 és R_3 ellenállások állítják be

Oscillátorok



- **Colpitts oszcillátor**
- A visszacsatolás a tranzisztor kollektorától a rezgőkör tekercséhez történik
- A rezgőkör határozza meg a frekvenciát
- Az amplitúdó szabályzás C_1 és C_2 méretétől függ.
- A tranzisztor munkapontját az R_1 , R_2 és R_E ellenállások állítják be

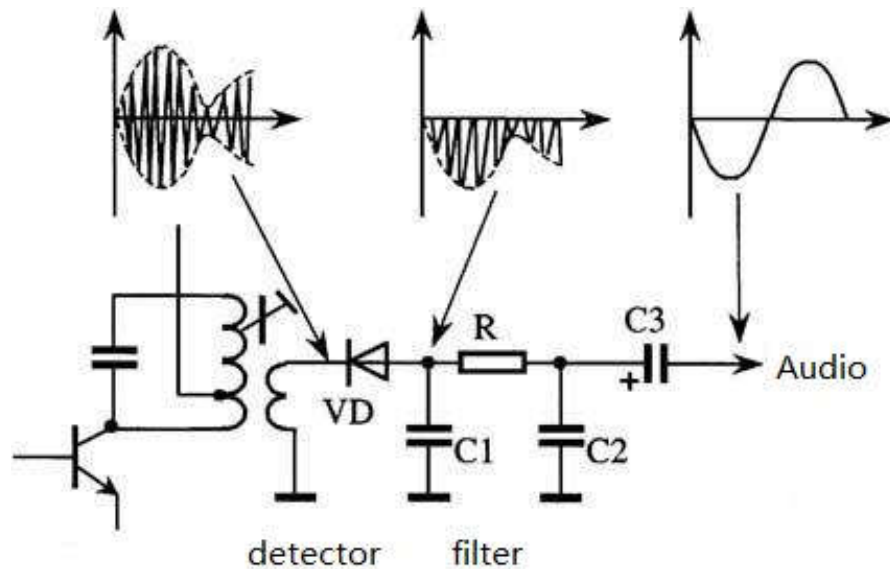
Oscillátorok



- **Kvarc oszcillátor**
- A frekvencia meghatározó elem a kvarckristály
- A visszacsatolás a C_4 és C_5 kondenzátorok aránya határozza meg
- A tranzisztor munkapontját az R_1 , R_2 és R_3 állítja be.
- C_T -el éppen, hogy csak egy picit lehet finomítani a frekvencián, túl nagy változással leáll az oszcillátor
- A kvarc oszcillátor előnye az LC oszcillátorokkal szemben a stabilitás

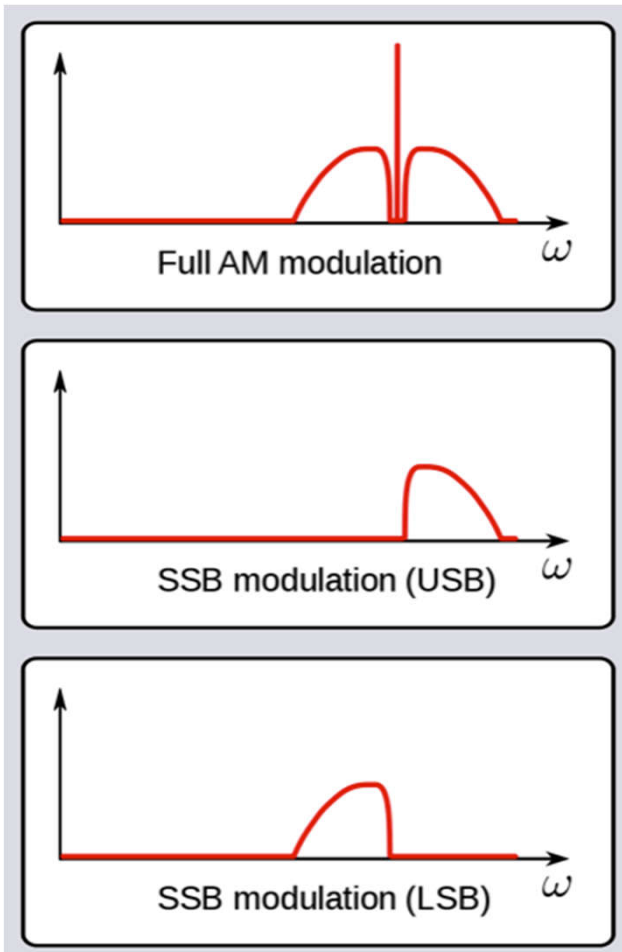
Demodulátorok

Burkoló demodulátor

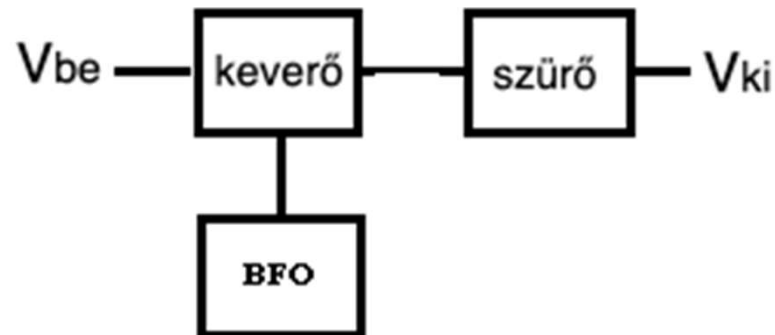


- A burkoló demodulátor AM-DSB jelek demodulálására szolgál
- Egy diódás áramkörrel megvalósítható
- A dióda után lévő aluláteresztő szűrő a rádiófrekvenciás jel leválasztására szolgál

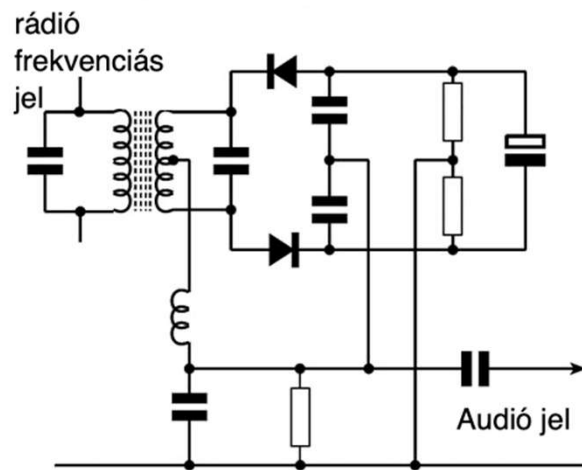
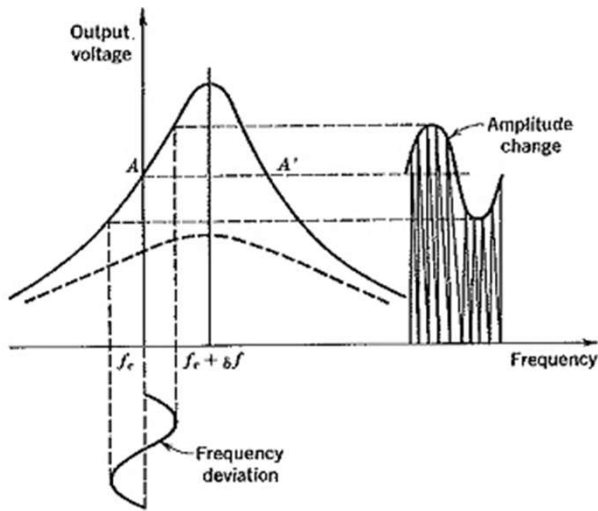
Produkt detektor



- Az SSB szignál nem tartalmaz hordozó frekvenciát és csak az egyik oldalsáv jön át (LSB vagy USB).
- A hordozót nekünk kell a vevőben előállítani, hogy hallható frekvenciává alakítsuk a jelet.
- Ezt a hordozót **üttető** vagy **lebegtető**, de a gyakrabban használatos beat oszcillátornak (**BFO**) nevezik.



FM Demodulátorok



- Az FM detektorok típusai: aránydetektor, meredekség detektor, fázis diszkriminátor
- Az egyik megoldás a félrehangolt rezgőkör ami amplitúdó változást eredményez, majd ezt követi egy AM demodulátor. Más néven meredekség detektor vagy amplitúdódiskriminátor.
- A másik megoldás egy fázis diszkriminátor detektor, ennek jobb a linearitása az előzőhöz képest (jobb minőségű hang.)

Forrás

- HA5CLF Rádióamatőr vizsga felkészítő tananyag
- https://www.puskas.hu/r_tanfolyam/r_tananyag.html
- ARRL évkönyv
- Horowitz – The art of electronics
- Wikipedia
- Internetes oldalak