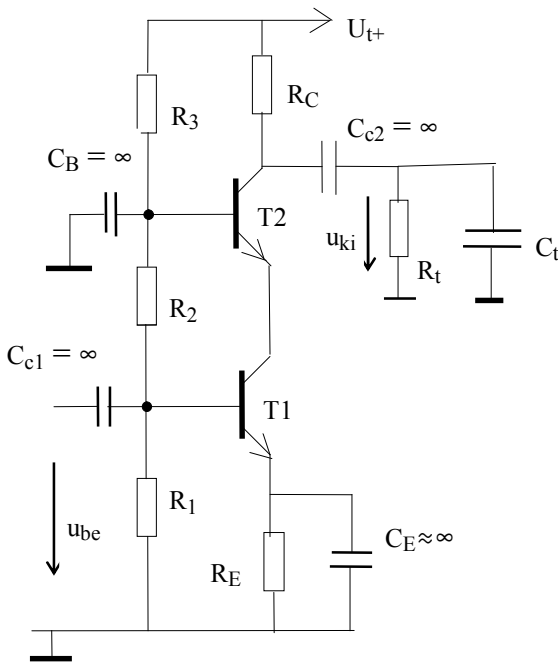


Az ún. (normál) kaszkád erősítő.

A kapcsolás:



A tranzisztorok soros kapcsolása miatt egyforma a munkaponti áramuk (I_B -t 0-nak véve, U_{t+} R_1 -re való leosztásával kapható T1 bázis-potenciálja, majd a 0,6 V-os U_{BE} -t levonva, az emitter-potenciálja, amiből Ohm-törvénnyel határozható meg a közös munkaponti áram), emiatt $g_{21(1)} = g_{21(2)} = g_{21}$.

- A feszültségegerősítés ($g_{22} = 0$):

$$A_u = -g_{21} \frac{1}{g_{21}} g_{21}(R_C \times R_t) = -g_{21}(R_C \times R_t)$$

$$\underbrace{\quad\quad\quad}_{A_{uFE}} \quad \underbrace{\quad\quad\quad}_{A_{uFB}}$$

- A bemeneti ellenállás:

$$R_{be} = R_1 \times R_2 \times h_{11}$$

- A kimeneti ellenállás:

$$R_{ki} = R_C$$

- A nagyfrekvenciás viselkedés:

Bemeneti kör: mivel a földelt emitteres T1 tranzisztor erősítése itt -1, a $C_{B,C}$ kapacitás csak kis mértékben (kétszeresére) transzformálódik fel, ezért

$$C_{be \text{ Kaszkád}} \ll C_{be FE}, \text{ vagyis:}$$

$\omega_{be \text{ Kaszkád}} \gg \omega_{be FE}$, ahol FE a szokásos, egytranzisztoros földelt emitteres erősítőre utal.

Kimeneti kör: lényegében azonos FE kimeneti körével. Ezért a T2 alkalmazása akkor javítja a frekvenciamenetet, vagyis csak akkor növeli meg a felső határfrekvenciát, ha a bemeneti áramkör a domináns (miközben az erősítés nem változik).

6. fejezet

TELJESÍTMÉNYERŐSÍTŐK

Akkor beszélünk teljesítményerősítőről, ha a kimeneti teljesítménye legalább kb. 1 W.

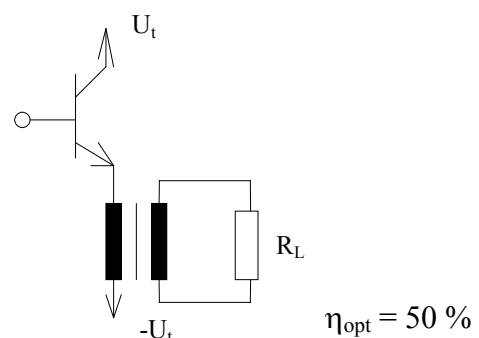
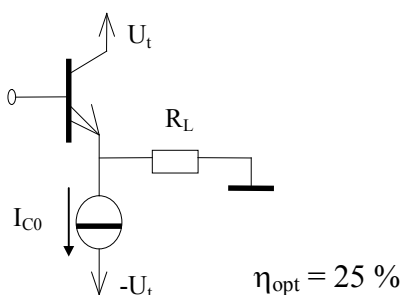
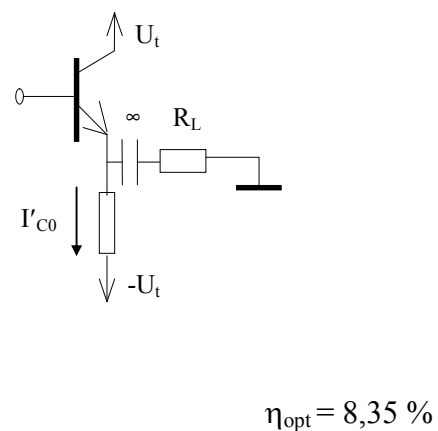
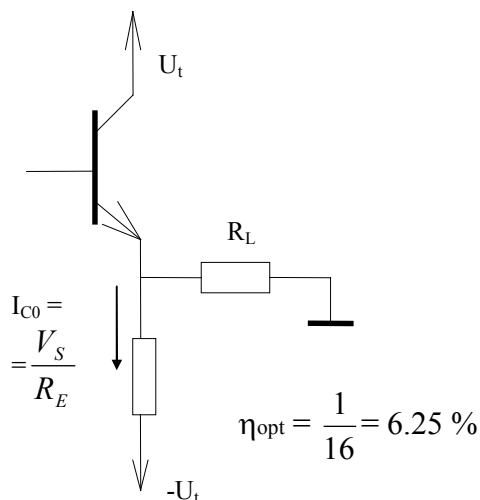
Alapfogalmak:

- kivezérelhetőség (a maximális kimeneti amplitúdó: az eszköz működési határai és a csatolás módja határozza meg)
- felvett teljesítmény (a tápegységekből felvett összes teljesítmény): P_f (vagy P_t)
- Kimeneti teljesítmény (a terhelésre leadott teljesítmény): P_{ki}
- disszipált teljesítmény (egy tranzisztoron): P_d
- hatásfok:

$$\eta \% = \frac{P_{ki}}{P_f} 100$$

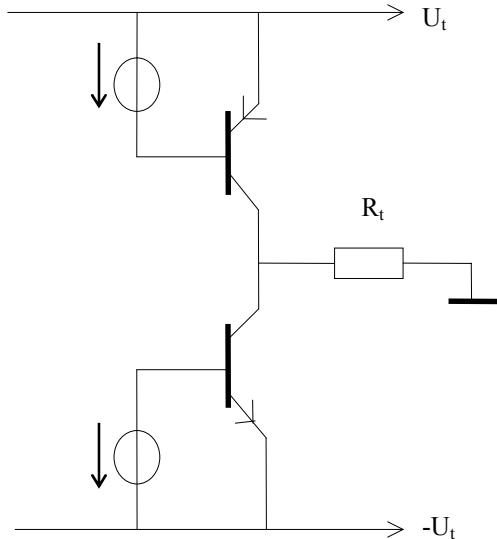
- a termikus viszonyok számítása (hűtőborda méretezése)

A földelt kollektoros erősítő hatásfoka (levezetés nélkül)



„Push-pull” (ellenütemű) teljesítményerősítők

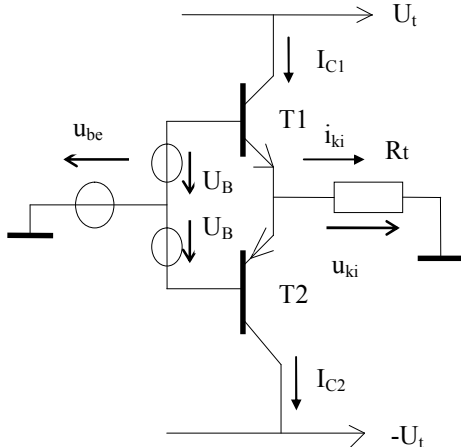
- FE fokozatokkal:



Fogyatékosságai:

- “lebegő” munkapont-beállító áramkör,
- a tápfeszültségekre “ültetett” meghajtó generátorok (közvetlen csatolás esetén),
- Nagy kimeneti ellenállás (áramgenerátoros kimenet).

- FK fokozatokkal – komplementer emitter-követő



Az elemzés egyszerűsítő feltevései:

- a tranzisztorok komplementer párok azonos paraméterekkel,
- $I_B = 0$,
- maximális kivezérélnél a munkapont tengelytől tengelyig mozoghat,
- $\pm U_t$ stabil tápfeszültségek,
- nincsenek emitter-ellenállások.

A tranzisztorok munkapontját az U_B generátorok állítják be. A beállítástól függően működési osztályokról beszélünk:

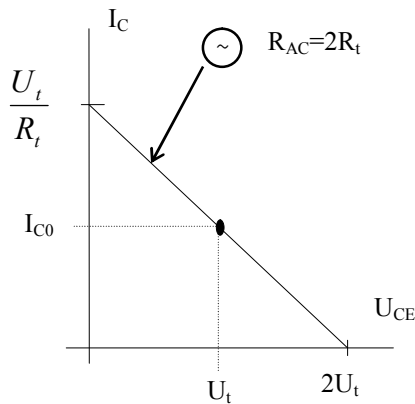
A osztályú beállítás: a periódusidő 100 %-ában folyik áram a tranzisztorokon át.

B osztályú beállítás: a periódusidő 50 %-ában folyik áram a tranzisztorokon át.

AB osztályú beállítás: a periódusidőnek több mint 50 %-ában, de kevesebb mint 100 %-ában folyik áram a tranzisztorokon át.

A osztályú működés:

A tranzisztor munka-egyenes:



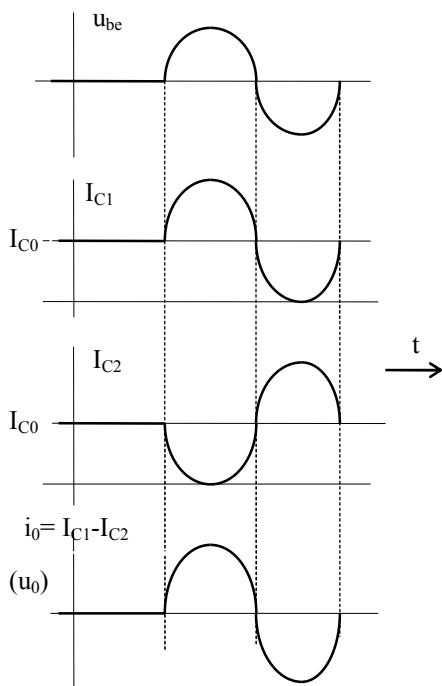
A tranzisztorokat az U_B generátorok a normál aktív tartományon belüli munkapontba állítják be.

A maximális kivezérelhetőség érdekében a munkapontot a munka-egyenes közepén vesszük fel, vagyis:

$$I_{C0} = \frac{1}{2} \frac{U_t}{R_t}$$

Ha vezéreljük a fokozatot, az egyik tranzisztor árama növekszik, a másiké egyidejűleg csökken (például pozitív bemeneti feszültség esetén az n-p-n tranzisztor árama nő, a p-n-p-jé csökken), ami azzal egyenértékű, hogy ellentétes irányú áramváltozások szuperponálódnak a munkaponti áramokra. A terhelő ellenálláson az áramváltozások összege folyik.

A működés időfüggvényei:



A különféle teljesítmények számítása:

- Felvett teljesítmény:

A periódusidőhöz képest hosszú idő átlagában, mint-hogy az átlagos áram I_{C0}

$$P_f = 2U_t I_{C0} = \frac{U_t^2}{R_t} = \text{állandó.}$$

- Kimeneti teljesítmény (a terhelésen):

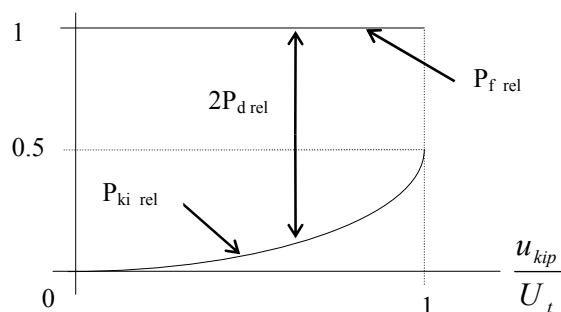
A kimeneti feszültség csúcs-értékével (u_{kip}) kifejezve:

$$P_{ki} = \frac{u_{kip}^2}{2R_t} = \frac{U_t^2}{2R_t} \left(\frac{u_{kip}}{U_t} \right)^2$$

A különféle teljesítménye a relatív kimeneti feszültség ($\frac{u_{kip}}{U_t}$) függvényében, a teljesítményeket is normalizál-

va:

$$P_{rel} = \frac{P}{\frac{U_t^2}{R_t}}$$



Megállapítások:

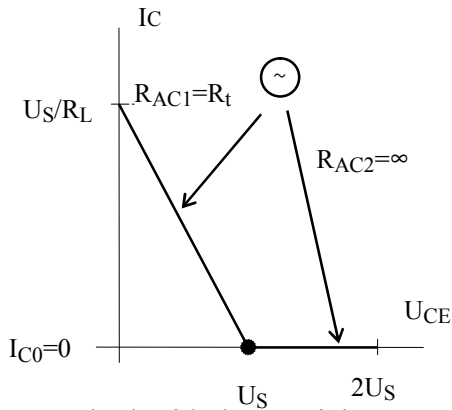
- A $P_{f,rel}$ és a $P_{ki,rel}$ görbék közötti távolság a két tranzisztor együttes disszipációját adja meg ($2P_{d,rel}$).

- A disszipáció akkor maximális, ha nincs bemeneti feszültség, és minél nagyobb a kivezérlés, annál kisebb.

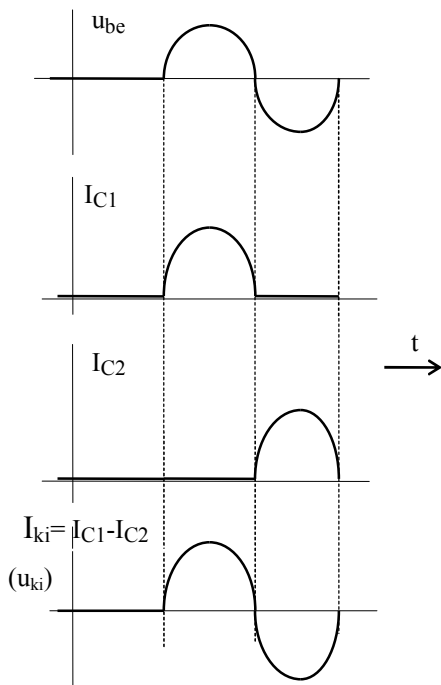
- A hatásfok nő a kivezérléssel, és a maximális kivezérlésnél: $\eta_{max} = 50\%$.

B osztályú működés:

A töréspontos munka-egyenes:



A működés idődiagramjai:



A tranzisztorok munkapontja a normál aktív tartomány és a lezárási tartomány határára van beállítva úgy, hogy az U_B generátorok feszültsége éppen a tranzisztorok küszöbfeszültségével egyezik meg:

$$U_B = U_{BE0}$$

Bemeneti feszültség jelenlétében pozitív bemeneti feszültség esetén csak az n-p-n, negatív esetén pedig csak a p-n-p tranzisztor vezet áramot.

Teljesítményviszonyok:

- Felvett teljesítmény (működés közben): most az átlagáramot (I_0) kell megadni a kivezérlés függvényében

$$I_0 = \frac{2u_{kip}}{R_t 2\pi}$$

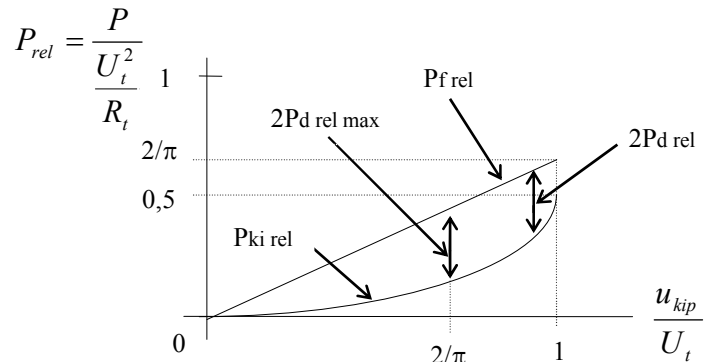
Ezzel:

$$P_f = 2I_0 U_t = \frac{2U_t^2 u_{kip}}{\pi R_t V_t}$$

- A kimeneti teljesítmény (az A osztályhoz hasonlóan):

$$P_{ki} = \frac{u_{kip}^2}{2R_t} = \frac{U_t^2}{2R_t} \left(\frac{u_{kip}}{U_t} \right)^2$$

Teljesítmény-diagramok:



A $P_{f\ rel}$ és a $P_{ki\ rel}$ közti távolság most is a $2P_{d\ rel}$ -ot adja meg. Bebizonyítható, hogy a $P_{d\ rel}$ -nak maximuma van. A maximum helye:

$$\frac{U_{kip}}{U_t} = \frac{2}{\pi}$$

Az egy tranzisztoron disszipált teljesítmény maximuma:

$$P_{d\ max} = \frac{1}{\pi^2} \frac{U_t^2}{R_t} \approx 0.1 \frac{U_t^2}{R_t}$$

A pillanatnyi teljesítmény maximumát a munka-egyenes ferde szakaszának középpontjában kapjuk (eltér az átlagos disszipációtól):

$$P_{d\text{pillmax}} = 0.25 \frac{U_t^2}{R_t}$$

Ha lassan változó bemeneti jel előfordulhat, amikor is a tranzisztorok hőmérséklete a pillanatnyi teljesítmény változásait követi, akkor a hűtőborda méretezésekor a pillanatnyi teljesítményt kell figyelembe venni.

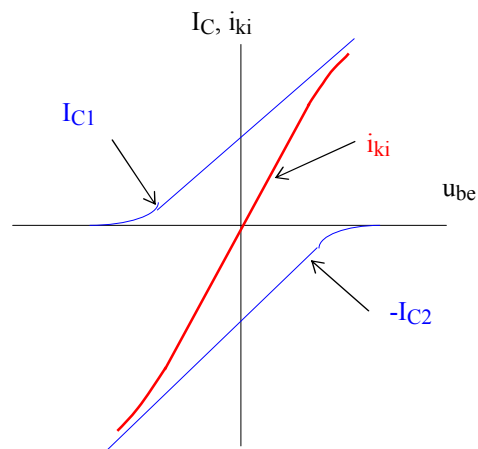
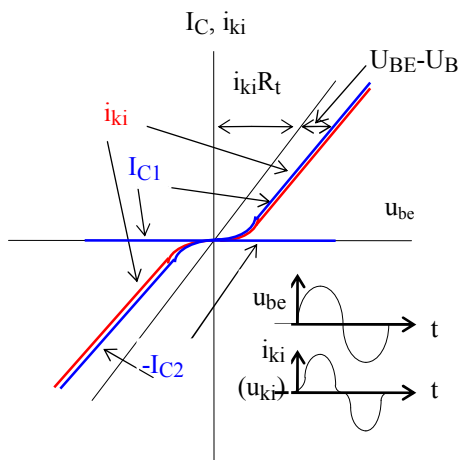
A B osztályban elérhető hatásfok (maximális kivezérlésnél):

$$\eta_{\max} = \frac{\pi}{4} \approx 78 \%$$

A B osztályú működés hátránya: vázoljuk fel

Az i_{ki} - u_{be} transzfer karakterisztikát! Vegyük számításba, hogy a tranzisztoron folyó áram növekedésekor az U_{BE} feszültség is növekszik.

A transzfer karakterisztika az A osztályban:

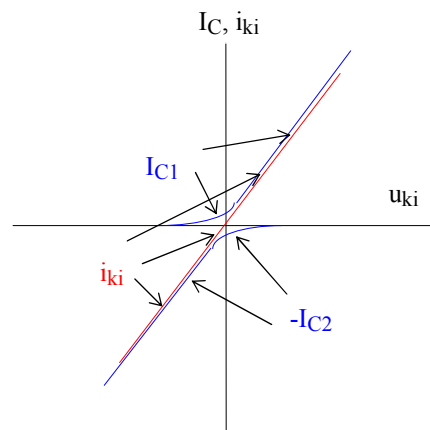
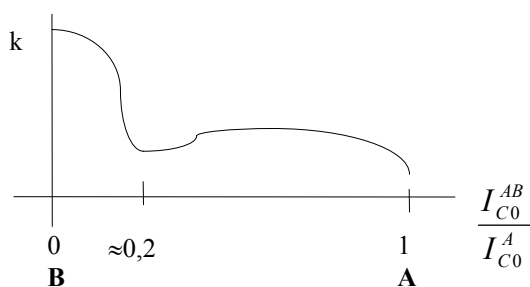


A transzfer karakterisztika görbe szakasza nulla-átmeneti torzítást okoz.

Az A osztályban a transzfer karakterisztika lineáris az origó körül széles tartományban.

A torzítás csökkenthető az **AB osztályban**, ahol a tranzisztorok munkaponti áramát az A osztályú munkaponti áram töredék részére állítjuk be. A k torzítási tényező a munkaponti áram függvényében:

A transzfer karakterisztika az AB osztályban:



Célszerű az AB osztály munkaponti áramát az A osztály munkaponti áramának 20 %-ára beállítani („optimális beállítás”).