

12.B Tranzisztoros alapáramkörök – Erősítő áramkörök alapjellemzői

Rajzolja le a közös source-u unipoláris tranzisztoros alapkapsolást és y-paraméteres helyettesítő képét!

Magyarázza el az áramkör és helyettesítő képe alapján az alapkapsolás működését!

Vezesse le a közös source-u alapkapsolás váltakozó áramú jellemzőire vonatkozó összefüggéseket!

Source-kapcsolású erősítőfokozat kapcsolási rajza, munkaponti adatainak meghatározása, helyettesítő kapcsolása

Source-kapcsolású erősítőkapcsolás

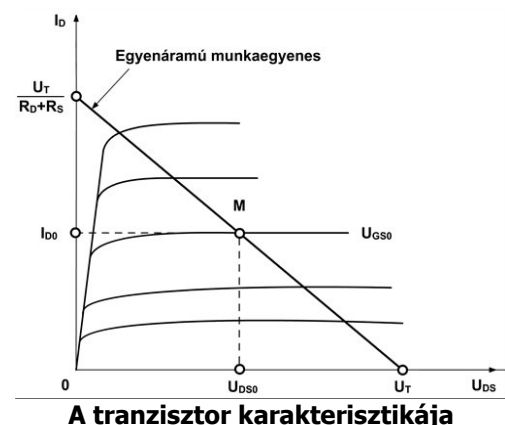
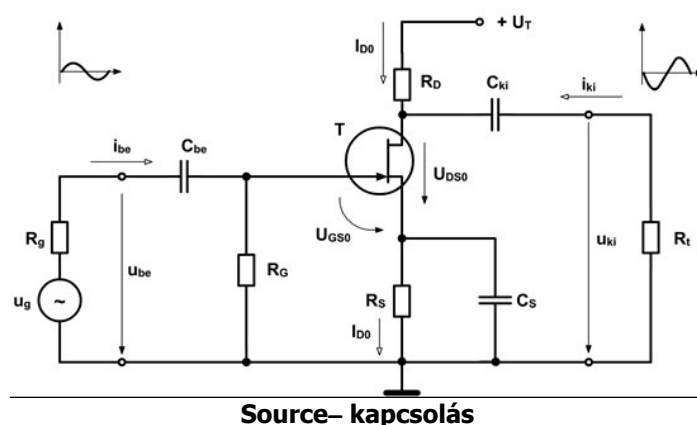
A térvérlésű tranzisztorokkal tárgyalt erősítő kapcsolások elemzése hasonló módon történik a bipoláris tranzisztorokéhoz.

A térvérlésű tranzisztoroknál is három alapkapsolást különböztethetünk meg:

- Source-kapcsolás
- Drain-kapcsolás
- Gate-kapcsolás

A térvérlésű tranzisztorok előnyei:

- Nagy bemeneti ellenállás
- Teljesítménymentes vezérelhetőség
- Nulla érték közeli bemeneti áram



A fenti ábrán látható záróréteges térvérlésű tranzisztorral felépített erősítő fokozat bemenete a gate-source, a kimenete pedig a drain-source, a közös elektróda a source.

A kapcsolásban lévő elemek szerepe:

- R_G munkapont-beállító,
- R_S munkapont-beállító és munkapont-stabilizáló,
- R_D munkapont-beállító és munkaellenállás,
- C_{be} és C_{ki} egyenfeszültség leválasztó, valamint váltakozó feszültség csatoló,
- C_S az R_S ellenállást váltakozó áramú szempontból rövidre zárja,
- a T tranzisztor, erősítő elem,
- R_t terhelő ellenállás,
- R_g a jelgenerátor belső ellenállása.

A KAPCSOLÁS MŰKÖDÉSE:

Az elemzés során induljunk ki abból, hogy az u_{be} feszültség pozitív irányban nő. Ez az U_{GS0} záróirányú feszültség csökkenését, és az I_{D0} áram növekedését idézi elő. A csatornaáram növekedése magával vonzza az R_D ellenálláson lévő feszültség növekedését, ami egyben az U_{DS0} feszültség csökkenését eredményezi. Ezt a változást a C_{ki} csatoló

kondenzátor a kimenetre juttatja, és így a kimeneti feszültség csökken. Mivel az u_{ki} feszültség változása ellentétes irányú az u_{be} feszültség változásával, a source-kapcsolás fázist fordít.

A tranzisztor munkapontjának felvétele az egyenáramú munkaegyenesen

A munkaponti adatokat a használt tranzisztor kimeneti karakterisztikája segítségével határozhatjuk meg.

Rajzoljuk meg a tranzisztor kimeneti karakterisztikáját. A karakterisztikán vegyük fel az egyenáramú munkaegyenest, amin a munkapontot úgy vegyük fel, hogy az A-osztályú beállításnak feleljen meg. Ilyen beállítások esetén a kapcsolás egyenáramú munkaellenállása: $R_D + R_S$. Ha a tápfeszültséget és az egyenáramú munkaellenállás értékét ismertnek tekintjük, akkor a tranzisztor három munkaponti adata I_{D0} , U_{DS0} , U_{GS0} a karakterisztikából meghatározható.

A TRANZISZTOR MUNKAPONTJÁNAK BEÁLLÍTÁSA

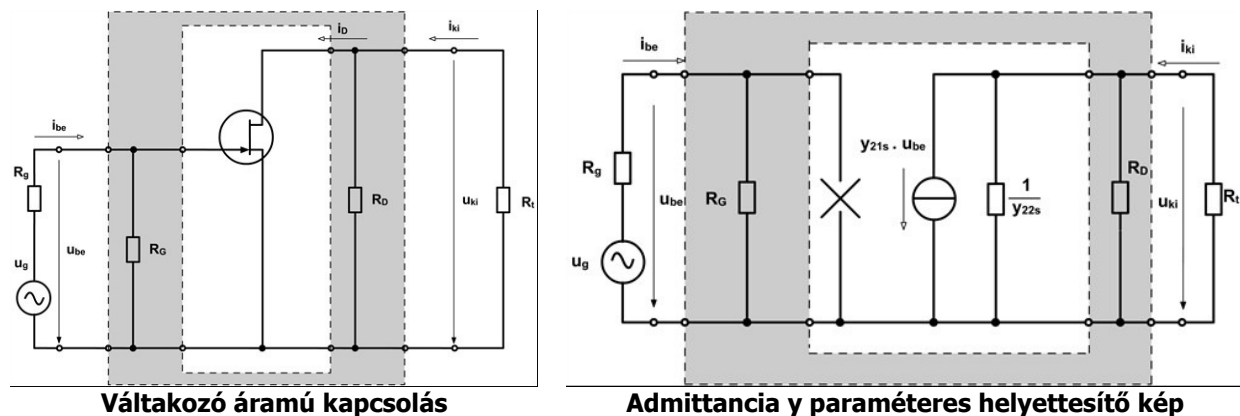
A két munkapont-beállító ellenállás értéke R_D , R_S a munkaponti adatok ismeretében számítással meghatározható:

$$R_S = \frac{-U_{GS0}}{I_{D0}} = \frac{U_{S0}}{R_S},$$

$$R_D = \frac{U_t - U_{DS0} - U_{S0}}{I_{D0}}.$$

Source-kapcsolású erősítőfokozat feszültségerősítése, áramerősítése, teljesítményerősítése, bemeneti, kimeneti ellenállása

Source-kapcsolás váltakozó áramú és admittancia paraméteres helyettesítő kapcsolása



Rajzoljuk meg a kapcsolás helyettesítő képét. Tanulmányozása során figyelembe kell venni, hogy közepes működési frekvencián dolgozunk. Ez azt vonja maga után, hogy a kondenzátorok rövidzárnak tekinthetők. Váltakozó áramú szempontból a tápfeszültséget szolgáltató feszültséggenerátor szintén rövidzárként viselkedik.

A kimeneti feszültséget az áramgenerátor árama és a vele párhuzamosan kapcsolt három darab ellenállás eredője hozza létre:

$$u_{ki} = -y_{21s} \cdot u_{be} \cdot \left(\frac{1}{y_{22s}} \times R_D \times R_t \right)$$

A negatív előjel abból adódik, hogy az áram iránya ellentétes a feszültség irányával.

A fenti összefüggést behelyettesítve a feszültségerősítés képletébe:

$$A_{uS} = \frac{u_{ki}}{u_{be}} = \frac{-y_{21s} \cdot u_{be} \cdot \left(\frac{1}{y_{22s}} \times R_D \times R_t \right)}{u_{be}}$$

$$A_{uS} = -y_{21s} \cdot \left(\frac{1}{y_{22s}} \times R_D \times R_t \right)$$

Kapcsolás áramerősítése

A bipoláris tranzisztoros erősítők esetén meghatározott összefüggések felhasználásával az áramerősítés :

$$A_{iS} = \frac{i_{ki}}{i_{be}} = A_{uS} \cdot \frac{r_{be}}{R_t}$$

Kapcsolás teljesítményerősítése

A teljesítményerősítés a feszültség és az áramerősítés abszolút értékeinek a szorzatával egyenlő

$$A_{pS} = A_{uS} \cdot A_{iS} = A_{uS} \cdot A_{uS} \cdot \frac{r_{be}}{R_t}$$

Kapcsolás bemeneti ellenállása

A bemeneti ellenállás a bemeneti feszültség és a bemeneti áram hányadosa.

$$r_{be} = \frac{u_{be}}{i_{be}}$$

Az admittancia paraméteres helyettesítő kép elemeinek figyelembe vételével:

$$r_{beS} = \frac{u_{be}}{i_{be}} = \frac{u_{be}}{\frac{u_{be}}{R_G}} \cdot R_G$$

Kapcsolás kimeneti ellenállása

A kimeneti ellenállás nem más mint az üresjárási kimeneti feszültség és a rövidzárási kimeneti áram hányadosa.

$$r_{ki} = \frac{u_{kiü}}{i_{kir}}$$

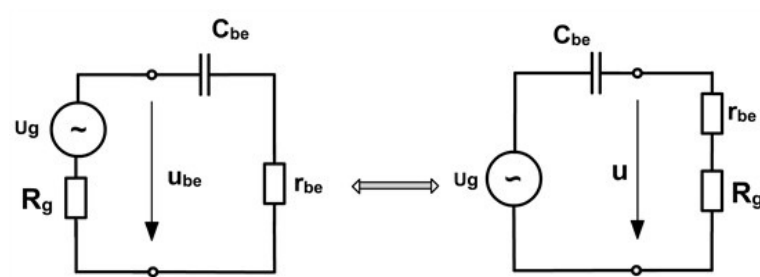
A helyettesítő kép elemeivel:

$$r_{kiS} = \frac{u_{kiü}}{i_{kir}} = \frac{-y_{21S} \cdot u_{be} \cdot \frac{1}{h_{22S}} \times R_D}{-y_{21} \cdot u_{be}} = \frac{1}{y_{22S}} \times R_D$$

A kondenzátorok hatása

Csatoló kondenzátor méretezése

A csatoló kondenzátor által létrehozott szintcsökkenés az erősítő fa alsó határfrekvenciáján általában nem lehet nagyobb, mint 3 dB. Számításuk a bipoláris tranzisztorok tárgyalásánál levezetett összefüggéssel történhet:



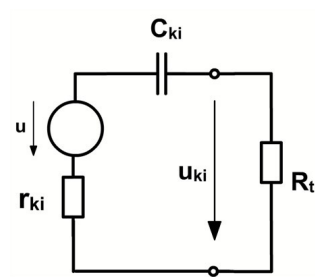
Bemeneti csatoló kondenzátor

A bemeneti csatoló kondenzátor:

$$C_{be} = \frac{1}{2\pi \cdot f_a \cdot (r_{be} + R_g)}$$

A kimeneti csatoló kondenzátor:

$$C_{ki} = \frac{1}{2\pi \cdot f_a \cdot (r_{ki} + R_t)}$$



A kimeneti csatoló kondenzátor

Source kondenzátor hatása

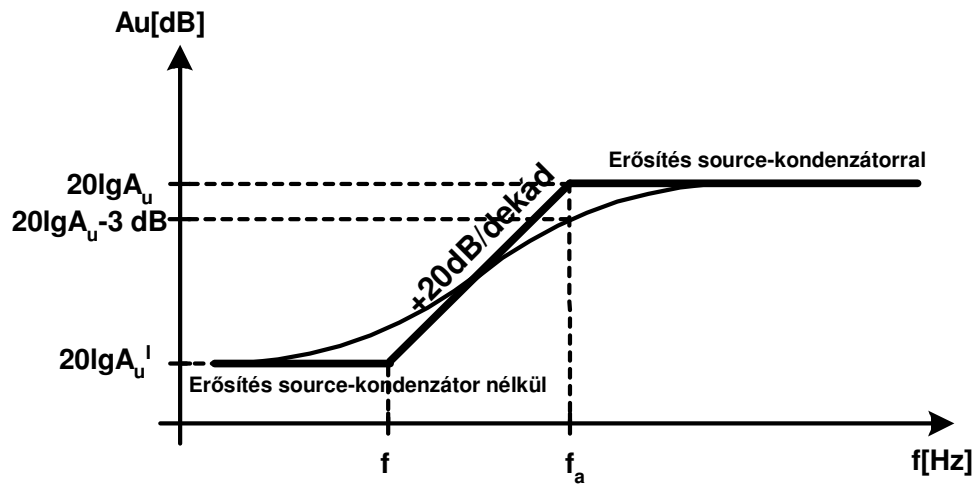
Számítása a bipoláris tranzisztorok tárgyalásánál levezetett összefüggéssel történhet.

A source-kondenzátor

$$X_{CS} = \frac{1}{2\pi \cdot f_a \cdot C_S}$$

reaktanciája nagyon kis frekvenciákon már nem rövidzárnak, hanem szakadásnak tekinthető, ezért a fokozat erősítése akkora, amekkora source-kondenzátor nélkül volna.

Az erősítés nagyságát a frekvencia függvényében törtvonalas közelítéssel adhatjuk meg:



$$f_a = f \cdot \frac{A_{ue}}{A'_{ue}},$$

Ahol

$$f = \frac{1}{2\pi \cdot R_S \cdot C_S},$$

$$A_{us} = -y_{21S} \cdot \left(\frac{1}{y_{22S}} \times R_D \times R_t \right),$$

$$A'_{us} = -\frac{y_{21S} \cdot (R_D \times R_t)}{1 + y_{21S} \cdot R_S}.$$