

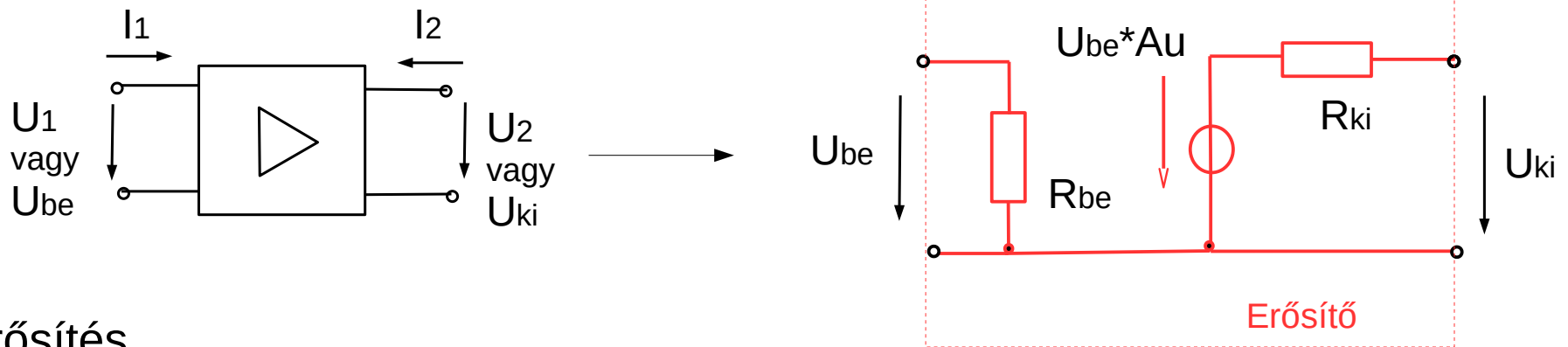
Elektronika

XIV. Erősítő alapáramkörök

14.1. Erősítők jellemzői

1. Erősítő

- aktív négypólus, jel erősítést végez $\rightarrow U_{ki} > U_{be}$
- vezérelt teljesítmény átalakítást végez ! a szükséges plusz teljesítményt a tápforrás biztosítja



2. Erősítés

Valamely kimeneti jellemző hányszorosa a megfelelő bemeneti jellemzőnek.

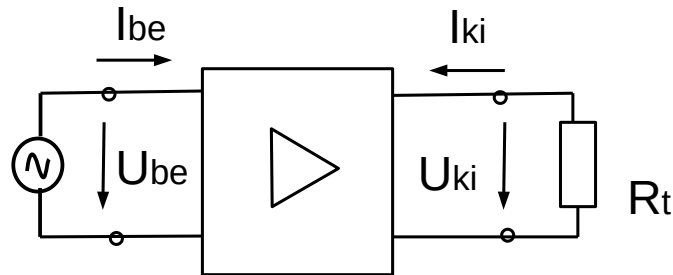
Megadhatók a viszonzszámok decibelben is !

Fázisforgatás is van ! (\rightarrow igazából komplex mennyiségek)

- feszültség erősítés $\rightarrow A_u = U_{ki} / U_{be}$ vagy $A_u^{dB} = 20 \cdot \log(|U_{ki} / U_{be}|) \text{ dB}$
- áram erősítés $\rightarrow A_i = I_{ki} / I_{be}$ vagy $A_i^{dB} = 20 \cdot \log(|I_{ki} / I_{be}|) \text{ dB}$
- teljesítmény erősítés $\rightarrow A_p = P_{ki} / P_{be}$ vagy $A_p^{dB} = 10 \cdot \log(|P_{ki} / P_{be}|) \text{ dB}$

14.1. Erősítők jellemzői

1. mintafeladat



$$\begin{aligned}U_{be} &= 40\text{mV} \\ I_{be} &= 0,15\text{mA} \\ U_{ki} &= 6\text{V} \\ R_t &= 2\text{ k}\Omega\end{aligned}$$

$$A_u^{\text{dB}} = ? \quad A_i^{\text{dB}} = ? \quad A_p^{\text{dB}} = ?$$

feszültség erősítés $A_u = U_{ki} / U_{be} = 6\text{V} / 0,04\text{V} = 150 \rightarrow A_u^{\text{dB}} = 20 \cdot \log(150) = 43,52 \text{ dB}$

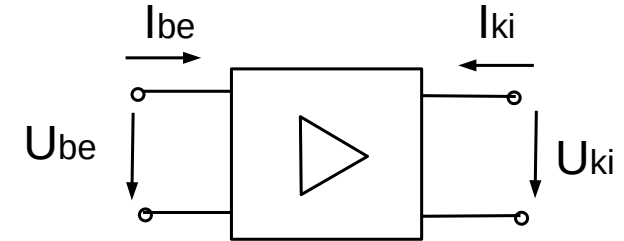
áram erősítés $I_{ki} = - U_{ki} / R_t = 6\text{V} / 2\text{ k}\Omega = - 3 \text{ mA}$
 $A_i = I_{ki} / I_{be} = -3\text{mA} / 0,15\text{mA} = -20 \rightarrow A_i^{\text{dB}} = 20 \cdot \log(20) = 26 \text{ dB}$

teljesítmény erősítés $\rightarrow A_p = P_{ki} / P_{be} = 6 \cdot 3\text{mW} / 40 \cdot 0,15\mu\text{W} = 3000 (= A_u \cdot A_i) \rightarrow A_p^{\text{dB}} = 10 \cdot \log(3000) = 34,77 \text{ dB}$

14.1. Erősítők jellemzői

3. Bemeneti ellenállás, kimeneti ellenállás

- bemeneti ellenállás → $R_{be} = U_{be} / I_{be}$
- kimeneti ellenállás → $R_{ki} = U_{ki} / I_{ki}$



4. Sávszélesség

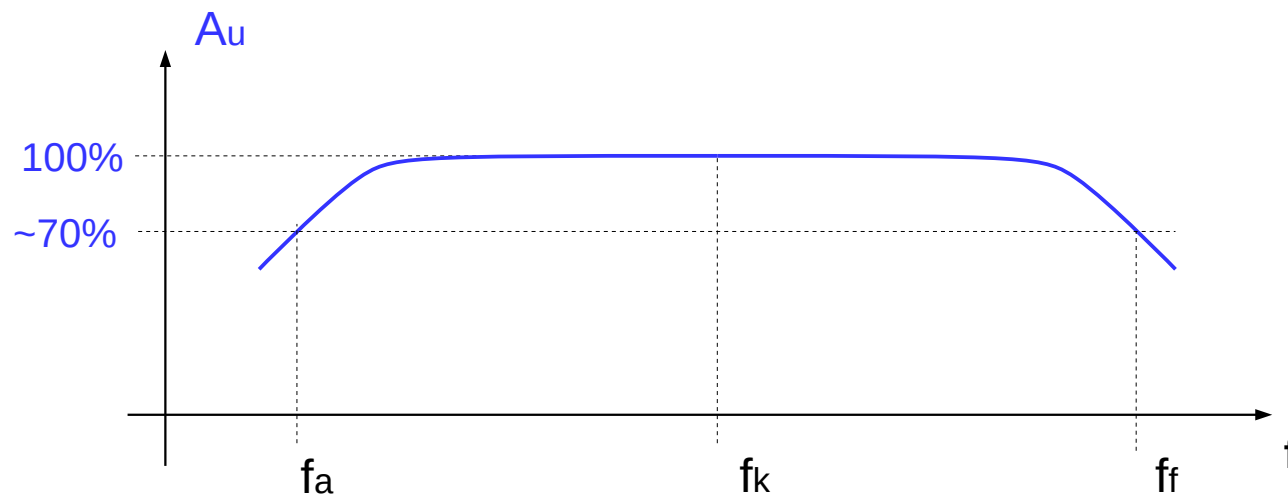
Az a frekvencia tartomány ahol jól erősít

Határ frekvenciák: ahol 3dB-el lecsökken a feszültség

Sávszélesség, $B = f_f - f_a$ (felső határfrekvencia – alsó határ frekvencia)

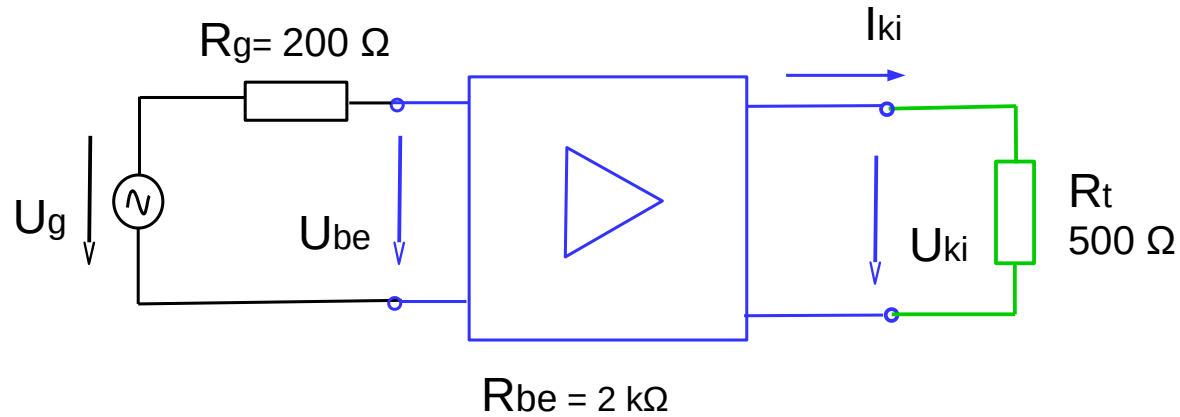
Sávszélesség alapján az erősítő lehet: szélessávú vagy hangolt (szelektív)

Szelektív erősítő: ha nagyon kicsi a sávszélesség → pl. különböző rádió vagy TV csatornák szétválasztása egymástól



14.2. Feladatok

1. feladat



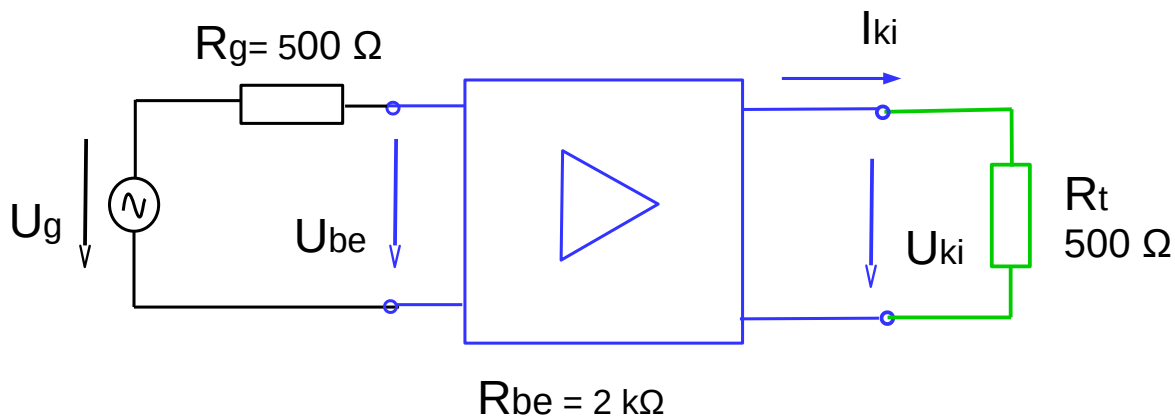
$$I_{ki} = 6\ \text{mA}$$

$$U_{be} = 20\ \text{mV}$$

$$A_u = ? \text{ decibelben is !}$$

$$U_g = ?$$

2. feladat



$$U_g = 15\ \text{mV}$$

$$U_{be} = ?$$

$$A_u^{\text{dB}} = 40\ \text{dB}$$

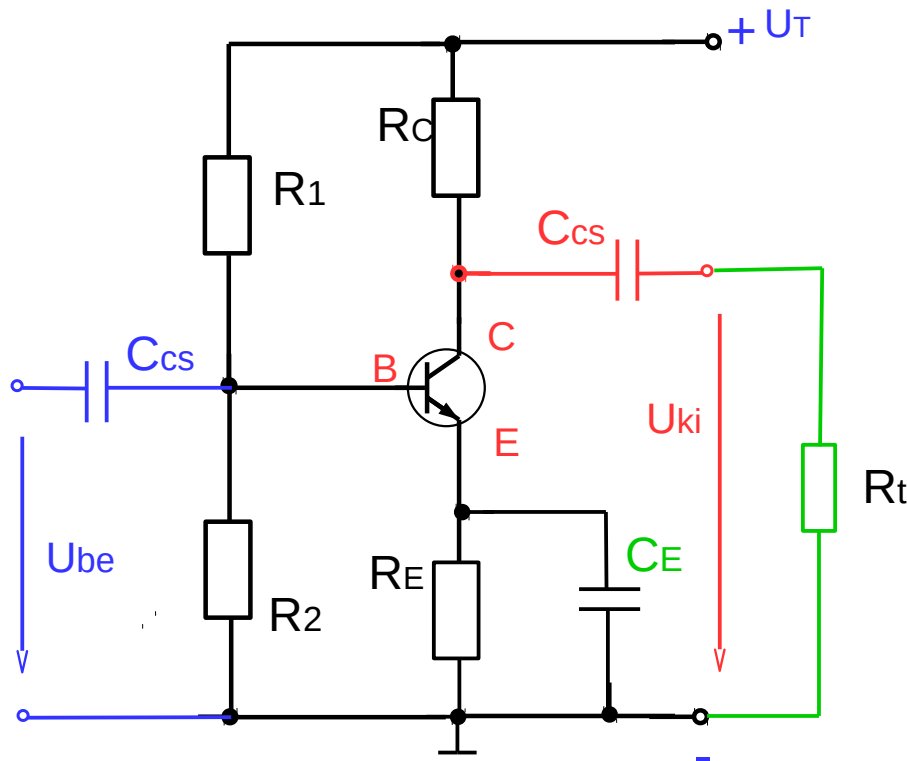
$$U_{ki} = ?$$

$$I_{ki} = ?$$

14.3. Közös emitteres erősítő alkapcsolás

1. Közös (földelt) emitteres alkapcsolás

- A bemenet a bázisra, a kimenet a kollektorra csatlakozik (csatoló kondenzátorokkal)
- Az egyen áramú munkapont stabilizálásához R_E szükséges, DE a feszültség erősítést nagyon lerontja ! → váltakozó feszültség esetén kondenzátorral rövidre zárjuk (C_E)

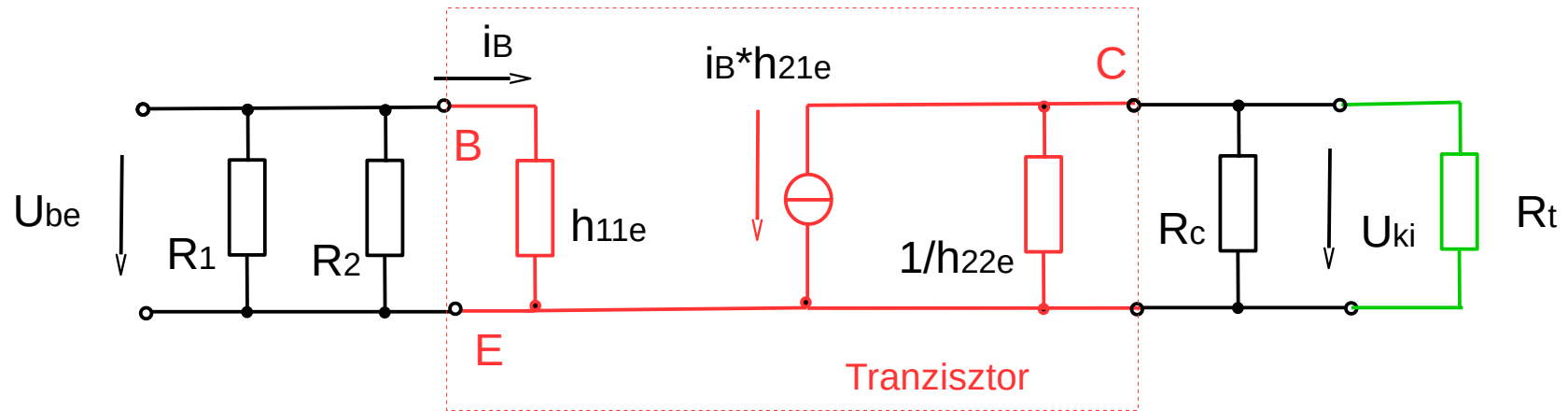


Jellemzői:

- Feszültség erősítés nagy →
-10 – -500 → **fázist fordít !!**
- Áram erősítés nagy → 10 – 500
- Teljesítmény erősítés nagyon nagy !
→ több ezer
- A nagy erősítés miatt a bemeneti feszültség csak kicsi lehet, hogy a torzítás kicsi legyen !
→ $U_{bmax} \sim 1-10 \text{ mV}$
- R_{be} közepes (1-50 k Ω)
- R_{ki} közepes (1-50 k Ω)

14.3. Közös emitteres erősítő alkapcsolás

2. váltakozó áramú helyettesítő kép (kisjelű)



$h_{11e} = U_{BE} / I_B$ ha $U_{CE} = 0$ (rövidzárási bemeneti impedancia)

$h_{22e} = I_C / U_{CE}$ ha $I_B = 0$ (üresjárási kimeneti admittancia)

$h_{21e} = I_C / I_B$ ha $U_{CE} = 0$ (rövidzárási áram erősítés) $= \beta \approx B$

bemeneti ellenállás $R_{be} = (R_1 \times R_2) \times h_{11e}$

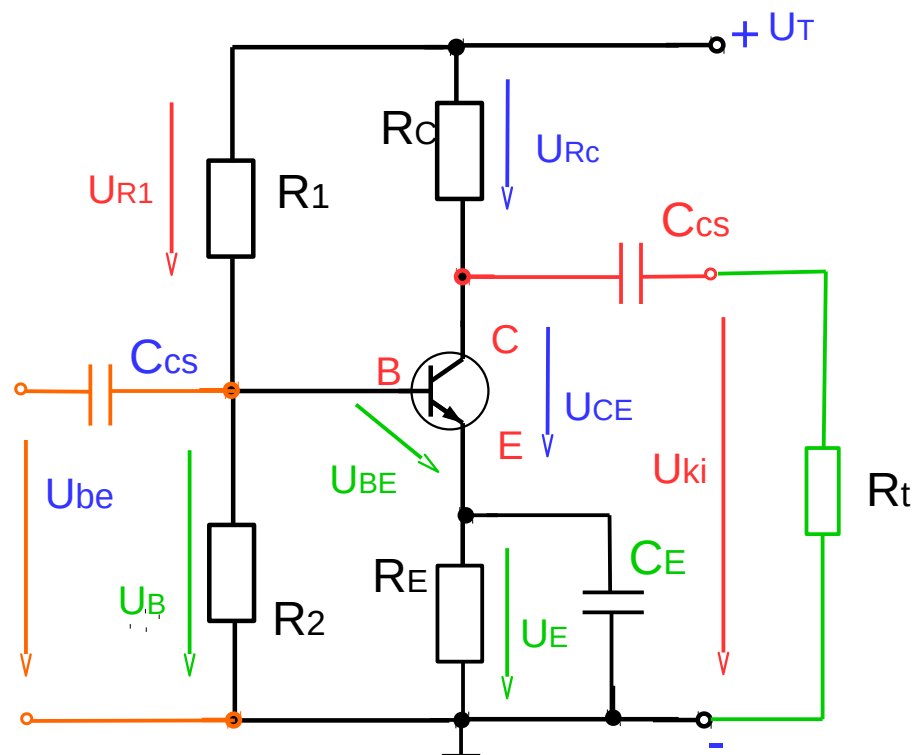
kimeneti ellenállás $R_{ki} = R_C \times 1/h_{22e}$

feszültség erősítés $A_u = - h_{21e} * (r_{ki} \times R_t) / h_{11e}$

áram erősítés $A_i = - A_u * r_{be} / R_t$

14.3. Közös emitteres erősítő alkapcsolás

minta feladat



kis hurok

$$R_E = U_E / I_E = 1,5 \text{ V} / 4,5 \text{ mA} = 0,33 \text{ k}\Omega$$

$$U_B = U_{BE} + U_E = 0,7 + 1,5 \text{ V} = 2,2 \text{ V}$$

$$R_2 = U_B / I_0 = 2,2 \text{ V} / 0,3 \text{ mA} = 7,33 \text{ k}\Omega$$

Nagy hurok

$$U_{R1} = U_T - U_B = 12 - 2,2 = 9,8 \text{ V}$$

$$R_1 = U_{R1} / (I_0 + I_B) = 29,7 \text{ k}\Omega$$

$$U_T = 12 \text{ V}$$

$$U_{CE} = 6 \text{ V}$$

$$U_E = 1,5 \text{ V}$$

$$I_E \approx I_C = 4,5 \text{ mA}$$

$$h_{11e} = 5 \text{ k}\Omega$$

$$h_{22e} = 20 \text{ }\mu\text{S}$$

$$h_{21e} = 150 \approx \beta$$

$$R_t = 5 \text{ k}\Omega$$

- Számoljuk ki a szükséges ellenállásokat !
- Számoljuk ki a bemeneti ellenállást, kimeneti ellenállást és a feszültség erősítést !

Megoldás

Tranzisztor U_{BE} legyen 0,7 V

$$I_B = I_C / \beta = 4,5 \text{ mA} / 150 = 0,03 \text{ mA}$$

$$I_0 = 10 * I_B = 0,3 \text{ mA}$$

Jobb oldali hurok

$$U_{RC} = U_T - U_{CE} - U_E = 4,5 \text{ V}$$

$$R_C = U_{RC} / I_C = 4,5 \text{ V} / 4,5 \text{ mA} = 1 \text{ k}\Omega$$

bemeneti ellenállás $R_{be} = (R_1 \times R_2) \times h_{11e}$

$$R_{be} = (29,7 \times 7,33 \text{ k}\Omega) \times 5 \text{ k}\Omega = 2,7 \text{ k}\Omega$$

kimeneti ellenállás $R_{ki} = R_C \times 1/h_{22e}$

$$R_{ki} = 1 \times 50 \text{ k}\Omega = 0,98 \text{ k}\Omega$$

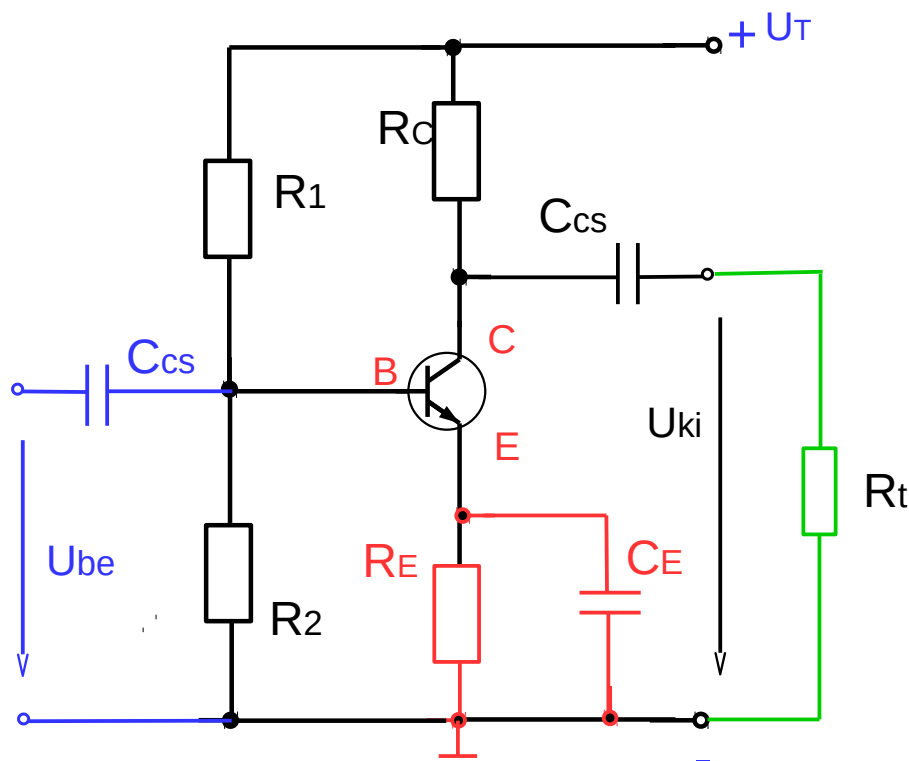
feszültség erősítés $A_u = - h_{21e} * (R_{ki} \times R_t) / h_{11e}$

$$A_u = - 150 * 0,819 \text{ k}\Omega / 5 \text{ k}\Omega = - 24,57$$

14.3. Közös emitteres erősítő alkapcsolás

3. Emitter kondenzátor (C_E) méretezése

- R_E szükséges a munkapont stabilizálásához, DE a feszültség erősítést nagyon lerontja ! \rightarrow váltakozó feszültség esetén kondenzátorral \sim rövidre zárjuk (C_E) \rightarrow tehát C_E impedanciájának sokkal kisebbnek kell lennie R_E értékénél, hogy az áram nagy része a kondenzátoron keresztül folyjon !!



Méretezés:

- az alsó határ frekvenciánál is X_{CE} maximum a tizede legyen R_E értékének \rightarrow

$$R_E / 10 = X_C$$

$$R_E / 10 = X_C = 1 / (2\pi \cdot f_a \cdot C_E) \rightarrow$$

$$C_E = 10 / (2\pi \cdot f_a \cdot R_E)$$

Példa:

$$f_a = 50 \text{ Hz}$$

$$R_E = 1 \text{ k}\Omega$$

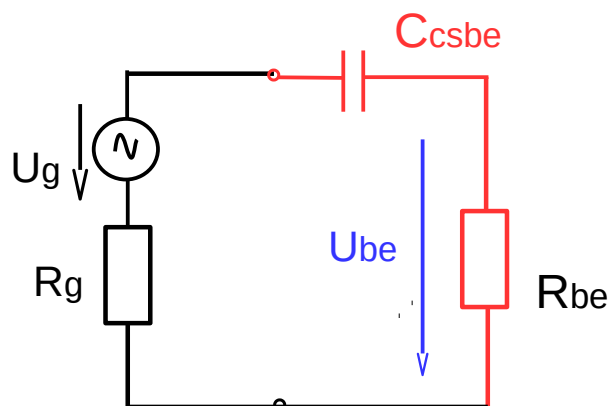
$$C_E = 10 / (2\pi \cdot 50 \text{ Hz} \cdot 1000 \Omega) = 31,8 \mu\text{F}$$

C_E értéke ennyi, vagy nagyobb legyen

14.3. Közös emitteres erősítő alapkácsolás

4. Csatoló kondenzátorok (C_{cs}) méretezése

- Csatoló kondenzátorok alkalmazásával a fokozat egyenáramúlag le van választva az előző és a következő áramkörtől → függetlenül méretezhető
- viszont váltakozó áram esetén kis frekvencián már problémát okoznak a kondenzátorok, mert jelentős csillapítást okozhatnak. C_{cs} és a következő fokozat bemeneti ellenállása felül áteresztő szűrőt alkotnak !!



Méretezés:

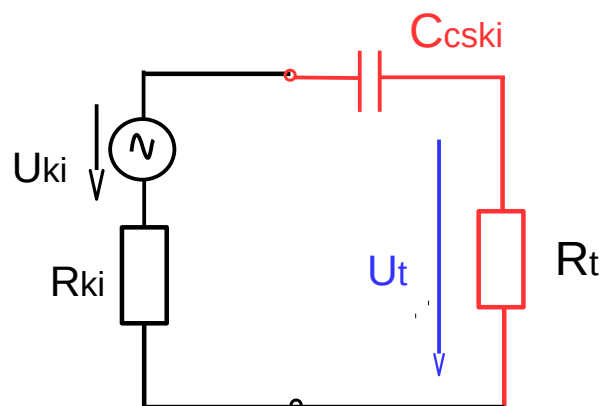
- az alsó határ frekvenciánál a szint csökkenés ne legyen nagyobb mint 3 dB → X_{CE} és R értéke egyezzen meg f_a frekvencián !! $R_e = X_c$

Bemeneten → $X_c = 1 / (2\pi \cdot f_a \cdot C_{csbe}) = R_{be} (+ R_g)$

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

Kimeneten → $X_c = 1 / (2\pi \cdot f_a \cdot C_{cski}) = R_t (+ R_{ki})$

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



Példa:

$$f_a = 50 \text{ Hz}$$

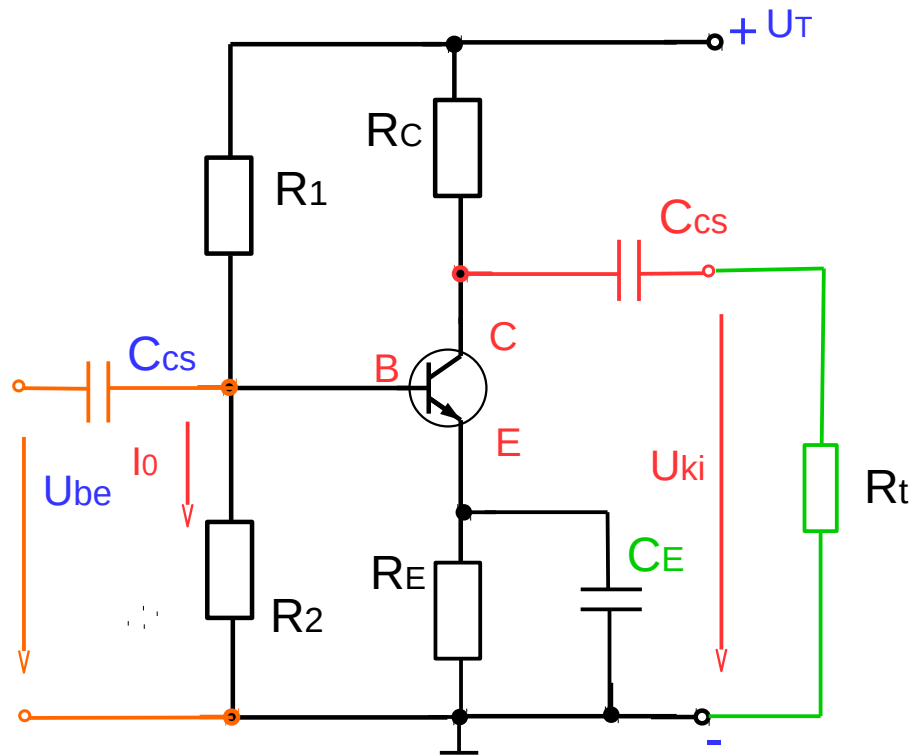
$$r_{be} = 5 \text{ k}\Omega$$

$$R_t = 10 \text{ k}\Omega$$

$$C_{csbe} = 1 / (2\pi \cdot 50 \text{ Hz} \cdot 5000 \Omega) = 0,64 \mu\text{F}$$

$$C_{cski} = 1 / (2\pi \cdot 50 \text{ Hz} \cdot 10000 \Omega) = 0,32 \mu\text{F}$$

14.4. Feladat



1. feladat:

$$U_T = 10V$$

$$U_{CE} = 5V$$

$$U_E = 1V$$

$$I_E \approx I_C = 3mA$$

$$h_{11e} = 5 \text{ k}\Omega$$

$$h_{22e} = 20 \text{ }\mu S$$

$$h_{21e} = 200$$

$$R_t = 2 \text{ k}\Omega$$

- Számoljuk ki a szükséges ellenállásokat !
- Számoljuk ki a bemeneti ellenállást, kimeneti ellenállást és a feszültség erősítést !

2. feladat:

$$U_T = 9V$$

$$U_{CE} = 5,5V$$

$$U_E = 1,1V$$

$$I_E \approx I_C = 1,1mA$$

$$U_{BE} = 0,67V$$

$$h_{11e} = 7,4 \text{ k}\Omega$$

$$h_{22e} = 18,7 \text{ }\mu S$$

$$h_{21e} = 273$$

($B = 229$ BC549B tranzisztor)

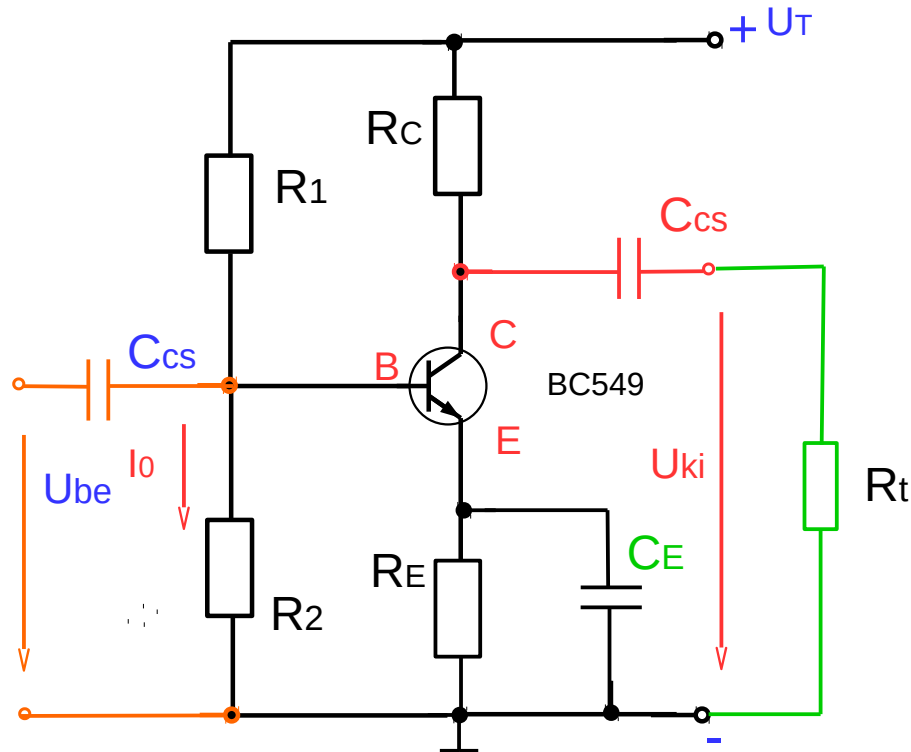
$$R_t = 10 \text{ k}\Omega$$

I_0 legyen I_B 20-szorosa !!

- Számoljuk ki a szükséges ellenállásokat !
- Számoljuk ki a bemeneti ellenállást, kimeneti ellenállást és a feszültség erősítést !

14.4. Feladat

2. feladat, megoldás:



kis hurok

$$R_E = U_E / I_E = 1,1 \text{ V} / 1,1 \text{ mA} = 1 \text{ k}\Omega$$

$$U_B = U_{BE} + U_E = 0,67 + 1,1 \text{ V} = 1,77 \text{ V}$$

$$R_2 = U_B / I_0 = 1,77 \text{ V} / 0,0806 \text{ mA} = 21,9 \text{ k}\Omega$$

Nagy hurok

$$U_{R1} = U_T - U_B = 9 - 1,77 = 7,23 \text{ V}$$

$$R_1 = U_{R1} / (I_0 + I_B) = 85,4 \text{ k}\Omega$$

$$U_T = 9\text{V} \quad U_{CE} = 5,5\text{V} \quad U_E = 1,1\text{V}$$

$$I_E \approx I_C = 1,1\text{mA}$$

$$U_{BE} = 0,67\text{V}$$

$$h_{11e} = 7,4 \text{ k}\Omega$$

$$h_{22e} = 18,7 \text{ }\mu\text{S}$$

$$h_{21e} = 273$$

$$R_t = 10 \text{ k}\Omega$$

I_0 legyen I_B 20-szorosa !!

- Számoljuk ki a szükséges ellenállásokat !
- Számoljuk ki a bemeneti ellenállást, kimeneti ellenállást és a feszültség erősítést !

Megoldás

Tranzisztor

$$I_B = I_C / \beta = 1,1 \text{ mA} / 273 = 0,00403 \text{ mA}$$

$$I_0 = 20 * I_B = 0,0806 \text{ mA}$$

Jobb oldali hurok

$$U_{RC} = U_T - U_{CE} - U_E = 2,4 \text{ V}$$

$$R_C = U_{RC} / I_C = 2,4 \text{ V} / 1,1 \text{ mA} = 2,18 \text{ k}\Omega$$

$$\text{bemeneti ellenállás} \quad R_{be} = (R_1 \times R_2) \times h_{11e}$$

$$R_{be} = (85,4 \times 21,9 \text{ k}\Omega) \times 7,4 \text{ k}\Omega = 5,2 \text{ k}\Omega$$

$$\text{kimeneti ellenállás} \quad r_{ki} = R_C \times 1/h_{22e}$$

$$R_{ki} = 2,18 \times 53,4 \text{ k}\Omega = 2,1 \text{ k}\Omega$$

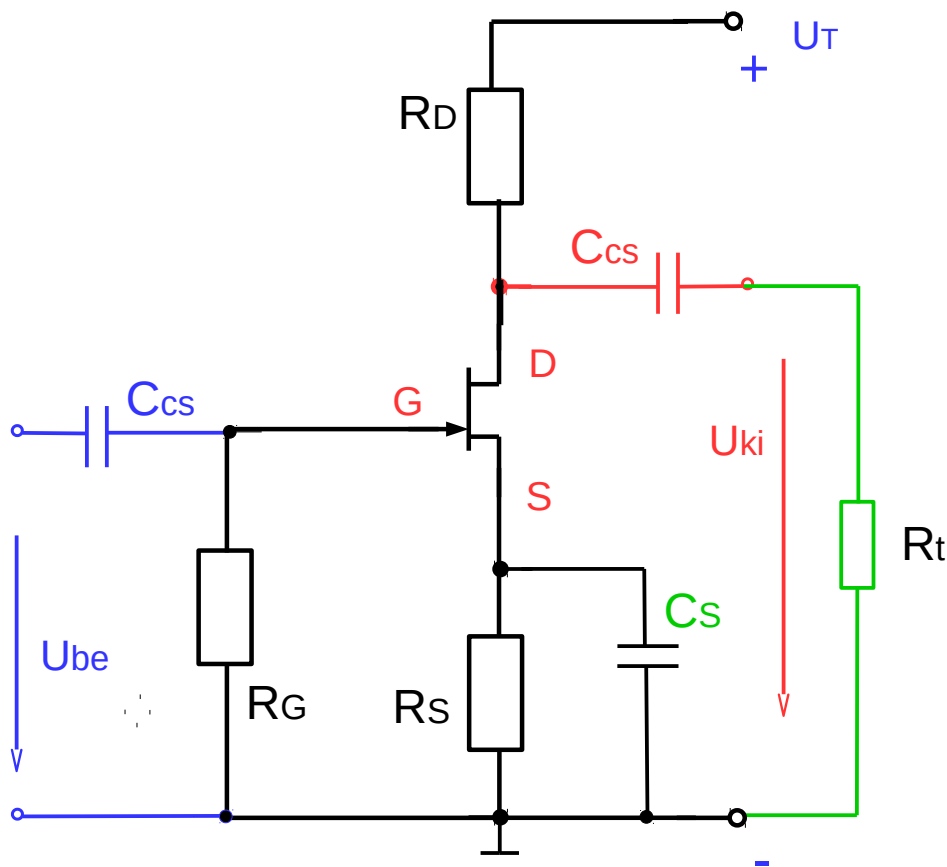
$$\text{feszültség erősítés} \quad A_u = - h_{21e} * (r_{ki} \times R_t) / h_{11e}$$

$$A_u = - 273 * 1,735 \text{ k}\Omega / 7,4 \text{ k}\Omega = - 64$$

14.5. Közös source kapcsolású erősítő

1. Közös (földelt) source kapcsolású fokozat

- A bemenet a gate-re , a kimenet a drain-ra csatlakozik (csatoló kondenzátorokkal)
- Az egyen áramú munkapont beállításához R_s szükséges, DE a feszültség erősítést nagyon lerontja ! \rightarrow váltakozó feszültség esetén kondenzátorral rövidre zárjuk (C_s)

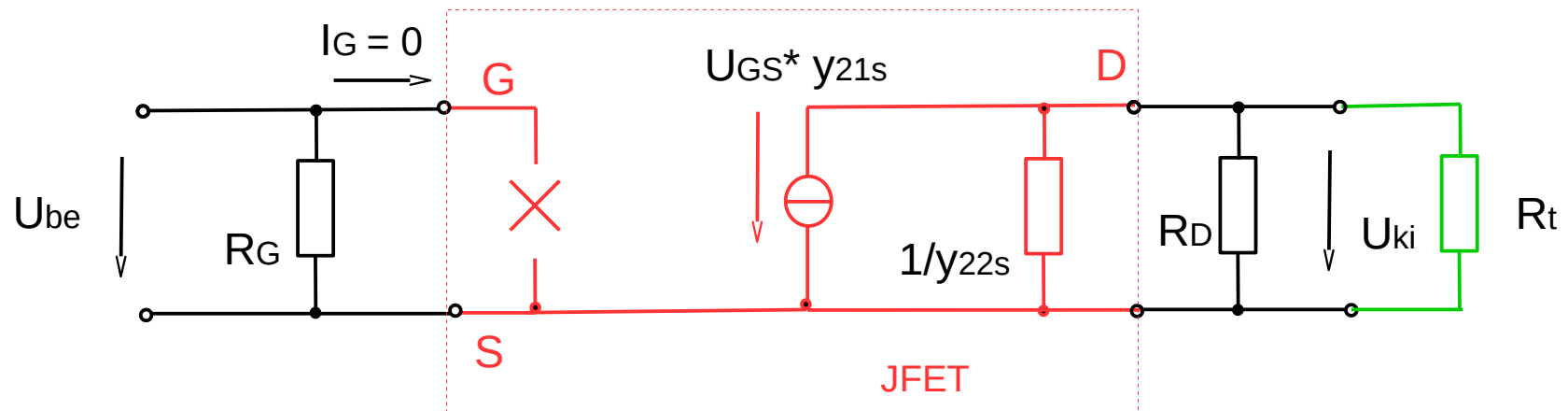


Jellemzői:

- Feszültség erősítés közepes
fázist fordít !!
- Áram erősítés nagy
- R_{be} nagy (1-2 $M\Omega$)
- R_{ki} közepes (1-50 $k\Omega$)

14.5. Közös source kapcsolású erősítő

2. váltakozó áramú helyettesítő kép (kisjelű)



$y_{22s} = I_D / U_{DS}$ ha $U_{GS} = 0$ (rövidzárási kimeneti admittancia)

$y_{21s} = I_D / U_{GS}$ ha $U_{DS} = 0$ (rövidzárási transzfer admittancia) → **meredekség ! (S)**

bemeneti ellenállás

$$R_{be} = R_G$$

kimeneti ellenállás

$$R_{ki} = R_D \times 1/y_{22s}$$

feszültség erősítés

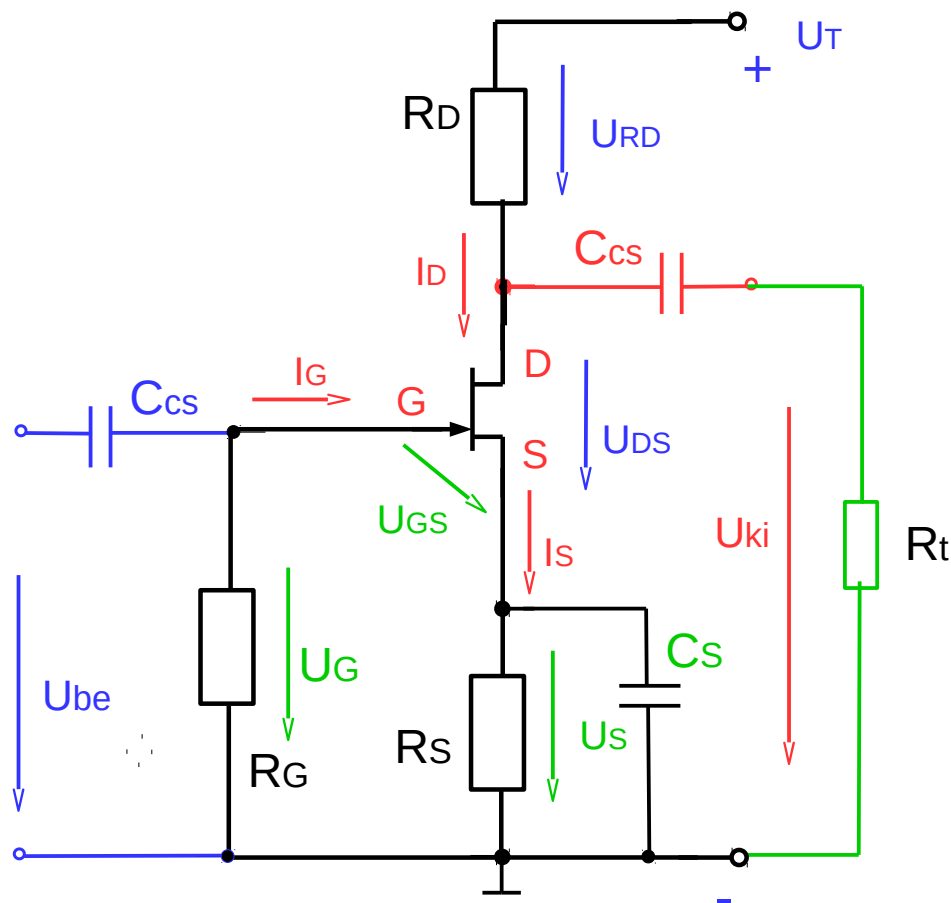
$$A_u = - y_{21s} * (R_{ki} \times R_t)$$

áram erősítés

$$A_i = - A_u * R_{be} / R_t$$

14.5. Közös source kapcsolású erősítő

minta feladat



$$U_T = 20V$$

$$R_t = 4 \text{ k}\Omega$$

$$I_{D0} = 3 \text{ mA}$$

$$U_{GS0} = -4 \text{ V}$$

$$U_{DS0} = 10 \text{ V}$$

$$y_{22s} = 25 \text{ }\mu\text{S}$$

$$y_{21s} = 4 \text{ mA/V}$$

- Számoljuk ki a szükséges ellenállásokat !
- Számoljuk ki a bemeneti ellenállást, kimeneti ellenállást és a feszültség erősítést, áram erősítést !

$$I_{D0} = I_{S0} = 3 \text{ mA} \quad R_G \text{ legyen } 1 \text{ M}\Omega$$

$$I_{G0} = 0 \rightarrow U_G = 0 \text{ !!} \rightarrow U_S = -U_{GS0} = 4 \text{ V}$$

$$R_S = U_S / I_{S0} = 4 \text{ V} / 3 \text{ mA} = 1,33 \text{ k}\Omega$$

$$U_{RD} = U_T - U_S - U_{DS0} = 20 - 4 - 10 \text{ V} = 6 \text{ V}$$

$$R_D = U_{RD} / I_{D0} = 6 \text{ V} / 3 \text{ mA} = 2 \text{ k}\Omega$$

bemeneti ellenállás $R_{be} = R_G = 1 \text{ M}\Omega$

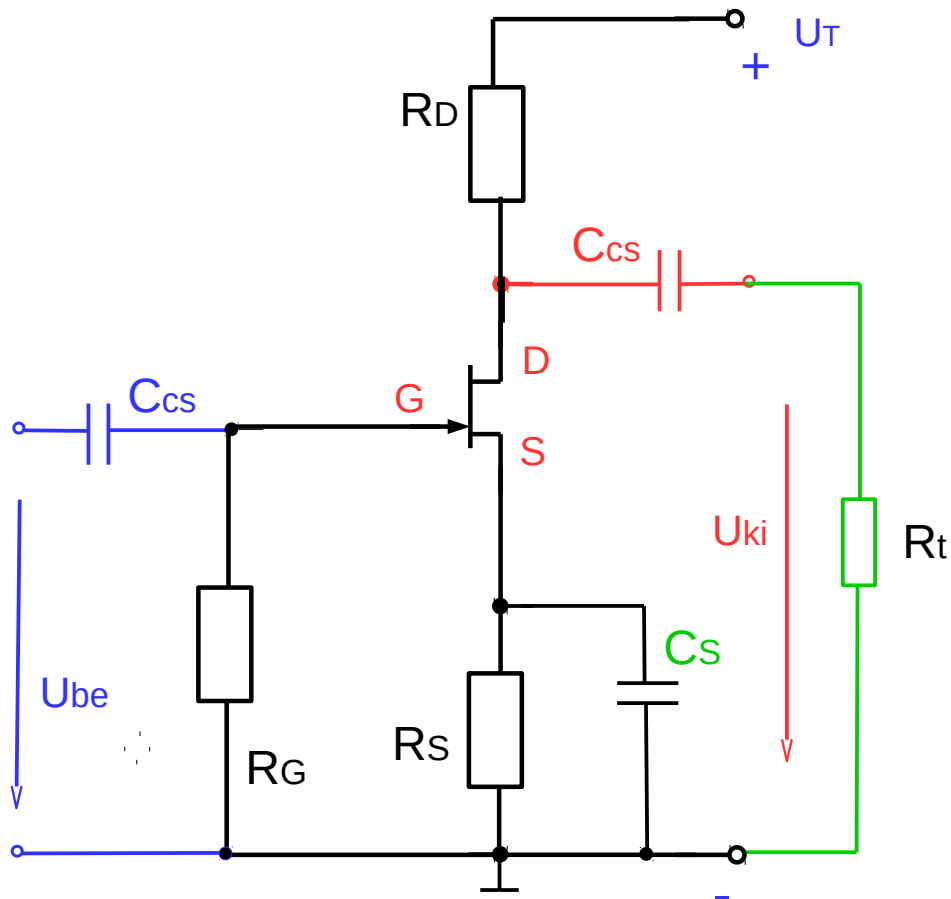
kimeneti ellenállás $R_{ki} = R_D \times 1/y_{22s} = 2 \text{ k}\Omega \times 1/25 \text{ }\mu\text{S} = 2 \times 40 \text{ k}\Omega = 1,9 \text{ k}\Omega$

feszültség erősítés $A_u = -y_{21s} \times (r_{ki} \times R_t) = -4 \text{ mA/V} \times (1,9 \times 4 \text{ k}\Omega) = -4 \text{ mA/V} \times 1,29 \text{ k}\Omega = -5,15$

áram erősítés $A_i = -A_u \times r_{be} / R_t = 5,15 \times 1 \text{ M}\Omega / 4 \text{ k}\Omega = 1287,5$

14.6. Feladatok

1. feladat:



$$\begin{aligned}
 U_T &= 15\text{V} & R_t &= 6\text{ k}\Omega \\
 I_{D0} &= 4\text{mA} & r_{be} &= 2\text{M}\Omega \\
 U_{GS0} &= -3\text{V} & U_{DS0} &= 7\text{V} \\
 y_{22s} &= 25\text{ }\mu\text{S} & y_{21s} &= 6\text{ mA/V}
 \end{aligned}$$

- Számoljuk ki a szükséges ellenállásokat !
- Számoljuk ki a kimeneti ellenállást, feszültség erősítést, áram erősítést !

2. feladat:

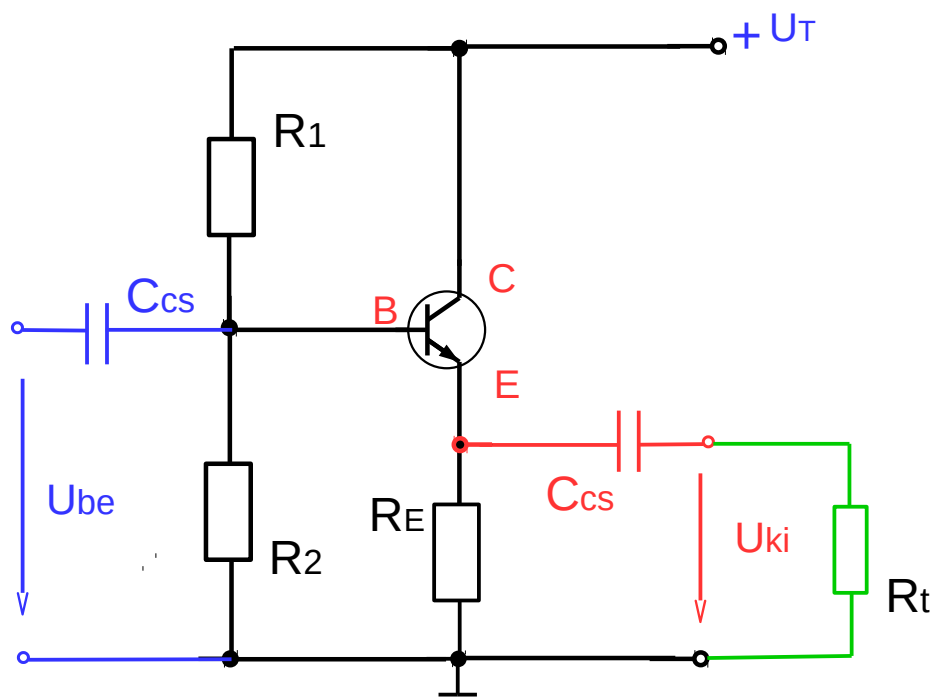
$$\begin{aligned}
 U_T &= 12\text{V} & R_t &= 50\text{ k}\Omega \\
 I_{D0} &= 2,45\text{mA} & r_{be} &= 1\text{M}\Omega \\
 U_{GS0} &= -1,83\text{V} & U_{DS0} &= 5,5\text{V} \\
 y_{22s} &= 25\text{ }\mu\text{S} & y_{21s} &= 3,5\text{ mA/V}
 \end{aligned}$$

- Számoljuk ki a szükséges ellenállásokat !
- Számoljuk ki a kimeneti ellenállást, feszültség erősítést, áram erősítést !

14.7. Közös kollektoros erősítő alapkapcsolás

1. Közös (földelt) kollektoros alapkapcsolás

- A bemenet a bázisra, a kimenet az emitterre csatlakozik (csatoló kondenzátorokkal)
- Az egyen áramú munkapont stabilizálásához R_E szükséges, és most nem zárhatjuk rövidre mert itt van a kimenet! $\rightarrow C_E$ nincs
- a kollektort kell váltakozó áram esetén a közös pontra kötni $\rightarrow R_C$ nincs !!

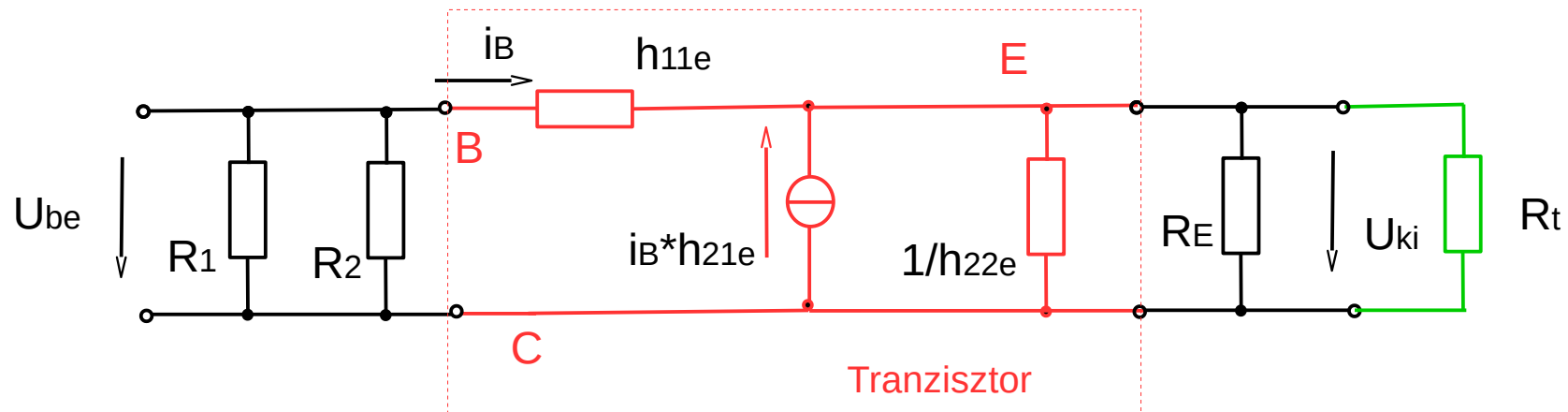


Jellemzői:

- Feszültség erősítés nincs !! $A_u \approx 1 \rightarrow A_u$ egynél kicsit kisebb ($\approx 0,9..$)
- Áram erősítés nagy $\rightarrow -10 - -500$
- Kivezérelhetőség (U_{bmax}) nagy $\sim 1V$
- R_{be} közepes ($1-50\text{ k}\Omega$)
- R_{ki} kicsi ($10-1000\ \Omega$)
- utolsó erősítő fokozatként szokták alkalmazni (végfok)
 \rightarrow terhelés illesztésre
- munkapont beállítás teljesen hasonló mint eddig, csak nincs R_C

14.7. Közös kollektoros erősítő alkapcsolás

2. váltakozó áramú helyettesítő kép (kisjelű)



$$h_{11c} = h_{11e}$$

$$h_{22c} = h_{22e}$$

$$h_{21c} \approx h_{21e}$$

bemeneti ellenállás

$$R_{be} = (R_1 \times R_2) \times (h_{11e} + h_{21e} \times (R_E \times R_t))$$

kimeneti ellenállás

$$R_{ki} \approx (R_E \times 1/h_{22e}) \times ((h_{11e} + (R_1 \times R_2) \times R_g) / h_{21e})$$

feszültség erősítés

$$A_u \approx 1$$

áram erősítés

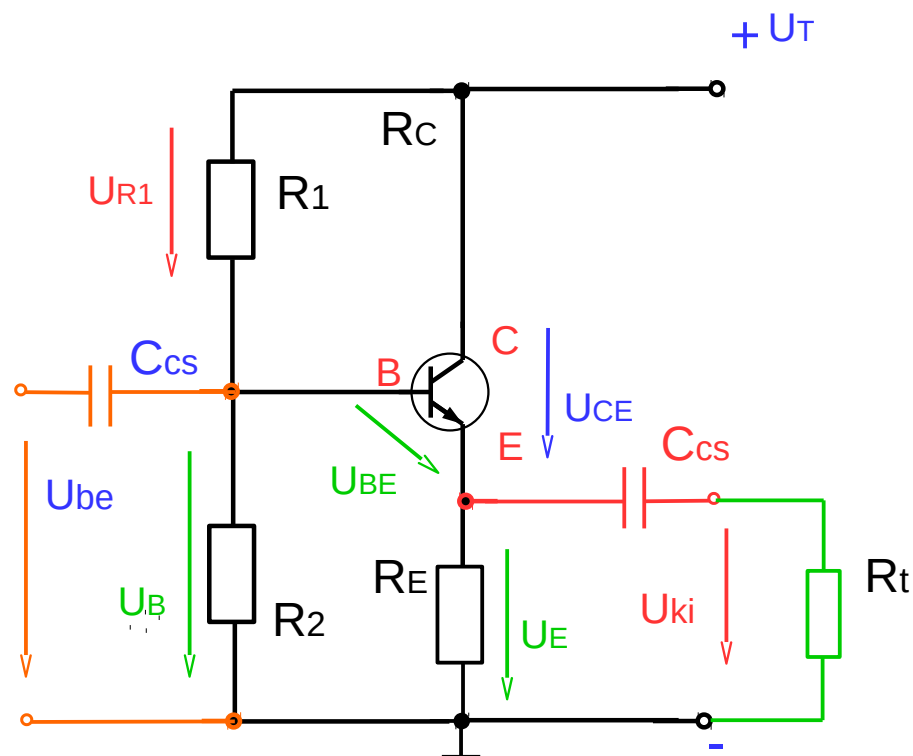
$$A_i = -A_u \times R_{be} / R_t \approx -R_{be} / R_t$$

Pontosán: $A_u = S \times ((R_E \times 1/h_{22e}) \times R_t) / (1 + S \times ((R_E \times 1/h_{22e}) \times R_t))$

ahol $S = h_{21e} / h_{11e} \rightarrow$ meredekség

14.7. Közös kollektoros erősítő alkapcsolás

minta feladat



$$U_T = 10V$$

$$I_{C0} = 2mA$$

$$h_{11e} = 5 k\Omega$$

$$R_t = 1 k\Omega$$

$$U_{CE0} = 5V$$

$$h_{21e} = 250 \approx B$$

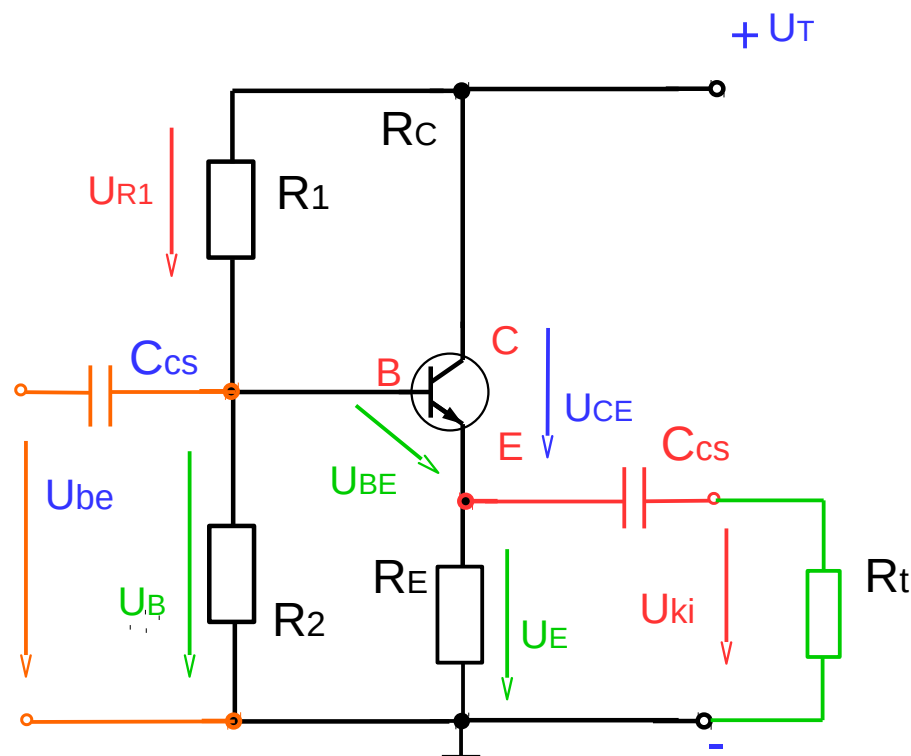
$$h_{22e} = 20 \mu S$$

$$R_g = 100 \Omega$$

- Számoljuk ki a szükséges ellenállásokat !
- Számoljuk ki a bemeneti ellenállást, kimeneti ellenállást !

14.7. Közös kollektoros erősítő alapkácsolás

minta feladat



kis hurok

$$U_B = U_{BE0} + U_E = 0,7 + 5 \text{ V} = 5,7 \text{ V}$$

$$R_2 = U_B / I_0 = 5,7 \text{ V} / 0,08 \text{ mA}$$

$$R_2 = 71,25 \text{ k}\Omega$$

Nagy hurok

$$U_{R1} = U_T - U_B = 10 - 5,7 = 4,3 \text{ V}$$

$$R_1 = U_{R1} / (I_0 + I_B) = 48,86 \text{ k}\Omega$$

$$U_T = 10 \text{ V}$$

$$I_{C0} = 2 \text{ mA}$$

$$h_{11e} = 5 \text{ k}\Omega$$

$$R_t = 1 \text{ k}\Omega$$

$$U_{CE0} = 5 \text{ V}$$

$$h_{21e} = 250 \approx B$$

$$h_{22e} = 20 \text{ }\mu\text{S}$$

$$R_g = 100 \text{ }\Omega$$

- Számoljuk ki a szükséges ellenállásokat !
- Számoljuk ki a bemeneti ellenállást, kimeneti ellenállást és az áram erősítést !

Megoldás

Tranzisztor U_{BE0} legyen 0,7 V

$$I_{B0} = I_{C0} / B = 2 \text{ mA} / 250 = 0,008 \text{ mA}$$

$$I_0 = 10 * I_B = 0,08 \text{ mA}$$

Jobb oldali hurok

$$U_E = U_T - U_{CE0} = 5 \text{ V}$$

$$R_E = U_E / I_{E0} = 5 \text{ V} / 2 \text{ mA} = 2,5 \text{ k}\Omega$$

$$R_{be} = (R_1 \times R_2) \times (h_{11e} + h_{21e} * (R_E \times R_t))$$

$$R_{be} = (71,25 \times 48,86) \times (5 + 250 * (2,5 \times 1))$$

$$R_{be} = 28,98 \times 183,57 \text{ k}\Omega = 25 \text{ k}\Omega$$

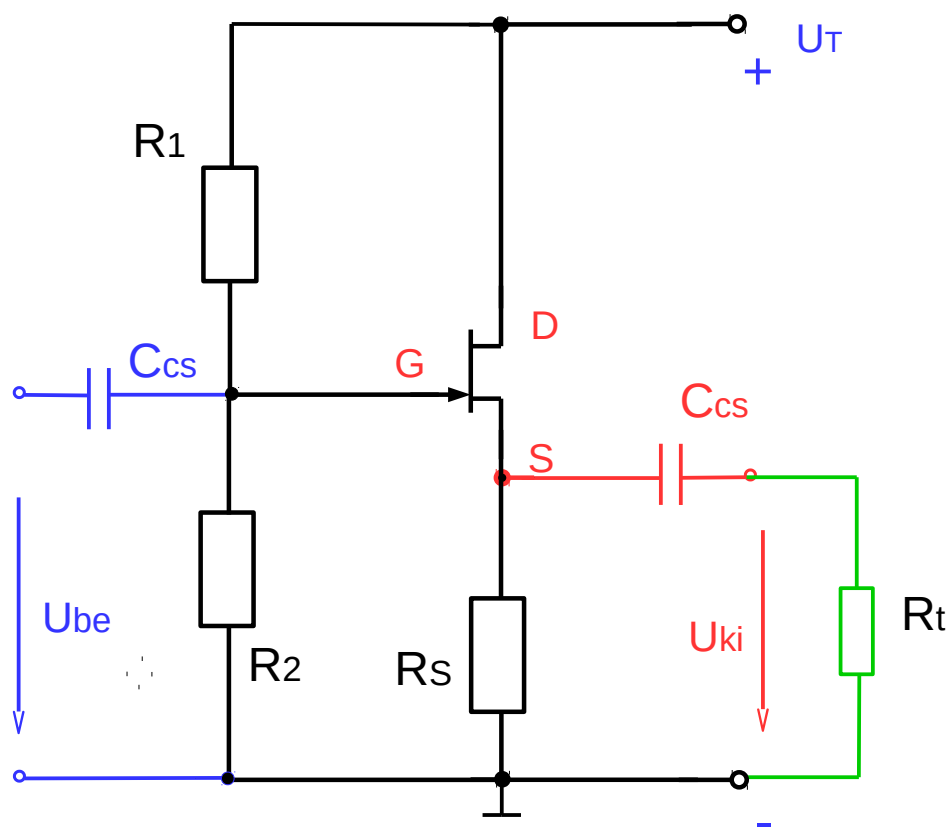
$$R_{ki} \approx (R_E \times 1/h_{22e}) \times (h_{11e} / h_{21e})$$

$$R_{ki} \approx (2,5 \times 50 \text{ k}\Omega) \times (5 \text{ k}\Omega / 250) = 20 \text{ }\Omega$$

14.8. Közös drain kapcsolású erősítő

1. Közös (földelt) drain kapcsolású fokozat

- A bemenet a gate-re , a kimenet a source-ra csatlakozik (csatoló kondenzátorokkal)
- R_D nincs !
- A közös kollektoros kapcsolás FET-es megfelelője



Jellemzői:

- **Feszültség erősítés nincs !**
Nem fordít fázist !!
 $0 < A_u < 1$ (0,5 – 0,9)

- Áram erősítés nagy (néhány száz)

$$A_i = - A_u * R_{be} / R_t$$

- R_{be} nagy

$$R_{be} = (R_1 \times R_2)$$

- R_{ki} kicsi ! (100-1000Ω)

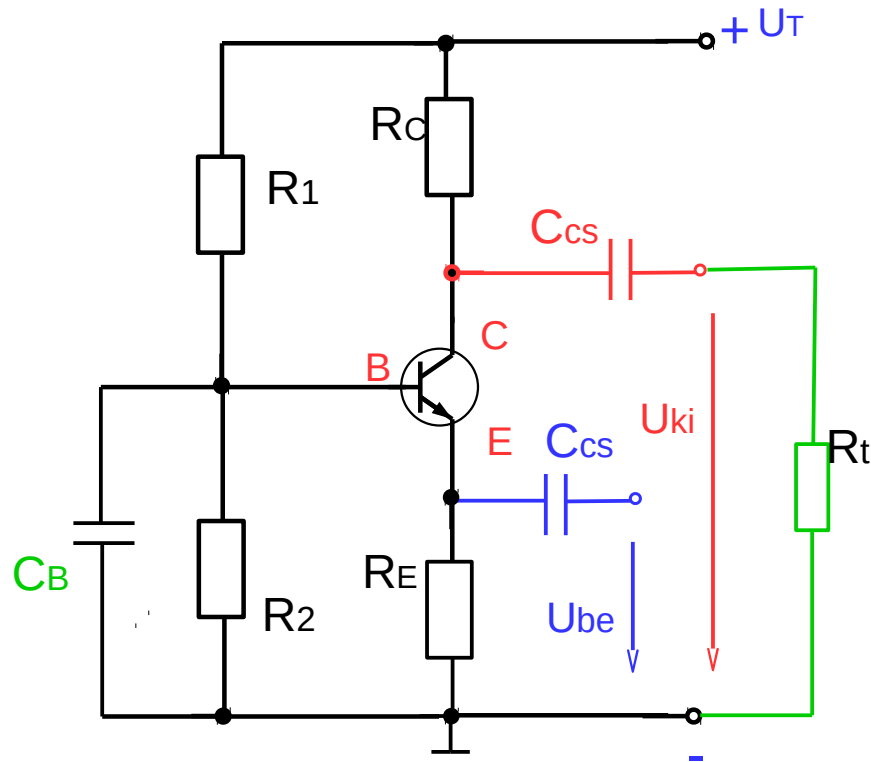
$$R_{ki} = (R_s \times 1/y_{22s}) \times 1 / y_{21s}$$

$$\text{Pontosan} \rightarrow A_u = y_{21s} * (R_s \times 1/y_{22s} \times R_t) / (1 + y_{21s} * (R_s \times 1/y_{22s} \times R_t))$$

14.9. Közös bázisú erősítő alkapcsolás

1. Közös (földelt) bázisú alkapcsolás

- A bemenet az emitterre, a kimenet a kollektorra csatlakozik (csatoló kondenzátorokkal)
- A bázis váltakozó feszültség esetén kondenzátorral a földre kötve (C_B)

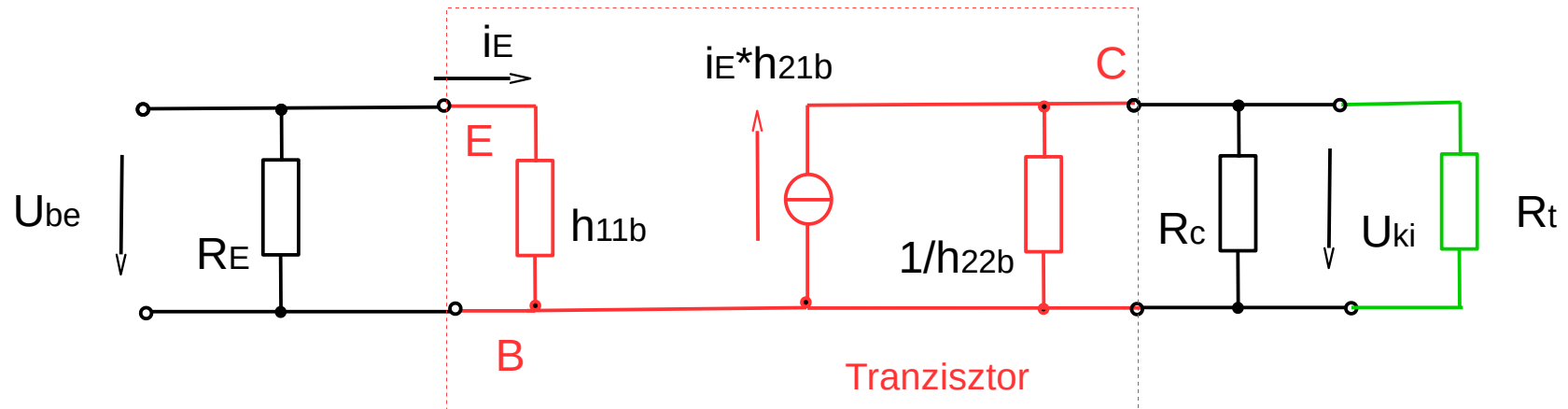


Jellemzői:

- Feszültség erősítés nagy \rightarrow
- Áram erősítés nincs !! \rightarrow
 $-1 < A_i < 0$
- R_{be} nagyon kicsi !!
- R_{ki} közepes
- nagyfrekvencián használatos
(hangolt erősítőként)

14.9. Közös bázisú erősítő alkapcsolás

2. váltakozó áramú helyettesítő kép (kisjelű)



$$h_{11b} \approx h_{11e} / h_{21e}$$

$$h_{22c} \approx h_{22e} / h_{21e}$$

$$h_{21b} \approx -1$$

bemeneti ellenállás

$$R_{be} = R_E \times h_{11b} = R_E \times h_{11e} / h_{21e} \approx h_{11e} / h_{21e}$$

kimeneti ellenállás

$$R_{ki} = R_C \times 1/h_{22b} \approx R_C \times (h_{21e} / h_{22e}) \approx R_C$$

feszültség erősítés

$$A_u = h_{21e} * (r_{ki} \times R_t) / h_{11e}$$

áram erősítés

$$A_i \approx -1$$