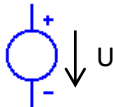


Elektronika I. Gyakorló feladatok

Feszültséggenerátor jelképe:

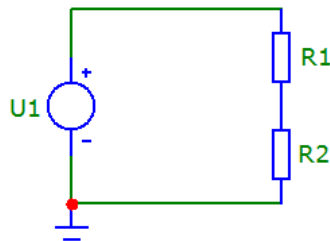


Áramgenerátor jelképe:



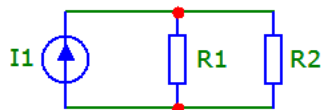
1. Vezesse le a terheletlen feszültségosztóra vonatkozó összefüggést:

$$U_{R_2} = U_1 \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$



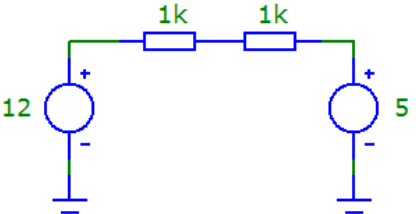
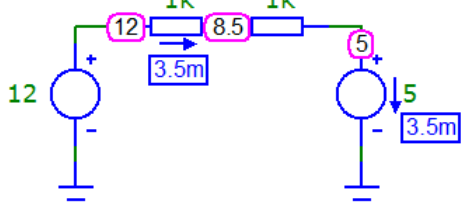
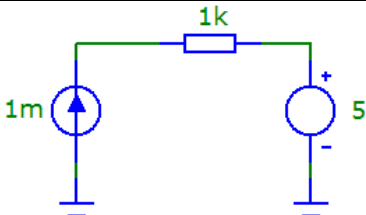
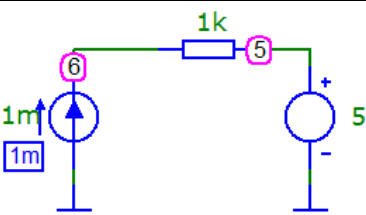
2. Vezesse le a terheletlen áramosztóra vonatkozó összefüggést:

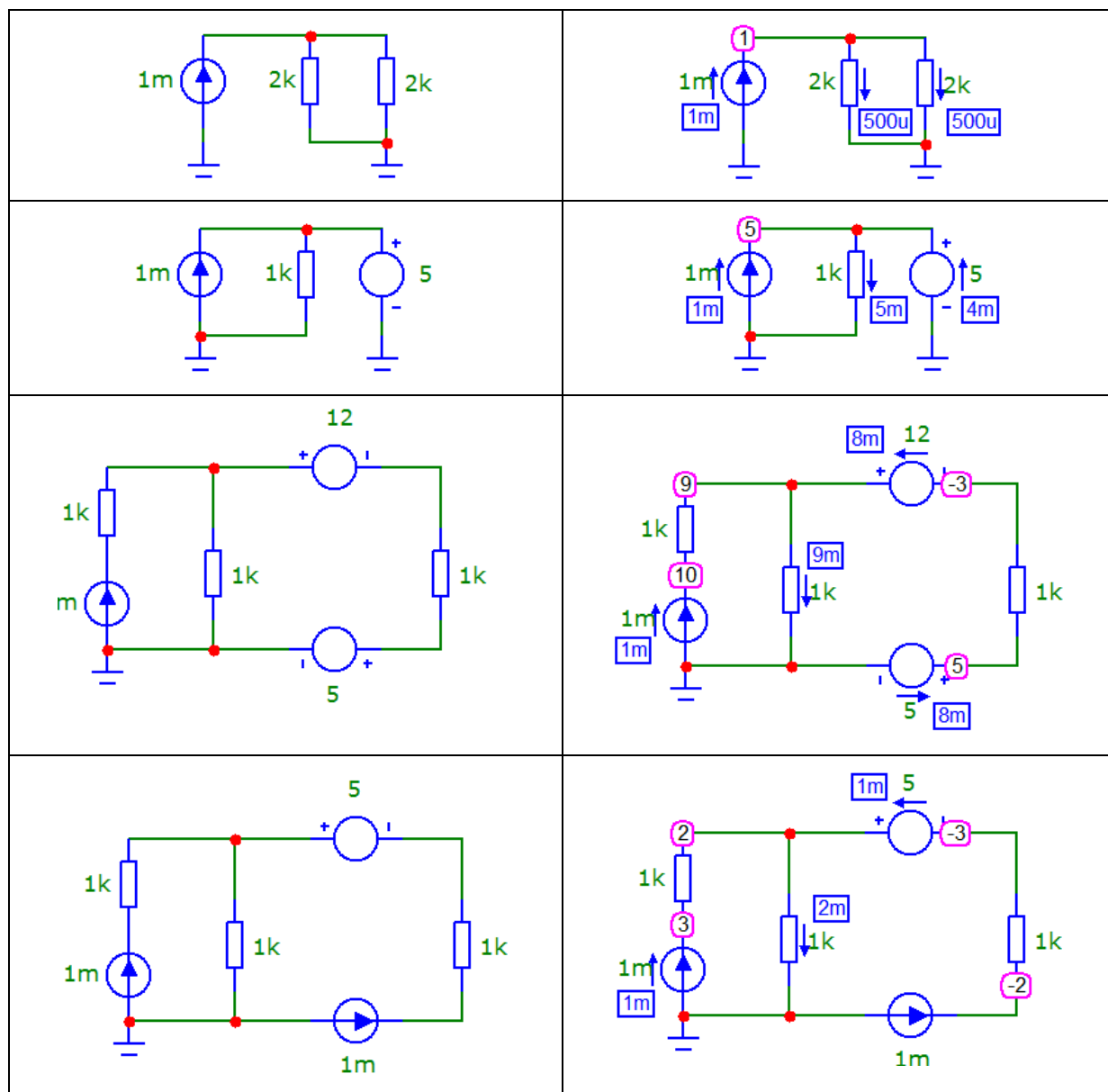
$$I_{R_2} = I_1 \frac{R_1}{R_1 + R_2}$$



3. Adja meg az áramköri elemeken eső feszültségeket és a rajtuk folyó áramokat:

A megoldásokban a feszültségek az adott pont földpotenciálhoz viszonyított feszültségét mutatják!

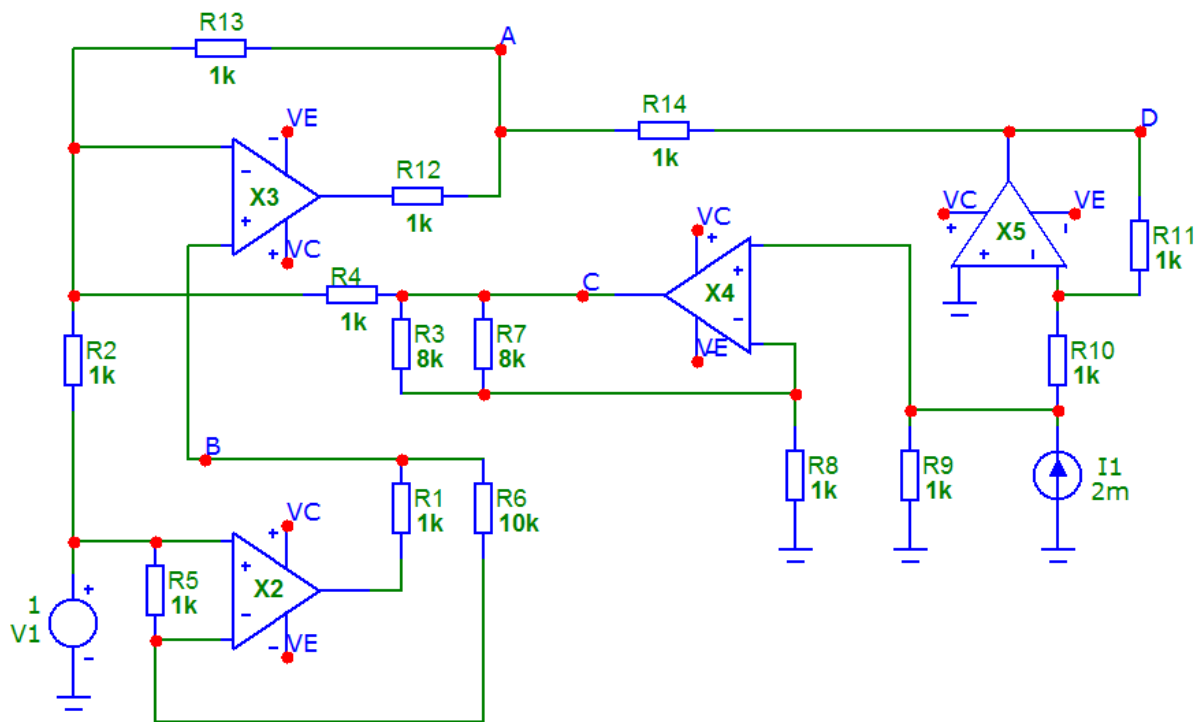
Feladat	Megoldás
	
	



4. Mekkora az ellenálláson, a kondenzátoron és a tekercsen eső feszültség amplitúdója és fázisszöge ha $u_{be} = \sin(2\pi f \cdot t)$ és $f = 20\text{kHz}$? ($C = 1\mu\text{F}$; $L = 1\text{mH}$, $R = 100\ \Omega$)

Feladat	Megoldás
	$u_C = -0.0393 - 0.0334j\ [\text{V}]$ $ u_C = 0.0515\ [\text{V}]$ $ u_C _{\text{dB}} = -25.7599\ [\text{dB}]$ $\phi_C = -139.6496^\circ$ $u_L = 0.6201 + 0.5268j$ $ u_L = 0.8136$ $ u_L _{\text{dB}} = -1.7915$ $\phi_L = 40.3504^\circ$ $u_R = 0.4192 - 0.4934j\ [\text{V}]$ $ u_R = 0.6475\ [\text{V}]$ $ u_R _{\text{dB}} = -3.7757\ [\text{dB}]$ $\phi_R = -49.6496^\circ$

5. Adja meg az A, B, C, és D pontok földponthoz viszonyított feszültségét!

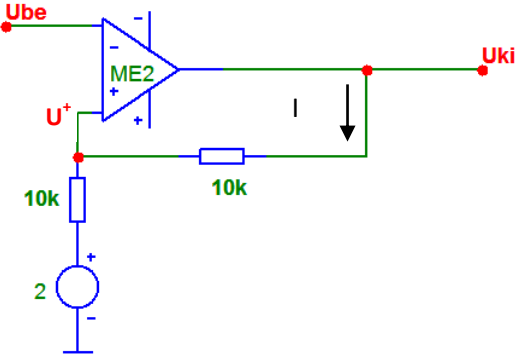
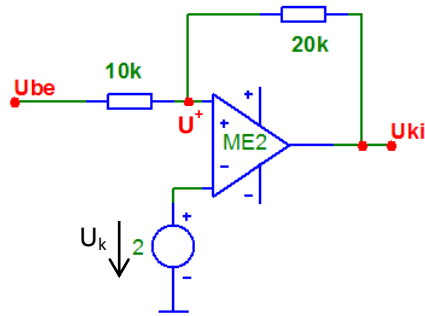


A = -3V B = 1V C = 5V D = -1V

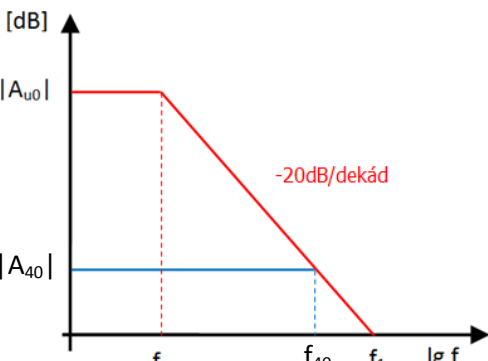
6. Mekkora az alábbi kapcsolás kimeneti jelének amplitúdója és fázisa ha $u_{be} = \sin(2\pi f \cdot t)$ és $f = 2\text{kHz}$? ($L = 10\text{ mH}$, $R_1 = R_2 = 100\ \Omega$)

Feladat	Megoldás
	<p>Feszültségerősítési tényező:</p> $A_U = -0.3877 + 0.4872j$ $ A_U = 0.6227$ $ A_U _{dB} = -4.1147\text{ [dB]}$ $\phi_C = 128.5119^\circ$

7. Határozza meg a komparátor billenési feszültségeit! Rajzolja fel a kapcsolás transzfer karakterisztikáját ($U_{ki} = f(U_{be})$)!

Feladat	Megoldás
<p>ME2-nél $U_{kiM} = +12V$ $U_{kim} = -10V$</p> 	<p>1. $U_{ki} = U_{kiM} = 12V$ ($U_{be} < U^+$) $U_{kim} = I \cdot 10k + I \cdot 10k + 2V \rightarrow I = 0.5mA$ $U^+ = I \cdot 10k + 2V = 7V$</p> <p>2. $U_{ki} = U_{kim} = -10V$ ($U_{be} > U^+$) $U_{kim} = I \cdot 10k + I \cdot 10k + 2V \rightarrow I = -0.6mA$ $U^+ = I \cdot 10k + 2V = -4V$</p>
<p>ME2-nél $U_{kiM} = +12V$ $U_{kim} = -10V$</p> 	<p>1. $U_{ki} = U_{kiM} = 12V$ ($U_k < U^+$) $U^+ = U_{be} \cdot R_2 / (R_1 + R_2) + U_{kim} \cdot R_1 / (R_1 + R_2) > U_k$ $U_{be} > U_k \cdot (R_1 + R_2) / R_2 - U_{kim} \cdot R_1 / R_2$ $U_{be} = -3V$</p> <p>2. $U_{ki} = U_{kim} = -10V$ ($U_k > U^+$) $U^+ = U_{be} \cdot R_2 / (R_1 + R_2) + U_{kim} \cdot R_1 / (R_1 + R_2) > U_k$ $U_{be} > U_k \cdot (R_1 + R_2) / R_2 - U_{kim} \cdot R_1 / R_2$ $U_{be} = 8V$</p>

8. Egy kompenzált műveleti erősítő nyílthurkú feszültségerősítése $A_{u0} = 110$ dB, a nyílthurkú feszültségerősítés határfrekvenciája $f_0 = 12$ Hz. Határozza meg az egységnyi erősítéshez tartozó határfrekvenciát! Mekkora lenne a hasznos sáv szélesség, ha visszacsatolással az erősítést 40 dB-re állítjuk be?

Feladat	Megoldás
	<p>1. Az erősítés $110/20 = 5,5$ dekád alatt csökken 0 dB-re. $f_1 = f_0 \cdot 10^{5,5} = 3,7947$ MHz</p> <p>2. Az f_1 frekvenciához képest f_{40}, $40/20 = 2$ dekád távolságra van. $f_{40} = f_1 / 10^2 = 37,947$ kHz</p>

9. Egy $A_{u0} = 60000$ nyílthurkú erősítésű valóságos ME-vel felépített kapcsolás erősítése 3010. Mekkora lenne az erősítés, ha a valóságos ME-t kicserélnénk egy ideális ME-re?

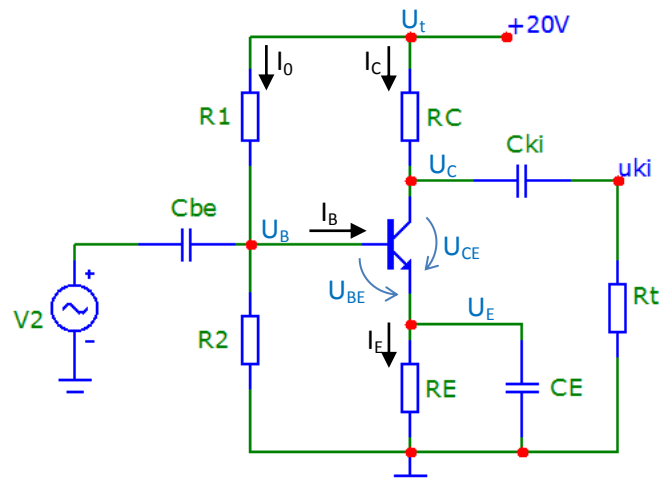
$$A_{u0} = 60000$$

$$A_u = 3010 = \frac{A_{u0}}{1 + A_{u0}B} \rightarrow B = 3,1555 \cdot 10^{-4}$$

$$A_{id} = \frac{A_{\infty}}{1 + A_{\infty}B} \approx \frac{1}{B} = 3168$$

10. Az alábbi ábrán egy kisjelű tranzisztorral felépített földelt-emitteres alkapcsolást látunk. A tranzisztor áramerősítési tényezője $B = 250$, a kapcsolásban a kollektoráram $I_C = 2,5 \text{ mA}$, amihez a katalógus alapján $U_{CE} = 5 \text{ V}$ feszültség tartozik. A tranzisztor nyitófeszültsége $U_{BE} = 0,7 \text{ V}$. Az $U_T = 20 \text{ V}$ tápfeszültségből az R_E emitter ellenállás $U_E = 2,5 \text{ V}$ -ot emészt fel. Ahhoz, hogy a bázisosztó közel terhelésmentes legyen, az osztó áramára legyen $I_0 = 50 \cdot I_B$.

- a) Adja meg közelítő számításokkal a kapcsolás hiányzó ellenállásértékeit!



$$U_{RC} = U_t - U_{CE} - U_E = 20 - 5 - 2,5 = 12,5 \text{ V}$$

$$R_C = \frac{U_{RC}}{I_C} = \frac{12,5 \text{ V}}{2,5 \text{ mA}} = 5 \text{ k}\Omega$$

$$I_E \approx I_C \rightarrow R_E = \frac{U_E}{I_E} = \frac{2,5 \text{ V}}{2,5 \text{ mA}} = 1 \text{ k}\Omega$$

$$U_B = U_E + U_{BE} = 2,5 + 0,7 = 3,2 \text{ V}$$

$$I_B = \frac{I_C}{B} = \frac{2,5 \text{ mA}}{250} = 10 \mu\text{A}$$

$$I_0 \approx 50 \cdot I_B = 0,5 \text{ mA}$$

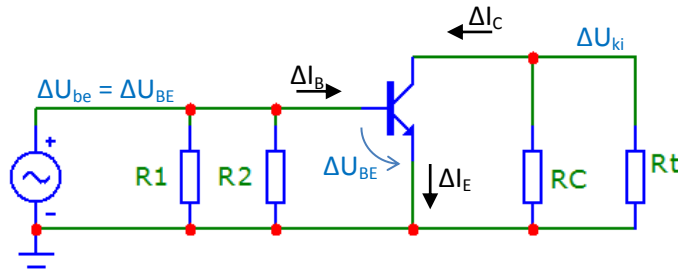
$$R_2 \cong \frac{U_B}{I_0} = \frac{3,2 \text{ V}}{0,5 \text{ mA}} = 6,4 \text{ k}\Omega$$

$$R_1 \cong \frac{U_{R1}}{I_0} = \frac{U_t - U_B}{I_0} = \frac{16,8 \text{ V}}{0,5 \text{ mA}} = 33,6 \text{ k}\Omega$$

- b) A kapcsolás váltakozó áramú helyettesítő képe alapján határozza meg a kapcsolás R_{be} bemeneti ellenállását és A_u feszültségerősítési tényezőjét ha $R_t = \infty$! Feltételezzük, hogy az egyenáramú és váltakozó áramú áramerősítési tényezők egyenlők ($A = \alpha$, $B = \beta$).

(Az egyenáramú források és a kondenzátorok váltakozó áramú szempontból rövidzárnak tekinthetők)

A helyettesítő kapcsolás:



A dinamikus ellenállás:

$$r_e = \frac{\Delta U_{BE}}{\Delta I_E} = \frac{U_T}{I_E} = \frac{26mV}{2,5mA} = 10,4\Omega \quad R_{BE} \cong \frac{\Delta U_{BE}}{\Delta I_B} = r_e'$$

$$I_E = I_B + I_C = I_B + B \cdot I_B = I_B(1 + B) \rightarrow I_B = \frac{I_E}{1 + B} \rightarrow$$

$$r_e' \cong \frac{\Delta U_{BE}}{\Delta I_B} = \frac{\Delta U_{BE}}{\Delta I_E} (1 + B) = r_e (1 + B) = 2,61k\Omega$$

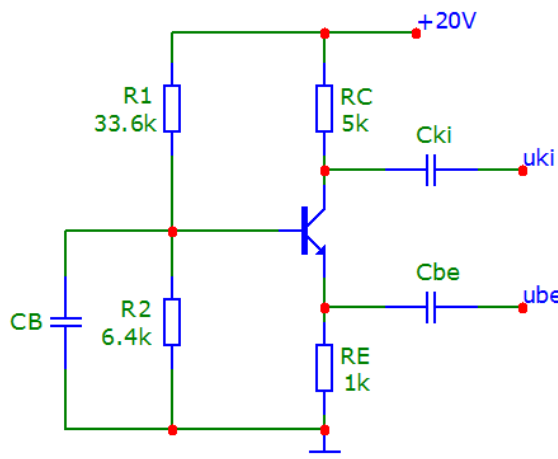
$$R_{be} = R_1 \times R_2 \times R_{BE} = 1,76k\Omega$$

$$A_u \cong -\frac{\Delta U_{ki}}{\Delta U_{be}} = -\frac{\Delta I_C \cdot R_C}{\Delta U_{BE}}$$

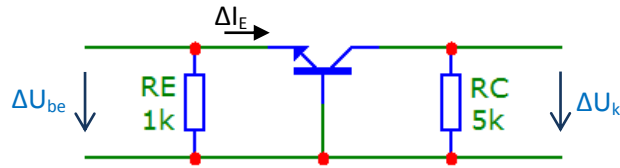
$$r_e = \frac{\Delta U_{BE}}{\Delta I_E} \rightarrow \Delta I_E = \frac{\Delta U_{BE}}{r_e} \approx \Delta I_C$$

$$A_u \cong -\frac{\Delta U_{BE}}{r_e} \cdot \frac{R_C}{\Delta U_{BE}} = -\frac{R_C}{r_e} = -\frac{5k\Omega}{10,4\Omega} \approx -500$$

11. Az alábbi kapcsolás egy földelt-bázisú alkapcsolást ábrázol. Ha a kapcsolás tranzisztora és ellenállásai megegyeznek a 10. feladatban kiszámoltakkal, a kapcsolás egyenáramú szempontból azonos módon viselkedik.



- a) A kapcsolás váltakozó áramú helyettesítő képe alapján határozza meg a kapcsolás R_{be} bemeneti ellenállását és A_u feszültségerősítési tényezőjét ha $R_t = \infty$! Feltételezzük, hogy az egyenáramú és váltakozó áramú áramerősítési tényezők egyenlők ($A = \alpha$, $B = \beta$).



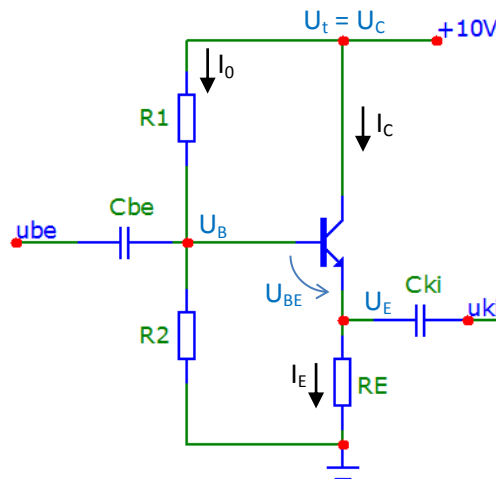
$$A_{u(FB)} \cong -A_{u(FE)} = 500$$

$$R_{be} = R_E \times \frac{\Delta U_{BE}}{\Delta I_E} = R_E \times r_e \approx r_e = 10,4\Omega$$

A kimeneti ellenállás $R_{ki} \approx R_C$, mivel a kollektor-ellenállás a záró irányú BC diódával kapcsolódik párhuzamosan.

12. Az alábbi ábrán egy kisjelű tranzisztorral felépített földelt-kollektoros alapkiosztást látunk. A kapcsolásban a kollektor-áram $I_C = 1\text{mA}$, a tranzisztor nyitófeszültsége $U_{BE} = 0,6\text{V}$. Az $U_T = 10\text{V}$ tápfeszültségből az R_E emitter ellenállás, az ideális kivezelhetőség biztosítása érdekében $U_E = 5\text{V}$ -ot emészt fel. Ahhoz, hogy a bázisosztó közel terhelésmentes legyen, az osztó áramára legyen $I_0 = 0,5\text{mA}$.

- a) Adja meg közelítő számításokkal a kapcsolás hiányzó ellenállásértékeit!

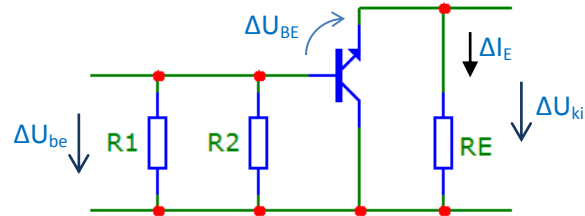


$$I_E \approx I_C \longrightarrow R_E = \frac{U_E}{I_E} = \frac{5\text{V}}{1\text{mA}} = 5\text{k}\Omega$$

$$R_2 = \frac{U_E + U_{BE}}{I_0} = \frac{5,6\text{V}}{0,5\text{mA}} = 11,2\text{k}\Omega$$

$$R_1 = \frac{U_t - U_E - U_{BE}}{I_0} = \frac{4,4\text{V}}{0,5\text{mA}} = 8,8\text{k}\Omega$$

- b) A kapcsolás váltakozó áramú helyettesítő képe alapján határozza meg a kapcsolás R_{be} bemeneti ellenállását és A_u feszültségerősítési tényezőjét ha $R_t = \infty$! Feltételezzük, hogy az egyenáramú és váltakozó áramú áramerősítési tényezők egyenlők ($A = \alpha$, $B = \beta$).



$$R_{be} \cong R_1 \times R_2$$

A dinamikus ellenállás:

$$r_e = \frac{\Delta U_{BE}}{\Delta I_E} = \frac{U_T}{I_E} = \frac{26mV}{1mA} = 26\Omega \quad \rightarrow \quad \Delta U_{BE} = \Delta I_E \cdot r_e$$

$$A_u \cong \frac{\Delta U_{ki}}{\Delta U_{be}} = \frac{\Delta I_E \cdot R_E}{\Delta U_{BE} + \Delta U_{ki}} = \frac{\Delta I_E \cdot R_E}{\Delta I_E (R_E + r_e)} \approx 1$$