

10. TÉMA

ELEKTRONIKA

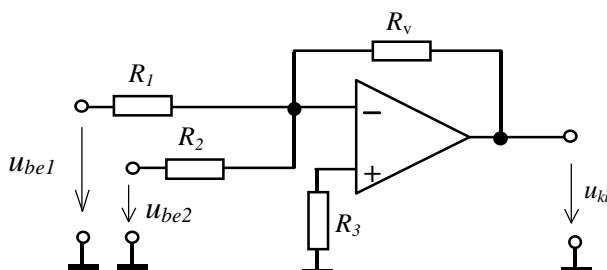
Összegző és különbségképző erősítők, áramgenerátorok

Feladatok megoldása

Összegző és különbségképző erősítő kapcsolások

1. Műveleti erősítővel megvalósított összegző erősítő látható a 4. ábrán.

a) Mekkora kell választani az összegző erősítő R_1 és R_2 ellenállásának értékét, ha az u_{be1} bemeneti feszültséget a kétszeresére, az u_{be2} bemeneti feszültséget a tízszeresére szeretnénk felerősíteni? Határozza meg a kapcsolás u_{ki} kimeneti feszültségének U_{ki} amplitúdóját!



4. ábra.

Adatok:

$R_v = 300 \text{ k}\Omega$
 $U_{be1} = 1 \text{ [V]}$
 $U_{be2} = -0,8 \text{ [V]}$
 $|A_{u1}| = 2$
 $|A_{u2}| = 10$
 $U_r = \pm 15 \text{ V}$

$$U_{ki} = U_{be1} \left(-\frac{R_v}{R_1} \right) + U_{be2} \left(-\frac{R_v}{R_2} \right)$$

$$|A_{u1}| = \frac{R_v}{R_1} \quad R_1 = \frac{R_v}{|A_{u1}|} = \frac{300 \cdot 10^3}{2} = 150 \text{ k}\Omega$$

$$R_1 = 150 \text{ k}\Omega$$

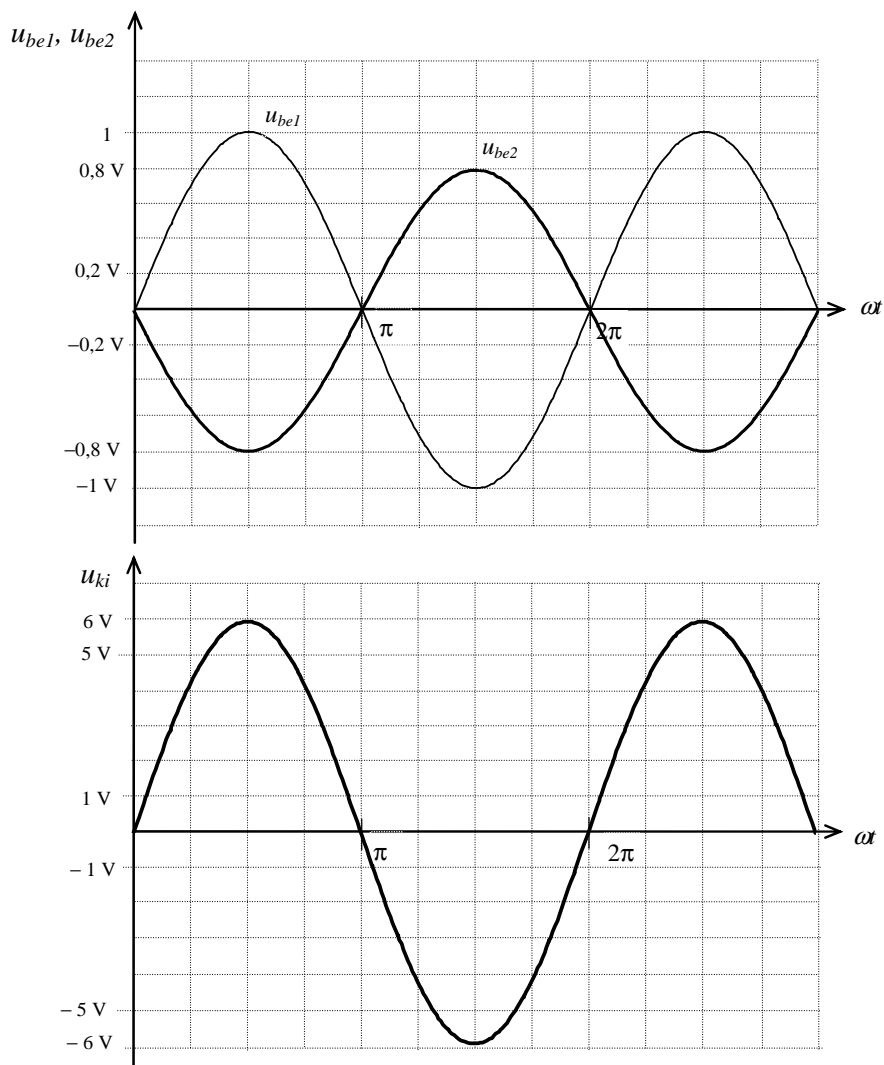
$$|A_{u2}| = \frac{R_v}{R_2} \quad R_2 = \frac{R_v}{|A_{u2}|} = \frac{300 \cdot 10^3}{10} = 30 \text{ k}\Omega$$

$$R_2 = 30 \text{ k}\Omega$$

$$U_{ki} = U_{be1} \left(-\frac{R_v}{R_1} \right) + U_{be2} \left(-\frac{R_v}{R_2} \right) = 1 \cdot (-2) + (-0,8) \cdot (-10) = 6 \text{ V}$$

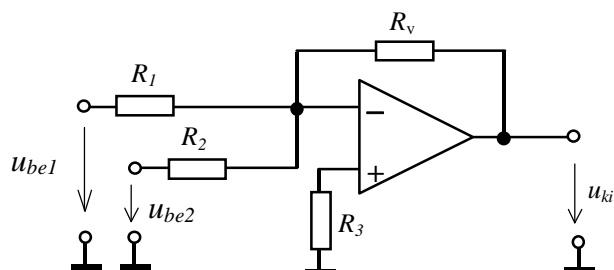
$$U_{ki} = 6 \text{ V}$$

- b) Rajzolja le léptékhelyesen az u_{be1} és u_{be2} bemeneti, valamint az u_{ki} kimeneti feszültségek időfüggvényét, ha a bemeneti feszültségek: $u_{be1} = 1 \sin \omega t$ [V], $u_{be2} = -0,8 \sin \omega t$ [V]!



2. Műveleti erősítővel megvalósított összegző erősítő látható az ábrán.

a) Mekkora kell választani R_1 és R_2 ellenállásának értékét, ha az U_{be1} bemeneti feszültséget a kétszeresére, az U_{be2} bemeneti feszültséget a nyolcszorosára szeretnénk felerősíteni? Határozza meg a kapcsolás U_{ki} kimeneti feszültségét!



Adatok:

$$\begin{aligned} R_v &= 200 \text{ k}\Omega \\ U_{be1} &= 1,2 \text{ V} \\ U_{be2} &= -0,8 \text{ V} \\ |A_{u1}| &= 2 \\ |A_{u2}| &= 8 \\ U_t &= \pm 15 \text{ V} \end{aligned}$$

$$|A_{u1}| = \frac{R_v}{R_1} \quad R_1 = \frac{R_v}{|A_{u1}|} = \frac{200 \cdot 10^3}{2} = 100 \text{ k}\Omega$$

$$R_1 = 100 \text{ k}\Omega$$

$$|A_{u2}| = \frac{R_v}{R_2} \quad R_2 = \frac{R_v}{|A_{u2}|} = \frac{200 \cdot 10^3}{8} = 25 \text{ k}\Omega$$

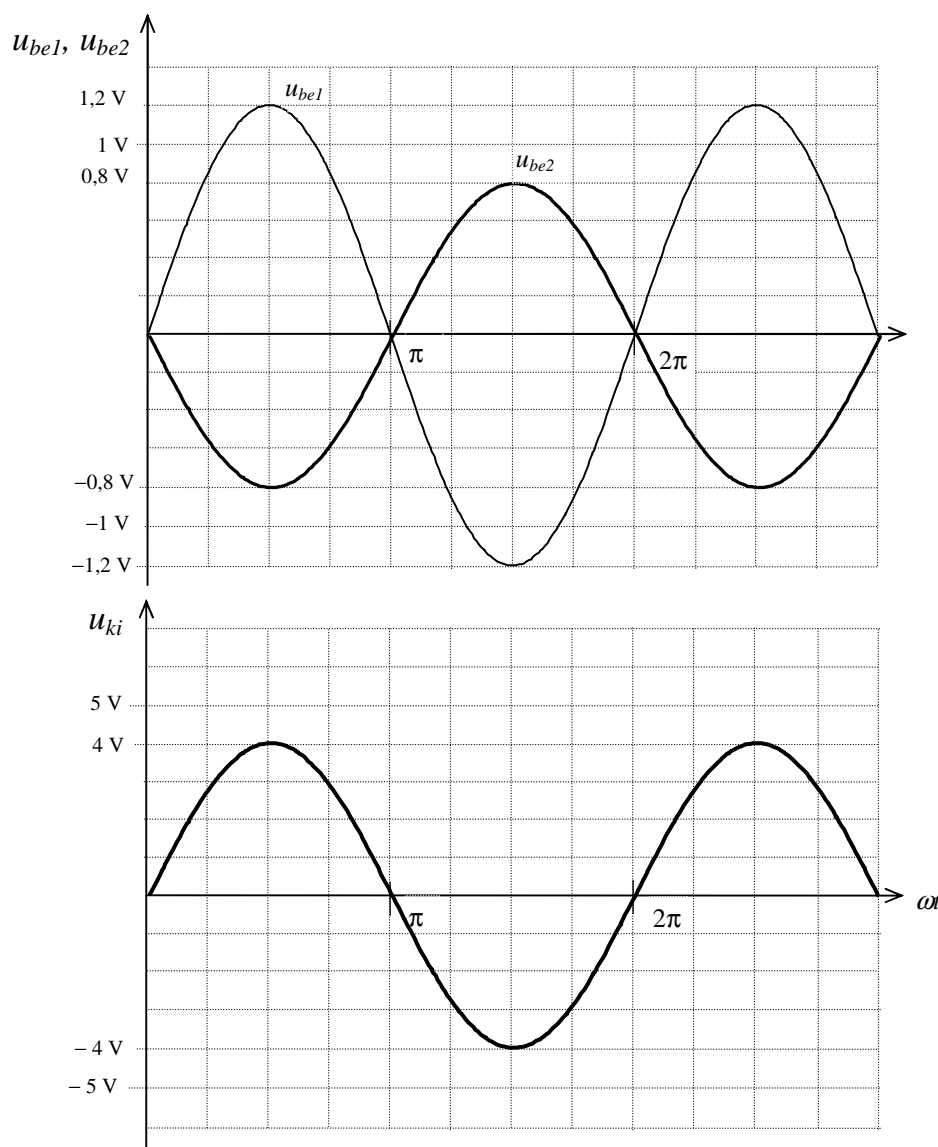
$$R_2 = 25 \text{ k}\Omega$$

$$U_{ki} = U_{be1} \left(-\frac{R_v}{R_1} \right) + U_{be2} \left(-\frac{R_v}{R_2} \right) = 1,2 \cdot (-2) + (-0,8) \cdot (-8) = 4 \text{ V}$$

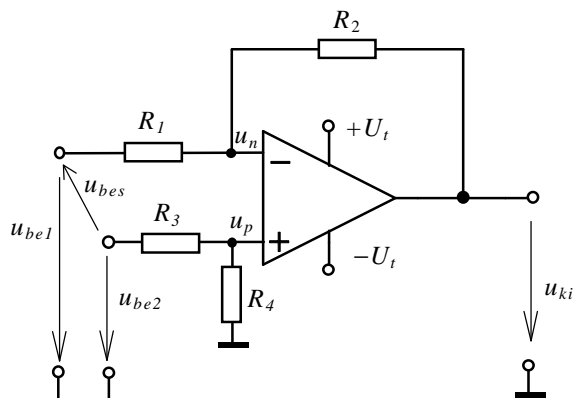
$$U_{ki} = 4 \text{ V}$$

b) Rajzolja le léptékhelyesen az u_{be1} és u_{be2} bemeneti és az u_{ki} kimeneti feszültségek időfüggvényét, ha a bemeneti feszültségek:

$$u_{be1} = 1,2 \sin \omega t \text{ [V]}, \quad u_{be2} = -0,8 \sin \omega t \text{ [V]}!$$



3. Határozza meg az ábrán látható különbségképző kapcsolás kimeneti feszültségének értékét az **a)** és a **b)** esetben is! Határozza meg az A_u feszültségerősítés értékét! A műveleti erősítő ideális.



Adatok:

$$R_1 = 10 \text{ k}\Omega$$

$$R_2 = 100 \text{ k}\Omega$$

$$R_3 = 10 \text{ k}\Omega$$

$$R_4 = 100 \text{ k}\Omega$$

$$U_{kimax} = \pm 15 \text{ V}$$

	a)	b)
U_{be1}	2,5 V	-1,5 V
U_{be2}	1,5 V	2,5 V

A kimeneti feszültség számítása általános esetben:

$$U_{ki} = U_{be2} \frac{R_4}{R_3 + R_4} \left(1 + \frac{R_2}{R_1} \right) - U_{be1} \frac{R_2}{R_1}$$

Mivel $R_1 = R_3$ és $R_2 = R_4$

$$U_{ki} = (U_{be2} - U_{be1}) \frac{R_2}{R_1} = (U_{be2} - U_{be1}) A_u$$

$$A_u = \frac{R_2}{R_1} = \frac{100 \cdot 10^3}{10 \cdot 10^3} = 10$$

$$A_u = 10$$

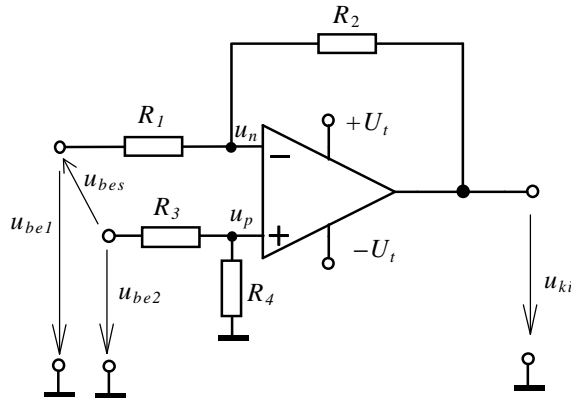
$$\text{a) } U_{ki} = (U_{be2} - U_{be1}) \cdot A_u = (1,5 - 2,5) \cdot 10 = -10 \text{ V}$$

$$\text{b) } U_{ki} = (U_{be2} - U_{be1}) \cdot A_u = (-1,5 - 2,5) \cdot 10 = -40 \text{ V}$$

Mivel az erősítő maximális kimeneti feszültsége: $U_{kimax} = \pm 15 \text{ V}$, ezért a **b)** esetben az erősítő kimeneti feszültsége: $U_{ki} = -15 \text{ V}$.

	a)	b)
U_{be1}	2,5 V	-1,5 V
U_{be2}	1,5 V	2,5 V
U_{ki}	-10 V	-40 V helyett: -15 V

4. Határozza meg az ábrán látható különbségképző kapcsolás U_{ki} kimeneti feszültségének értékét az **a)** és **b)** esetben is! Határozza meg az A_u feszültségerősítés értékét! A műveleti erősítő ideálisnak tekinthető.



Adatok:

$$R_1 = 25 \text{ k}\Omega$$

$$R_2 = 100 \text{ k}\Omega$$

$$R_3 = 25 \text{ k}\Omega$$

$$R_4 = 100 \text{ k}\Omega$$

$$U_{kimax} = \pm 12 \text{ V}$$

	a)	b)
U_{be1}	1,5 V	1,5 V
U_{be2}	3,5 V	-3,5 V

$$U_{ki} = U_{be2} \frac{R_4}{R_3 + R_4} \left(1 + \frac{R_2}{R_1} \right) - U_{be1} \frac{R_2}{R_1}$$

Mivel $R_1 = R_3$ és $R_2 = R_4$

$$U_{ki} = (U_{be2} - U_{be1}) \frac{R_2}{R_1}$$

$$A_u = \frac{R_2}{R_1} = \frac{100 \cdot 10^3}{25 \cdot 10^3} = 4$$

$$A_u = 4$$

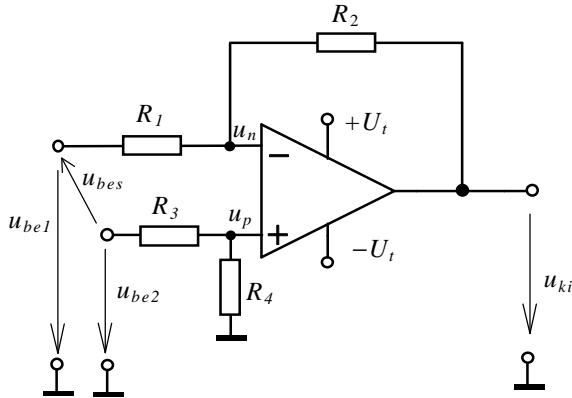
a) $U_{ki} = (U_{be2} - U_{be1}) \cdot A_u = (3,5 - 1,5) \cdot 4 = 8 \text{ V}$

b) $U_{ki} = (U_{be2} - U_{be1}) \cdot A_u = (-3,5 - 1,5) \cdot 4 = -20 \text{ V}$

Mivel az erősítő maximális kimeneti feszültsége: $U_{kimax} = \pm 12 \text{ V}$, ezért a **b)** esetben az erősítő kimeneti feszültsége: $U_{ki} = -12 \text{ V}$.

	a)	b)
U_{be1}	1,5 V	1,5 V
U_{be2}	3,5 V	-3,5 V
U_{ki}	8 V	-20 V helyett -12 V

5. Határozza meg az ábrán látható különbségképző kapcsolás kimeneti feszültségének értékét az a) és a b) esetben is! Határozza meg a feszültségerősítés értékét! A műveleti erősítő ideális.



Adatok:

$$R_1 = 10 \text{ k}\Omega$$

$$R_2 = 50 \text{ k}\Omega$$

$$R_3 = 10 \text{ k}\Omega$$

$$R_4 = 50 \text{ k}\Omega$$

$$U_{kimax} = \pm 15 \text{ V}$$

	a)	b)
U_{be1}	2 V	1 V
U_{be2}	3 V	-3 V

$$U_{ki} = U_{be2} \frac{R_4}{R_3 + R_4} \left(1 + \frac{R_2}{R_1} \right) - U_{be1} \frac{R_2}{R_1}$$

Mivel $R_1 = R_3$ és $R_2 = R_4$

$$U_{ki} = (U_{be2} - U_{be1}) \frac{R_2}{R_1} = (U_{be2} - U_{be1}) \frac{50 \cdot 10^3}{10 \cdot 10^3} = (U_{be2} - U_{be1}) \cdot 5$$

$$A_u = 5$$

$$a) U_{ki} = (U_{be2} - U_{be1}) \cdot 5 = (3 - 2) \cdot 5 = 5 \text{ V}$$

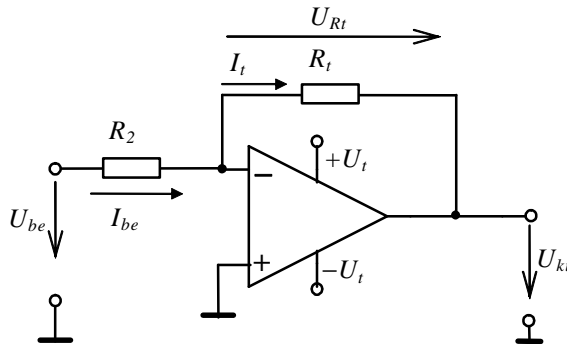
$$b) U_{ki} = (U_{be2} - U_{be1}) \cdot 5 = (-3 - 1) \cdot 5 = -20 \text{ V}$$

Mivel az erősítő maximális kimeneti feszültsége: $U_{kimax} = \pm 15 \text{ V}$, ezért a b) esetben az erősítő kimeneti feszültsége: $U_{ki} = -15 \text{ V}$.

	a)	b)
U_{be1}	2 V	1 V
U_{be2}	3 V	-3 V
U_{ki}	5 V	-15 V

Áramgenerátorok

1. Határozza meg az ábrán látható műveleti erősítős áramgenerátor terhelő ellenállásának minimális és maximális értékét!



Adatok:

$$U_t = \pm 10 \text{ V}$$

$$U_{be} = -5 \text{ V}$$

$$R_2 = 7,5 \text{ k}\Omega$$

$$R_{tmin} = 0$$

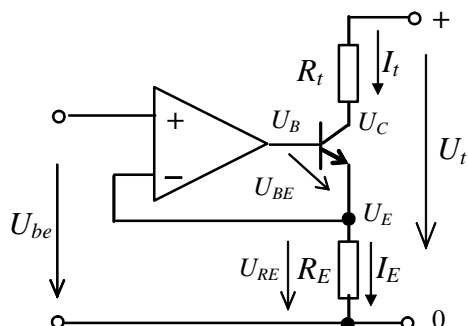
$$I_{be} = \frac{U_{be}}{R_2} = \frac{-5}{7,5 \cdot 10^3} = -0,67 \text{ mA}$$

$$I_{be} = I_t$$

$$U_{Rtmax} = U_{ki} \quad U_{ki} = U_t$$

$$R_{tmax} = \frac{|U_{Rtmax}|}{|I_t|} = \frac{10}{0,67 \cdot 10^{-3}} = 15 \text{ k}\Omega$$

2. Rajzoljon egy műveleti erősítővel megvalósított földfüggetlen áramgenerátort tranzisztoros kimenő fokozattal! Határozza meg az R_t terhelőellenállás minimális és maximális értékét, ha a bemeneti feszültség $U_{be} = 5 \text{ V}$, az emitterellenállás $R_E = 2,5 \text{ k}\Omega$, a tranzisztor bázis-emitter feszültsége $U_{BE} = 0,6 \text{ V}$, az áramgenerátor tápfeszültsége $U_t = 12 \text{ V}$!



A tranzisztor U_E emitter pontjának feszültsége megegyezik a követőerősítő U_{be} bemeneti feszültségével: $U_E = 5 \text{ V}$

$$U_{RE} = U_E$$

$$I_E = \frac{U_{RE}}{R_E} = \frac{5}{2,5 \cdot 10^3} = 2 \text{ mA}$$

$$U_B = U_E + U_{BE} = 5 + 0,6 = 5,6 \text{ V}$$

Az áramgenerátorként való működés feltétele, hogy a tranzisztor kollektor-bázis diódája zárt maradjon:

$$U_{BC} \leq 0 \quad \text{tehát} \quad U_C \geq U_B$$

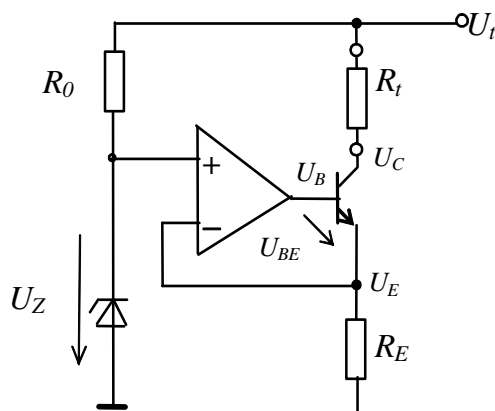
$$U_t - I_t R_t = U_C$$

$U_t - I_t R_t \geq U_B$ Ebből a feltételből határozható meg a terhelőellenállás maximális értéke:

$$R_{t\max} \leq \frac{U_t - U_B}{I_t} = \frac{12 - 5,6}{2 \cdot 10^{-3}} = 3,2 \text{ k}\Omega$$

$$R_{t\min} = 0$$

3. Határozza meg az alábbi áramgenerátor R_t terhelő ellenállásának minimális és maximális értékét!



Adatok:

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

$$U_{BE} = 0,7\text{V}$$

$$R_E = 5,6\text{ k}\Omega$$

$$U_Z = 4,7\text{ V}$$

$$R_0 = 2\text{ k}\Omega$$

$$U_{be} = U_Z = 4,7\text{ V}$$

$$U_E = U_{be} = U_{RE} = 4,7\text{ V}$$

$$I_E = \frac{U_{RE}}{R_E} = \frac{4,7}{5,6 \cdot 10^3} = 0,84\text{ mA}$$

$$I_E = I_t$$

$$U_B = U_E + U_{BE} = 4,7 + 0,7 = 5,4\text{ V}$$

Az áramgenerátorként való működés feltétele, hogy a tranzisztor kollektor-bázis diódája zárt maradjon:

$$U_{BC} \leq 0 \quad \text{tehát} \quad U_C \geq U_B$$

$$U_t - I_t R_t = U_C$$

$U_t - I_t R_t \geq U_B$ Ebből a feltételből határozható meg a terhelőellenállás maximális értéke:

$$R_{t\max} \leq \frac{U_t - U_B}{I_t} = \frac{12 - 5,4}{0,84 \cdot 10^{-3}} = 7,86\text{ k}\Omega$$

$$R_{t\min} = 0$$