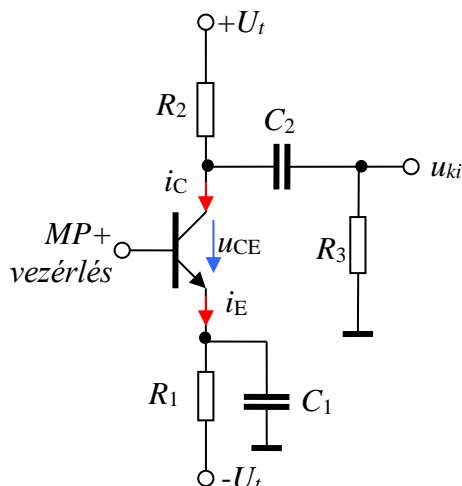


Kivezérelhetőség

1.) **Feladat** Határozzuk meg az alábbi fokozat kivezérelhetőségét!



$$U_t = 15 \text{ V}, \quad U_m = 0,5 \text{ V}, \quad A = 1, \quad I_{E0} = 1 \text{ mA}$$

$$R_1 = 10 \text{ k}\Omega, \quad R_2 = 10 \text{ k}\Omega, \quad R_3 = 10 \text{ k}\Omega,$$

a.) $U_{ki}^+ = ?$, $C_1 \rightarrow \infty$, $C_2 \rightarrow \infty$, nyitóirányú vezérlés

b.) $U_{ki}^- = ?$, $C_1 \rightarrow \infty$, $C_2 \rightarrow \infty$, záróirányú vezérlés

c.) $U_{ki}^+ = ?$, $C_1 \rightarrow \infty$, C_2 helyett rövidzár van a kapcsolásban, nyitóirányú vezérlés

d.) $U_{ki}^+ = ?$, $C_1 = 0$, $C_2 \rightarrow \infty$, nyitóirányú vezérlés (nincs C_1)

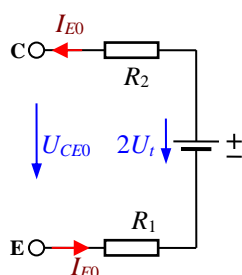
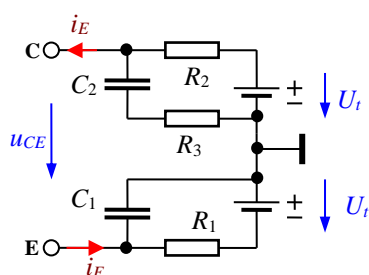
Megoldás:

a.) $U_{ki}^+ = ?$, $C_1 \rightarrow \infty$, $C_2 \rightarrow \infty$, nyitóirányú vezérlés

A tranzisztort lezáró hálózat

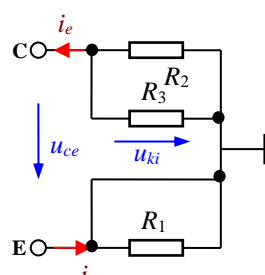
Egyenáramú h.k.
C: szakadás

Váltóáramú h.k.
C: rövidzár



$$U_t^* = 2U_t$$

$$R_e = R_1 + R_2$$



$$R_v = R_2 \times R_3$$

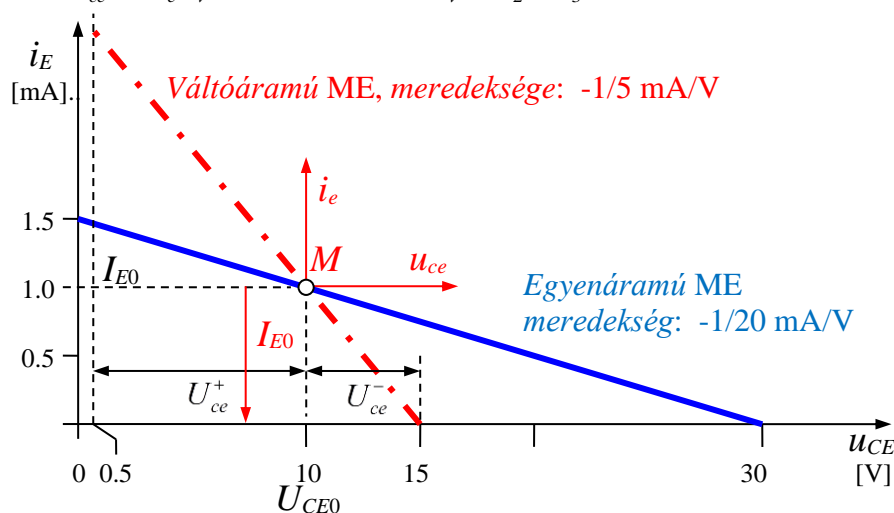
Az egyenáramú hurok egyenlet:

$$U_t^* = I_{E0} R_e + U_{CE0} \quad \text{ahol: } U_t^* = 2U_t = 30 \text{ V} \quad R_e = R_1 + R_2 = 20 \text{ k}\Omega$$

Amiből: $U_{CE0} = U_t^* - I_{E0} R_e = 30 - 20 = 10 \text{ V}$, az M munkapont: ($I_{E0} = 1 \text{ mA}$, $U_{CE0} = 10 \text{ V}$)

A váltóáramú egyenlet:

$$u_{ce} = -i_e R_v \quad \text{ahol: } R_v = R_2 \times R_3 = 10 \times 10 = 5 \text{ k}\Omega$$

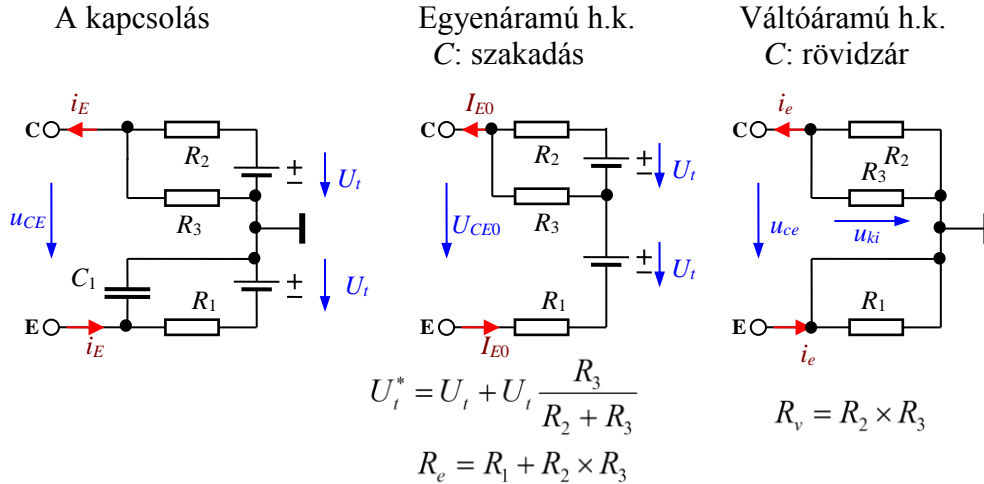


Az ábrából kiolvashatóan:

a.) $U_{ce}^+ = U_{ki}^+ = U_{CE0} - U_m = 10 - 0.5 = 9.5 \text{ V}$

b.) $U_{ce}^- = U_{ki}^- = -(-I_{E0})R_v = I_{E0}R_v = 5 \text{ V} \quad (u_{ce} = -i_e R_v)$

c.) $U_{ki}^+ = ?$, $C_1 \rightarrow \infty$, C_2 helyett rövidzár van a kapcsolásban, (nyitóirányú vezérlés)



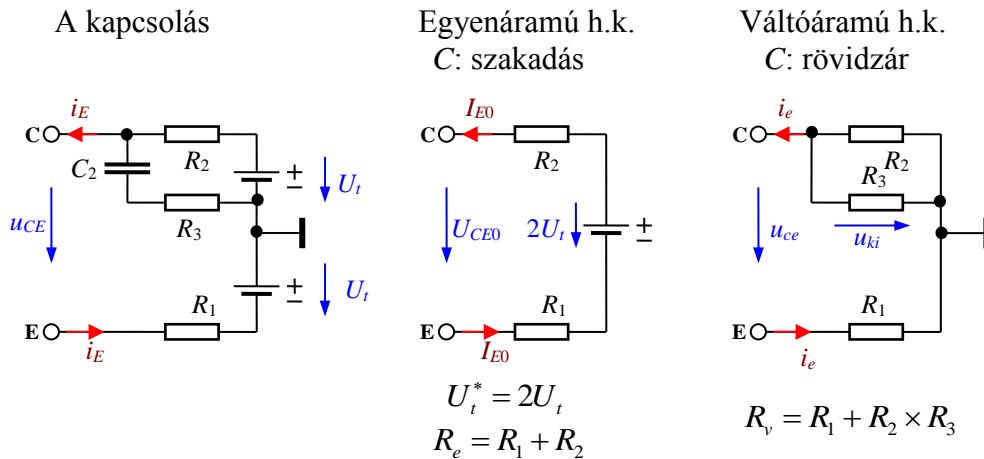
Az egyenáramú hurok egyenlet:

$$U_t^* = I_{E0}R_e + U_{CE0} \quad \text{ahol: } U_t^* = U_t + U_t \frac{R_3}{R_2 + R_3} = 22.5 \text{ V} \quad R_e = R_1 + R_2 \times R_3 = 15 \text{ k}\Omega$$

Amiből $U_{CE0} = U_t^* - I_{E0}R_e = 22.5 - 15 = 7.5 \text{ V}$, az M munkapont: ($I_{E0} = 1 \text{ mA}$, $U_{CE0} = 7.5 \text{ V}$)

$$U_{ce}^+ = U_{ki}^+ = U_{CE0} - U_m = 7.5 - 0.5 = 7 \text{ V}$$

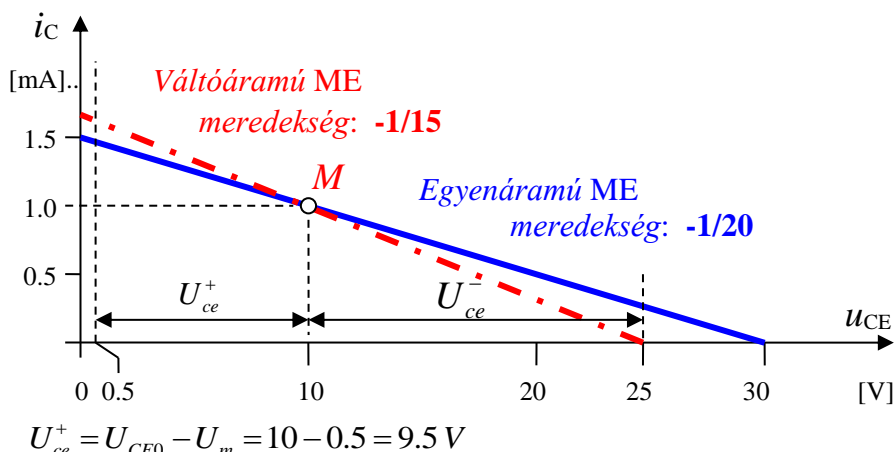
d.) $U_{ki}^+ = ?$, $C_1 = 0$, $C_2 \rightarrow \infty$, nyitóirányú vezérlés (nincsen C_1)



Az egyenáramú hurok egyenlet:

$$U_t^* = I_{E0}R_e + U_{CE0} \quad \text{ahol: } U_t^* = 2U_t = 30 \text{ V} \quad R_e = R_1 + R_2 = 20 \text{ k}\Omega$$

Amiből: $U_{CE0} = U_t^* - I_{E0}R_e = 30 - 20 = 10 \text{ V}$, az M munkapont: ($I_{E0} = 1 \text{ mA}$, $U_{CE0} = 10 \text{ V}$)



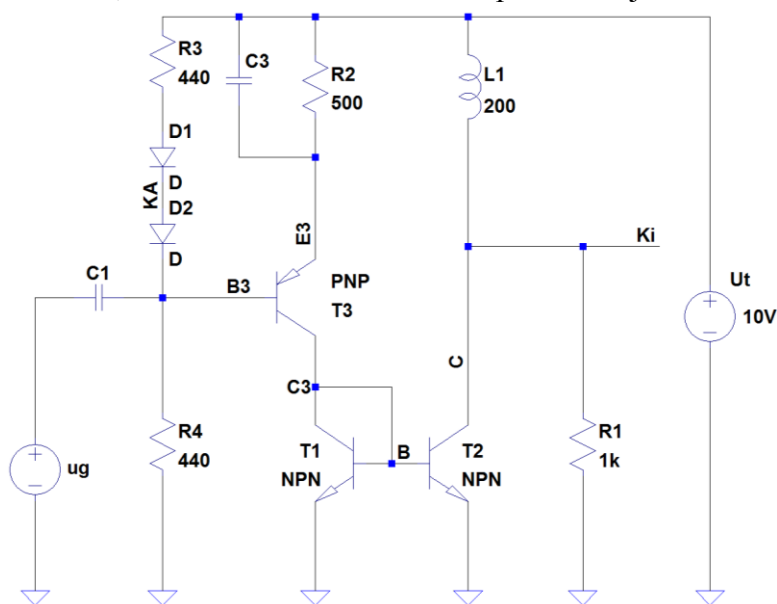
A kimenő feszültség a kollektor-emitter feszültség leosztottja:

$$U_{ki}^+ = U_{ce}^+ \frac{R_2 \times R_3}{R_1 + R_2 \times R_3} = 9.5 \frac{5}{10 + 5} = 3.17 \text{ V}$$

$$U_{ce}^- = -(-I_{E0})R_v = I_{E0}R_v = 15 \text{ V}$$

$$U_{ki}^- = U_{ce}^- \frac{R_2 \times R_3}{R_1 + R_2 \times R_3} = 15 \frac{5}{10 + 5} = 5 \text{ V}$$

2.) Feladat Az ábrán látható kapcsolási rajz szerinti áramkör adatai:



$C3, L1 = \infty$, minden tranzisztorra: $B = \beta = \infty$, $U_{BE0} = U_{EB0} = 0.6 \text{ V}$, a dióda nyitófeszültsége: $U_{Ny} = 0.6 \text{ V}$

a.) Milyen célt szolgálnak a D1 D2 diódák, a T1, T2 tranzisztorok, és a T3 tranzisztor?

b.) Mekkora a kivezérés nélküli nyugalmi munkaponti áramok, a tápegységből felvett áram? Mekkora a tekercs árama?

c.) Mekkora a kimenőfeszültség kivezérés nélkül $U_{ki0} = ?$, és mekkora a kivezérelhetősége $U_{ki}^+ = ?$, $U_{ki}^- = ?$, ha T2 maradékfeszültsége 500mV? Mekkora a T2 tranzisztor maximális

emitter árama, illetve maximális kollektor-emitter feszültsége?

Megoldás:

a.) A D1, D2 diódák hőmérséklet független munkapont beállítást valósítanak meg T3 számára. T1, T2 áramtükörrel valósítanak meg, T3 kollektor áramának a T2 kollektorába másolására. A T3 vezérelt fokozat.

b.) D1, D2 árama:

$$I_{0D1} = I_{0D2} = \frac{U_t - 2 \times U_{Ny}}{R_3 + R_4} = \frac{10 - 2 \times 0.6}{0.44 + 0.44} = 10 \text{ mA}$$

Mivel D1, D2 egyforma, ugyanaz az áram folyik át rajtuk, R3, R4 egyforma valamint T3 bázisárama nulla, ezért D2 anódján a tápfeszültség fele mérhető. Ugyanez a feszültség mérhető az E3 ponton is, mivel minden nyitófeszültség 0,6V. Tehát T3 munkaponti árama:

$$I_{E0T3} = \frac{U_t}{2 \times R_2} = \frac{10}{1} = 10mA$$

Ez az áram a bemenő árama az áramtükörnek (A=1):

$$I_{be} = I_{C0T3} = I_{E0T3} = 10mA$$

Az áramtükör kimenő árama megegyezik a bemenő áramával, mivel A=1:

$$I_{C0T2} = I_{C0T3} = 10mA$$

Mivel egyenáramon a tekercs rövidzár, ezért a terhelés nyugalmi árama: $I_{0R1} = \frac{U_t}{R_1} = 10mA$

A tápegységből felvett áram:

$$I_{Ut} = I_{E0T1} + I_{E0T2} + I_{0D1} + I_{0R1} = 40mA$$

A tekercs nyugalmi árama:

$$I_{0L1} = I_{C0T2} + I_{0R1} = 20mA$$

Ez az áram a kivezérlés során végig közelítőleg konstans marad (amennyiben a tekercs induktivitása végtelen), és eloszlik a terhelés (tranzisztor zár), és a tranzisztor között (tranzisztor nyit). A tekercset ekkora áramhoz kell választani.

c.) A kimenet kivezérelhetősége megegyezik T2 kivezérelhetőségével.

$$R_e = 0; U_{CE0} = U_t = 10V; U_{ki0} = U_{CE0} = 10V$$

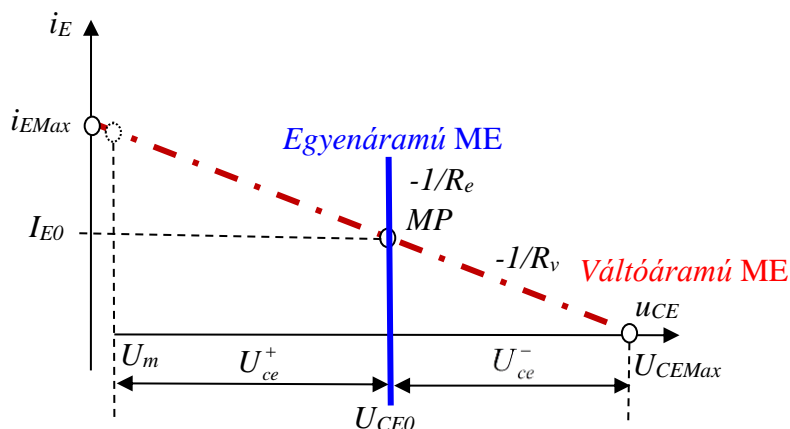
$$U_{ki}^+ = U_{ce}^+ = U_{CE0} - U_m = 10 - 0.5 = 9.5V$$

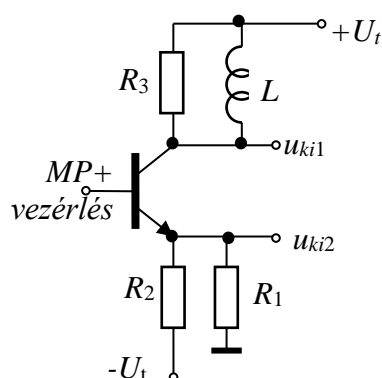
$$R_v = R_1 \quad U_{ki}^- = U_{ce}^- = I_{C0T2} * R_v = 10 * 1 = 10V$$

$U_{CEMax} = U_{CE0} + U_{ce}^- = 10 + 10 = 20V$ (Ennél nagyobb maximális kollektor-emitter feszültségű tranzisztor kell. Vegyük észre, hogy a maximális kollektor-emitter feszültség nagyobb a tápfeszültségnél.)

$i_{EMax} = \frac{U_{CEMax}}{R_v} = \frac{20}{1} = 20mA$ (Ennél nagyobb maximális áramú tranzisztor kell. Mivel a maximális áram méretezési paraméter, itt úgy vettük, hogy a tranzisztort a telítésig vezéreljük, ha biztosan maradunk a normál aktív tartományon, akkor a maximális áram valamivel

kevesebb: $i_{EMax} = \frac{U_{ce}^+ + U_{ce}^-}{R_v} = \frac{19.5}{1} = 19.5mA$)



3.) Feladat Határozzuk meg az alábbi fokozat kivezérelhetőségét!


$$U_t = 15 \text{ V} \quad U_m = 1 \text{ V} \quad I_{E0} = 2 \text{ mA} \quad A = 1$$

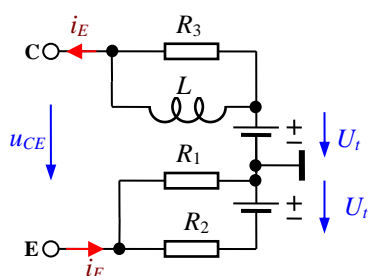
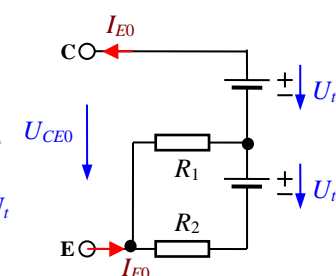
$$R_1 = 10 \text{ k}\Omega \quad R_2 = 10 \text{ k}\Omega \quad R_3 = 5 \text{ k}\Omega$$

Kérdések:

- $U_{ki1}^+ = ? \quad L \rightarrow \infty$
- $U_{ki2}^+ = ? \quad L \rightarrow \infty$
- $U_{ki1}^- = ? \quad L \rightarrow \infty$
- $U_{ki2}^- = ? \quad L \text{ helyett } \rightarrow \text{rövidzár}$

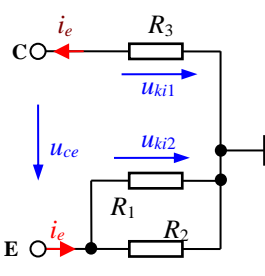
Megoldás:

A kapcsolás


 Egyenáramú h.k.
L: rövidzár


$$U_t^* = U_t + U_t \frac{R_1}{R_1 + R_2}$$

$$R_e = R_1 \times R_2$$

 Váltóáramú h.k.
L: szakadás


$$R_v = R_1 \times R_2 + R_3$$

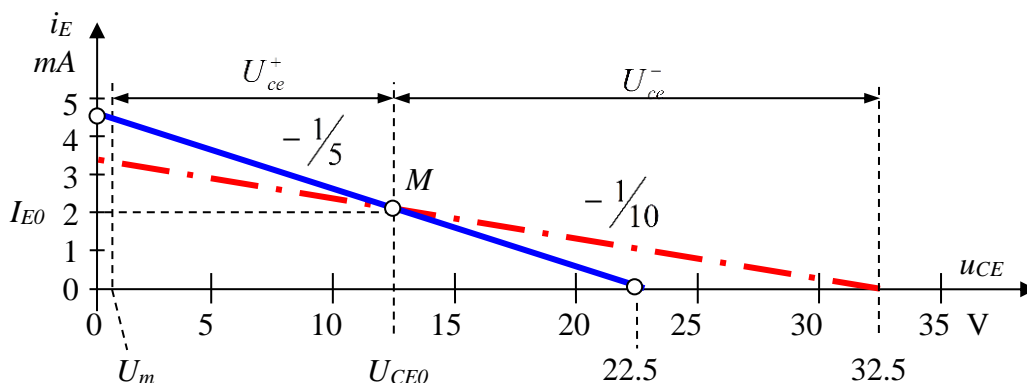
Az egyen- és a váltóáramú h.k. elemei:

$$U_t^* = U_t + U_t \frac{R_1}{R_1 + R_2} = 15 + 15 \frac{10}{20} = 22.5 \text{ V} \quad R_e = R_1 \times R_2 = 10 \times 10 = 5 \text{ k}\Omega$$

$$R_v = R_1 \times R_2 + R_3 = 5 + 5 = 10 \text{ k}\Omega$$

Az egyenáramú hurok egyenlet:

$$U_t^* = I_{E0} R_e + U_{CE0}, \text{ amiből: } U_{CE0} = U_t^* - I_{E0} R_e = 22.5 - 2 \times 5 = 12.5 \text{ V}$$

 Az M munkapont: ($I_{E0}=2\text{mA}$, $U_{CE0}=12.5 \text{ V}$)


Az egyenáramú munkaegyenes tengelyekkel vett metszéspontjai:

$$U_t^* = i_E R_e + u_{CE}$$

$$(u_{CE} = 0) : \quad \frac{U_t^*}{R_e} = \frac{22.5}{5} = 4.5 \text{ mA}$$

$$(i_E = 0) : \quad u_{CE} = U_t^* = 22.5 \text{ V}$$

A maximális kivezérelhetőség:

$$U_{ce}^+ = U_{CE0} - U_m = 12.5 - 1 = 11.5 \text{ V}$$

$$U_{ce}^- = I_{E0} R_v = 2 * 10 = 20 \text{ V}$$

A kimenő feszültségeket a teljes változás leosztásával számítjuk ki:

$$\text{a.)} \quad U_{ki1}^+ = U_{ce}^+ \frac{R_3}{R_1 \times R_2 + R_3} = 11.5 \frac{5}{10} = 5.75 \text{ V}$$

$$\text{b.)} \quad U_{ki2}^+ = U_{ce}^+ \frac{R_1 \times R_2}{R_1 \times R_2 + R_3} = 11.5 \frac{5}{10} = 5.75 \text{ V}$$

$$\text{c.)} \quad U_{ki1}^- = U_{ce}^- \frac{R_3}{R_1 \times R_2 + R_3} = 20 \frac{5}{10} = 10 \text{ V}$$

$$\text{d.)} \quad U_{ki2}^- = ? \quad L \text{ helyett} \rightarrow \text{rövidzár}$$

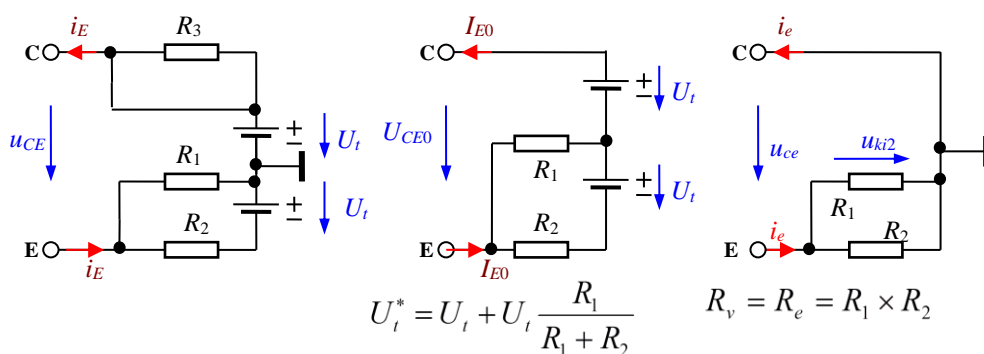
A kapcsolás

Egyenáramú h.k.

L : rövidzár

Váltóáramú h.k.

L : szakadás



Az egyen- és a váltóáramú h.k. elemei:

$$U_t^* = U_t + U_t \frac{R_1}{R_1 + R_2} = 15 + 15 \frac{10}{20} = 22.5 \text{ V} \quad R_e = R_1 \times R_2 = 10 \times 10 = 5 \text{ k}\Omega$$

A váltóáramú munkaegyenest most megegyezik az egyenáramú m.e.- el, ezért:

$$U_{ki2}^- = U_{ce}^- = I_{E0} R_v = 2 * 5 = 10 \text{ V}$$

$$U_{CE0} = U_t^* - I_{E0} R_e = 22.5 - 2 * 5 = 12.5 \text{ V}$$

