

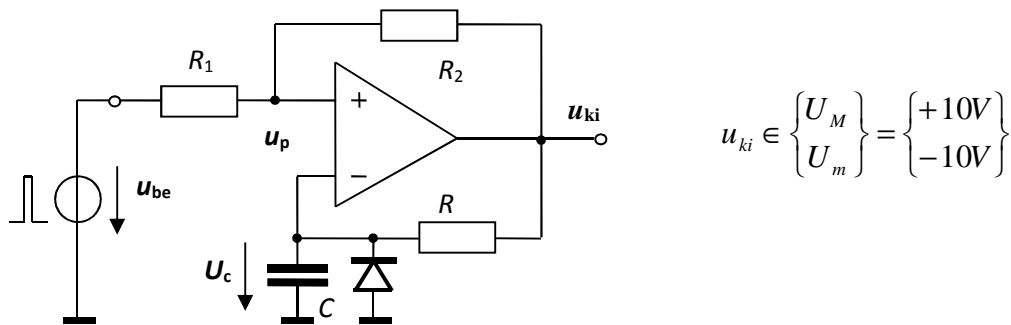
Elektronika 1.	3. vizsga	2017. 03. 13.	1.	2.	3.	4.	5.	$\Sigma$	iMsc
Név:		Neptun:							

### 1. Feladat

- Rajzoljon le egy pozitívín visszacsatolt komparátorral, kondenzátorral és ideális diódával felépített monostabil multivibrátort, melynek lehetséges kimeneti feszültség értékei:  $U_M = +10V$  és  $U_m = -10V$  !
- Mutassa meg, hogy az Ön által adott áramkörben melyik az a kimeneti szint (az alapállapot), mely állandó  $u_{be}=0$  mellett öfenntartó alapállapot!
- Határozza meg egy bemeneti keskeny feszültség impulzusnak azt a minimális  $U_{be\min}$  értékét, melynél az áramkör komparátora kibillen az alapállapotból!
- Írja fel azt az egyenletet, melyből az alapállapotba visszabillenés  $t$  ideje meghatározható!

### Megoldás:

a.)



- b.) Ha  $u_{ki} = U_m = -10V$ , akkor a dióda nyitó irányban előfeszített, tehát ellenállása nulla, így a komparátor invertáló bemenete:  $U^- = 0V$ .

Ha  $u_{ki} = U_m = -10V$  és  $u_{be} = 0V$ , akkor a komparátor nem invertáló bemenete:

$$U^+ = \frac{R_1}{R_1 + R_2} u_{ki} = \frac{R_1}{R_1 + R_2} U_m. \text{ Tehát } U^+ - U^- = \frac{R_1}{R_1 + R_2} U_m < 0, \text{ így } u_{ki} = U_m = -10V \text{ az}$$

öfenntartó, alapállapot.

- c.) Az átbillenés feltétele:  $U^+ - U^- \geq 0$ , azaz  $\left( \frac{R_2}{R_1 + R_2} u_{ki} - \frac{R_1}{R_1 + R_2} 10V \right) - 0 \geq 0$ .

$$\text{Tehát } u_{ki} \geq \frac{R_1}{R_2} 10V = U_{be\min}$$

- d.)  $U_m \rightarrow U_M$  átbillenés után a C kondenzátor az R ellenálláson keresztül 0-ról  $U_M = 10V$  feszültségre kezd tölteni, RC időállandóval mindaddig, amíg el nem éri az  $U^+ = \frac{R_1}{R_1 + R_2} U_M$  visszabillenési értéket:

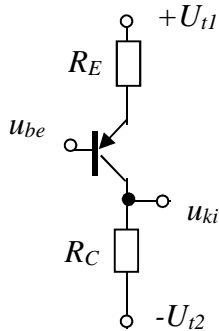
$$U_M \left( 1 - e^{-\frac{t}{RC}} \right) = \frac{R_1}{R_1 + R_2} U_M$$

## 2. Feladat

Az áramkör adatai:  $R_E = 400 \Omega$ ,  $R_C = 4,26 \text{ k}\Omega$ ,  $-U_{t2} = -10 \text{ V}$

A tranzisztor adatai:

$$U_{EB0} = 0,6 \text{ V}, U_m = 0,5 \text{ V}, B = \beta = \infty, C_{bc} = 4 \text{ pF}, I_{E0} = 1 \text{ mA}$$



a.) Határozza meg az adott munkaponti áramhoz szükséges  $U_{t1}$  tápfeszültség értékét!

b.) Határozza meg a kimeneten a munkapontra szuperponáló, középfrekvenciás szinuszos feszültség maximális amplitúdóját!

c.)  $C_{bc} = 4 \text{ pF}$  kapacitást figyelembe véve, határozza meg  $\frac{u_{ki}}{u_{be}}(\omega = 0)$  és

$$\frac{u_{ki}}{u_{be}}(\omega = \infty) \text{ feszültség erősítés értékeit!}$$

d.)  $C_{bc} = 4 \text{ pF}$  kapacitást figyelembe véve, jellegre helyesen rajzolja le  $\frac{u_{ki}}{u_{be}}$  abszolút értékének törtvonalas

Bode diagramját, a jellemző szintek megadásával (törésponti frekvenciát nem kell kiszámítani)!

### Megoldás:

a.) Munkapont:  $u_{be} = 0$ ,  $U_{t1} = R_E I_{E0} + U_{EB0} = 1 \text{ V}$

$$U_{EC0} = U_{t1} + U_{t2} - (R_C + R_E) I_{E0} = -11 - 4,66 = -6,34 \text{ V},$$

b.) Záró irányú kimeneti kivezérelhetőség  $U_{ki}^- = R_C I_{C0} = 4,26 \text{ V}$

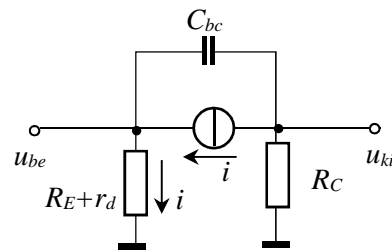
$$\text{Nyitó irányú kimeneti kivezérelhetőség } U_{ki}^+ = \frac{R_C}{R_C + R_E} (U_{EC0} - U_m) = \frac{4,26}{4,66} (6,34 - 0,5) = 5,34 \text{ V}$$

$$\text{Maximális kimeneti amplitúdó: } \min(4,26 \text{ V}, 5,34 \text{ V}) = 4,26 \text{ V}$$

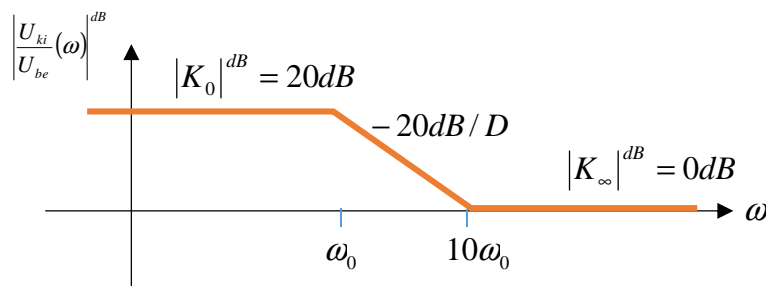
c.) A kisjelű helyettesítő kép:  $r_d = \frac{U_T}{I_{E0}} = 26 \Omega$

$$\omega \rightarrow 0 \text{ C} \rightarrow \text{szakadás: } \frac{u_{ki}}{u_{be}}(\omega = 0) = -\frac{R_C}{R_E + r_d} = -10$$

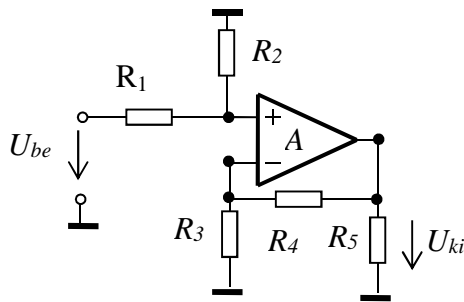
$$\omega \rightarrow \infty \text{ C} \rightarrow \text{rövidzár } \frac{u_{ki}}{u_{be}}(\omega = \infty) = 1$$



d.)



### 3. Feladat



$$R_1 = R_2 = 9 \text{ k}\Omega$$

$$R_3 = R_4 = 5 \text{ k}\Omega$$

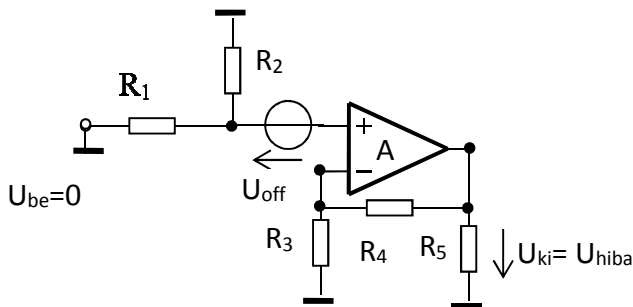
$$R_5 = 9 \text{ k}\Omega$$

- Mekkora a feszültség erősítés ( $U_{ki}/U_{be}$ ), ha a műveleti erősítő ideális ( $A = \infty$ )?
- Mekkora a műveleti erősítő bemeneti offset feszültsége, ha a kimeneti hibafeszültség abszolút értéke  $20 \text{ mV}$  ( $U_{be} = 0$ ,  $A = \infty$ )?
- Mekkora a feszültség erősítés ( $U_{ki}/U_{be}$ ), ha a műveleti erősítő differenciális erősítése,  $A = 100$ ?
- Milyen típusú visszacsatolás van az áramkörben, mekkora az  $A\beta$  hurok erősítés?

### Megoldás:

$$\text{a) } \frac{U_{ki}}{U_{be}} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \frac{R_3 + R_4}{R_3} = 1$$

b)



$$U_{hiba} = \frac{R_3 + R_4}{R_3} U_{off} = 20 \text{ mV}$$

$$U_{off} = 10 \text{ mV}$$

c)

$$U_{ki} = A \left( \frac{R_2}{R_1 + R_2} U_{be} - \frac{R_3}{R_3 + R_4} U_{ki} \right) \rightarrow \frac{U_{ki}}{U_{be}} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \frac{R_3 + R_4}{R_3} \frac{A \frac{R_3}{R_3 + R_4}}{1 + A \frac{R_3}{R_3 + R_4}} = \frac{50}{51}$$

d) Visszacsatolás: Negatív, soros, feszültség visszacsatolás

$$A\beta = A \frac{R_3}{R_3 + R_4} = 50$$

#### 4. Feladat

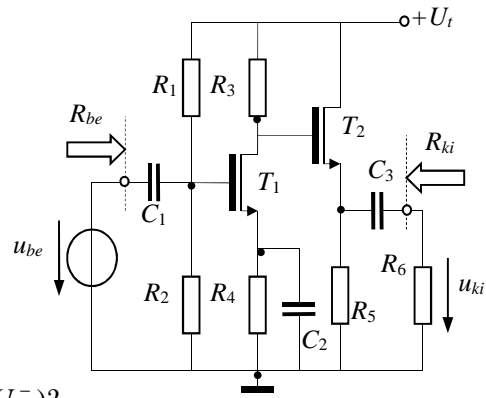
T1, T2: n-csatornás növekményes MOS FET

$$i_D = I_{D00} \left( \frac{u_{GS} - U_P}{U_P} \right)^2, \quad I_{D00} = 4 \text{ mA}, \quad U_P = +4 \text{ V}$$

Munkaponti áramok:  $I_{D01} = I_{D02} = 1 \text{ mA}$

$R_2 = 30 \text{ k}\Omega$ ,  $R_3 = 4 \text{ k}\Omega$ ,  $R_4 = 6 \text{ k}\Omega$ ,  $R_5 = R_6 = 10 \text{ k}\Omega$ ,

$C_1, C_2, C_3 \rightarrow \infty$   $U_t = +20 \text{ V}$ ,



a.) Mekkora válasszuk  $R_1$  - et, hogy  $I_{D01} = 1 \text{ mA}$  legyen ?

b.) Mekkora a T2 tranzisztor záróirányú kivezérelhetősége ( $U_{ki}^-$ )?

c.) Rajzolja le az áramkör váltóáramú, kisjelű helyettesítő képét ! Adja meg a helyettesítőkép elemértékeit, ha  $R_1 = 20 \text{ k}\Omega$  !

d.)  $u_{ki}/u_{be} = ?$

#### Megoldás:

a.) Mekkora válasszuk  $R_1$  - et, hogy  $I_{D01} = 1 \text{ mA}$  legyen ?

$$U_{S01} = I_{D01} R_4 = 1 * 6 = 6 \text{ V}, \quad I_{D01} = I_{D00} \left( \frac{U_{GS01} - U_P}{U_P} \right)^2 = 4 \left( \frac{U_{GS01} - 4}{4} \right)^2 = 1 \rightarrow U_{GS01} = 6 \text{ V}$$

$$U_{G01} = U_t \frac{R_2}{R_1 + R_2} = U_{GS01} + U_{S01} = 12 \text{ V}, \quad R_1 = R_2 \left( \frac{U_t}{U_{G01}} - 1 \right) = 30 \left( \frac{20}{12} - 1 \right) = 20 \text{ k}\Omega$$

b.) Mekkora a T2 tranzisztor záróirányú kivezérelhetősége ( $U_{ki}^-$ )?

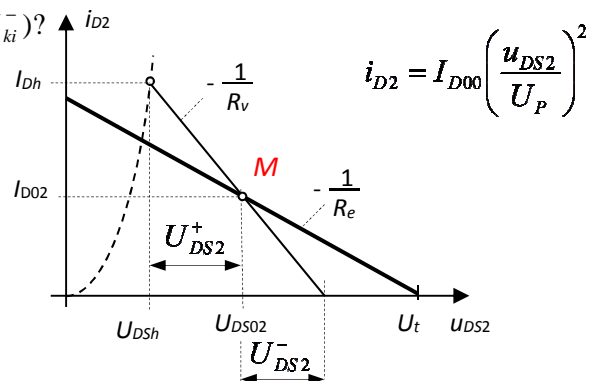
Egyenáramú munka ellenállás:

$$R_e = R_5 = 10 \text{ k}\Omega$$

Váltóáramú munka ellenállás:

$$R_v = R_5 \times R_6 = 5 \text{ k}\Omega$$

$$U_{ki}^- = U_{DS2}^- = I_{D02} R_v = 1 * 5 = 5 \text{ V}$$



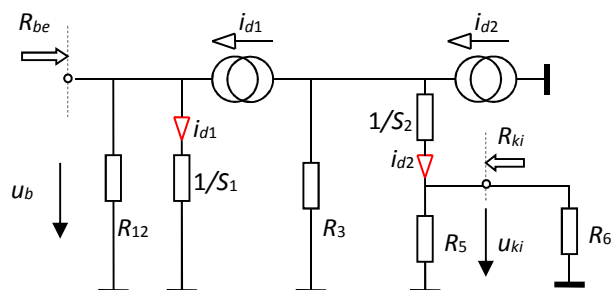
c.) Rajzolja le az áramkör váltóáramú, kisjelű helyettesítő képét ! Adja meg a helyettesítőkép elemértékeit, ha  $R_1 = 20 \text{ k}\Omega$  !

$$R_{12} = R_1 \times R_2 = \frac{20 * 30}{50} = 12 \text{ k}\Omega$$

$$S_1 = S_2 = 2 \frac{I_{D0}}{U_{GS0} - U_P} = 1 \text{ mS}$$

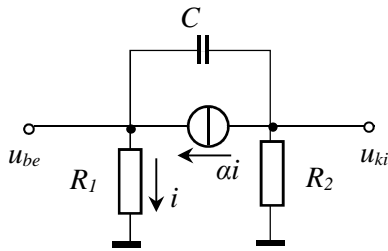
d.)  $u_{ki}/u_{be} = ?$

$$\frac{u_{ki}}{u_{be}} = (-S_1 R_3) \frac{R_5 \times R_6}{R_5 \times R_6 + 1/S_2} = -1 * 4 \frac{5}{5 + 1} = -\frac{20}{6} = -3.33$$



## 5. Feladat

Az áramkör adatai:  $R_1 = 426 \Omega$ ,  $R_2 = 4,26 \text{ k}\Omega$ ,  $C = 4 \text{ pF}$ ,  $\alpha = 1$



a.) Határozza meg  $\frac{u_{ki}}{u_{be}}(\omega = 0)$  és  $\frac{u_{ki}}{u_{be}}(\omega = \infty)$  feszültség erősítés értékeket!

b.) Határozza meg az  $\frac{u_{ki}}{u_{be}}(s)$  transzfer függvény Bode-normált alakját és paramétereit!

- c.) Rajzolja le  $\frac{u_{ki}}{u_{be}}$  abszolút értékének törtvonalas Bode diagramját, a jellemző szint és töréspont értékek megadásával!
- d.) Határozza meg  $Z_{be}(s)$  Bode-normált alakját!

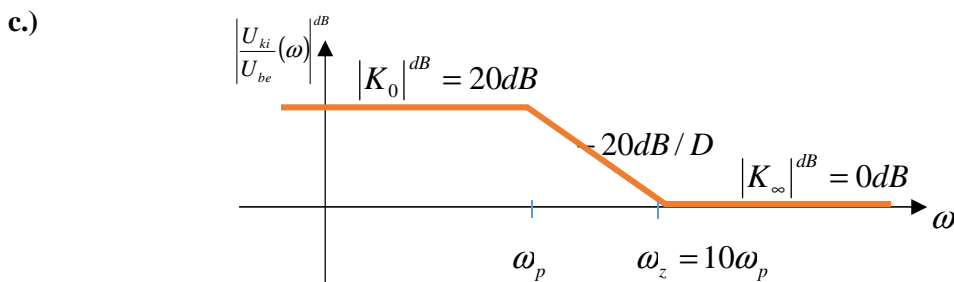
### Megoldás:

a.)  $\omega \rightarrow 0$   $C \rightarrow$  szakadás:  $\frac{u_{ki}}{u_{be}}(\omega = 0) = -\frac{R_2}{R_1} = -10$   $\omega \rightarrow \infty$   $C \rightarrow$  rövidzár  $\frac{u_{ki}}{u_{be}}(\omega = \infty) = 1$

b.)  $i = \frac{u_{be}}{R_1}$ ,  $i_C = sC(u_{ki} - u_{be})$ ,  $u_{ki} = -R_2(i + i_C) = -R_2\left(\frac{u_{be}}{R_1} + sC(u_{ki} - u_{be})\right)$

$$\frac{u_{ki}}{R_2} = -\frac{u_{be}}{R_1} - sCu_{ki} + sCu_{be} \quad \frac{u_{ki}}{u_{be}} = -\frac{\frac{1}{R_1} - sC}{\frac{1}{R_2} + sC} = -\frac{R_2}{R_1} \frac{1 - sR_1C}{1 + sR_2C} = K_0 \frac{1 - \frac{s}{\omega_z}}{1 + \frac{s}{\omega_p}}$$

$$K_0 = -\frac{R_2}{R_1} = -10, \quad \omega_z = \frac{1}{R_1C} = 587 \text{ Mrad/sec} \quad \omega_p = \frac{1}{R_2C} = 58,7 \text{ Mrad/sec}$$



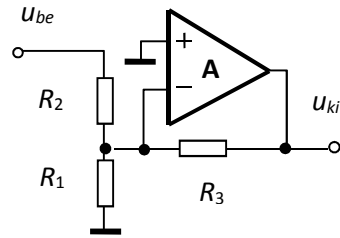
d.)  $Z_{be} = \frac{u_{be}}{i_{be}} = \frac{u_{be}}{i_c} = \frac{u_{be}}{sC(u_{be} - u_{ki})} = \frac{1}{sC\left(1 - \frac{u_{ki}}{u_{be}}\right)} = \frac{1}{sC\left(1 - K_0 \frac{1 - sR_1C}{1 + sR_2C}\right)}$

$$Z_{be} = R_1 \frac{1 + sR_2C}{s(R_1 + R_2)C} = R_1 \frac{1 + \frac{s}{\omega_z}}{\frac{s}{\omega_p}} = R_1 \times R_2 \frac{1 + \frac{s}{\omega_z}}{\frac{s}{\omega_p}}, \quad \text{ahol}$$

$$\omega_z = \frac{1}{R_2C} = 587 \text{ Mrad/sec} \quad \omega_p = \frac{1}{(R_1 + R_2)C} = 58,7 \text{ Mrad/sec}$$

### iMsc Feladat

Az adott áramkörbe, hova és mekkora értékű ellenállást kell betenni ahhoz, hogy a műveleti erősítő bemeneti differenciálerősítőjének a nem elhanyagolható, de egyforma bázisáramai ne okozzanak kimeneti nullpont hibát?



$$R_1 = 3 \text{ k}\Omega, R_2 = 1 \text{ k}\Omega, R_3 = 9 \text{ k}\Omega,$$

### Megoldás:

$$R = R_{be} = R_1 \times R_2 \times R_3 = \frac{27}{39} \text{ k}\Omega =$$

