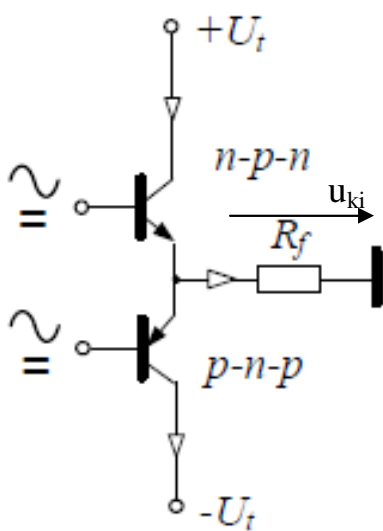


Elektronika 1.	vizsga	2015. 01. 07.	1.	2.	3.	4.	5	Σ
Név:		Neptun:						

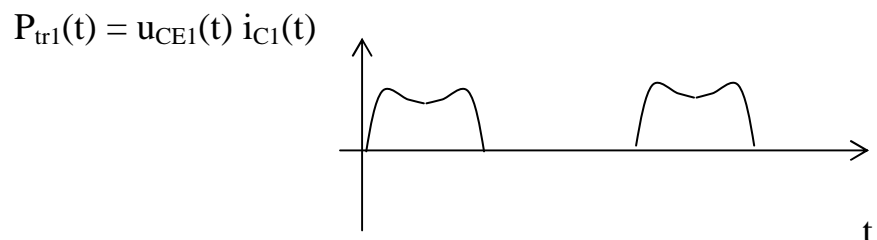
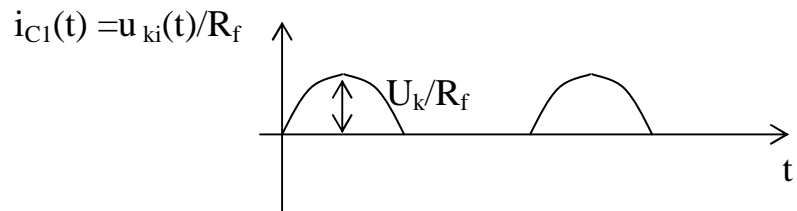
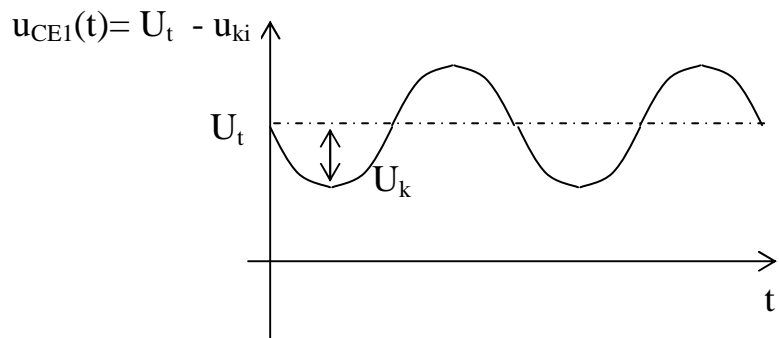
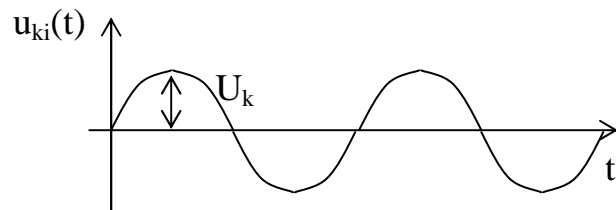
1. Rajzolja le a bipoláris, komplementer tranzisztorokból felépülő ellenütemű végfokozatot! Feltételezzük, hogy a végfokozat „B” osztályú és a kimeneti jel U_k amplitúdójú szinuszos feszültség, $u_{ki}(t) = U_k \sin(\omega t)$. Mekkora U_k lehetséges maximális értéke, hogyan függ a telepfeszültségtől, a tranzisztor kollektor-emitter maradék feszültségétől és a terhelő ellenállástól? Rajzolja le közös léptékű idő-tengelyek felett a kimenő feszültséget és az egyik tranzisztor kollektor-emitter feszültségét, áramát és a tranzisztor pillanatnyi disszipációs teljesítményét!

Megoldás:

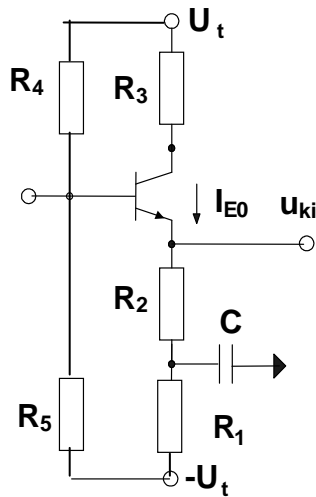


$$u_{ki}(t) = U_k \sin(\omega t)$$

$$U_{kmax} = U_t - U_m$$



2.



n-p-n tranzisztor:

$$U_{BE0}=0.6V \quad U_m = 1 V ; \alpha = A = 1.$$

$$U_t = 15 V ; R_1 = 10 k\Omega ; R_3 = 5 k\Omega ;$$

$$R_4 = R_5 = 50k\Omega \quad C \rightarrow \infty$$

a) $R_2 = ?$, ha $I_{E0} = 0.5 \text{ mA}$?

b) $U_{CE}^+ = ?$, ha $R_2 = 5 k\Omega$ és $I_{E0} = 1 \text{ mA}$?

c) $U_{CE}^- = ?$, ha $R_2 = 5 k\Omega$ és $I_{E0} = 1 \text{ mA}$?

d) Mekkora a kimeneten megjelenő szinusz maximális amplitúdója, ha $R_2 = 5 k\Omega$ és $I_{E0} = 1 \text{ mA}$?

Megoldás:

a) $A=1 \rightarrow B=\infty \rightarrow$ nincs bázis áram,

$$R_4 = R_5 \rightarrow U_{B0} = 0, \quad U_{E0} = U_{B0} - U_{BE0} = -0,6 V$$

$$U_{E0} - (-U_t) = (R_2 + R_1)I_{E0} \rightarrow (R_2 + R_1) = 14,4 / 0,5 = 28,8 k\Omega \rightarrow R_2 = \boxed{18,8 k\Omega}$$

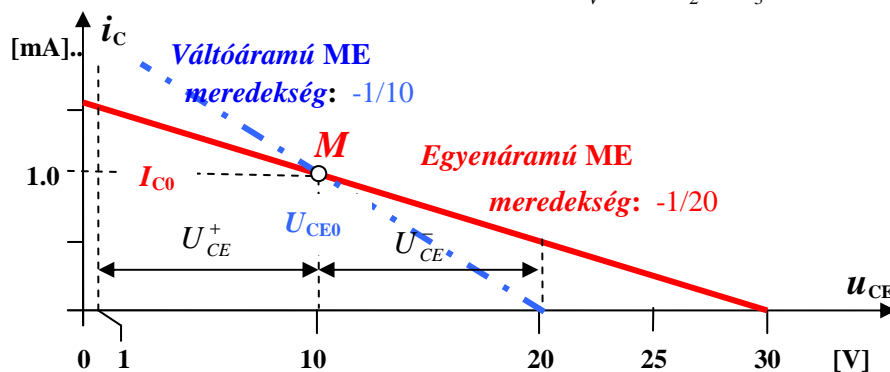
b,c) Tranzisztor kivezérelhetősége:

Egyenáramú analízis: $2U_t = U_{CE} + I_C(R_1 + R_2 + R_3)$

$$I_{C0} = I_{E0} = 1mA \rightarrow U_{CE0} = 2U_t - I_{E0}(R_1 + R_2 + R_3) = 30 - 1 * 20 = 10 V$$

Az egyenáramú munkaegyenes meredeksége: $-\frac{1}{R_E} = -\frac{1}{R_1 + R_2 + R_3} = -\frac{1}{20} [mS]$

A váltóáramú munkaegyenes meredeksége: $-\frac{1}{R_V} = -\frac{1}{R_2 + R_3} = -\frac{1}{10} [mS]$



Az ábra alapján: $U_{CE}^+ = U_{CE0} - U_m = 10.6 - 1 = 9 V$,

$$U_{CE}^- = R_V I_{CE0} = 10 * 1 = 10 V$$

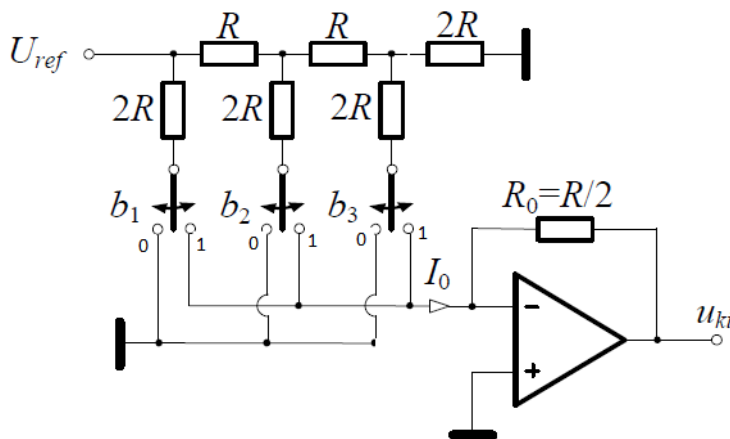
d.) Kimeneti kivezérelhetőség: $U_{ki2}^- = U_{CE}^- \frac{R_2}{R_2 + R_3} = 10 \frac{5}{10} = 5 V$

$$U_{ki2}^+ = U_{CE}^+ \frac{R_2}{R_2 + R_3} = \dots = 4,5 V$$

szimmetrikus kimeneti kivezérelhetőség: $U_{ki \max} = \min(U_{ki}^+, U_{ki}^-) = \underline{\underline{4,5V}}$

3.

$$R = 10 \text{ k}\Omega, U_{ref} = -10 \text{ V.}$$



a) Mire való az áramkör?

b) $u_{ki} = ?$ ha $b_1=b_3=1$ és $b_2=0$ és a műveletierősítő offsetmentes?

c) $u_{ki} = ?$ ha $b_1= b_2=b_3=0$ és a műveleti erősítő bemeneti offset feszültsége 10mV ?

d) Mely ellenállások disszipációja függ a kapcsolók állásától és mely ellenállásoké nem?

Megoldás:

a) 3 bites digitál-analóg átalakító. (áramkapcsolós, áramösszegezős R-2R létra)

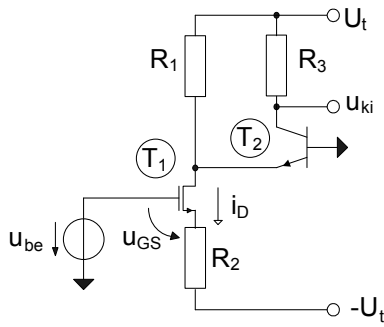
$$b) u_{ki} = -R_0 I_0, I_0 = b_1 \frac{U_{ref}}{2R} + b_2 \frac{U_{ref}}{4R} + b_3 \frac{U_{ref}}{8R} = 0.5 + 0 + 0.125 = 0.625 \text{ mA}$$

$$u_{ki} = 3,125 \text{ V}$$

$$c) u_+ = U_{off} = u_- \Big|_{I_0 = 0} = u_{ki} = 10 \text{ mV}$$

d) Csak az R_0 ellenállás árama és így disszipációja függ a kapcsolók állásától, az R-2R létra ellenállásainak áramai és így disszipációja is független a kapcsolók állásától.

4.



T_1 : n-csatornás növekményes MOS FET, $U_P = 4V$,

$$I_{D00} = 8 \text{ mA}, \quad i_D = I_{D00} \left(\frac{u_{GS} - U_P}{U_P} \right)^2,$$

T_2 : n-p-n tranzisztor, $\beta_2 = B_2 = \rightarrow \infty$, $U_{EB0} = 0,6 \text{ V}$,

$U_t = 10 \text{ V}$, $R_1 = 10,6 \text{ k}\Omega$, $R_3 = 5 \text{ k}\Omega$,

a.) $R_2 = ?$, ha $I_{D0} = 2 \text{ mA}$,

b.) $I_{E0} = ?$, ha $I_{D0} = 2 \text{ mA}$,

c.) $\frac{u_{ki}}{u_{be}} = ?$, ha $I_{D0} = 2 \text{ mA}$, $r_d = 26 \Omega$,

d.) $R_{ki} = ?$, ha $I_{D0} = 2 \text{ mA}$, $r_d = 26 \Omega$.

Megoldás:

a.) $u_{be} = 0$ $i_D = I_{D00} \left(\frac{u_{GS} - U_P}{U_P} \right)^2 \rightarrow 2 = 8 \left(\frac{u_{GS} - 4}{4} \right)^2 \rightarrow u_{GS0} = 6V$

$$R_2 = \frac{-6 - (-10)}{2} = 2 \text{ k}\Omega$$

b.) $I_{E0} = ?$, $U_t + U_{BE0} = I_1 R_1$ $I_1 = \frac{U_t + U_{BE0}}{R_1} = \frac{10,6}{10,6} = 1 \text{ mA}$,

$$I_{E0} = I_{D0} - I_1 = 1 \text{ mA}$$

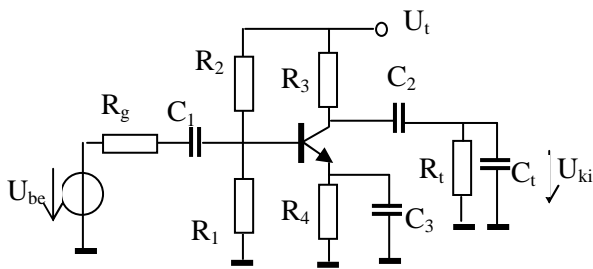
c.) $\frac{u_{ki}}{u_{be}} = ?$ $r_d = 26 \Omega$, $S = 2 \frac{I_{D0}}{U_{GS0} - U_P} = 2 \frac{2}{6 - 4} = 2 \text{ mS}$

$$i_d = \frac{u_{be}}{(R_2 + 1/S)}, \quad i_e = i_d \frac{R_1}{R_1 + r_d} = i_d \frac{10,6}{10,6 + 26} \cong i_d, \quad u_{ki} = -i_e R_3$$

$$\frac{u_{ki}}{u_{be}} = \frac{-i_e R_3}{i_d (R_2 + 1/S)} = -\frac{S R_3}{1 + S R_2} = -\frac{2 * 5}{1 + 2 * 2} = -2$$

d.) $R_{ki} = R_3 = 5 \text{ k}\Omega$

5.



Az áramkör adatai:

$$U_t = 15 \text{ V}, R_1 = 10 \text{ k}\Omega, R_2 = 10 \text{ k}\Omega,$$

$$R_4 = 6,9 \text{ k}\Omega, R_3 = 5,2 \text{ k}\Omega,$$

$$R_g = 5 \text{ k}\Omega, R_t = 5,2 \text{ k}\Omega, C_t = 10 \text{ pF}$$

$$C_1 = 10 \mu\text{F}, C_2 = 10 \mu\text{F}, C_3 = \infty$$

Tranzisztor:

$$U_{BE0} = 0,6 \text{ V}, B = \beta = \infty, C_{be} = 20 \text{ pF}, C_{bc} = 2 \text{ pF}$$

- a) Munkaponti áram, $I_{E0} = ?$
 b) Középfrekvenciás erősítés? $U_{ki}/U_{be} = ?$, ha a kis- és nagyfrekvenciás hatásokat elhanyagoljuk.
 c) Alsó határ frekvencia? $\omega_a = ?$
 d) Felső határ frekvencia? $\omega_f = ?$

Megoldás:

a) $U_{B0} = R_1/(R_1+R_2) U_t = 7,5 \text{ V}$ $U_{E0} = U_{B0} - U_{BE0} = 6,9 \text{ V}$ $I_{E0} = U_{E0}/R_4 = 1 \text{ mA}$
 $r_d = U_T/I_{E0} = 26 \Omega$

b) C_1, C_2, C_3 : rövidzár, C_{be}, C_{bc}, C_t : szakadás
 bemeneti leosztás: $R_{12} = R_1 \times R_2 = 5 \text{ k}\Omega$, $R_{12} / (R_g + R_{12}) = 0,5$
 FE erősítés: $-(R_3 \times R_t)/r_d = -100$,

$$U_{ki}/U_{be} = -50$$

c) C_1 csatoló miatt: $\omega_{a1} = 1/(C_1(R_g + R_{12})) = 10 \text{ rad/sec} = 1,6 \text{ Hz}$
 C_2 csatoló miatt: $\omega_{a2} = 1/(C_2(R_3 + R_t)) = 9,62 \text{ rad/sec} = 1,53 \text{ Hz}$
 alsó határfrekvencia: $\max(\omega_{a1}, \omega_{a2}) = 1,6 \text{ Hz}$

d)

C_{be}, C_t : párhuzamos terhelő kapacitások a bemeneten és kimeneten:

C_{bc} : $A = -100$ erősítést áthidaló kapacitás, Miller hatás: 101-szeres a bemeneten, 1-szeres a kimeneten:

A bemeneten létrejövő törésponti frekvencia:

$$\omega_{f1} = \frac{1}{C_{p1} R_{p1}} = \frac{1}{(C_{be} + (1 - (-100))C_{bc})(R_g * R_{12})} = 1,8 \text{ Mrad/sec} = 287 \text{ kHz}$$

A kimeneten létrejövő törésponti frekvencia:

$$\omega_{f2} = \frac{1}{C_{p2} R_{p2}} = \frac{1}{(C_{bc} + C_t)(R_3 * R_t)} = 17,48 \text{ Mrad/sec} = 2,78 \text{ MHz}$$

Felső határfrekvencia: $\min(\omega_{f1}, \omega_{f2}) = 1,8 \text{ M rad/sec} = 287 \text{ kHz}$