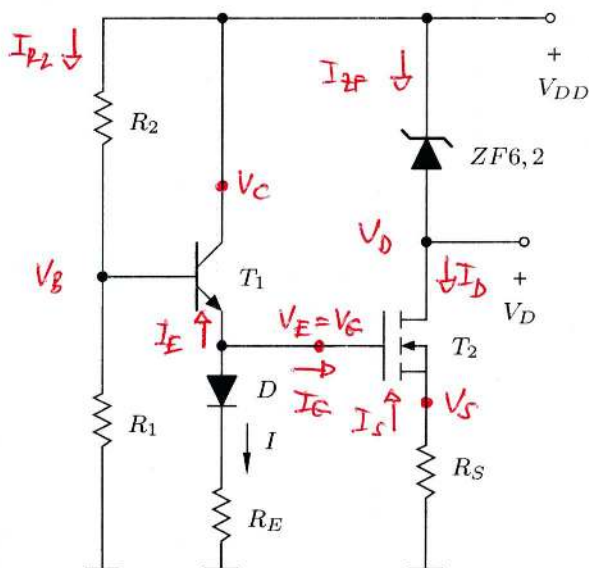


A ZH2/1. feladat megoldása



$R_1 = 3,3 \text{ k}\Omega$
 $R_2 = 1,3 \text{ k}\Omega$
 $R_E = 510 \Omega$
 $R_S = 3 \text{ k}\Omega$

T_1	$V_{BE,A} = 0,7 \text{ V}$ és $\beta = 4$
T_2	$K = 0,25 \frac{\text{mA}}{\text{V}^2}$ és $V_T = 1 \text{ V}$
D	$V_F = 0,7 \text{ V}$ és $R_F = 20 \Omega$
$ZF6,2$	$V_b = 6,2 \text{ V}$ és $R_F = 5 \Omega$

1.1 FELTÉTELEZÉS A FÉLVEZ. ESEKÖZÖK MŰKÖDÉSI TARTOMÁNYÁRA

T_1 : MIVEL $I_{R2} > 0 \Rightarrow V_{CB} > 0$
 BE ÁTMELET NYÍRÁNYBA ELŐFESZÍTVE
 EMITTER A LEGNEGATÍVÁBB POTENCIÁLON

T_1 NORMÁL
 AKTÍV

D : MIVEL $I_G = 0 \Rightarrow I = -I_E > 0 \Rightarrow D$ NYÍRÁNYBAN VAN
 ELŐFESZÍTVE

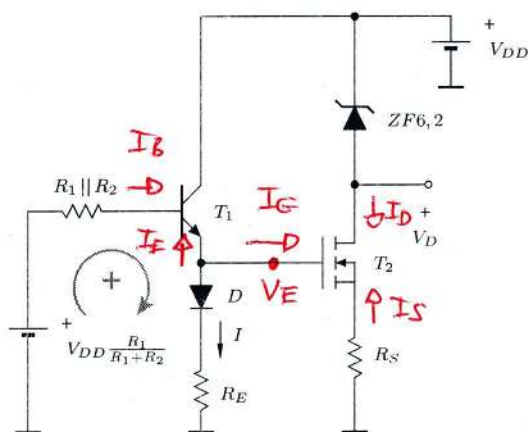
ZF : VALÓSZÍNŰLEG $I_D > 0 \Rightarrow ZF$ LETÖRÉSSEN

T_2 : $V_G = V_E$, HA $V_{DS} \geq V_{GS} - V_T$ AKKOR T_2 TELÍTÉSSEN
 ÜZEMEL. FELTÉTEZÜK: T_2 TELÍTÉSSEN

1.2 A2 I ÁRAM MEGHATÁROZÁSA

A T_1 BAZISOZTÓJÁT ÁTALAKÍTJUK A THEVENIN TÉTEL SEGÍTSÉGÉVEL

MIVEL T_2 MOSFET, $I_G = 0$, AZAZ $I_E = -I$



T_1 BEMENŐ KÖRÉRE IRHATÓ HURKEGYENLET:

$$-V_{DD} \frac{R_1}{R_1 + R_2} + (R_1 \parallel R_2) I_B + V_{BE1,A} + V_F - R_E I_E = 0$$

T_1 NORMÁL AKTÍV TARTOMÁLYBAN:

$$I_B = - \frac{I_E}{\beta + 1}$$

$$V_{DD} \frac{R_1}{R_1 + R_2} - V_{BE1,A} - V_F = - \left(\frac{R_1 \parallel R_2}{\beta + 1} + R_E \right) I_E$$

$$\underline{\underline{I_E = - \frac{\frac{R_1}{R_1 + R_2} V_{DD} - V_{BE1,A} - V_F}{\frac{R_1 \parallel R_2}{\beta + 1} + R_E} = -10,35 \mu A}}}$$

$$\underline{\underline{I = -I_E = 10,35 \mu A}}$$

1.3 A V_D FESZÜLTSEG ÉRTÉKE

$$V_E = R_E I + V_F = 5,98 V$$

MIVEL $I_G = 0$, A T_2 BEMENŐ KÖRÉRE FELÍRT HURKEGYENLET

$$-V_E + V_{GS} - I_D R_S = 0$$

$$-I_S = I_D = \frac{V_E - V_{GS}}{R_S}$$

T_2 EGYENLETE A TELITÉS TARTOMÁNYBAN:

$$I_D = K(V_{GS} - V_T)^2 = \frac{V_E - V_{GS}}{R_S}$$

$$V_{GS}^2 - 2V_T V_{GS} + V_T^2 = \frac{V_E - V_{GS}}{KR_S}$$

$$V_{GS}^2 - \left(2V_T - \frac{1}{KR_S}\right) V_{GS} - \frac{V_E}{KR_S} + V_T^2 = 0$$

$$V_{GS}^2 - 0,67 V_{GS} - 6,97 = 0$$

$$V_{GS} = \frac{0,67 \pm \sqrt{0,45 - 27,08}}{2} = \frac{0,67 \pm 5,32}{2}$$

$$\underline{V_{GS} = 3V > V_T}$$

JO, FIZIKAI MEGOLDÁS

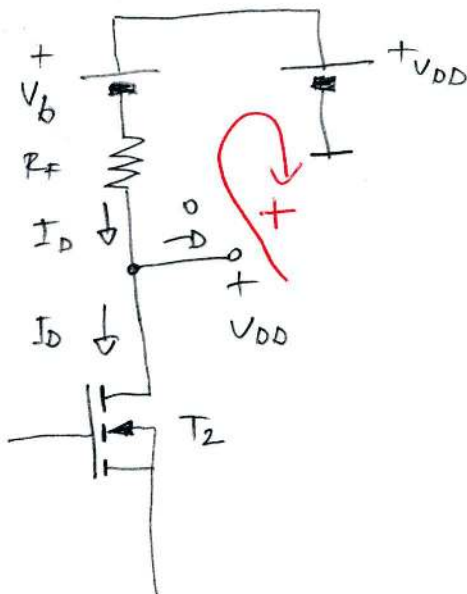
$$V_{GS} = -2,32 < V_T$$

CSAK MATEMATIKAI MEGOLDÁS. HA $V_{GS} < V_T$ AKKOR $I_D = 0$!

$$\underline{I_D = K(V_{GS} - V_T)^2 = 1\mu A}$$

$\Rightarrow$ ZF LETÖRÉSE ÜZEMHŐBEN VAN

T_2 DRAIN KÖRÉRE FELÍRT KIRCHHOFF-EGYENLET:



$$-V_D - R_F I_D - V_b + V_{DD} = 0$$

$$\underline{V_D = V_{DD} - V_b - R_F I_D}$$

$$= 12 - 6,2 - 0,005 \cdot 1 \approx \underline{5,8V}$$

1.4 T_1 NORMÁL AKTÍV, HA — EMITTER VAN A LEGNEGATÍVABB POTENCIÁLÚ PONTON

- $V_{CE} > 0,5V$
- $V_{BE} \sim 0,7V$ ÉS $I_E < 0mA$

$$V_E = 5,98V$$

$$V_B = V_{DD} \frac{R_1}{R_1 + R_2} - I_B (R_1 \parallel R_2) = V_{DD} \frac{R_1}{R_1 + R_2} + \frac{I_E}{\beta + 1} (R_1 \parallel R_2) = 6,67V$$

$$V_C = V_{DD} = 12V$$

V_E A LEGNEGATÍVABB, AZAZ $V_E < V_B < V_C$ (OK)

$$V_{CE} = V_C - V_E = 6,02 > 0,5V$$
 (OK)

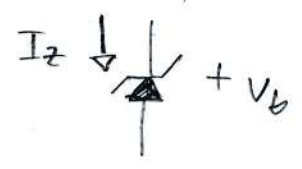
$$V_{BE} = V_B - V_E = 0,69V \sim 0,7V$$
 (OK) $I_E < 0mA$ (OK)

D NYITÓIRÁNYBAN ELŐFESZÍTVE HA $I_D = I > 0$

$$I = 10,35\mu A > 0$$
 (OK)

ZF HA LETÖRIK, ÉS $I_Z > 0$

VICSAZ, A ZENER DÍÓDÁRA ERŐSENYES MÉRŐIRÁNYOK



$$I_Z = I_D = 1\mu A > 0$$

HA ZF NEM TÖRIK LE, AKKOR $I_Z = I_D = 0$ LENNE. EKKOR A ZF -EN 12V LÉPNE FEL, AMI HATÁSÁRA A ZF BIZTOS LETÖRIK. (OK)

T_2 TELÍTÉSSEN, HA — $V_T < V_{GS}$

$$— V_{DS} \geq V_{GS} - V_T$$

$$V_{GS} = 3V > V_T$$
 (OK)

$$V_{DS} = V_D - V_S = 5,8 - I_D R_S = 2,8V \stackrel{?}{\geq} V_{GS} - V_T = 3 - 1 = 2V$$
 (OK)

TELJÁT VALAMENNYI, AZ 1.1 PONTBAN TETT FELTÉVEK TELJESÜL.