Photodode

550 mA/W

6.1mW/cm²

2.14 nm d'espèce

Photo Courant = 120.44 µA

surface = 0.0359 cm²

Puissance lumineuse = 0.21899 mW

Ltspice

Clique droit sur graphique → add traces

double Clique sur composante pour avoir Courant

Clique sur fil pour tension

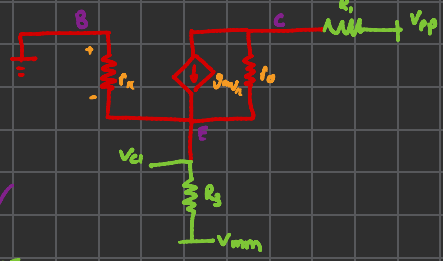
Clique droit sur valeur pour Changer

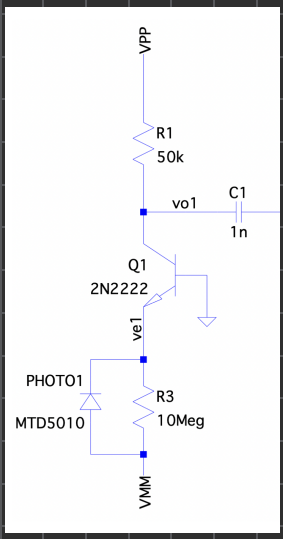
Cmd + L pour Log

j pour changer les type de run

Etage 1

I_{CQ}
V_{CEQ}
r_π
g_m
r_o
$V_t = 25\,mV$





Formules

$I_c = \beta I_B$

$I_e = I_B(1+\beta)$

↳ $I_e = I_B + I_c \Rightarrow I_c = I_B + \beta I_B \Rightarrow I_e = I_B(\beta+1)$

$r_o = \dfrac{|V_A|}{I_C}$

Calculs

$I_c + I_B = I_e$

$V_{MM} - V_{R_3} - V_{EB}^{\text{diode}} = 0$

$-10 - I_B R_3 - 0.7 = 0$

$-10 + I_B(\beta+1)R_3 + 0.7 = 0$ on prend $\beta = 200$ pour 2N2222

$V_A = 100\,V$

$-10 + I_B(200+1)\cdot 10\,000\,000 + 0.7 = 0$

$I_B = \dfrac{10 - 0.7}{201 \cdot 10\,000\,000} = 4.63 \cdot 10^{-9}$

$I_B = 4.63 \cdot 10^{-9}$

$I_{CQ} = \beta I_B$

$I_{CQ} = 200 \cdot 4.63 \cdot 10^{-9}$

$I_{CQ} = 0.926 \cdot 10^{-6}\,A$

$r_o = \dfrac{|V_A|}{I_C}$

$r_o = \dfrac{100}{0.926 \cdot 10^{-6}}$

$r_o = 107\,991\,360.7\,\Omega$

$-V_C = V_{BE} = V_t = 0.7$

$r_\pi = \dfrac{V_T}{I_B}$

$r_\pi = \dfrac{0.0259}{4.63 \cdot 10^{-9}}$

$r_\pi = 5\,593\,952.5\,\Omega$

$V_{pp} - V_{R1} - V_e = V_{CE}$

$10 - 0.926 \cdot 10^{-6} \cdot 50\,000 + 0.7 = V_{CE}$

$V_{CE} = 10.6537$

$V_c = V_{CE} + V_E$

$V_c = 10.6537 + (-0.7)$

$V_c = 9.9537\ V$

$V_{BC} = V_B - V_c$

$V_{BC} = 0 - 9.9537$

$V_{BC} = -9.9537$

$V_{BC} < 0{,}4$ donc actif

$g_m = \frac{B}{R_n}$

$g_m = \frac{200}{5\,593.952}$

$g_m = 0.000035753$

$35.75 \cdot 10^{-6}$

Etage 2 :

$K = 323\ mA/V^2$

$V_t = 0.79\ V$

$\frac{1}{\lambda} = V_a = 20\ V \Rightarrow g_{ds} = \frac{1}{r_o}$

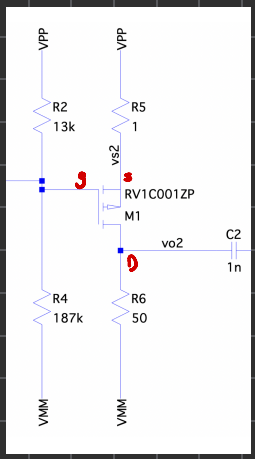
I_{DQ}

V_{GSQ}

V_{DSQ}

g_m

r_o



$$V_g = \left((V_{PP} - V_{MM}) \cdot \frac{R_4}{R_3 + R_4}\right) - V_{MM}$$

$$V_g = \left((10 - -10) \cdot \frac{187K}{200K}\right) - 10$$

$V_g = 18.7\ V - 10$

$V_g = 8.7\ V$

$V_{GS} = V_g - V_{S2}$

$V_{GS} = V_g - (V_{PP} - R_5 I_D)$ $\quad I_D = I_S$

$I_D = \frac{1}{2} K (V_{GS} - V_t)^2$

$I_D = \frac{1}{2} K (V_g - 10 + 1 I_D - V_t)^2$

$I_D = \frac{1}{2}(0.323)(8.7 - 10 + 1 I_D + 0.79)^2$

$I_D = 0.1615\ (-0.51 + I_D)^2$

$0 = 0.1615\ (0.2601 - 1.02\ I_D + I_D^2) - I_D$

$0 = 0.04200 - 1.16473\ I_D + 0.1615\ I_D^2$

$$\frac{b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

$$\frac{1.16473 \pm \sqrt{1.16473^2 - 4 \cdot 0.04200 \cdot 0.1615}}{2 \cdot 0.1615}$$

$$= \frac{1.16473 + 1.1530}{0.323} = 7.1756\ A$$

$$= \frac{1.16473 - 1.1530}{0.323} = 0.036315\ A$$

$36\ mA$

$V_{ov} = V_{gs} - V_t$

$$r_o = \frac{V_A}{I_D}$$

$$r_o = \frac{20}{0.0363}$$

$r_o = 550.72$

$$g_m = \sqrt{2KI_D}$$

$$g_m = \sqrt{2 \cdot 0.303 \cdot 0.0363}$$

$g_m = 0.153$ siemens

$V_{DS} = V_d - V_s$

$V_{DS} = V_{nn} + I_D \cdot R_S - V_{pp} - R_S I_D$

$V_{DS} = -10 + 0.0363 \cdot 50 - 10 - 0.0363$

$V_{DS} = -18.22$ V

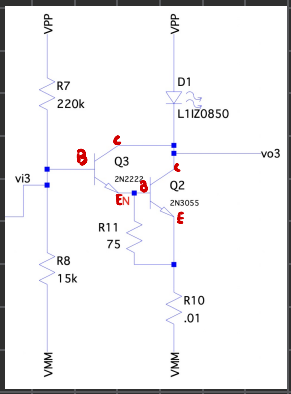
$V_{ov} = V_{gs} - V_{th}$

$V_{ov} = V_g - V_s - V_{th}$

$V_{ov} = 8.7 - (10 - 0.0326) - (-0.79)$

$V_{ov} =$

Etage 3



Aux autres promos bonne chance avec l'App ♡

$$V_{BQ_3} = (10 - (-10)) \left(\frac{15000}{235000}\right) - 10$$

$$V_{BQ_3} = -8.7234\ V$$

$$I_{BQ_3} = I_{EQ_3} = I_B + I_C$$
$$= I_B + \beta I_B$$
$$= (\beta + 1) I_B$$
$$= (200 + 1) \cdot 3.31\,\mu A$$
$$= 0.000667041$$

$$I_{CQ_3} = \beta I_{B_3}$$
$$I_{CQ_3} = 70 \cdot 0.000667041$$
$$I_{CQ_3} = 46.69\ mA$$

$$V_{CEQ_3} = (V_{Vc} - V_{BE}) - V_{EQ_3}$$

$$V_{CEQ_3} = 10 - 2.6 - -9.41$$

$$V_{CEQ_3} = 16.81V$$

$$R_{BQ_3} = \text{vu en parallèle}$$

$$\frac{1}{\frac{1}{15000} + \frac{1}{235000}} \approx 14\,040\,\Omega$$

$$I_{CQ_3} = I_{BQ_3} \beta$$

$$I_{CQ_3} = 200 \cdot 0.000003318$$

$$I_{CQ_3} = 663.723\ \mu A$$

$$V_{BE} = V_B - V_E$$
$$V_{BB} + V_E = V_B$$

$$V_{BQ_3} = V_{EQ_3} = -10 + 0.59$$

$$V_{EQ_3} = V_{BQ_3} = -9.41$$

$$I_{BQ_3} = \frac{V_{Th} - V_{BQ_3}}{14042}$$

$$I_{BQ_3} = \frac{-8.7234 - (V_{BE} + V_E)}{14042}$$

$$I_{BQ_3} = \frac{-8.7234 - (-9.41 + 0.64)}{14042}$$

$$I_{BQ_3} = 3.31\ \mu A$$

$$V_{CEQ_3} = (V_{Vc} - V_{BE}) - V_{EQ_3}$$

$$V_{CEQ_3} = 10 - 2.6 - (V_B - V_{BE})$$

$$V_{CEQ_3} = 10 - 2.6 - (-9.41 - 0.59)$$

$$V_{CEQ_3} = 17.41V$$

Del

D_n = electron
D_p = hole

$n_i = 2.18 \cdot 10^6 \ cm^{-3}$
$E_g = 1.424 \ eV$
$L_n = 5.09 \cdot 10^{-5} \ cm$
$L_p = 1.61 \cdot 10^{-5} \ cm$
$N_a = N_d = 1 \cdot 10^{17} \ cm^{-3}$
$D_N = 184 \ cm^2/s$
$D_p = 8.5 \ cm^2/s$
$A = 1.3 \ mm \ diameter = 0.01328 \ cm^2$
$q = 1.60 \cdot 10^{-19}$

Potential Contact

$$V_0 = V_t \ln\left(\frac{N_a N_d}{n_i^2}\right)$$

$$V_0 = 0.0259 \cdot \ln\left(\frac{10^{17} \cdot 10^{17}}{(2.18 \cdot 10^6)^2}\right)$$

$V_0 = 1.27 V$

$$C_{j0} = A\sqrt{\left(\frac{\varepsilon_s q}{2}\right)\left(\frac{N_a N_d}{N_a + N_d}\right)\frac{1}{V_0}}$$

$A = 0.01328 \ cm^2$

$$0.01328 \cdot \sqrt{\frac{13.1 \cdot 8.854 \cdot 10^{-14} \cdot 1.60 \cdot 10^{-19}}{2}\left(\frac{10^{17} \cdot 10^{17}}{10^{17} + 10^{17}}\right)\cdot\frac{1}{1.27}}$$

$$0.01328 \cdot \sqrt{9.278 \cdot 10^{-32} \cdot 5 \cdot 10^{16} \cdot \frac{1}{1.27}}$$

$$0.01328 \cdot 0.000000606$$

$8.07 \cdot 10^{-10} = 807 \ pF$

$$I_s = A q n_i^2 \left(\frac{D_p}{L_p N_a} + \frac{D_n}{L_n N_d}\right)$$

$$I_s = 0.01328 \cdot 1.60 \cdot 10^{-19} \cdot (2.18 \cdot 10^6)^2 \cdot \left(\frac{8.5}{1.61 \cdot 10^{-5} \cdot 10^{17}} + \frac{184}{5.09 \cdot 10^{-5} \cdot 10^{17}}\right)$$

$$I_s = 0.000\,000\,01 \cdot (5.27 \cdot 10^{-1} + 3.61 \cdot 10^{-11})$$

$$I_s = 0.000\,000\,01 \cdot (4.13 \cdot 10^{-11})$$

$$I_s = 4.13 \cdot 10^{-19}$$

$$I_s = 0.01328 \cdot 1.60 \cdot 10^{-19} \cdot (2.18 \cdot 10^6)^2 \left(\frac{8.5}{1.61 \cdot 10^{-5} \cdot 10^{17}} - \frac{184}{5.09 \cdot 10^{-5} \cdot 10^{17}}\right)$$

$$I_s = 0.000\,000\,01 \cdot 8.89 \cdot 10^{-11}$$

$I_s = 0.414 \ pA$

Avec R11

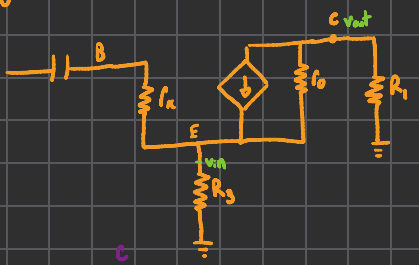
$$I_{BQ_3} = \frac{V_{Th} - V_{BE_3}}{R_{Th}}$$

$$V_{BEQ_3} = V_{BQ_3} - V_{EQ_3}$$
$$V_{BQ_3} = V_{BEQ_3} + V_{EQ_3}$$

$$V_{EQ_3} = V_{BQ_3} =$$

Voltage 2

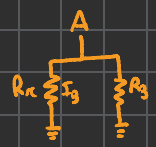
Etage 1



r_o = negligeable

on analyse $\Theta = 1$ $\Theta = 1$

$R_{in} = R_3 // \frac{r_\pi}{(\beta+1)}$



donc ont mets I_B en Commun

$r_\pi // R_3$

$r_\pi = \frac{r_\pi}{(\beta+1)}$

$R_{out} = R_1$

$A = \frac{V_{out}}{i_{in}} = \frac{\beta I_B R_1}{I_E} = \frac{\beta I_B R_1}{I_B(\beta+1)} = \frac{\beta R_1}{(\beta+1)}$

R_3 tellement grand on peut dire $I_E = I_{in}$

Etage 2

0,000082207 α7

$R_{in} = R_2 // R_4 = 13K + 187K = 12,155 K\Omega$

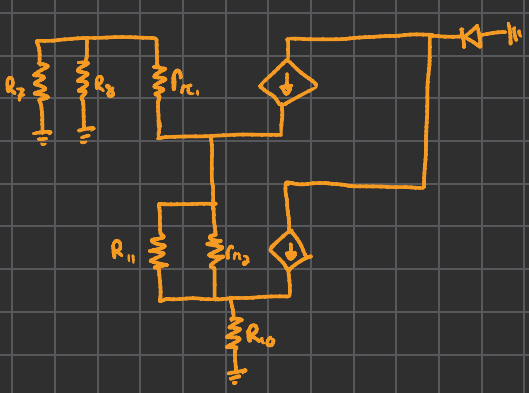
$R_{out} = R_6$

Parce qu'on mets r_o négligeable et source circuit ouvert

Etage 3 :

$$V_{in} = (V_{ff} - V_{BE}) \cdot \frac{R_8}{R_8 + R_7} - V_{ff}$$

$$V_{in} = -8,7234\,V$$



$$I_{out} = \underbrace{g_m V_{R_L}}_{I_{c1}} + \underbrace{g_m V_{R_2}}_{I_{c2}}$$

$$I_{c2} = I_{B_2} \beta_2$$

$$I_{B2} = (\beta_1 + 1) I_{B_1}$$

$$I_{out} = \beta_1 I_B + \beta_2 (\beta_1 + 1) I_B$$

$$I_{out} = I_B \left((\beta_1 + 1)(\beta_2 + 1)\right)$$

$$Z_{in} = (R7 \,//\, R8) + r_{rc1} + (R_{11} \,//\, r_{rc2}) + R_{10}$$

$$Z_{out} = \frac{V}{I}$$

$\beta_1 = 200$

β_1 donné $= 300$

$\beta_2 = 70$

β_2 calculé $= 10$

$I_B = 3,31\,\mu A$

$$r_e = \frac{V_T}{I_E}$$

$$r_e = \frac{0,0259}{3,31\,\mu A\,(200+1)(70+1)} \quad \text{former} = 0,548$$

$$r_e = \frac{0,0259}{3,31\,\mu A\,(200+1)(10+1)} = 3,5390$$

$$A_v = \frac{I_{out}}{V_{out}} : \frac{I_B\left((\beta_2+1)(\beta_3+1)\right)}{(R_{11} + r_e) I_B\left((\beta_2+1)(\beta_3+1)+1\right)} = \frac{(70+1)(200+1)}{(0,01 + 0,548)\left((70+1)(200+1)+1\right)} = 1,78555\,0173$$

$$\frac{155K}{\frac{1}{10Meg}} = \frac{500K}{\frac{1}{X}}$$

$X = 3\ Meg$ par R_3

R_1 = guess

avec ça led Clue donc faut monter diviseur tension étage 3

$$\frac{15}{220+15} = 0.0638$$

$$\left(\frac{15}{220+15} \cdot 20 - 10\right) = -8.7V$$

$$\left(\frac{15}{25+15} \cdot 20 - 10\right) = -2.5V$$

analyse de circuits sur Plusieurs sources Copier du bloc

il faut monter courant dans Q_3 trouver grâce au Caliber

$15 \cdot 0.1 = 1.5\ m$

tu dois varier V_2 0-10

tu dois varier V_3 0-20

on a mit source de courant pas ça l'a donner environ 25 A

quand ton courant = 2.5 A on voit que tu as besoin de 26V grosso

$$\left(\frac{15}{25+15} \cdot 20\right) - 10 = -2.5V$$

$-2.5V$ $\wedge\wedge\wedge$

$V_{BE_{Q_3}} = 0.64$

$V_{BE_{Q_2}} = 0.59$

$V_{BE} = V_B - V_E$

$V_{BE} + V_E = V_B$

$-10 + 0.64 = V_B = -9.36$

$V_{BE} + V_E = V_B$

$-9.36 + 0.59 = -8.77V$

$$\frac{x}{x+y} = 418$$

$V = R_i$ $\quad \frac{(+8.77 - 2.5)}{0.015} = -418$

① 153K → 3mA avec
② on bouge C_1 pour avoir 5000K
③ voir A en trans tout est beau
④ I_{BQ_3} → 1,95A quand même beau
⑤ baisser R6 pour diminuer un peu
⑥ voir A en trans tout est beau mais 1.25A

18 mA 15K

736 uA 22K

$\frac{22K}{0,736m}$ $\quad \frac{x}{1.5}$

① R3 500KHz

② on bouge R_2 R_4 pour pas être triode

③ C1 on bouge mieux pour avoir belle onde carré guess

④ R1 avec F_c guess

tout ça car ont étage 1 > in étage 2 donc fait réduire courant

⑤ C2 pour stabiliser plus vite

⑥ on a fait analyse de 1.7mA a I_B