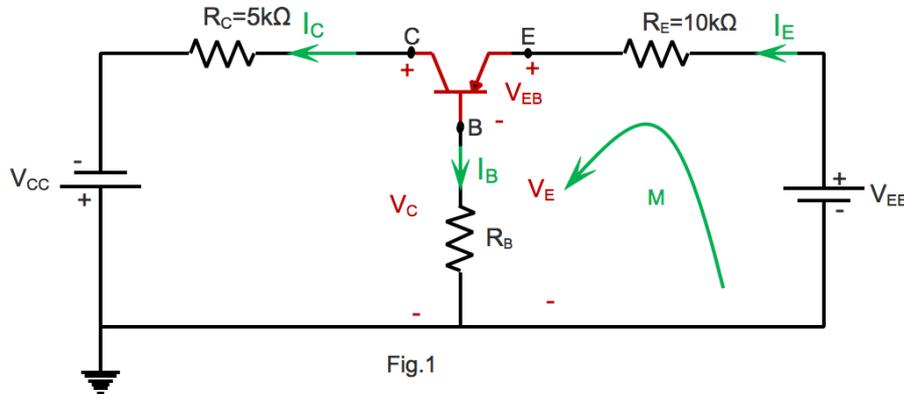


Correction Examen de rattrapage SMP 4 Electronique 2016-2017

Exercice 1 : On considère le circuit de la figure suivante :



1)

Le transistor est caractérisé par  $V_{EB} = 0.7V$ ,  $V_A = 75V$  et  $R_B = 130k\Omega$ . On a  $V_E = 2V$

a) -

Maille M :

$$-V_{EE} + R_E I_E + V_E = 0$$

Soit :

$$I_E = \frac{V_{EE} - V_E}{R_E} = \frac{12 - 2}{10} \text{ mA} = 1 \text{ mA}.$$

D'autre part, on a :

$$R_B I_B + V_{EB} = V_E, \quad I_B = \frac{V_E - V_{EB}}{R_B} = \frac{2 - 0.7}{130} \text{ mA} = 0.01 \text{ mA}$$

et

$$I_E = (\beta + 1) I_B,$$

ce qui entraîne :

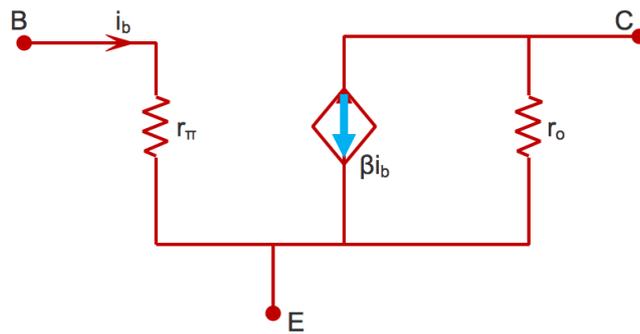
$$\beta = \frac{I_E}{I_B} - 1 = \frac{1}{0.01} - 1 = 99$$

b) -

Le potentiel collecteur est donné par :

$$V_C = -V_{CC} + R_C I_C = -V_{CC} + R_C \beta I_B = -12 + 10 \times 99 \times 0.01 = -2.1V$$

2) Le schéma du transistor en dynamique est représenté à la figure ci-dessous :



$$r_{\pi} = \beta \frac{V_T}{I_C} = \frac{V_T}{I_B} = \frac{26}{0.01} = 2.6k\Omega$$

$$r_o = \frac{V_A}{I_C} = \frac{V_A}{\beta I_B} = \frac{75}{0.01 \times 99} k\Omega = 74,25k\Omega$$

- 3) La tension aux bornes de la diode diminue à raison de 2mV par 1°C. On peut donc écrire :

$$\frac{\Delta V_{EB}}{\Delta T} = -2mV/^{\circ}C$$

$$V_B = 0$$

$$\Delta V_E = -2mV (50 - 27) = -46mV$$

$$\Delta V_E = V_E(T = 50^{\circ}) - V_E(T = 27^{\circ}) = -46mV$$

$$V_E(T = 50^{\circ}) = 2V - 0.046V = 1.954V$$

Exercice 2 :

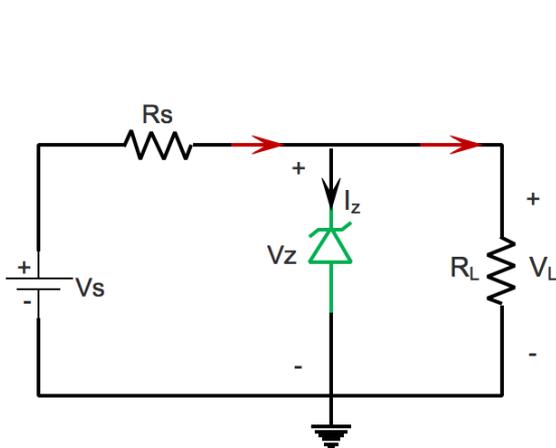


Fig. 2a

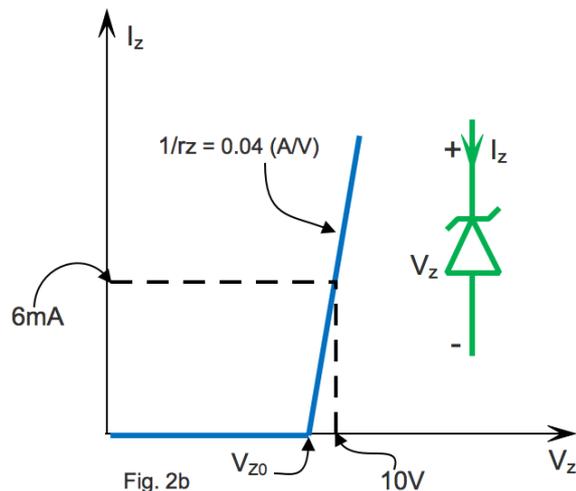


Fig. 2b

- 1- L'équation de la demi-droite passant par le point  $(V_{z0}, 0A)$  est donnée par :

$$V_Z = V_{z0} + r_z I_Z$$

Le point  $M (10V, 6mA)$  appartient à cette demi-droite, il s'ensuit donc que :

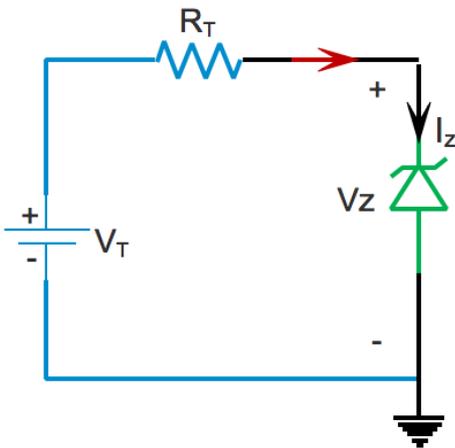
$$10 = V_{z0} + r_z 6 \times 10^{-3}$$

Soit :

$$V_{z0} = 10 - r_z 6 \times 10^{-3} = 10 - \frac{6 \times 10^{-3}}{40 \times 10^{-3}} = 10 - \frac{6}{40} = 9.85V$$

2-

a- Compte tenu du théorème de Thévenin, le circuit de la figure 2a peut être représenté ainsi :



$$I_Z = \frac{V_T - V_{z0}}{R_T + r_z}$$

$$V_T = \frac{R_L}{(R_L + R_S)} V_s$$

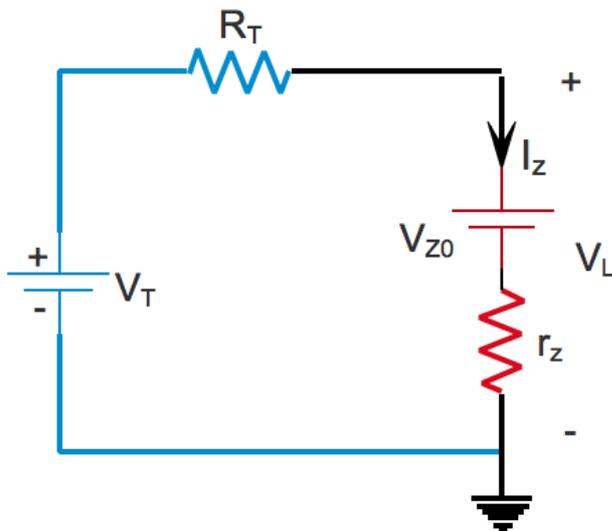
$$V_T = \frac{1}{1+1} 24V = 12V, R_T = R_S // R_L = 0.5k\Omega$$

On a :  $V_T > V_{z0} = 9.85V$ , il s'ensuit que

$$I_Z > 0 = I_{Zmin}$$

La diode fonctionne donc dans la zone de claquage (polarisée en inverse)

3-



a-

Théorème de **Millman** :

$$V_L = \frac{r_z V_T + V_{z0} R_T}{r_z + R_T}$$

$$V_L = \frac{25 \times 12 + 9.85 \times 500}{25 + 500}$$

$$V_L = 9.952V$$

b-

La loi d'Ohm entraîne :

$$I_L = \frac{V_L}{R_L} = 9.952mA, R_L = 1k\Omega$$

c- On a  $I_z = \frac{V_T - V_{Z0}}{R_T + r_z} = \frac{12 - 9.85}{500 + 25} = 4.095 \text{ mA}$

Le courant  $I_s = I_z + I_L = 4.095 + 9.952 \text{ mA} = 14.047 \text{ mA}$

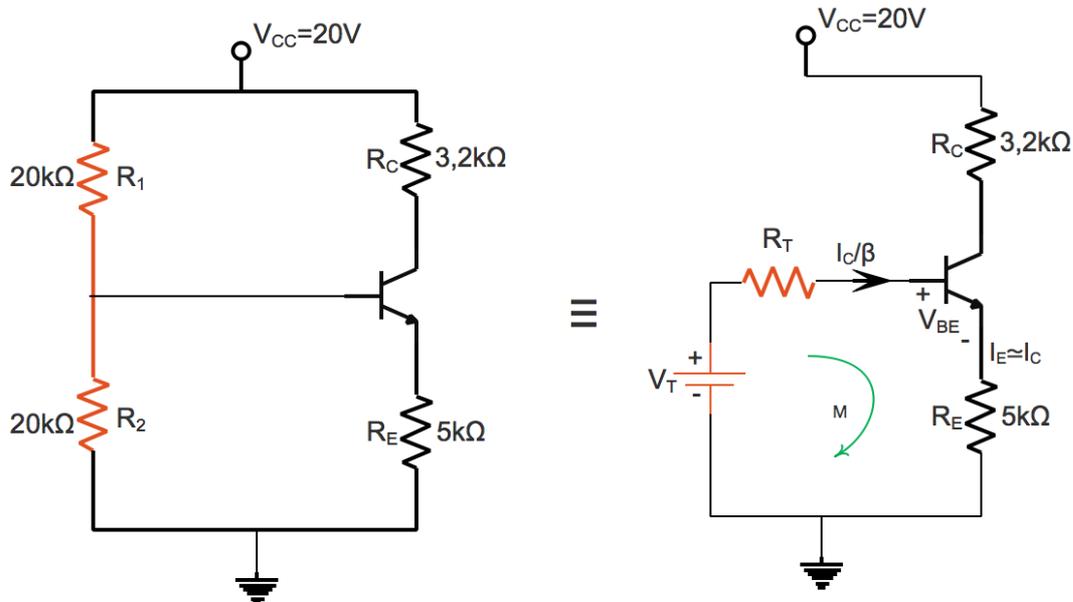
4- La puissance dissipée par la diode Zener est :

$$P_z = V_L I_z = 9.952 \times 4.095 \text{ mW} = 40.75 \text{ mW}$$

**Exercice 3 :**

1-

Le schéma en statique de l'amplificateur est représenté ci-dessous :



L'application du théorème de Thévenin permet d'avoir le schéma équivalent ci-dessus où :

$$V_T = \frac{R_2}{R_2 + R_1} V_{CC} = \frac{1}{2} V_{CC} = 10 \text{ V}$$

$$R_T = R_1 \parallel R_2 = \frac{R_1}{2} = 10 \text{ k}\Omega, R_1 = R_2$$

La loi des mailles (maille M) se traduit par :

$$-V_T + R_T \frac{I_C}{\beta} + V_{BE} + R_E I_E = 0$$

Soit :

$$I_C \cong \frac{V_T - V_{BE}}{\frac{R_T}{\beta} + R_E} = \frac{10 - 0.7}{\frac{10}{125} + 5} = 1.83 \text{ mA}$$

En plus on a :

$$V_{DS} \cong V_{CC} - (R_E + R_C)I_C = 20 - (5 + 3.2) 1.83 \cong 5 \text{ V} \gg 0.2 \text{ V}$$

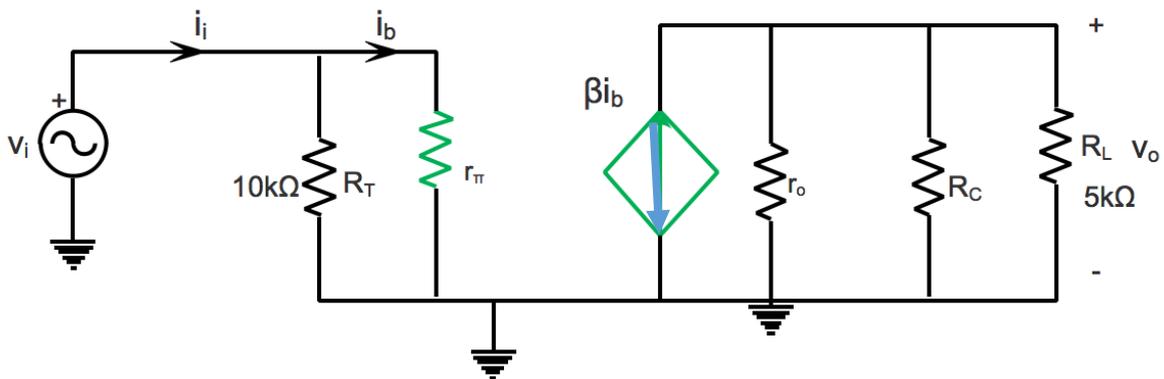
Le transistor fonctionne donc dans la zone active directe (supposée pour déduire la valeur du courant  $I_C$ )

2-  $r_\pi = \beta V_T / I_C$  où  $V_T = 26 \text{ mV}$

$$r_\pi = 125 \times \frac{26}{1.83} = 1.77 \text{ k}\Omega$$

$$r_o = \frac{V_A}{I_C} = \frac{200}{1.83} \text{ k}\Omega = 109.3 \text{ k}\Omega$$

3- Le schéma en dynamique de l'amplificateur est représenté dans la figure suivante :

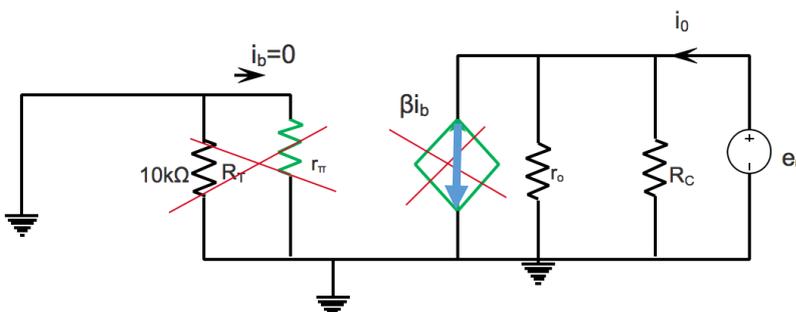


L'amplificateur est un amplificateur émetteur commun.

4- La résistance d'entrée est définie par :

$$R_i = R_T \parallel r_\pi = \frac{10 \times 1.77}{10 + 1.77} \text{ k}\Omega = 1.5 \text{ k}\Omega$$

5-



La résistance de sortie est définie par :

$$R_0 = e_0/i_0$$

Le courant de base est nul, ce qui entraîne :

$$R_0 = r_0 \parallel R_C = \frac{109.3 \times 3.2}{109.3+3.2} k\Omega = 3.11 k\Omega$$

6- On a :

$$\begin{aligned} v_0 &= \beta i_b R_L \parallel r_0 \parallel R_C \\ v_i &= r_\pi i_b \end{aligned}$$

$$A_v = \frac{v_0}{v_i} = -\frac{\beta}{r_\pi} \left( \frac{1}{R_L} + \frac{1}{R_C} + \frac{1}{r_0} \right)^{-1}$$

$$A_v = -\frac{125}{1.77} \left( \frac{1}{3.2} + \frac{1}{5} + \frac{1}{109.3} \right)^{-1} = -135.38$$

7- Gain en courant :

$$A_i = \frac{i_L}{i_i} = \frac{\frac{v_0}{R_L}}{\frac{v_i}{R_i}} = \frac{R_i}{R_L} \frac{v_0}{v_i} = -\frac{1.5}{5} A_v = -\frac{1.5}{5} 135.38 = -40.6$$