

**Examen Final**

**Exercice 1 (08 points)**

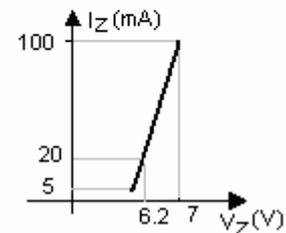
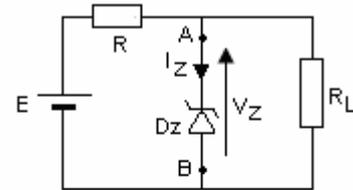
Une diode Zener est caractérisée par :

- Si  $I_Z = 100\text{mA}$ ,  $V_Z = 7\text{V}$  et si  $I_Z = 20\text{mA}$ ,  $V_Z = 6.2\text{V}$
- Sa caractéristique est linéaire pour  $5\text{mA} < I_Z < 100\text{mA}$ .

Cette diode est utilisée dans le montage ci-contre avec :

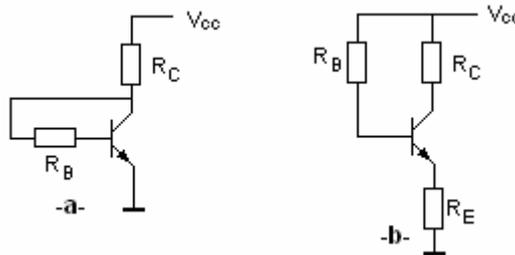
$E = 18\text{V}$ ,  $R = 100\Omega$ ,  $R_L = 100\Omega$

1. Déterminer l'équation de la caractéristique inverse  $I_Z = f(V_Z)$ .
2. Calculer la résistance dynamique  $R_d$  de la diode.
3. Déterminer le générateur de Thevenin entre les A et B.
4. Déterminer l'équation de la droite de charge.
5. Déduire le point de fonctionnement.
6. Entre quelles limites peut varier  $R_L$  pour que la Zener travaille dans la partie linéaire de sa caractéristique.



**Exercice 2 (04 points)**

On donne:  $V_{CC} = 15\text{V}$ ,  $V_{BE0} = 0.7\text{V}$ ,  $R_B = 200\text{k}\Omega$ ,  $R_C = 1\text{k}\Omega$ ,  $R_E = 100\Omega$ ,  $\beta = 100$



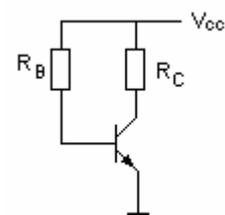
Calculer le courant collecteur pour chaque circuit.

**Exercice 3 (08 points)**

Un transistor NPN au silicium est utilisé dans le montage ci-contre.

On donne  $\beta = 120$ ,  $V_{CC} = 24\text{V}$ ,  $V_{BE} = 0.7\text{V}$ .

1. Calculer  $R_B, R_C$  pour que le point de fonctionnement  $M$  admette comme coordonnées  $V_{CE} = 6\text{V}$  et  $I_C = 20\text{mA}$ .
2. Si  $V_{CEsat} = 0\text{V}$ , calculer le courant de saturation  $I_{Csat}$ .
3. Si on suppose maintenant que  $50 < \beta < 200$ , déterminer à partir de quelle valeur de  $\beta$ , le transistor est saturé.
4. Déterminer l'équation de la droite de charge
5. Tracer la droite de charge en précisant les deux points de repos pour  $\beta = 50$  et  $\beta = \beta_{Max}$



# Corrigé - Type.

Exo 1 La caractéristique est une droite d'équation :

$$\textcircled{1} \quad I_Z = aV_Z + b, \quad a = \frac{\Delta I_Z}{\Delta V_Z} = \frac{100 - 20}{7 - 6,2} = \frac{80 \cdot 10^{-3}}{0,8} = 0,1$$

au point (100 mA, 7V)  $\rightarrow 0,1 = 0,1V_Z + b = 0,1 \cdot 7 + b \Rightarrow b = -0,6$

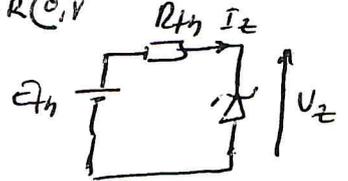
$$\Rightarrow I_Z = 0,1V_Z - 0,6 \quad \textcircled{0,1}$$

$$\textcircled{2} \quad \text{la résistance dynamique } R_d = \frac{\Delta V_Z}{\Delta I_Z} = \frac{1}{a} = 10 \Omega \quad \textcircled{0,1}$$

$$\textcircled{3} \quad E_{th} = V_{AB} = \frac{R_L}{R_L + R} E = \frac{1}{2} E = 9V, \quad R_{th} = \frac{R_L R}{R_L + R} = 50 \Omega \quad \textcircled{0,1}$$

$$\textcircled{4} \quad E_{th} - R_{th} I_Z - V_Z = 0 \Rightarrow I_Z = \frac{E_{th}}{R_{th}} - \frac{V_Z}{R_{th}}$$

$$I_Z = \frac{9}{50} - \frac{V_Z}{50} \quad \textcircled{1}$$



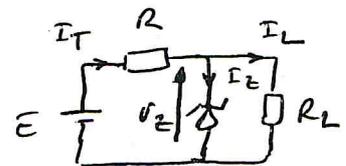
$\textcircled{5}$  le point de fonctionnement est l'intersection entre la caractéristique et la droite de charge.

$$\frac{9}{50} - \frac{V_Z}{50} = 0,1V_Z - 0,6 \Rightarrow V_Z = 6,5V \quad \textcircled{0,1}$$

$$\Rightarrow I_Z = 0,1 \cdot 6,5 - 0,6 = 0,05 A \quad \textcircled{0,1}$$

$$\textcircled{6} \quad \text{si } I_Z = 5 \text{ mA} \Rightarrow V_Z = 10 I_Z + 6 = 6,05 V$$

$$E - R I_T - V_Z = 0 \Rightarrow I_T = \frac{E - V_Z}{R} = \frac{18 - 6,05}{100} = 119 \text{ mA} \quad \textcircled{0,1}$$



donc  $I_L = I_T - I_Z = 119 - 5 = 114 \text{ mA} \Rightarrow R_L = \frac{V_Z}{I_L} = \frac{6,05}{114 \cdot 10^{-3}} = 53 \Omega \quad \textcircled{0,1}$

$$\text{si } I_Z = 100 \text{ mA} \Rightarrow V_Z = 7V \Rightarrow I_T = \frac{18 - 7}{100} = 110 \text{ mA} \quad \textcircled{0,1}$$

$$\Rightarrow I_L = 110 - 100 = 10 \text{ mA} \Rightarrow R_L = \frac{7}{10 \cdot 10^{-3}} = 700 \Omega \quad \textcircled{0,1}$$

Exo 2

Circuit a.  $V_{BE} + R_B I_B + R_C (I_C + I_B) = V_{CC}$

on suppose  $I_B \ll I_C \Rightarrow V_{BE} + R_B I_B + R_C I_C = V_{CC}$

puis  $I_C = \beta I_B \Rightarrow V_{BE} + R_B \frac{I_C}{\beta} + R_C I_C = V_{CC}$

$\Rightarrow I_C = \frac{V_{CC} - V_{BE}}{R_C + R_B/\beta} = \frac{15 - 0,7}{1 + 200/100} = 4,76 \text{ mA}$

Circuit b.  $R_E I_E + V_{BE} + R_B I_B = V_{CC} \Rightarrow R_E (I_C + I_B) + V_{BE} + R_B I_B = V_{CC}$

Tais  $I_E \approx I_C \Rightarrow V_{CC} = R_E I_C + V_{BE} + R_B I_C/\beta$

$\Rightarrow I_C = \frac{V_{CC} - V_{BE}}{R_E + R_B/\beta} = \frac{15 - 0,7}{100 + 200 \cdot 10^3 / 100} = \frac{14,3}{2100} = 6,8 \mu\text{A}$

Exo 3

①  $V_{CE} + R_C I_C = V_{CC} \Rightarrow R_C = \frac{V_{CC} - V_{CE}}{I_C} = \frac{24 - 6}{20} = 0,9 \text{ k}\Omega$

$V_{BE} + R_B I_B = V_{CC} \Rightarrow R_B = \frac{V_{CC} - V_{BE}}{I_B} = \frac{24 - 0,7}{20/120} \approx 140 \text{ k}\Omega$

②  $V_{CE\text{sat}} = 0 \text{ V} \Rightarrow I_{C\text{sat}} = \frac{V_{CC}}{R_C} = \frac{24}{0,9} = 26,7 \text{ mA}$

③  $I_{B\text{sat}} = \frac{I_{C\text{sat}}}{\beta}$ , le transistor est saturé pour  $I_B \geq I_{B\text{sat}} = \frac{I_{C\text{sat}}}{\beta}$   
 $\Rightarrow \beta \geq \frac{I_{C\text{sat}}}{I_B} \Rightarrow \beta \geq \frac{26,7}{20/120} \Rightarrow \beta \geq 160$

④ la droite de charge :  $I_C = \frac{V_{CC} - V_{CE}}{R_C} = -\frac{1}{0,9} (V_{CE} - 24)$

si  $\beta = \beta_{\text{max}} \Rightarrow V_{CE} = 0, I_C = I_{C\text{sat}}$

si  $\beta = 50 \Rightarrow I_C = \beta I_B = 50 \cdot 1/6 = 8,3 \text{ mA} \Rightarrow V_{CE} = 16,5 \text{ V}$

