



I Diode à effet tunnel

I.A Étude de la caractéristique statique

On considère dans toute la suite une diode à effet tunnel (ou diode Esaky) est une diode à semi-conducteur, qui remplit la fonction d'une diode dans les circuits où un temps de commutation¹ très court devient indispensable (jusqu'à 5 GHz). On donne en figure 1 le symbole de cette diode en convention récepteur et en figure 2 la caractéristique statique de celle-ci. Cette dernière a pour équation

$$i = f(u) = au^3 - bu^2 + cu$$

où a , b et c sont des constantes positives

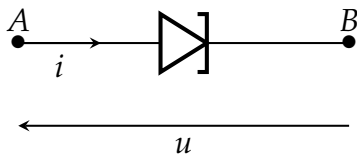


FIGURE 1 – Symbole de la diode à effet tunnel.

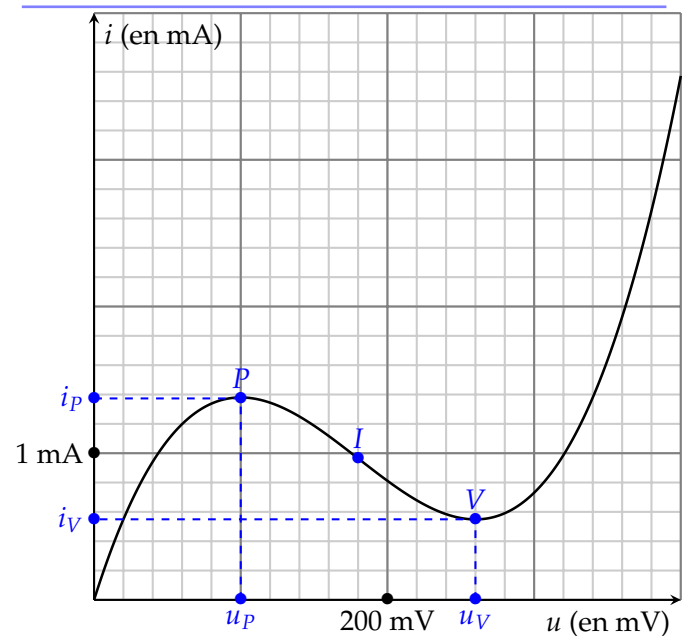


FIGURE 2 – Allure de la caractéristique statique.

On note sur cette caractéristique :

- un maximum local en P de tension $u_P = 100$ mV et d'intensité $i_P = 1,38$ mA ;
- un minimum local en V de tension $u_V = 260$ mV et d'intensité i_V ;

Entre la tension u_P et la tension u_V , la pente de la caractéristique est négative et présente un point d'inflexion en I .

|| **Question 1** : Quelles sont les dimensions des trois coefficients a , b et c ?

|| **Question 2** : Déterminer un système d'équations vérifiées par les trois constantes a , b et c .

|| **Question 3** : Donner alors l'expression littérale de a , b et c .

1. passage entre un état bloquant et un état passant
2. annulation de la dérivée seconde

|| **Données :** Le calcul précédent donne $a \approx 0,405u_{SI}$, $b \approx 0,219u_{SI}$ et $c \approx 0,0316u_{SI}$.

|| **Question 4 :** Quelle est la valeur de i_V ? Vérifier que cela correspond à la figure 2.

On appelle dans toute la suite résistance dynamique R_d telle que $\frac{1}{R_d} = \frac{di}{du}$.

|| **Question 5 :** Dans quelle zone de la caractéristique, cette résistance est-elle négative ?

|| **Question 6 :** Exprimer, en fonction des constantes a, b, c :

- la tension U_I de la diode au point d'inflexion I puis faire l'application numérique ;
- la résistance dynamique au niveau du point d'inflexion I puis faire l'application numérique.

I.B Point de fonctionnement de la diode

La diode tunnel est mise en série avec un générateur de tension (de force électro-motrice $E = 0,70$ V et de résistance interne $r = 8,0 \Omega$) et d'une résistance R ajustable entre $1,0 \Omega$ et $1,0 \text{ k}\Omega$ (voir figure 3).

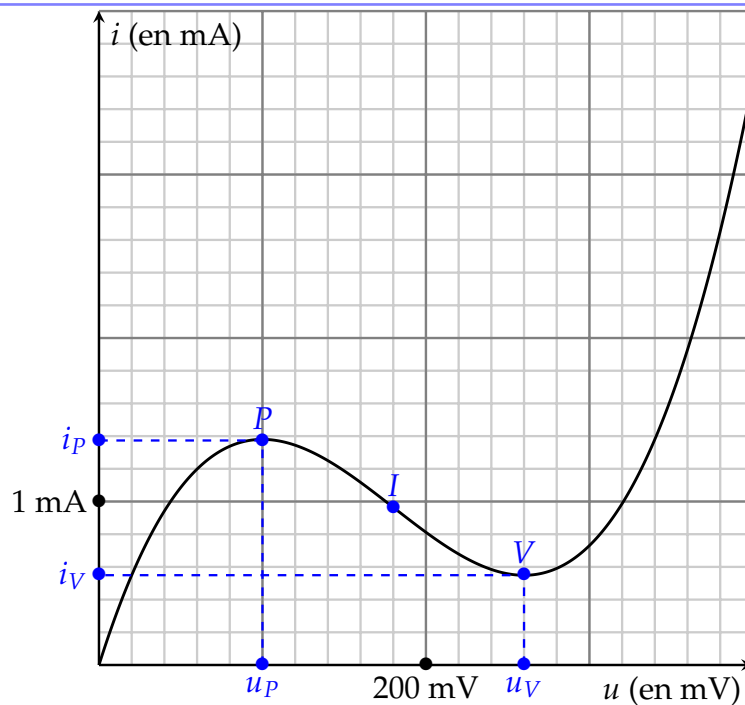


FIGURE 3 – Allure de la caractéristique statique.

|| **Question 7 :** On prend $R = 100 \Omega$ pour cette question et la suivante. Représenter sur la figure 4 la caractéristique de l'ensemble $\{E, r, R\}$. Déterminer alors graphiquement les coordonnées du point de fonctionnement.

|| **Question 8 :** Quelle est dans cette situation la puissance reçue par la diode ? Faire l'application numérique. De même, donner la puissance totale dissipée par effet Joule.

On reprend une valeur de R ajustable.

|| **Question 9 :** Justifier, par la méthode de votre choix, qu'il est possible d'avoir plusieurs points de fonctionnement. Pour quelles valeurs de R a-t-on plusieurs solutions ?

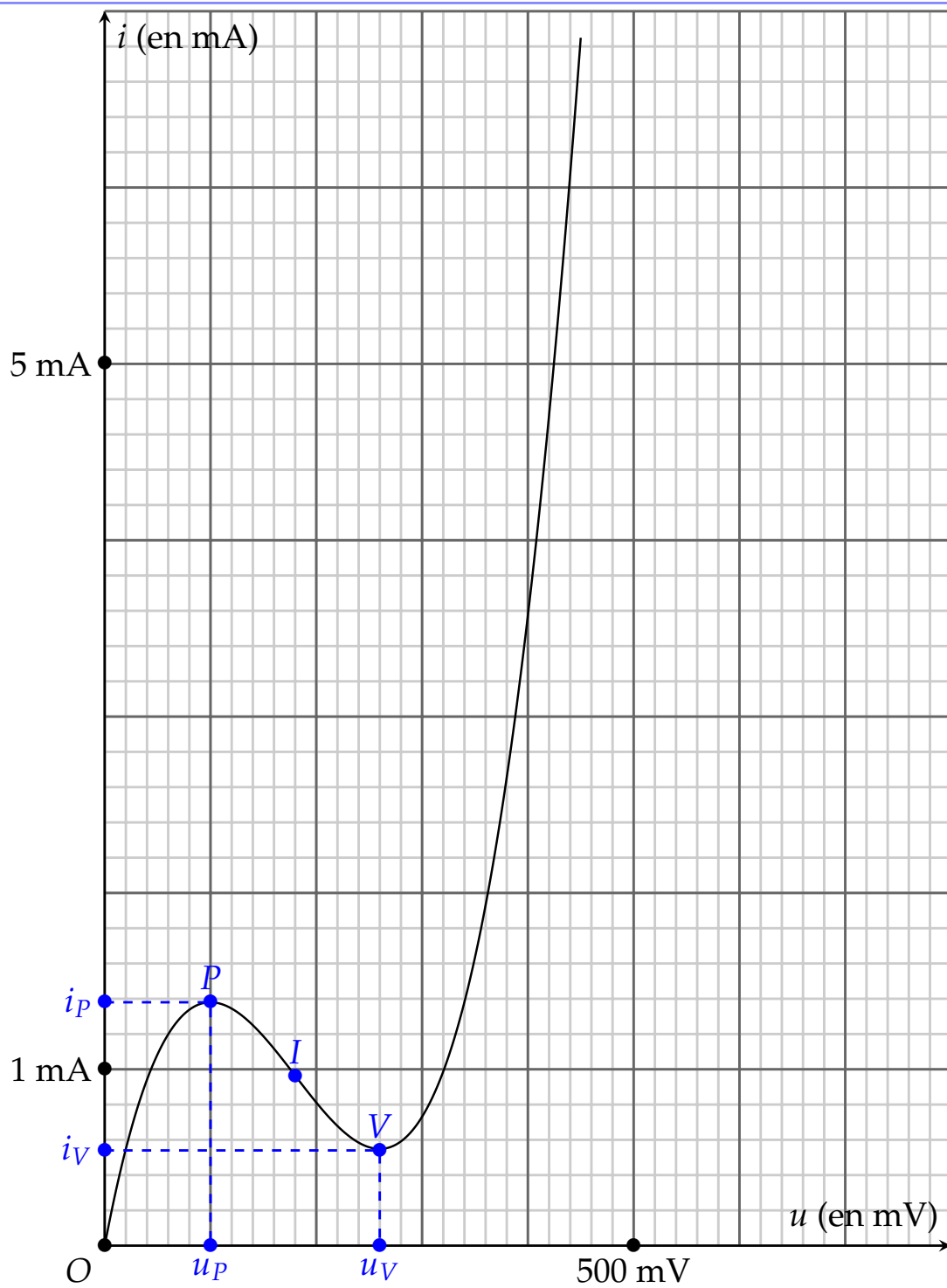


FIGURE 4 – Allure de la caractéristique statique.