ECOLE POLYTECHNIQUE UNIVERSITAIRE DE NICE SOPHIA-ANTIPOLIS

Cycle Initial Polytech
Première Année
Année scolaire 2007/2008

Epreuve de Quadripôles et de Diodes

Le 25 janvier 2008 **Durée : 1h30**

- **Cours, documents et calculatrice non autorisés.**
- **Vous répondrez directement sur cette feuille**
- **Tout échange entre étudiants (gomme, stylo, réponses…) est interdit**
- **Vous êtes prié :**
  - **d'indiquer votre nom et votre prénom**
  - **d'éteindre votre téléphone portable (– 1 point par sonnerie).**

Le barème est : Exercice I (9 points – 40mn), Exercice II (11 points - 50mn)

EXERCICE I : Quadripôle en représentation hybride (9 pts - 40 mn)

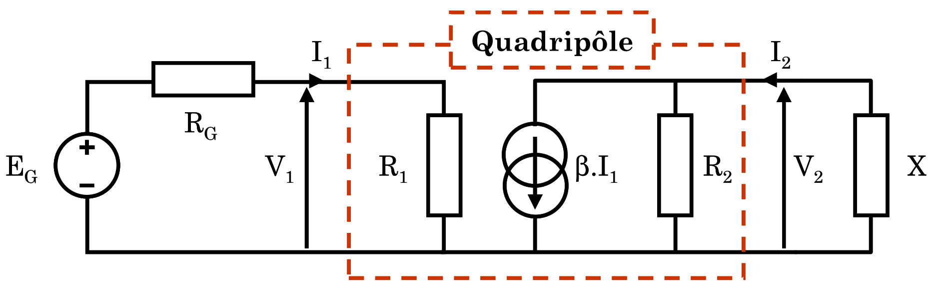


Figure I.1.

On se propose d'étudier les caractéristiques du montage de la figure (I.1) qui inclut un quadripôle constitué des éléments R_1, β et R_2. Ce quadripôle sera représenté par sa matrice hybride et on rappelle que :

$$\begin{bmatrix} V_1 \\ I_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} h_{11} & h_{12} \\ h_{21} & h_{22} \end{bmatrix} . \begin{bmatrix} I_1 \\ V_2 \end{bmatrix} \quad \text{et} \quad \begin{cases} V_1 = h_{11}.I_1 + h_{12}.V_2 \\ I_2 = h_{21}.I_1 + h_{22}.V_2 \end{cases} \qquad \text{(I.1)}$$

I.1. Etude du quadripôle

I.1.1. Quelle est la dimension du paramètre β ? **(0.25 pt)**

β est sans dimension

I.1.2. Par la méthode de votre choix, déterminer l'expression des paramètres hybrides du quadripôle en fonction de ses éléments. **(2 pts)**

Maille en entrée :

$$V_1 = R_1.I_1 = h_{11}.I_1 + h_{12}.V_2 \quad \textit{(1 pts)}$$

Noeud en sortie :

$$I_2 = \beta I_1 + \frac{V2}{R_2} = h_{21}.I_1 + h_{22}.V_2 \quad \textit{(1 pts)}$$

La matrice hybride du quadripôle s'écrit : $[h] = \begin{bmatrix} R_1 & 0 \\ \beta & \dfrac{1}{R_2} \end{bmatrix}$

I.1.3. Déterminer l'expression de la résistance d'entrée, R_E, du quadripôle. Dire alors si la charge branchée en sortie a une influence sur la résistance d'entrée. **(0.75 pt)**

A partir de la question (I.1.a) on peut écrire : $R_E = \dfrac{V_1}{I_1} = R_1$ ***(0.5 pt)***

Cette résistance est indépendante de la charge branchée en sortie ***(0.25 pt)***

I.2. Pré étude du circuit de la figure (I.1)

I.2.1. Déterminer l'expression du gain $A_V = V_2 / V_1$ en fonction de R_1, R_2, β et X. **(1.5 pts)**

Le nœud en sortie permet d'écrire :

$$I_2 = -\frac{V2}{X} = \beta I_1 + \frac{V2}{R_2}$$

On remplace alors I_1 par son expression :

$$-\frac{V2}{X} = \beta I_1 + \frac{V2}{R_2} = \beta \frac{V_1}{R_1} + \frac{V2}{R_2}$$

Et finalement :

$$A_V = -\frac{\beta}{R_1} \frac{X.R_2}{X + R_2}$$

I.2.2. Donner l'expression du gain A_V si on enlève la charge X ? Ce gain sera noté A_{V0}. **(0.5 pt)**

Si X tend vers l'infini, alors :

$$A_{V0} = -\frac{R_2}{R_1}\beta$$

I.2.3. Que fait le courant $\beta.I_1$ lorsque l'on enlève la charge X ? **(0.5 pt)**

Le courant $\beta.I_1$ circule dans la résistance R_2.

I.2.4. Déterminer l'expression du gain composite $A_{VG} = V_2 / E_G$ en fonction de R_G, R_1, R_2, β et X). **(0.5 pt)**

On a :

$$A_{VG} = \frac{V_2}{E_G} = \frac{V_2}{V_1}\frac{V_1}{E_G} = AV\frac{R_1}{R_1 + R_G}$$

I.3. Etude en fréquence du circuit de la figure (I.1)

Le composant X est une self de : $X = jL\omega$).

I.3.1. Montrer que le gain A_V peut se mettre sous la forme **(1.5 pts)** :

$$A_V = \frac{G}{1 - j\frac{\omega_C}{\omega}} \tag{I.2}$$

où G est un nombre réel. On précisera l'expression de G et de ω_C.

En remplaçant X dans l'expression du gain on trouve :

$$A_V = -\frac{\beta}{R_1}\frac{X.R_2}{X + R_2} = -\frac{R_2.\beta}{R_1}\frac{1}{1 + \frac{R_2}{X}} = -\frac{R_2.\beta}{R_1}\frac{1}{1 - j\frac{R_2}{L\omega}} = \frac{G}{1 - j\frac{\omega_C}{\omega}}$$ ***(1 pt)***

avec $G = -\frac{R_2}{R_1}\beta$ ***(0.25 pt)*** et $\omega_C = \frac{R_2}{L}$ ***(0.25 pt)***

I.3.2. Donner l'expression de $|A_V|$ en fonction de G et de ω_C. **(0.5 pt)**

$$|A_V| = \frac{|G|}{\sqrt{1 + \left(\frac{\omega_C}{\omega}\right)^2}}$$

I.3.3. Que devient $|A_V|$ lorsque ω tend vers 0 ou vers l'infini ? **(0.5 pt)**

$\lim_{\omega \to 0} |A_V| = 0$ ***(0.25 pt)*** et $\lim_{\omega \to \infty} |A_V| = |G|$ ***(0.25 pt)***

I.3.4. A quel type de filtre correspond l'association du quadripôle avec une self en sortie et que représente ω_C ? **(0.5 pt)**

C'est un filtre passe haut de pulsation de coupure ω_C.

EXERCICE II : Diode et droite de charge (11 pts - 50 mn)

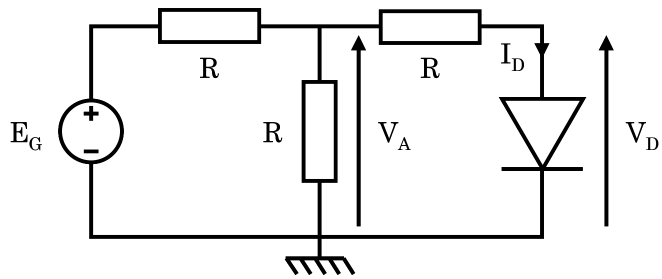


Figure II.1. *la résistance a pour valeur $R = 50\ \Omega$.*

On se propose d'étudier le montage de la figure (II.1). La caractéristique $I_D(V_D)$ de la diode est donnée à la figure (II.2).

II.1. Etude de la diode

II.1.1. Quelle est la valeur de la tension de seuil, V_S, de la diode ? **(0.5 pt)**

On trouve sur la courbe : $V_S = 0{,}4\text{V}$

II.1.2. Quelle est la valeur de la résistance série, R_S, de la diode ? **(0.5 pt)**

On trouve sur la courbe : $R_S = \dfrac{\Delta V_D}{\Delta I_D} = \dfrac{0{,}4}{0{,}01} = 40\Omega$

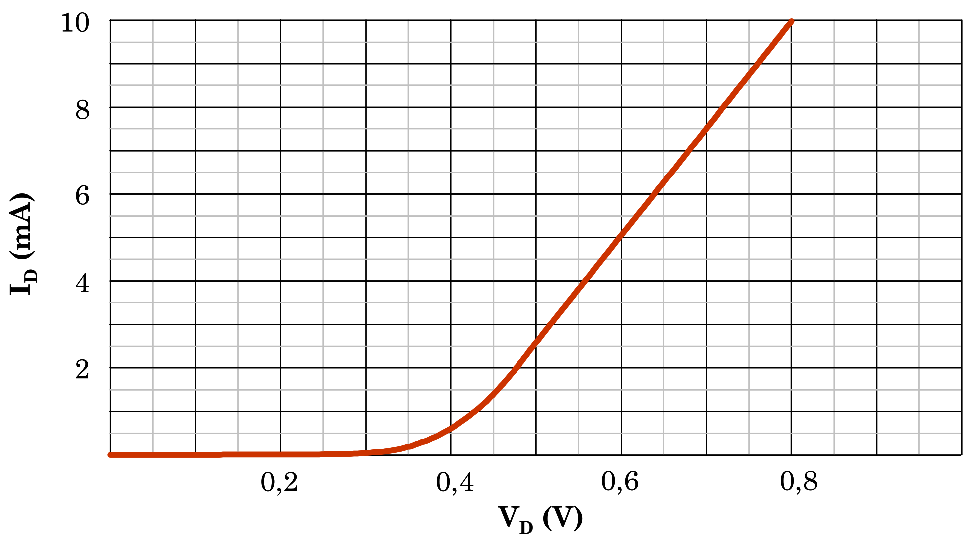


Figure II.2.

II.2. Droite de charge

II.2.1. Montrer (avec Thévenin) que, pour la diode, le montage de la figure (II.1) est équivalent au montage de la figure (II.3). **(1.5 pts)**

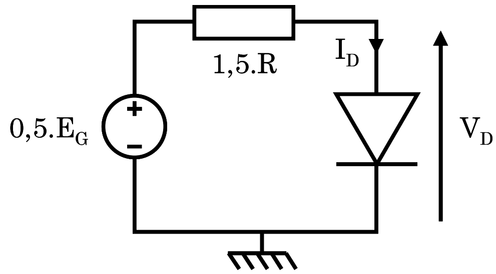
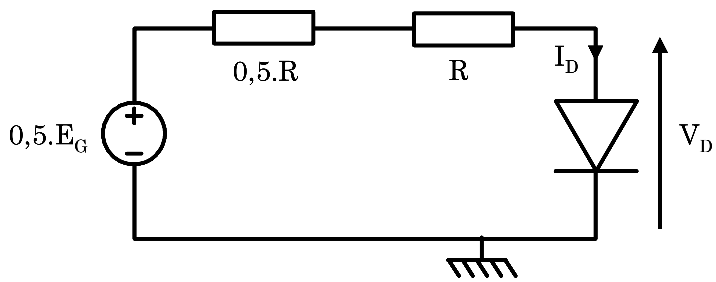


Figure II.3. *la résistance a pour valeur R = 50 Ω.*

On commence par déterminer le générateur équivalent de Thévenin :

$$E_{th} = \frac{R}{R+R} E_G = \frac{E_G}{2} \quad \text{et} \quad R_{th} = \frac{R.R}{R+R} = \frac{R}{2}$$



II.2.2. Donner l'expression de la droite de charge du montage ? **(1 pt)**

On écrit l'équation de la droite de charge à partir de l'équation de la maille :

$$0{,}5.E_G = 1{,}5.R.I_D + V_D \quad \text{soit} \quad I_D = \frac{0{,}5.E_G}{1{,}5.R} - \frac{V_D}{1{,}5.R}$$

II.2.3. La tension du générateur est E_G = 1,5 V. Donner les coordonnées de deux points particuliers de la droite de charge. **(1 pt)**

Si $V_D = 0$ alors $I_D = \frac{0{,}5.E_G}{1{,}5.R} = \frac{0{,}5.1{,}5}{1{,}5.50} = 10\text{mA}$

Si $V_D = 0{,}5.E_G$ alors $I_D = 0$

II.2.4. Tracer sur la figure (II.2.a) la droite de charge lorsque E_G = 1,5 V. **(1 pt)**

II.2.5. Déterminer graphiquement la valeur du courant I_D qui circule dans la diode et la tension à ses bornes, V_D ? **(1 pt)**

On trouve I_D = 3 mA (en fait 3,04 mA = $\frac{0{,}5.E_G - V_S}{1{,}5.R + R_S}$) et V_D = 0,52 V (en fait 0,522 V = $V_S + R_S.I_D$)

II.3. Variations temporelles de I_D et V_D

On applique un signal en dent de scie (), de période T_P, donné par :

$$E_G = 1{,}5 + \left(\frac{2{,}6}{T_P}.t - 1{,}3\right) \qquad \text{(II.1)}$$

II.3.1. Tracer sur la figure (II.2.a) les deux droites de charge qui correspondent au maximum et au minimum de E_G ? **(0.5 pt)**

II.3.2. Donner le domaine de variation de I_D et V_D. **(0.5 pt)**

$I_D \in [0 ; 8{,}7 \text{ mA}]$

$V_D \in [0{,}1 \text{ V} ; 0{,}75 \text{ V}]$

II.3.3. Sur la figure (II.2.b), tracer l'évolution temporelle de **$\underline{I_D}$** sur au moins une période. **(1.5 pts)**

II.3.4. Sur la figure (II.2.c), tracer l'évolution temporelle de **$\underline{V_D}$** sur au moins une période. **(2 pts)**

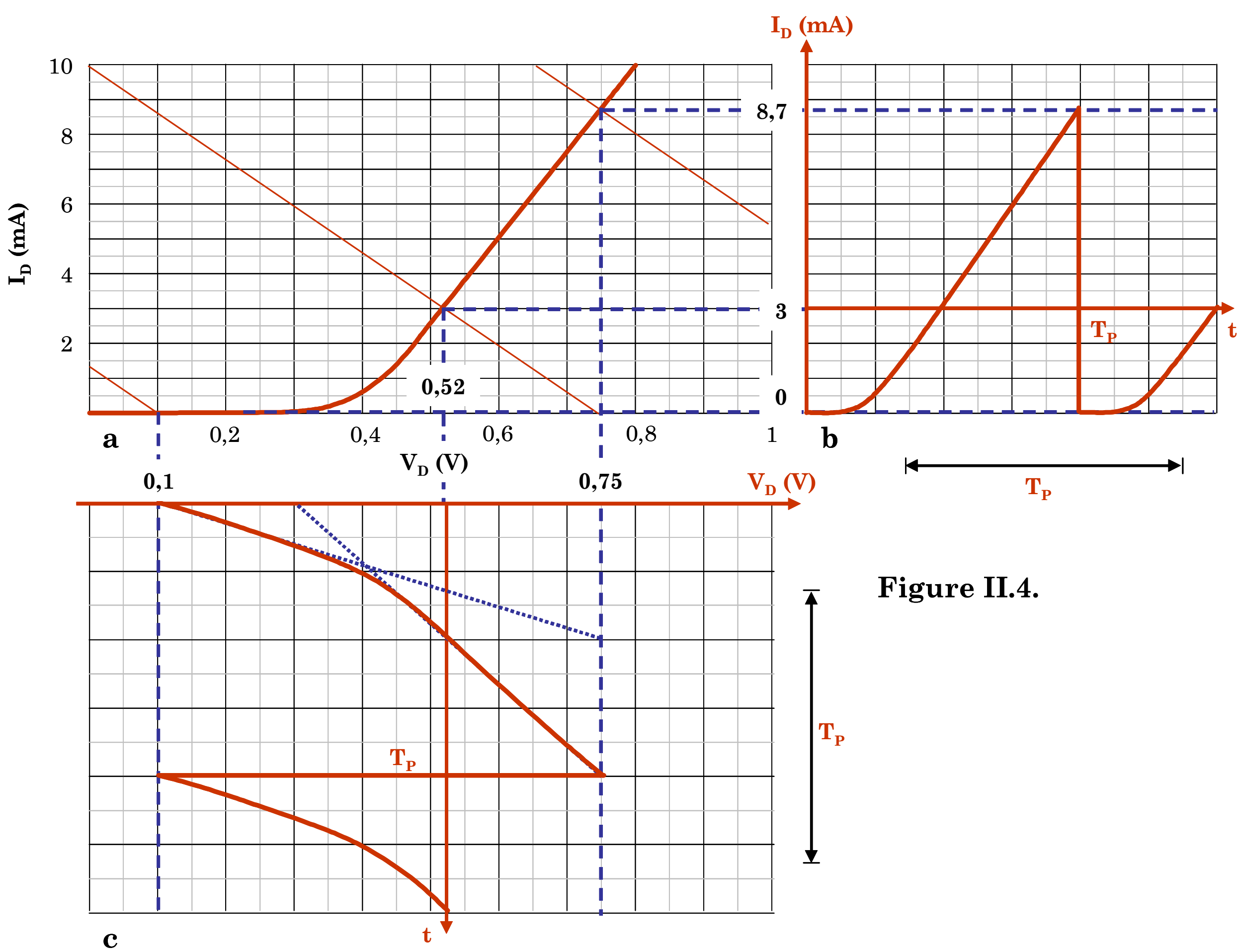


Figure II.4.