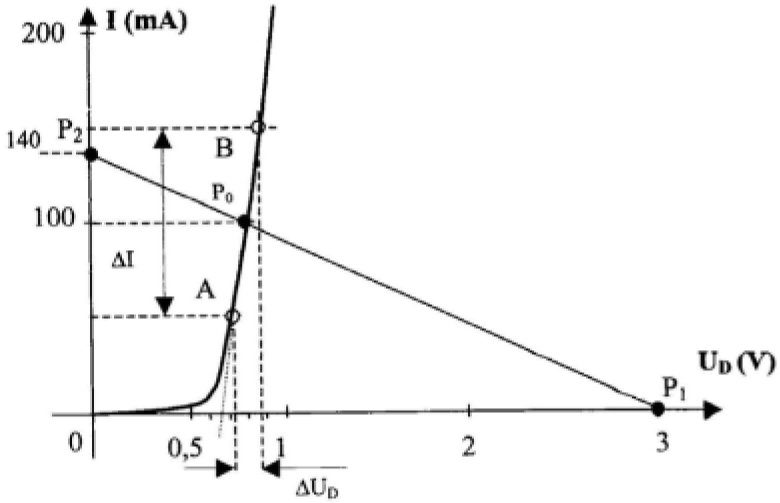
Solution TD Diode

Exercice 1

1. Le prolongement de la partie rectiligne de la caractéristique de la diode donne la tension de seuil $V_\gamma = 0,65$ V (Fig.



2. Une variation autour du point de fonctionnement donne la valeur de la résistance dynamique (Fig.

$$r_D = \frac{\Delta U_D}{\Delta I} = \frac{0,87-0,72}{(150-50)} \cdot 10^3 = 1,5\ \Omega$$

3. Dans le sens direct, la diode peut être modélisée par l'équation suivante :

$$U_D = V_\gamma + r_D.I$$

4. En appliquant la loi des mailles dans le circuit de la Fig on obtient :

$E = U_D + R.I$

Pour $I = 0 \Rightarrow U_D = E = 3$ V

Pour $U_D = 0 \Rightarrow I = \frac{E}{R} = \frac{3}{22} = 0,14$A

D'où l'équation de la droite de charge: $I = \frac{-U_D}{R} + \frac{E}{R}$ qui passe par les points P_1, P_2, définis par : P_1 : (3 V ; 0 mA), P_2 : (0 V ; 140 mA) et coupe la caractéristique au point de fonctionnement P_0 tel que P_0 : (0,8 V ; 100 mA).

Exercice 2

1.

- la diode est bloquée si $v_e \leq V_\gamma \Rightarrow i(t) = 0$
- la diode conduit si $v_e > V_\gamma$ et on a le schéma équivalent suivant : (Fig

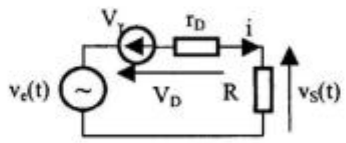


Fig.

En appliquant la loi des mailles, on obtient l'équation suivante :
$v_e(t) = V_\gamma + (R + r_D).i(t)$

$$\text{D'où} \quad i(t) = \frac{v_e(t) - V_\gamma}{R + r_D}$$

$$\text{Et } V_D(t) = v_e(t) - R.i(t) \left| \begin{array}{l} = v_e(t) \qquad \text{pour} \qquad i = 0 \\ \\ = \dfrac{r_D}{R + r_D} ve(t) + \dfrac{R}{R + r_D} V_\gamma \approx V_\gamma \text{ si } r_D << R \end{array} \right.$$

2. Allure de $V_D(t)$ et $i(t)$: (Fig.

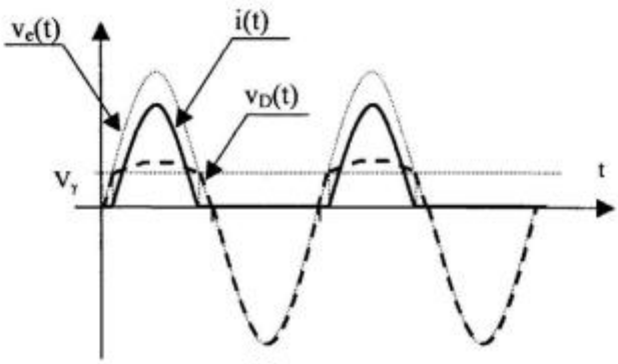


Fig.

3. A l'angle de déblocage θ, on aura :

$V_e(\theta) = V_\gamma = V_M \sin\theta$

D'où $\boxed{\theta = \text{Arcsin}\frac{V_\gamma}{V_M}}$

- Pour $V_M = 2V_\gamma$ ⇨ $\boldsymbol{\theta = \text{Arcsin}\frac{1}{2} = \frac{\pi}{6} = 0{,}52 \text{ rad}}$
- Pour $V_M = 10V$ ⇨ $\boldsymbol{\theta = \text{Arcsin}\frac{0{,}5}{10} = 0{,}05 \text{ rad}}$

4. Dans le cas d'une diode au Germanium $V_\gamma = 0{,}3$ V
   - Pour $V_M = 2V_\gamma$ ⇨ $\theta = \text{Arcsin}\frac{1}{2} = \frac{\pi}{6} = 0{,}52$ rd
   - Pour $V_M = 10V$ ⇨ $\theta = \text{Arcsin}\frac{0{,}3}{10} = 0{,}03$ rd

   On voit que le changement de la diode n'influe presque pas sur l'angle de déblocage de celle-ci. Pour un bon redressement on a intérêt à prendre $V_M >> V_\gamma$.
5. Lorsqu'on branche en parallèle sur R un condensateur C, ce dernier se charge, lorsque la diode est conductrice, jusqu'à la tension $V_M - V_\gamma$ (puisque $v_s(t) = v_e(t) - v_D(t)$) et lorsque la diode sera bloquée (si $v_e(t) < V_M - V_\gamma$) le condensateur se décharge à travers la résistance R. Pour un bon filtrage (obtention d'une tension vs(t) presque continue), on a intérêt à avoir une constante de temps RC grande devant la période.
6. L'allure sera comme suit : (Fig.

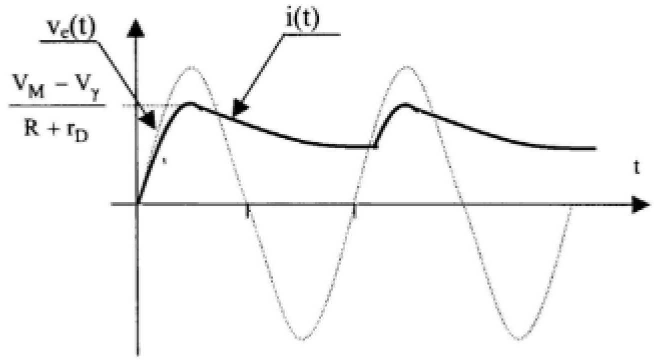


Fig.

1. Pour trouver le courant traversant la diode, on utilise le théorème de Thévenin.

- Détermination de R_{Th}:(Fig.

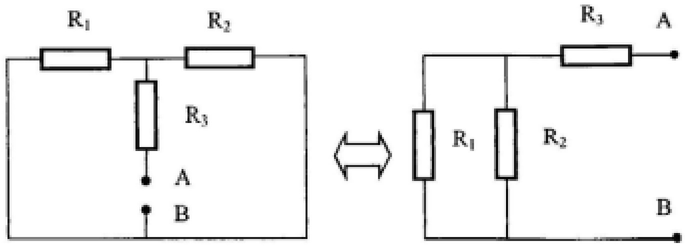


Fig.

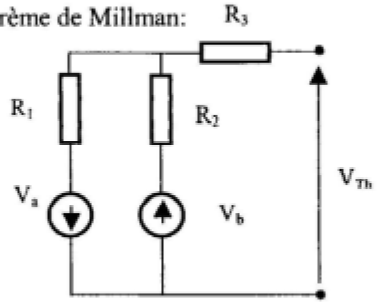
$$R_{Th} = \frac{R_1.R_2}{R_1 + R_2} + R_3$$

R_{Th} = 186 Ω

- Détermination de V_{Th} :(Fig.

Pour trouver V_{Th}, on applique le théorème de Millman:

$$\mathbf{V_{Th}} = \frac{\dfrac{\mathbf{V_b}}{\mathbf{R_2}} - \dfrac{\mathbf{V_a}}{\mathbf{R_1}}}{\dfrac{\mathbf{1}}{\mathbf{R_1}} + \dfrac{\mathbf{1}}{\mathbf{R_2}}}$$



<u>A.N.:</u> **V_{Th} = 857 mV**

Fig.

Le schéma du montage devient alors celui de la Fig. avec, d'après la Fig

V_γ = 0,5 V et r_D = 40 Ω.

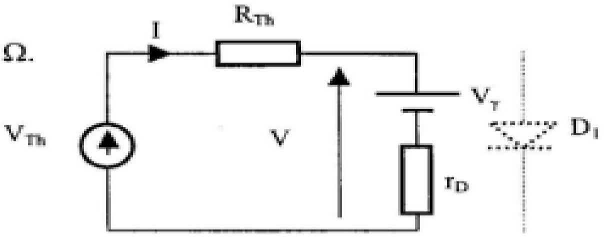


Fig.

La loi des mailles donne l'équation suivante:

$V_{Th} = V + R_{Th} . I$

$V_{Th} = V_\gamma + (R_{Th} + r_D) . I$

D'où $\mathbf{I} = \dfrac{\mathbf{V_{Th} - V_\gamma}}{\mathbf{R_{Th} + r_D}}$

A.N. : $I = \dfrac{0{,}857 - 0{,}47}{186 + 40} \approx 1{,}71\,\text{mA}$

2. Le point M est l'intersection de la droite de charge et de la caractéristique statique de la diode. C'est donc le point de fonctionnement.

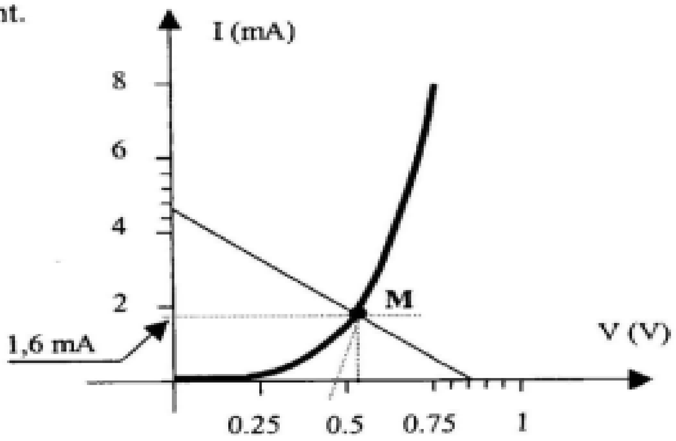


Fig.

L'équation de la droite de charge est :

$$I = -\frac{1}{R_{Th}}.V + \frac{V_{Th}}{R_{Th}}$$

$$\begin{cases} \text{Pour } V = 0 \Rightarrow I = \dfrac{V_{Th}}{R_{Th}} = 4{,}6\,\text{mA} \\ \text{Pour } I = 0 \Rightarrow V = V_{Th} \approx 850\,\text{mV} \end{cases}$$

3. La Fig. lonne la solution graphique:

$$\mathbf{I_0 \approx 1{,}6\ mA} \quad \textbf{et} \quad \mathbf{V_0 \approx 0{,}55\ V}$$

On peut vérifier que $V_0 = V_{Th} - R_{Th}.I_0 = 0{,}56$ V.

Exercice 4

1. Si la diode D_1 est bloquée la diode D_2 est forcément passante car son potentiel d'anode est le plus élevé du montage (V_{A2}=E=10 V) par suite les états possibles des diodes sont donc:
   a) D_1 bloquée, D_2 conduit;
   b) D_1 conduit, D_2 conduit;
   c) D_1 conduit, D_2 bloquée.

a) Si la diode D_1 est bloquée alors la diode D_2 est passante. (Fig.)
Or D_1 bloquée $\Rightarrow$ $v_N \geq v_e(t)$ et D_2 conduit $\Rightarrow$ v_N<10 V
soit : $v_e(t) \leq v_N$<10 V.

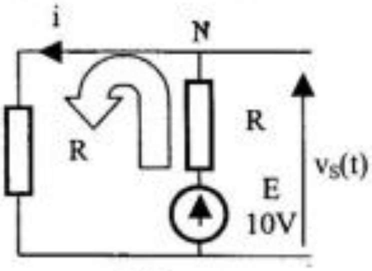


Fig.

On a dans ce cas :

$$v_s(t) = v_N = \frac{R}{R+R} \cdot E = \frac{E}{2} = 5V$$

Supposons maintenant que D_1 et D_2 conduisent; (Fig.)

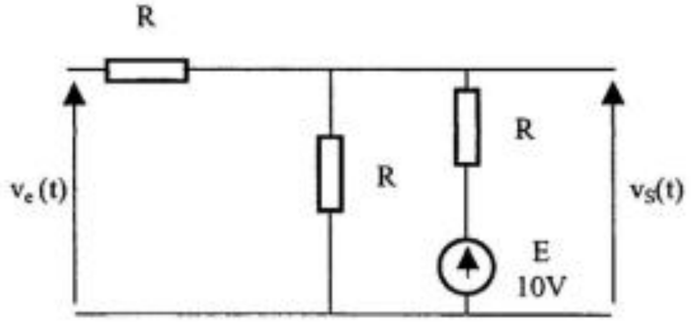


Fig.

- D_1 conduit $\Rightarrow$ $v_N \leq v_e(t)$
- D_2 conduit $\Rightarrow$ $v_N \leq 10$ V

Par ailleurs en appliquant le théorème de Millman on obtient :

$$v_S(t) = \frac{\frac{10}{R} + \frac{v_e(t)}{R}}{\frac{3}{R}} = \frac{v_e(t)+10}{3}$$

Les relations permettent de dire que cette hypothèse n'est possible que si : $\mathbf{v_e(t) \leq 20}$ **V**

Supposons enfin que D_1 conduit et D_2 bloquée; (Fig.

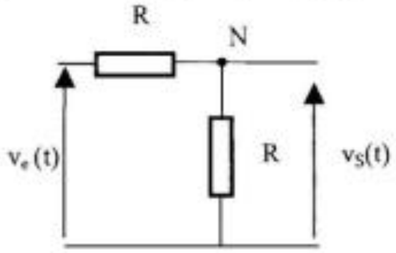


Fig.

- D_1 conduit $\Rightarrow$ $v_N < v_e(t)$

- D_2 bloquée $\Rightarrow$ $v_N \geq 10$ V

  On a ainsi $v_S(t) = v_N = v_e(t) / 2$.
  Cette hypothèse n'est donc possible que si :
  $v_e(t) / 2 \geq 10$ V $\Rightarrow$ $\mathbf{v_e(t) \geq 20}$ **V**

  et on a : $\mathbf{v_s(t) = v_e(t) / 2}$

2. Les courbes de $v_S = f(v_e)$ et $v_S = f(t)$ seront tracées à partir du résumé suivant: (Fig.
   - $v_e(t) \leq 5$ V $\Rightarrow$ $v_S(t) = 5$ V
   - 5 V $\leq v_e(t) \leq$ 20 V $\Rightarrow$ $\mathbf{v_S(t) = \dfrac{v_e(t) + 10}{3}}$: c'est une droite de pente 1/3.
   - $v_e(t) \geq 20$ V $\Rightarrow$ $v_s(t) = v_e(t) / 2$: c'est une droite de pente 1/2.