

NOM : PRENOM : GROUPE :

Contrôle 1 Electronique - CORRIGE

Les calculatrices et les documents ne sont pas autorisés. Le barème est donné à titre indicatif.
Réponses exclusivement sur le sujet

Exercice 1. Questions de cours (5 points)

Répondre aux questions suivantes. Une seule phrase suffit.

1. Pourquoi a-t-on besoin de doper les semi-conducteurs?

On a besoin de doper les semi-conducteurs pour augmenter leur conductivité et les rendre utilisables en électronique.

2. En quoi consiste le dopage?

Le dopage consiste à ajouter des éléments ayant 1 e^- de valence de + ou de - que le semi-conducteur.

3. Qu'est-ce qu'un modèle?

Un modèle est une représentation simplifiée d'un élément complexe.

4. Pourquoi modéliser la diode?

On modélise la diode car sa caractéristique est non-linéaire.

5. Citer les différents modèles de la diode du plus précis au moins précis.

Les 3 modèles de la diode sont:

- modèle réel
- modèle à seuil
- modèle idéal.

6. L'équation de la caractéristique d'une diode à jonction PN est donnée par l'équation suivante : $I_D = I_S \left(e^{\frac{V_D}{mV_T}} - 1 \right)$

Le courant I_S est appelé « Courant thermique ». Pourquoi ?

I_S est appelé Courant thermique car il est principalement formé de porteurs de charge issus de la thermogénération et qu'il dépend donc de la température.

On néglige généralement ce courant. Pourquoi sa valeur est-elle si faible ?

Comme il y a peu de porteurs de charges issus de la thermogénération, I_S est très faible.

7. En deçà d'une certaine tension, on voit apparaître un fort courant inverse. Quels sont les phénomènes à l'origine de ce courant ? (On ne vous demande pas de les expliquer)

Les 2 phénomènes à l'origine de ce courant sont :

- l'effet d'avalanche
- l'effet Zener.

8. Quelle est la particularité d'une diode Zener ?

Pour une diode Zener, le phénomène de claquage est non destructif et réversible, c'est-à-dire que la diode supporte un fort courant inverse sans dommage.

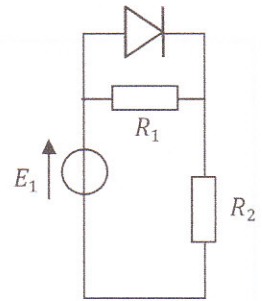
9. Qu'est-ce qu'un petit signal ?

Un signal est dit petit s'il permet de rester sur une portion linéaire de caractéristique.

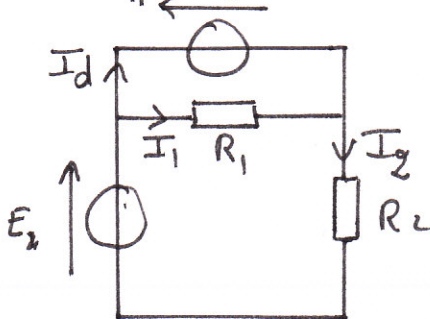
Exercice 2. Les diodes : Polarisation (6 points)

Soit le schéma suivant : On modélisera la diode en utilisant son modèle à seuil avec $V_0 = 0,7V$.

1. Si $R_1 = 10\Omega$, $R_2 = 10k\Omega$ et $E = 10V$, montrer que la diode est bloquée. (Rq : Utiliser un raisonnement par l'absurde)



Supposons la diode passante:



On a: $I_d = I_2 - I_1$ (Loi des nœuds).

Or, $I_1 = \frac{V_0}{R_1}$ $I_2 = \frac{E_1 - V_0}{R_2}$

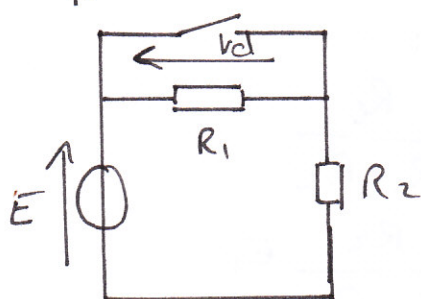
$$\Rightarrow I_d = \frac{10 - 0,7}{10 \cdot 10^3} - \frac{0,7}{10} = 0,93 \cdot 10^{-3} - 0,07 = -0,0607 \text{ A} < 0$$

\Rightarrow ABSURDE

cl: la diode est donc bloquée.

2. Si $R_1 = 100\Omega$, $R_2 = 50\Omega$ et $E = 10V$, montrer que la diode est passante. (Rq : Utiliser un raisonnement par l'absurde). Déterminer alors l'intensité du courant qui la traverse.

Supposons la diode bloquée:



On a $V_d = \frac{R_1}{R_1 + R_2} E$ (PDT)

$$= \frac{100}{150} \cdot 10 = \frac{20}{3} > 0,7V \Rightarrow \text{ABSURDE}$$

cl: la diode est donc passante.

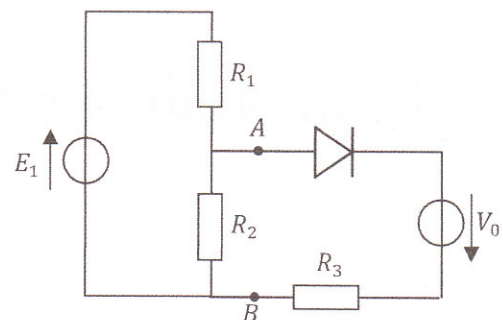
Comme dans la question 1, on a:

$$I_d = \frac{E - V_0}{R_2} - \frac{V_0}{R_1} = \frac{10 - 0,7}{50} - \frac{0,7}{100} = \frac{18,6 - 0,7}{100} = 179 \text{ mA}$$

Exercice 3. (5 points)

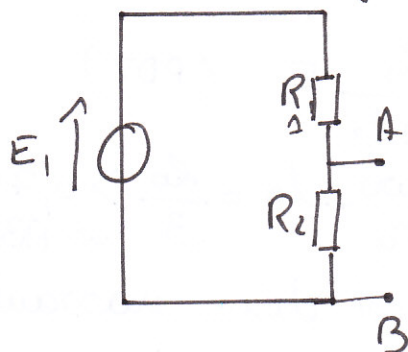
Soit le circuit suivant :

On souhaite calculer le courant qui traverse la diode. On se propose, pour cela, de simplifier le circuit en utilisant le théorème de Thévenin.



1. Déterminer le générateur de Thévenin équivalent à la partie gauche du circuit entre les deux bornes A et B.

On cherche le générateur de Thévenin équivalent à :



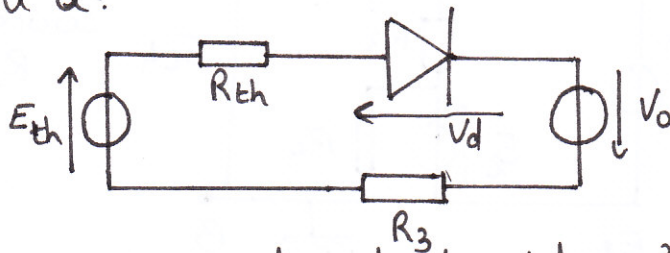
On trouve :

$$R_{th} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

$$E_{th} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} E_1$$

2. Montrer alors que la diode est passante et déterminer le courant qui la traverse.

En utilisant le résultat de la première question, on a :



Supposons la diode bloquée. On la remplace alors par un interrupteur ouvert. Il n'y a pas de courant dans le circuit et les tensions aux bornes de R_{th} et R_3 sont nulles. $\Rightarrow V_d = E_{th} + V_0 > V_{0d} = 0,7V$. \Rightarrow ABSURDE.

(Rq: Il manquait des données qui ont été précisées au cours de l'épreuve. $R_1 = R_2 = 1k\Omega$ $R_3 = 2k\Omega$ $E_1 = 20V$ $V_0 = 12V$)

⚠ V_0 = Tension aux bornes du générateur de droite.
La diode est donc passante et $I_d = \frac{E_{th} + V_0 - V_d}{R_{th} + R_3} = \frac{10 + 12 - 0,7}{1 + 2} = \frac{21,3}{3} = 7,1A$.

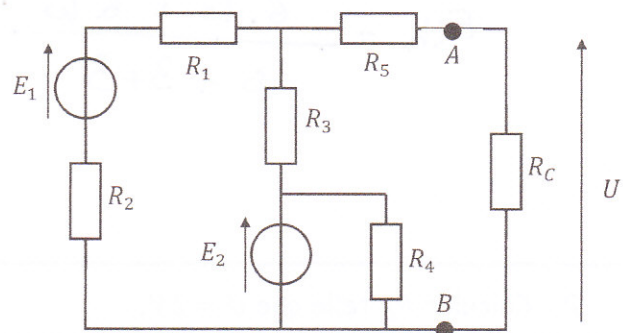
Exercice 4. (4 points)

Soit le circuit suivant, avec :

$$E_1 = 10V ; E_2 = 10V$$

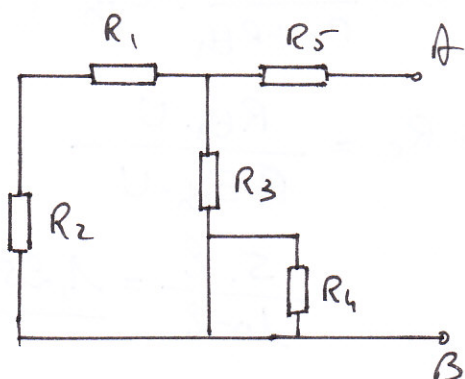
$$R_1 = 3k\Omega ; R_2 = 3k\Omega ; R_3 = 6k\Omega ;$$

$$R_4 = 10k\Omega ; R_5 = 2k\Omega$$



1. Déterminer le générateur de Thévenin "vu" par R_C .

• Détermination de R_{th} : On rend le dipôle passif

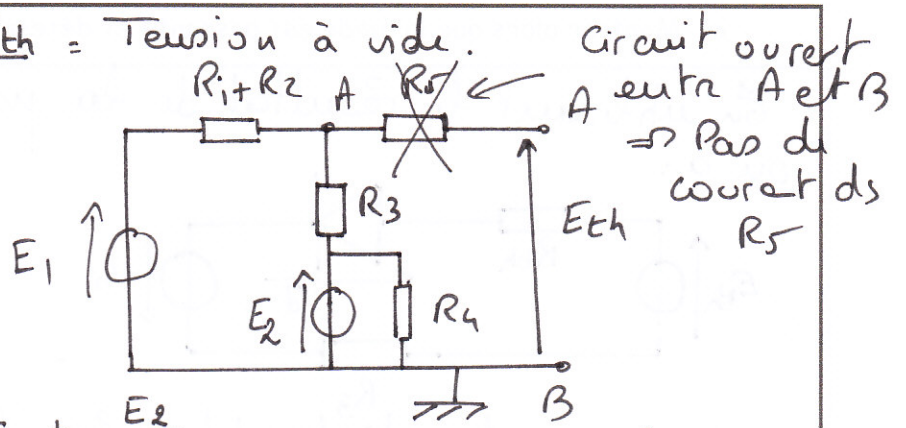


en annulant les 2 sources. et on imagine que le courant arrive par A et repart par B. R_4 est court-circuitée.

$$\Rightarrow R_{th} = R_5 + \frac{R_3(R_1 + R_2)}{R_1 + R_2 + R_3}$$

Détermination de E_{th} = Tension à vide.

En appliquant le théorème de Millman en A, on obtient:



$$V_A = E_{th} = \frac{\frac{E_1}{R_1+R_2} + \frac{E_2}{R_3}}{\frac{1}{R_1+R_2} + \frac{1}{R_3}} = \frac{R_3 E_1 + (R_1+R_2) E_2}{R_1 + R_2 + R_3}$$

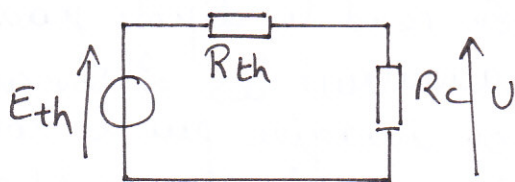
Rq: On pourrait aussi utiliser le théorème de superposition, qui faisait apparaître 2 PDT, mais, c'est plus long...

AN: $R_{th} = 2 + \frac{6(3+3)}{6+3+3} = 2 + \frac{6}{2} = \underline{5 k\Omega}.$

$$E_{th} = \frac{6 \cdot 10 + 6 \cdot 10}{6 + 3 + 3} = \underline{10 V}.$$

2. Calculer R_c telle que $U = 2 V$.

En utilisant le résultat précédent, on a:



$$U = \frac{R_c}{R_c + R_{th}} \cdot E_{th} \quad (PDT)$$

$$\Rightarrow R_c = \frac{R_{th} \cdot U}{E_{th} - U}$$

$$= \frac{5 \cdot 2}{10 - 2} = \underline{1,25 k\Omega}.$$