

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. Soyez concis, et précis!!

1. A $T = 0K$, un semi-conducteur pur est-il isolant ou conducteur ?

A $T = 0K$, un semi-conducteur est isolant.

2. A quoi correspond la lettre P ou N qui permet de différencier les 2 types de dopage?

La lettre P ou N désigne le signe de la charge des porteurs majoritaires.

3. Que se passe-t-il quand, sur un morceau de semi-conducteur, on dope différemment les 2 extrémités ?

Un phénomène de diffusion apparaît qui conduit à la création d'une zone de charges immobiles = la jonction PN.

4. Quand on n'applique aucune tension aux bornes d'une jonction PN, qu'est-ce qui bloque le phénomène de diffusion ?

Le champ électrique qui existe dans la jonction bloque le phénomène de diffusion.

5. En polarisation inverse, quelque soit le modèle utilisé pour la diode, on utilise un interrupteur ouvert. Pourquoi néglige-t-on le courant qui traverse la diode en inverse?

On néglige ce courant parce que les porteurs de charge qui composent ce courant sont ceux issus de la thermogénération et leur nbr est très faible.

6. Par quoi remplace-t-on la diode lorsqu'elle est passante si on utilise son modèle le moins précis? Faites un schéma, sans oublier de préciser où se trouvent anode et cathode.



On remplace la diode par un fil.

1/0,5

7. Par quoi remplace-t-on la diode lorsqu'elle est passante si on utilise son modèle le plus précis? Faites un schéma, sans oublier de préciser où se trouvent anode et cathode.



On remplace la diode par 1 générateur de tension réel.

1/0,5

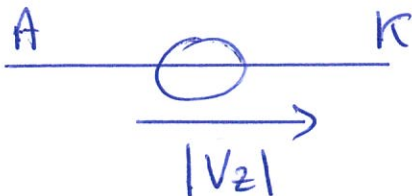
8. En deçà d'une certaine tension, on voit apparaître un fort courant inverse. Quels sont les phénomènes à l'origine de ce courant? (On ne vous demande pas de les expliquer)

Les phénomènes à l'origine de ce courant sont:
 → l'effet tunnel.
 → l'effet d'avalanche.

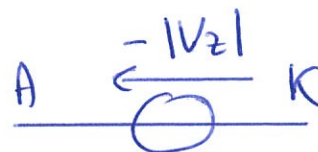
1/0,5

1/0,5

9. En polarisation inverse, par quel(s) composant(s) devez-vous remplacer la diode Zéner si vous utilisez son modèle à seuil? Faites un schéma, sans oublier de préciser où se trouvent anode et cathode.



∞



1/0,5

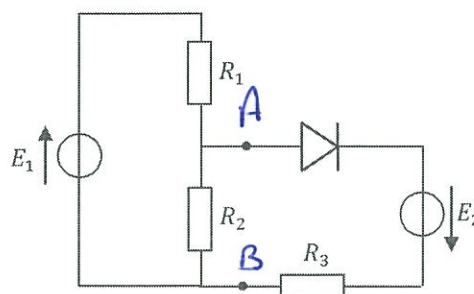
Exercice 2. Polarisation (5 points)

1. Soit le circuit suivant :

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

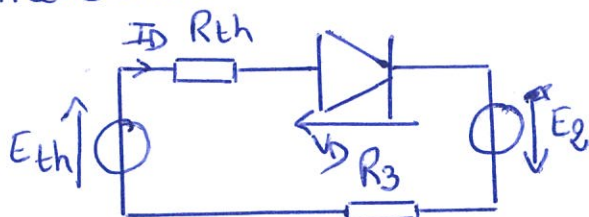
On prendra $R_1 = R_2 = 1k\Omega$, $R_3 = 2k\Omega$,
 $E_1 = 10V$ $E_2 = 12V$.

diode à seuil $V_0 = 0,7V$.



Supposons la diode bloquée.

On peut simplifier la partie gauche du circuit en utilisant le théorème de Thévenin.



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

$$= 5V.$$

$$R_{th} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = 500 \Omega.$$

Si la diode est bloquée, elle se comporte comme un interrupteur ouvert.

\Rightarrow les tensions aux bornes de R_{th} et R_3 sont nulles.

$$\Rightarrow V_D = E_{th} + E_2 = 17V > 0,7V.$$

\Rightarrow ABSURDE

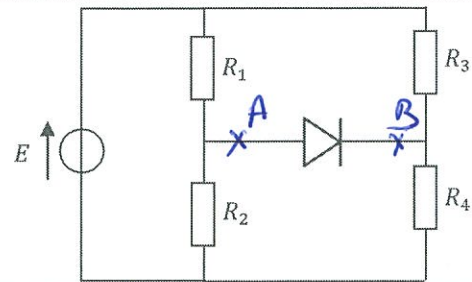
cl. La diode est passante et $V_D = V_0$

$$\Rightarrow \text{loi des mailles : } E_{th} + E_2 = (R_{th} + R_3)I_D + V_0$$

$$\Rightarrow I_D = \frac{E_{th} + E_2 - V_0}{R_{th} + R_3} = 6,58 \text{ mA.}$$

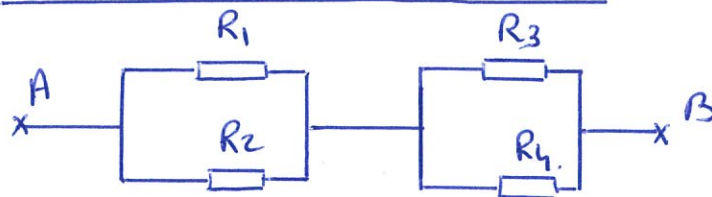
2. Soit le circuit suivant :

Déterminer l'état de la diode si $R_1 = 200\Omega$,
 $R_2 = 80\Omega$, $R_3 = 100\Omega$, $R_4 = 200\Omega$ et
 $E = 10V$.



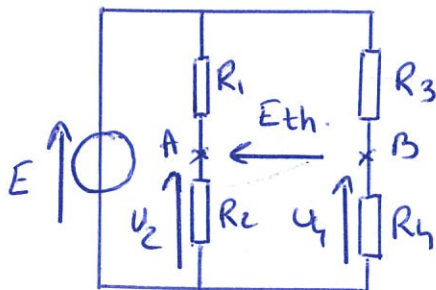
Déterminons le générateur de Thévenin
 vu par la diode.

• Détermination de R_{th}



$$R_{th} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} + \frac{R_3 R_4}{R_3 + R_4}$$

• Détermination de E_{th}

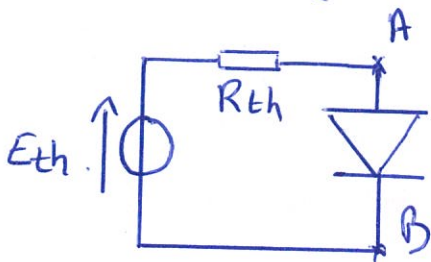


R_1 et R_2 en série
 \Rightarrow PDT: $U_2 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} E$

R_3 et R_4 en série
 \Rightarrow PDT: $U_4 = \frac{R_4}{R_3 + R_4} E$

Loi des mailles: $E_{th} = U_2 - U_4$

A.N: $E_{th} = \left(\frac{2}{7} - \frac{2}{3} \right) \cdot 10 = -\frac{80}{21} V < 0$.



$E_{th} < 0 \Rightarrow$ Si la diode
 était passant, le courant
 circulerait de $B \rightarrow A$,
 c.à.d. de la cathode
 vers l'anode dans la
 diode \Rightarrow Impossible.

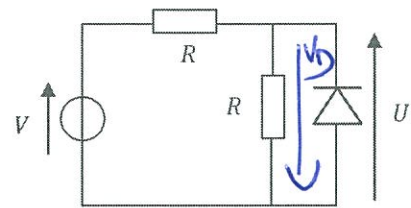
el La diode est bloquée.

Exercice 3. Caractéristique de transfert (5,5 points)

Soit le circuit suivant :

On souhaite tracer la caractéristique $U = f(V)$.

On utilisera le modèle réel pour modéliser la diode; et on appellera V_0 sa tension de seuil, et r_D sa résistance interne.



1. Donner l'expression de U si la diode est passante.

Rq: Pour une analyse plus simple, on peut, en utilisant le théorème de Thévenin, simplifier le circuit ainsi :

\Rightarrow D passante :

$$U = U_D - V_0 = \frac{r_D}{\frac{R}{2} + r_D} \left(\frac{V}{2} + V_0 \right) - V_0.$$

2. Donner l'expression de U si la diode est bloquée.

$$U = \frac{r_D}{R + 2r_D} V - \frac{R}{R + 2r_D} V_0.$$

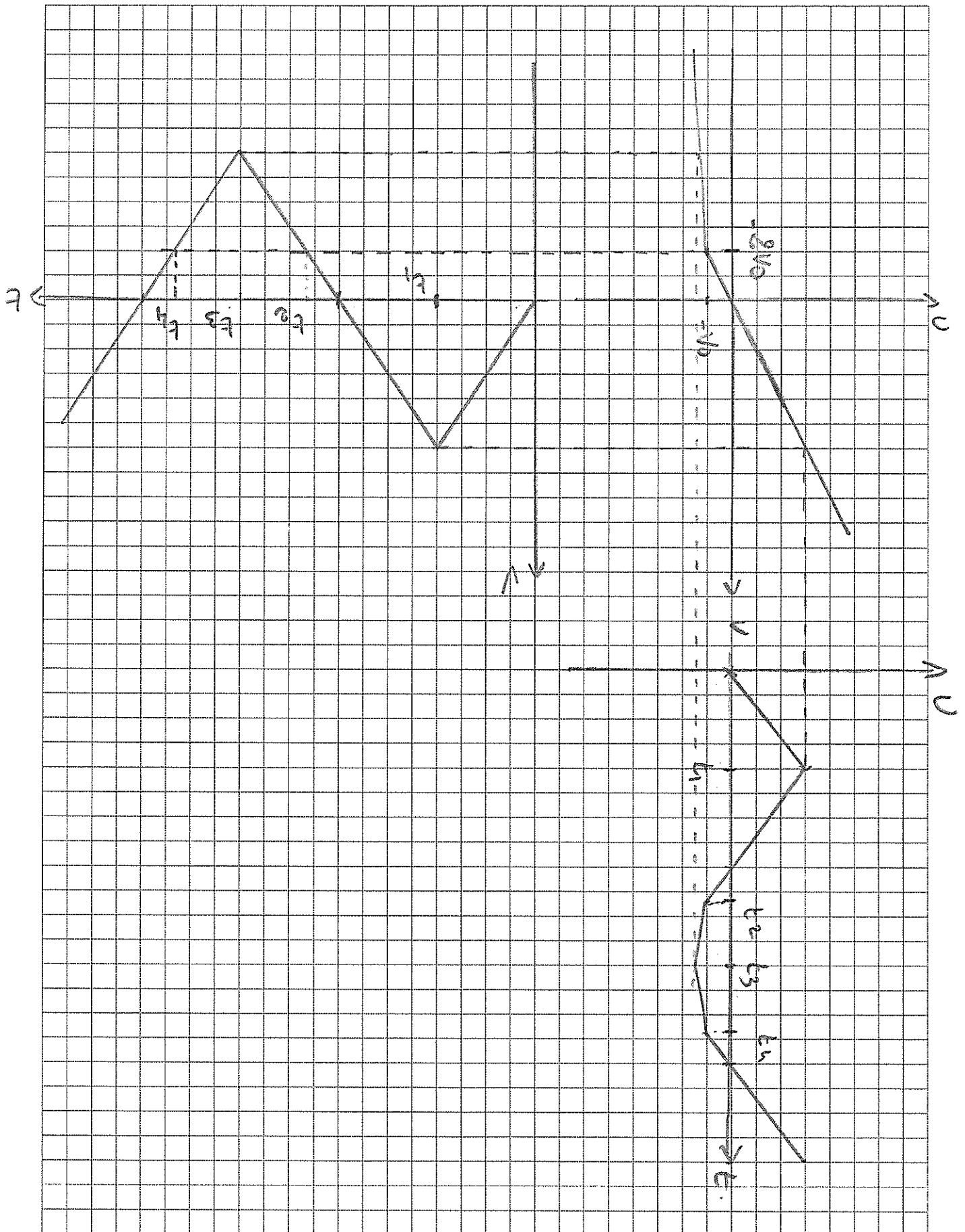
Si la diode est bloquée, $U = \frac{V}{2}.$

3. Pour quelles valeurs de V la diode est-elle bloquée?

La diode est bloquée si

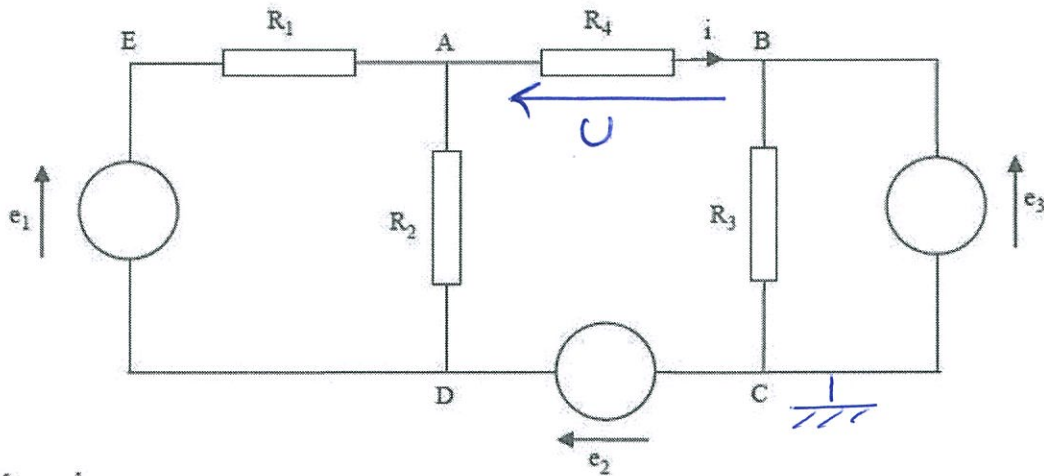
- si $V_D < V_0$.
- si $-U < V_0$.
- si $U > -V_0$.
- si $\frac{V}{2} > -V_0$.
- si $V > -2V_0$.

4. Tracer $U = f(V)$. En déduire l'allure de $U(t)$ si $V(t)$ est une tension triangulaire de valeur maximale strictement supérieure à V_0



Exercice 4. Révisions de SUP (4,5 points)

Soit le circuit suivant :



En utilisant la méthode de votre choix, déterminer l'expression de la tension aux bornes de R_4 .

On place la référence des potentiels en C.
On applique le théorème de Millman
en A.

$$V_A = \frac{\frac{e_1 + V_D}{R_1} + \frac{V_D}{R_2} + \frac{V_B}{R_4}}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_4}}$$

$$V_D = e_2 \quad V_B = e_3 \quad \text{et} \quad U = V_A - V_B.$$

$$\Rightarrow U = \frac{\frac{e_1 + e_2}{R_1} + \frac{e_2}{R_2} + \frac{e_3}{R_4}}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_4}} - \frac{e_3}{1} = \frac{e_3}{R_1} - \frac{e_3}{R_2} - \frac{e_3}{R_4}$$

$$= \frac{R_2 e_1 + (R_1 + R_2) e_2 - (R_1 + R_2) e_3}{R_1 + R_2 + \frac{R_1 R_2}{R_4}}$$

$$U = \frac{R_4 R_2 e_1 + R_4 (R_1 + R_2) e_2 - R_4 (R_1 + R_2) e_3}{R_1 R_4 + R_2 R_4 + R_1 R_2}.$$