



Partiel Electronique - CORRIGÉ

Les calculatrices et les documents ne sont pas autorisés. Le barème est donné à titre indicatif.

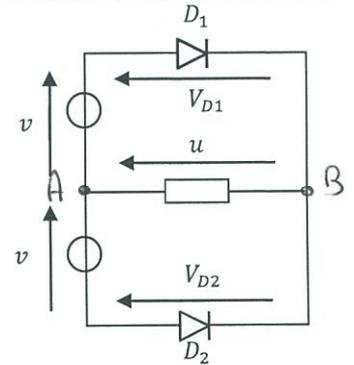
Réponses exclusivement sur le sujet. Si vous manquez de place, vous pouvez utiliser le verso des pages.

Exercice 1. Redresseur à point milieu (5 points)

Soit le montage ci-contre :

Les 2 sources v sont absolument identiques et on prend $v(t) = V_M \sin(\omega t)$

On utilise le modèle idéal pour les diodes.



- a) Durant l'alternance positive ($0 \leq t \leq \frac{T}{2}$), quelle diode est conductrice ? Justifiez votre réponse.

On sait que, dans une diode, le courant circule de l'anode vers la cathode. Si $v(t) \geq 0$, le courant circule de A \rightarrow B dans la branche où se trouve $D_1 \Rightarrow$ ok.
 de B \rightarrow A dans la branche où se trouve $D_2 \Rightarrow$ Impossible.
 \Rightarrow Seule D_1 est passante.

- b) Quelle est alors l'expression de u ?

La loi des mailles appliquée à la maille "du haut" donne : $v - V_{D1} + u = 0$
 $\Rightarrow u = -v$ car $V_{D1} = 0$ (D_1 conductrice + modèle idéal).

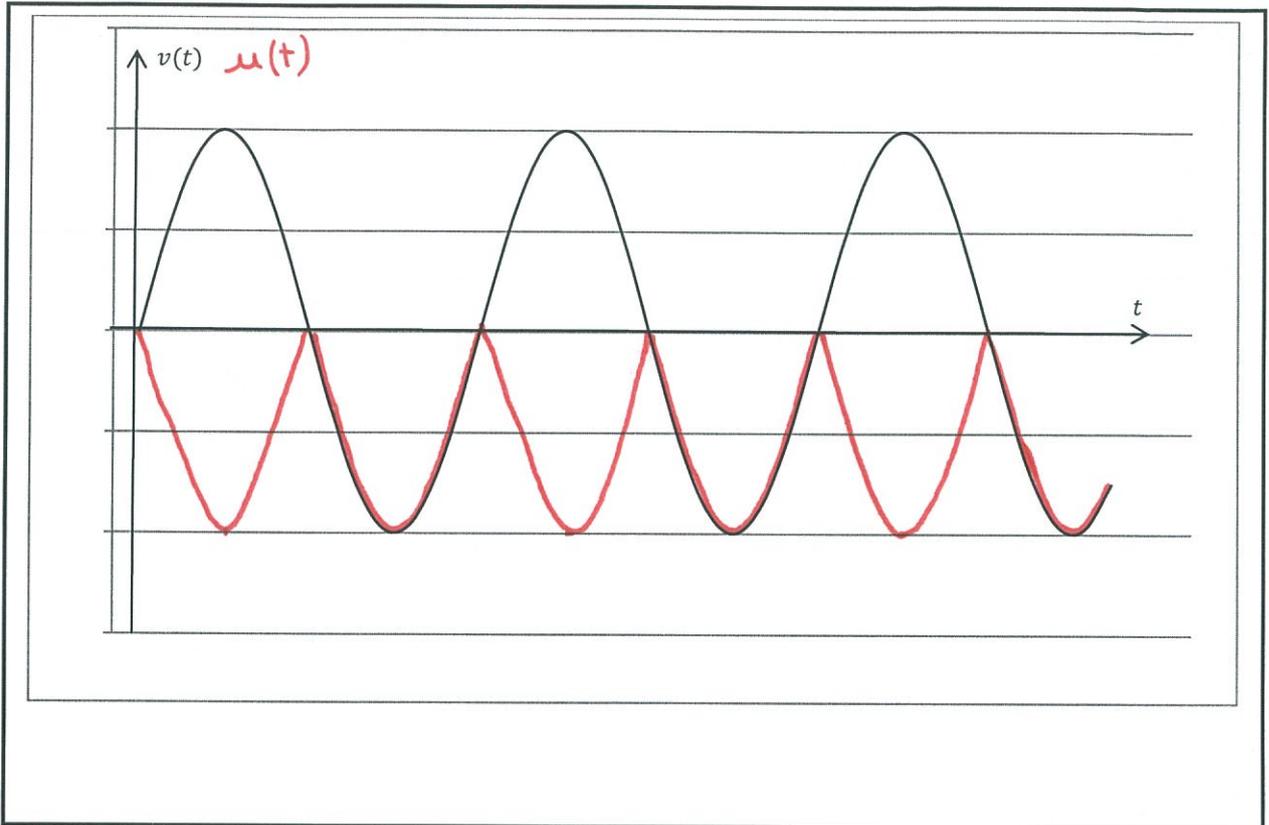
- c) Durant l'alternance négative ($\frac{T}{2} \leq t \leq T$), quelle diode est conductrice ? Justifiez votre réponse.

De la même façon qu'à la question a, le courant circule, si $v(t) < 0$:
 de B \rightarrow A dans la branche où se trouve $D_1 \Rightarrow$ Impossible.
 de A \rightarrow B dans la branche où se trouve $D_2 \Rightarrow$ ok.
 \Rightarrow Seule D_2 est passante.

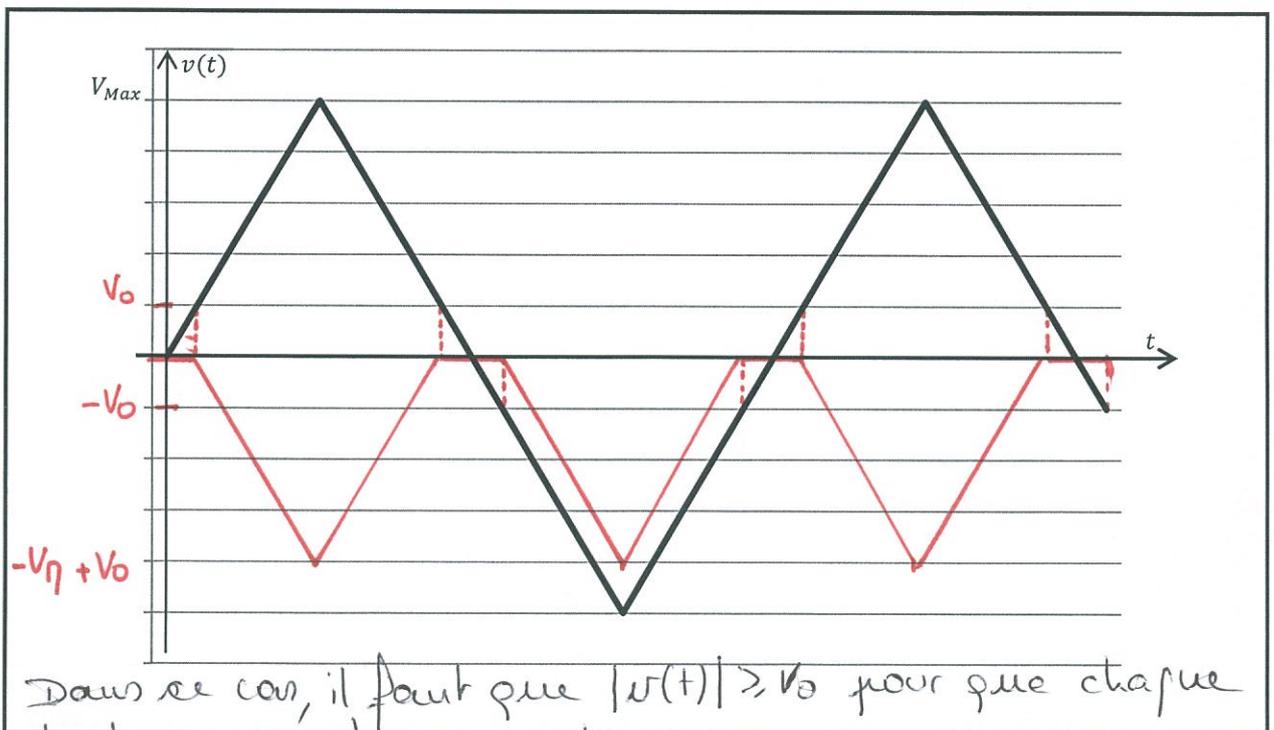
- d) Quelle est alors l'expression de u ?

La loi des mailles appliquée à la maille "du bas" donne : $v - u + V_{D2} = 0$
 $\Rightarrow u = v$ car $V_{D2} = 0$ (D_2 conductrice + modèle idéal).

e) Tracer alors $u(t)$.



f) On remplace désormais les diodes par leur modèle à seuil. Tracer l'allure de $u(t)$, en justifiant votre réponse. On notera V_0 la tension de seuil de chacune des diodes et on supposera que $V_M > V_0$.



Dans ce cas, il faut que $|v(t)| > V_0$ pour que chaque diode puisse être conductrice. Dans le cas contraire, les 2 diodes sont bloquées et $u(t) = 0$.
 De plus quand: D_1 est passant: $u(t) = -v(t) + V_0$ ^{2/6}
 D_2 est passant: $u(t) = v(t) + V_0$.

AD

Exercice 2. Diode Zéner (4 points)

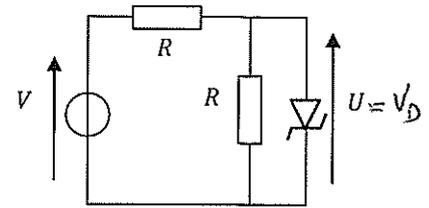
On considère le schéma suivant. $V \in \mathbb{R}$

Tracez la caractéristique de transfert c'est-à-dire $U = f(V)$ en substituant la diode par son modèle réel.

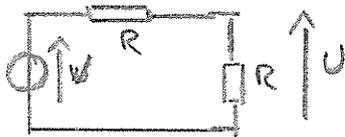
Vous préciserez les équations de chaque portion de caractéristique.

On notera V_0 la tension de seuil en direct, r_D , la résistance interne de

la diode en direct, V_Z , la tension de seuil Zéner et r_Z , la résistance interne de la diode en inverse.



1^{er} cas: D_Z bloquée.



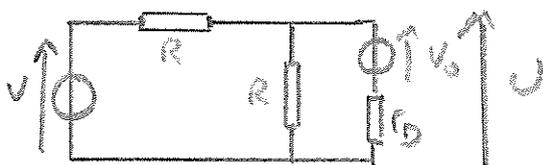
PDT:
$$U = \frac{R}{R+R} V = \frac{V}{2}$$

D_Z est bloquée si $-|V_Z| < U < V_0$

si $-|V_Z| < U < V_0$

si $-|V_Z| < \frac{V}{2} < V_0$ si $-2|V_Z| < V < 2V_0$

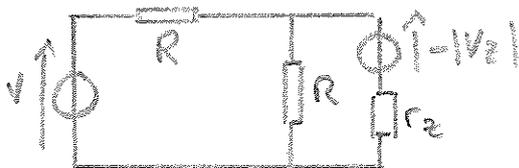
2^e cas: D_Z passant en direct ($V \geq 2V_0$).



Th de Millman:

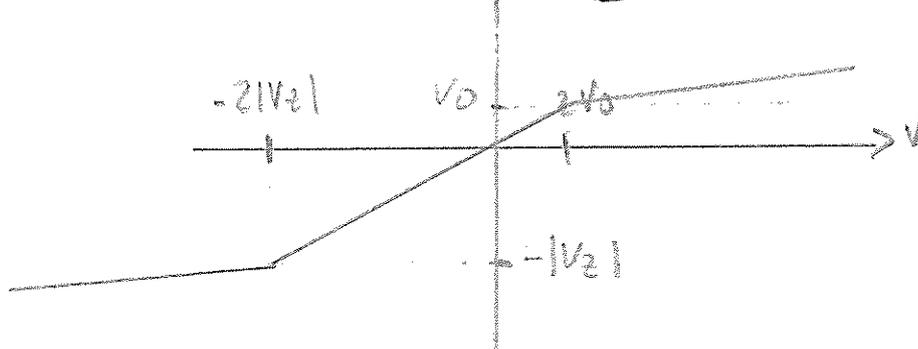
$$U = \frac{\frac{V}{R} + \frac{V_0}{r_D}}{\frac{1}{R} + \frac{1}{R} + \frac{1}{r_D}} = \frac{r_D}{2r_D + R} V + \frac{R}{2r_D + R} V_0$$

3^e cas: D_Z passant en inverse ($V < -2|V_Z|$)



Même raisonnement que précédemment en remplaçant V_0 par $-|V_Z|$

$$U = \frac{r_Z}{2r_Z + R} V - \frac{R}{2r_Z + R} |V_Z|$$



Exercice 3. Polarisation (4 points)

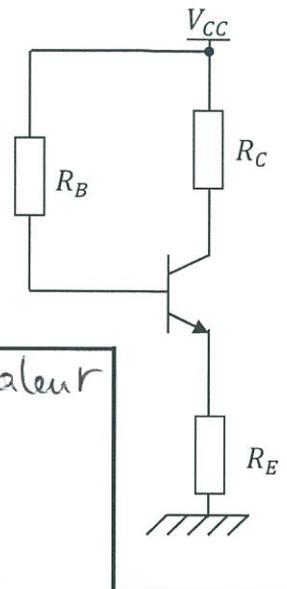
On considère le montage suivant.

On donne :

$$R_C = 4k\Omega, R_E = 1k\Omega, V_{CC} = 10V,$$

$$\beta = 100, V_{BE} = 0,6V \text{ si la jonction Base-Emetteur est passante.}$$

1. Déterminer le courant de saturation I_{CSAT} du transistor (c'est-à-dire le courant de collecteur quand le transistor fonctionne en mode saturé)



En mode saturé, le transistor est équivalent à un interrupteur fermé entre C et E

$$\Rightarrow V_{CE} = 0V \text{ et } I_E = I_{CSAT}$$

$$\Rightarrow V_{CC} = R_C I_{CSAT} + R_E I_E = (R_C + R_E) I_{CSAT}$$

$$\Rightarrow I_{CSAT} = \frac{V_{CC}}{R_C + R_E}$$

AN: $I_{CSAT} = \frac{10}{5} = 2 \text{ mA}$

2. En déduire la valeur minimale de la résistance R_B qui assure une polarisation du transistor dans sa zone de fonctionnement linéaire. On considérera que $\beta + 1 \approx \beta$.

Le transistor fonctionnera en mode linéaire si $I_B < \frac{I_{CSAT}}{\beta}$

Gr, $I_B = \frac{V_{CC} - V_{BE}}{R_B + (\beta + 1) R_E}$ (loi des mailles).

$$\frac{V_{CC} - V_{BE}}{R_B + (\beta + 1) R_E} < \frac{I_{CSAT}}{\beta}$$

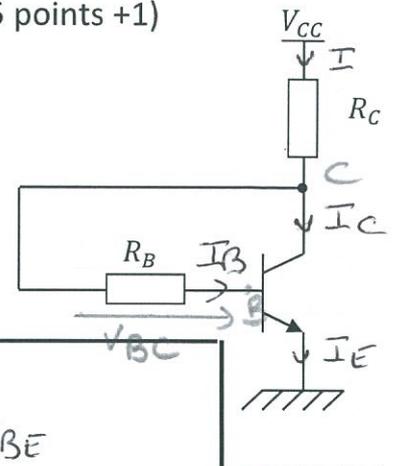
$$R_B > \frac{\beta \cdot (V_{CC} - V_{BE})}{I_{CSAT}} - (\beta + 1) R_E$$

AN: $R_B > R_{Bmin} = 369 \text{ k}\Omega$

Exercice 4. Polarisation par contre-réaction au collecteur (5 points +1)

On considère le montage suivant :

Déterminer le point de polarisation du transistor (c'est-à-dire les expressions des courants I_B , I_C et I_E , ainsi que des tensions V_{BE} , V_{BC} et V_{CE}).
On considèrera que $\beta + 1 \approx \beta$.



$$I = I_B + I_C = (\beta + 1) I_B$$

$$\text{Loi des mailles: } V_{CC} = R_C I + R_B I_B + V_{BE}$$

$$\Rightarrow I_B = \frac{V_{CC} - V_{BE}}{R_B + (\beta + 1) R_C} \quad I_C = \beta I_B \quad I_E = I_C + I_B$$

$$V_{CC} = R_C \cdot I + V_{CE} = (\beta + 1) \cdot R_C \cdot \frac{V_{CC} - V_{BE}}{R_B + (\beta + 1) R_C} + V_{CE}$$

$$\Rightarrow V_{CE} = V_{CC} - (\beta + 1) R_C \frac{V_{CC} - V_{BE}}{R_B + (\beta + 1) R_C}$$

$$V_{BC} = V_{BE} - V_{CE}$$

$$\text{Rq: Ou a aussi } V_{BE} = -R_B I_B$$

Question Bonus : Le transistor peut-il être saturé, sachant que $V_{BE} = 0,7V$ si la jonction Base-Emetteur est passante et que $V_{CE_{SAT}} = 0,2V$? Pourquoi ? On rappelle que le transistor fonctionne en mode linéaire si $V_{CE} > V_{CE_{SAT}}$

$$V_{CE} = V_{BE} - V_{BC} = V_{BE} + R_B I_B \quad \text{Or, } I_B > 0$$

$$\Rightarrow V_{CE} > V_{BE} = 0,7V > V_{CE_{SAT}}$$

\Rightarrow le transistor ne peut pas être saturé !

Exercice 5. QCM (2 points – Pas de point négatif)

- Q1. Le dopage permet de favoriser le phénomène de thermogénération.
 a- VRAI b- FAUX
- Q2. Si on prend du silicium comme élément semi-conducteur et qu'on le dope avec du silicium, on a :
 a- un dopage N c- un dopage NP
 b- un dopage P d- aucun dopage
- Q3. Dans un semi-conducteur intrinsèque, le nombre d'électrons libres est :
 a- égal au nombre de trous c- plus petit que le nombre de trous
 b- plus grand que le nombre de trous d- aucun des cas précédents
- Q4. Soit le circuit ci-contre : Quelle type de porte logique réalise ce montage ?

- a- ET c- NON ET
 b- OU d- NON OU

