



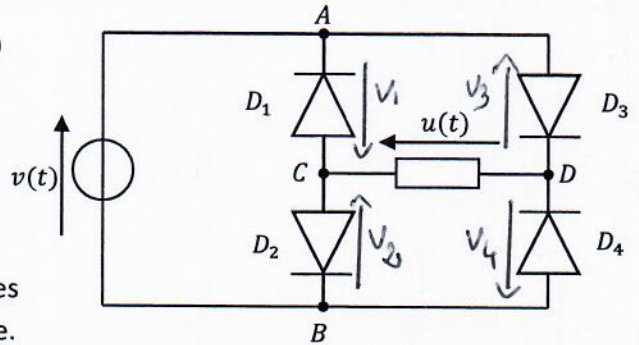
## Partiel Electronique - Corrigé

Les calculatrices et les documents ne sont pas autorisés. Le barème (sur 20,5) 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 double alternance (6 points)

Soit le montage ci-contre dans lequel  $v(t)$  est un signal périodique triangulaire, représenté dans les questions e et f. Pour les premières questions, on utilise le modèle idéal pour les diodes.



- a) Durant l'alternance positive ( $0 \leq t \leq \frac{T}{2}$ ), quelles diodes sont conductrices ? Justifiez votre réponse.

Durant l'alternance  $\geq 0$ ,  $D_3$  et  $D_2$  sont passantes car :

- dans une diode, le courant circule de l'anode vers la cathode
- dans un dipôle récepteur, le courant descend les potentiels.

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

Loi des mailles:  $v - V_3 + u - V_2 = 0$

$$\Rightarrow \underline{u = -v + V_3 + V_2 = -v} \quad \text{car les diodes sont idéales.}$$

- c) Durant l'alternance négative ( $\frac{T}{2} \leq t \leq T$ ), quelles diodes sont conductrices ? Justifiez votre réponse.

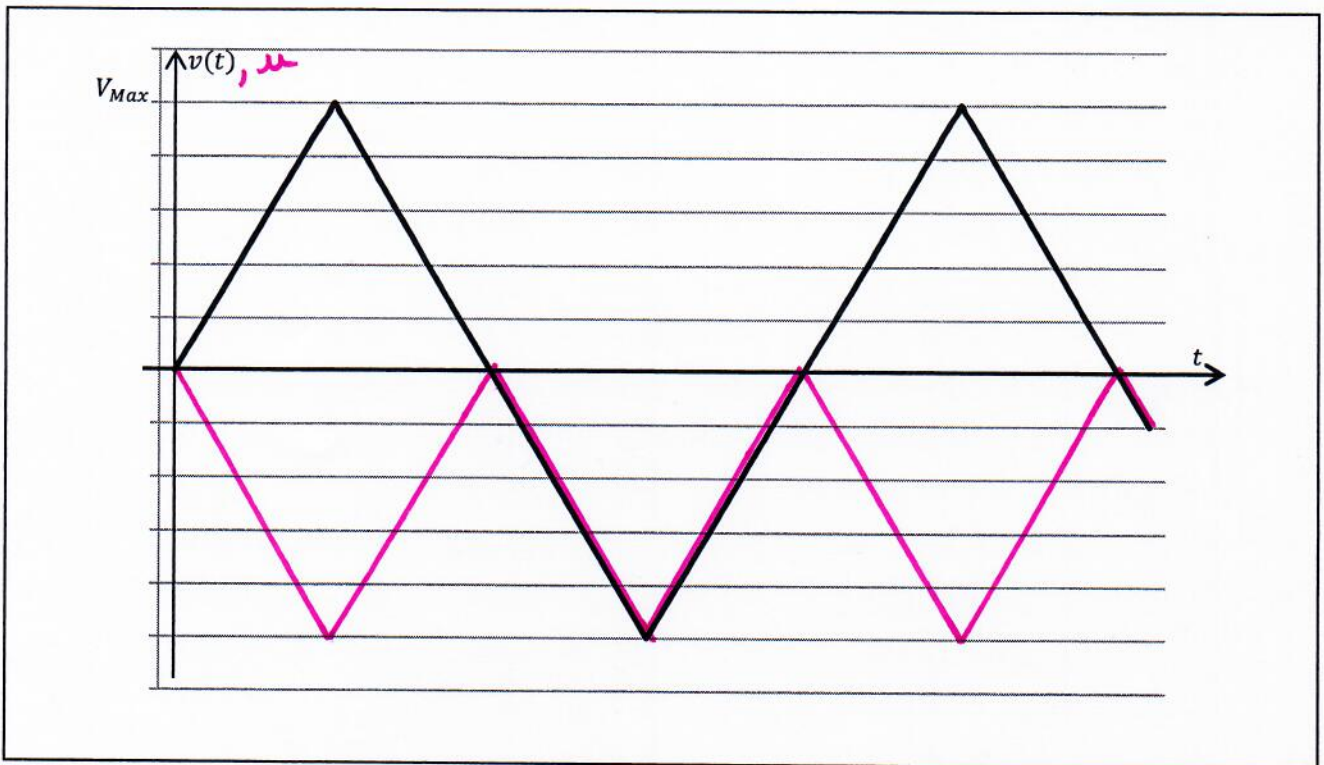
Pour les mêmes raisons qu'à la question a., les diodes passantes lors de l'alternance négative sont  $D_4$  et  $D_1$ .

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

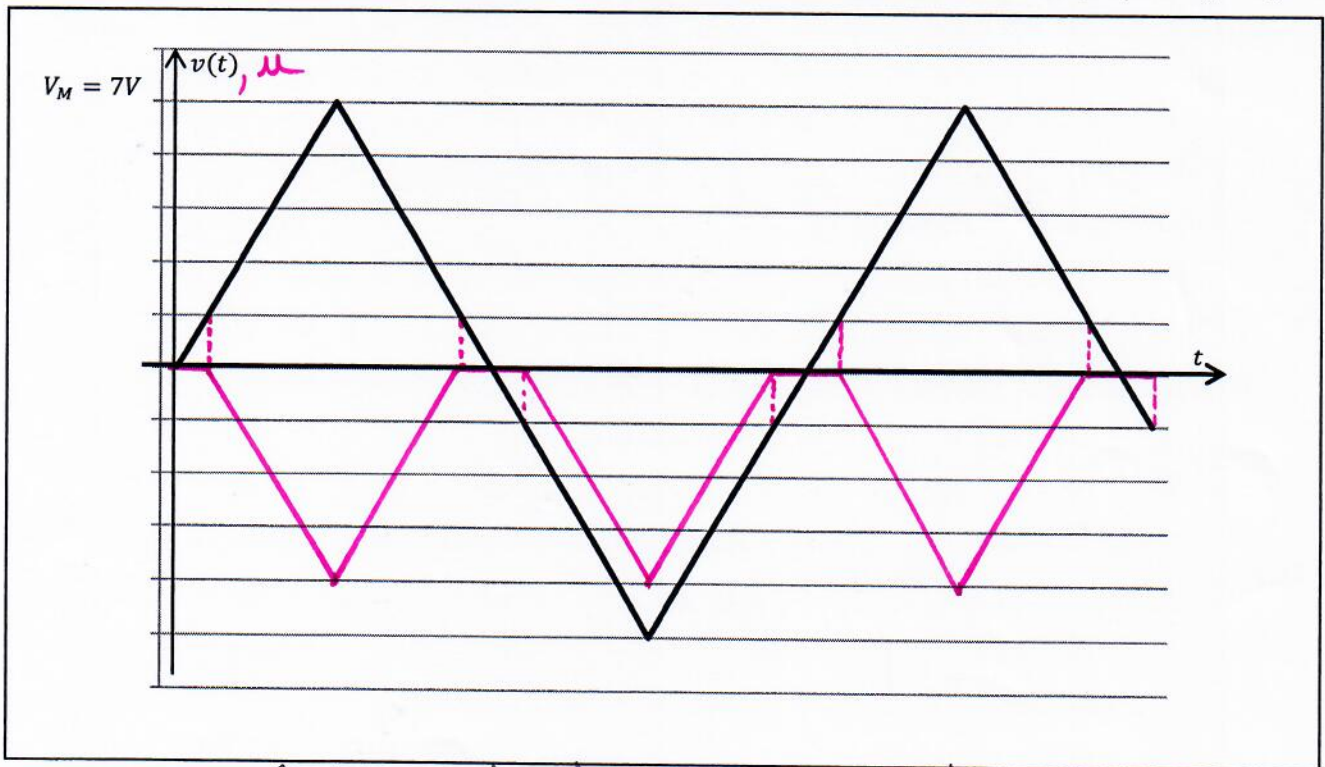
Loi des mailles:  $v + V_1 - u + V_4 = 0$

$$\Rightarrow \underline{u = v + V_1 + V_4 = v} \quad \text{car les diodes sont idéales.}$$

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 prendra  $V_0 = 0,7 V$ .

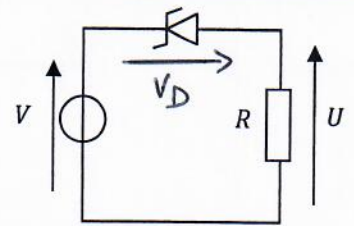


Par  $|v(t)| < 2V_0$ , les 4 diodes sont bloquées.  
 $\Rightarrow u(t) = 0$ .



**Exercice 2. Diode Zéner (4 points)**

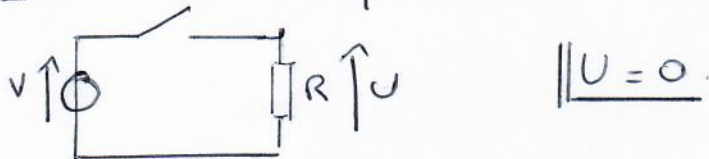
On considère le schéma suivant.  $V \in \mathbb{R}$



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

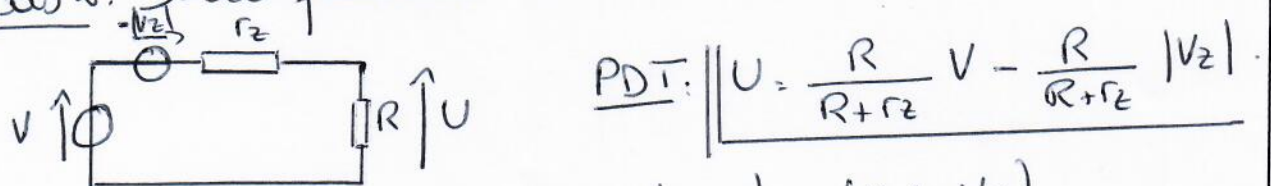
Vous préciserez les équations de chaque portion de caractéristique. On notera  $V_0$  la tension de seuil en direct,  $r_D$ , la résistance interne de la diode en direct,  $V_Z$ , la tension de seuil Zéner et  $r_Z$ , la résistance interne de la diode en inverse.

Cas 1: Diode bloquante.



$D_Z$  est bloquante si  $-|V_Z| < V_D < V_0$   
 si  $-|V_Z| < U - V < V_0$  ( $V + V_D = U$ )  
 si  $-|V_Z| < -V < V_0$  ( $U = 0$ )  
 si  $-V_0 < V < |V_Z|$

Cas 2: Diode passante en direct ( $V \geq |V_Z|$ ).

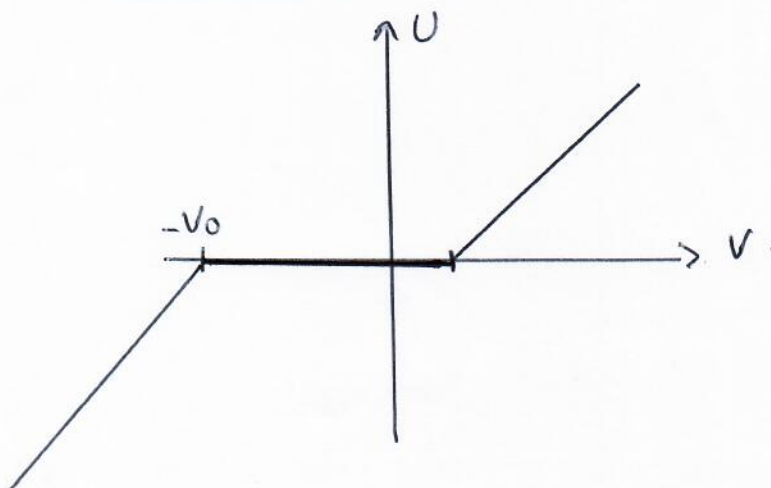


PDT:  $U = \frac{R}{R+r_Z} V - \frac{R}{R+r_Z} |V_Z|$

Cas 3: Diode passante en direct ( $V \leq -V_0$ ).



PDT:  $U = \frac{R}{R+r_D} V + \frac{R}{R+r_D} V_0$



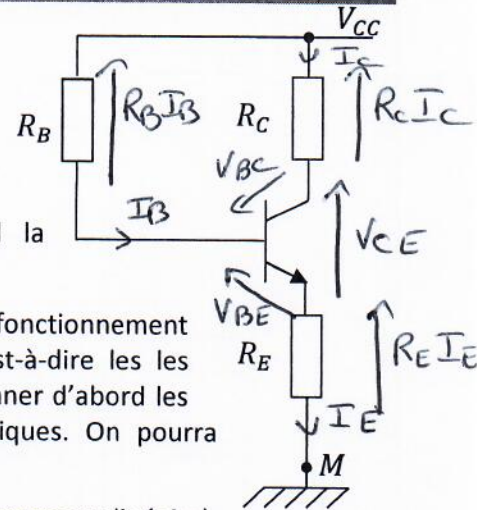
**Exercice 3.** Polarisation du transistor (6 points)

On considère le montage ci-contre, où :

- $R_B = 200\text{k}\Omega$ ,  $R_C = 500\Omega$ ,  $R_E = 1\text{k}\Omega$ ,  $V_{CC} = 10\text{V}$
- Caractéristiques du transistor:  $\beta = 100$ ,  $V_{BE} = 0,7\text{V}$  quand la jonction Base-Emetteur est passante et  $V_{CE\text{SAT}} = 0,2\text{V}$

1. En supposant que le transistor soit polarisé dans sa zone de fonctionnement linéaire, déterminer le point de polarisation du transistor (c'est-à-dire les courants  $I_B$ ,  $I_C$  et  $I_E$ , ainsi que les tensions  $V_{BE}$ ,  $V_{BC}$  et  $V_{CE}$ ). Donner d'abord les expressions littérales avant d'effectuer les applications numériques. On pourra considérer, **pour les calculs uniquement**, que  $\beta + 1 \approx \beta$ .

L'hypothèse de départ (transistor polarisé dans sa zone de fonctionnement linéaire) est-elle bien vérifiée ?



Le transistor étant polarisé dans sa zone de fonctionnement linéaire, on a  $V_{BE} = 0,7\text{V}$ .

Loi des mailles:  $V_{CC} = R_B I_B + V_{BE} + R_E I_E$

Hyp. on a  $I_C = \beta I_B$  et  $I_E = I_B + I_C = (\beta + 1) I_B$ .

$$\Rightarrow V_{CC} = R_B I_B + V_{BE} + (\beta + 1) R_E I_B$$

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

Puis,  $I_C = \beta \frac{V_{CC} - V_{BE}}{R_B + (\beta + 1) R_E}$  et  $I_E = (\beta + 1) \frac{V_{CC} - V_{BE}}{R_B + (\beta + 1) R_E}$

Loi des mailles:  $V_{CC} = R_C I_C + V_{CE} + R_E I_E$

$$\Rightarrow V_{CE} = V_{CC} - R_C I_C - R_E I_E$$

Enfin,  $V_{BC} = V_{BE} + V_{CE} = V_{BE} - V_{CE}$

AN:  $I_B = \frac{10 - 0,7}{200 + 100 \times 1} = \frac{9,3}{300} = 3,1 \cdot 10^{-2} \text{ mA} = 31 \mu\text{A}$

$$I_C = \beta I_B = 3,1 \text{ mA} \approx I_E$$

$$V_{CE} = 10 - (0,5 + 1) \cdot 3,1 = 5,35 \text{ V}$$

$$V_{BE} = -4,65 \text{ V}$$

On a  $V_{CE} \geq V_{CE\text{SAT}} \Rightarrow$  le transistor est bien polarisé dans sa zone linéaire.



2. Quelle est l'expression du courant de saturation  $I_{C_{SAT}}$  de ce transistor ?

$$I_{C_{SAT}} = I_C \text{ quand } V_{CE} = 0 \text{ V.}$$

$$\Rightarrow \text{loi des mailles. } V_{CC} - R_C I_{C_{SAT}} - R_E I_E = 0$$

or,  $I_E \approx I_C$  ici

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

AN:  $I_{C_{SAT}} = \frac{10}{1,5} \approx 6,67 \text{ mA} \left( = \frac{20}{3} \text{ mA} \right).$

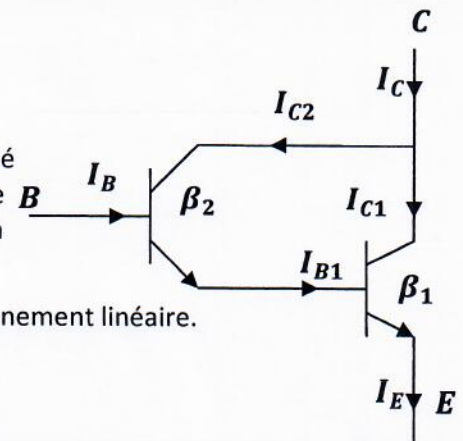
**Exercice 4.** Montage Darlington (2 points)

On considère le montage ci-contre.

$\beta_1$  étant le coefficient de transfert du courant de base (aussi appelé Gain en courant) du transistor de droite et  $\beta_2$  celui du transistor de gauche, déterminer le gain en courant  $\beta$  du transistor équivalent, en fonction de  $\beta_1$  et  $\beta_2$ .

On supposera les deux transistors polarisés dans leur zone de fonctionnement linéaire.

Rq : Commencez par exprimer  $I_C$  en fonction de  $I_B$ .



On cherche  $\beta$  tq  $I_C = \beta I_B$ .

On a:  $I_C = I_{C2} + I_{C1} = \beta_2 I_B + \beta_1 I_{B1}$

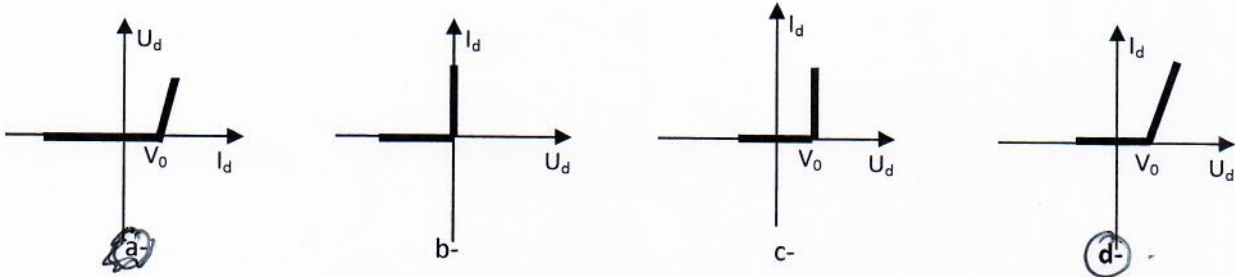
et  $I_{B1} = (\beta_2 + 1) \cdot I_B$

$$\Rightarrow I_C = (\beta_2 + \beta_1 (\beta_2 + 1)) \cdot I_B$$

$$\Rightarrow \beta = \beta_1 \beta_2 + \beta_1 + \beta_2$$

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

1. Laquelle de ces caractéristiques correspond à la caractéristique courant/tension du modèle réel de la diode :



2. En polarisation inverse, on peut représenter la diode Zéner à l'aide de l'un des 2 modèles : à seuil ou linéaire – le modèle idéal n'existant pas pour cette diode.

a- VRAI

b- FAUX

3. L'effet transistor :

a- Permet de faire passer un grand courant entre l'émetteur et le collecteur.

b- Permet de faire passer un grand courant entre la base et le collecteur.

c- Permet de faire passer un grand courant entre l'émetteur et la base.

4. Lorsque l'on fait fonctionner le transistor comme un interrupteur :

a- Le transistor est équivalent à un interrupteur fermé lorsqu'un courant passe dans la base.

b- Le transistor est équivalent à un interrupteur fermé lorsqu'aucun courant ne passe dans la base.

c- Le transistor est équivalent à un interrupteur ouvert lorsqu'un courant passe dans la base.

d- Le transistor est équivalent à un interrupteur ouvert lorsqu'aucun courant ne passe dans la base.