



## Contrôle 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. Questions de cours (QCM sans points négatifs – 3 points)

Choisissez la bonne réponse :

**Q1.** Le dopage permet d'augmenter la conductivité du semi-conducteur

a- VRAI

b- FAUX

**Q2.** Si on prend du silicium comme élément semi-conducteur et qu'on le dope avec un élément ayant un électron de valence de moins que le silicium, on a :

a- Un dopage N

c- Un dopage P

b- Aucun dopage

d- Dopage NP

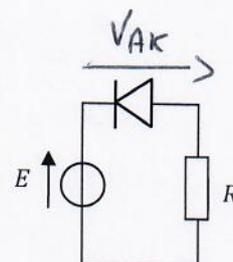
**Q3.** Soit le circuit ci-contre, dans lequel on considère la diode idéale. Que vaut la tension  $V_{AK}$  aux bornes de la diode si  $E = 10V$ ,  $R = 100\Omega$ .

a- 10 V

c- -10 V

b- 0 V

d- 0,7 V



**Q4.** Soit le circuit ci-contre.

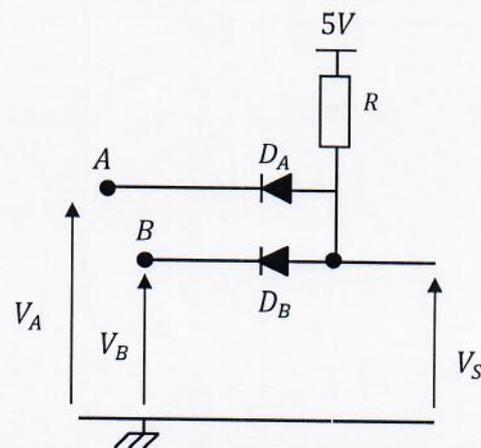
Quel type de porte logique réalise ce montage ?

a- OU

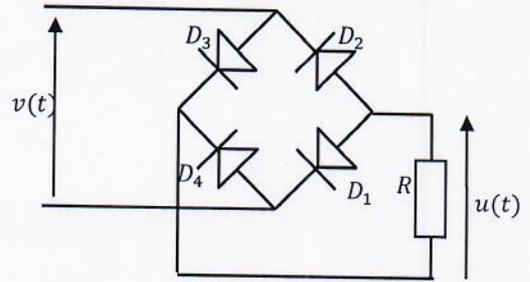
c- NON ET

b- ET

d- NON OU



Soit le circuit suivant où  $v(t) = V \cdot \sqrt{2} \cdot \sin(\omega t)$ .  
(Q5&Q6)



Q5. Quelles sont les diodes passantes si  $v(t)$  est négative ?

a-  $D_1$  et  $D_3$

b-  $D_2$  et  $D_4$

c-  $D_3$  et  $D_4$

d-  $D_1$  et  $D_2$

Q6. Choisir l'affirmation correcte :

a-  $u(t) \leq 0 \forall t$

b-  $u(t) \geq 0 \forall t$

c-  $u(t) = 0$  si  $v(t) \leq 0$

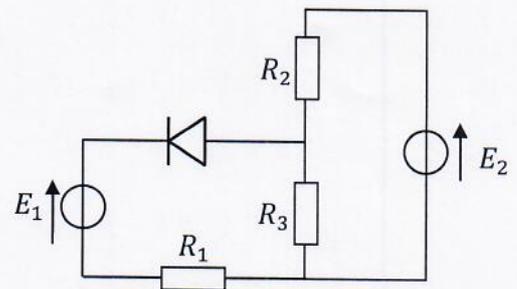
d-  $u(t) = 0$  si  $v(t) \geq 0$

Exercice 2. Diodes (5 points+1)

Pour les questions suivantes, vous utiliserez un raisonnement par l'absurde.

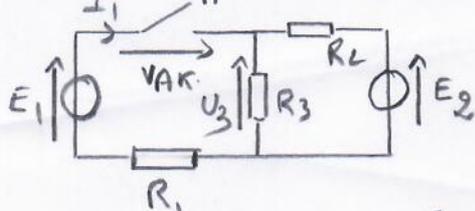
1. Soit le montage ci-contre. Montrer que la diode est passante.

On prendra  $R_1 = 2k\Omega, R_2 = R_3 = 1k\Omega, E_1 = 5V, E_2 = 20V$ , et on supposera la diode idéale (modèle interrupteur)



**BONUS** : Déterminer alors le courant qui traverse la diode.

On suppose la diode bloquée.



$I_1 = 0$  (Interrupteur ouvert)  
 $\Rightarrow E_1 + V_{AK} - U_3 = 0$  (Loi des mailles)

De plus,  $U_3 = \frac{R_3}{R_2 + R_3} E_2$  (PDT car  $R_2$  et  $R_3$  sont parcourues par le même courant),

$\Rightarrow V_{AK} = U_3 - E_1$       AN:  $V_{AK} = 5V > 0 \Rightarrow$  Absurde

cl: la diode est donc passante.

BONUS :

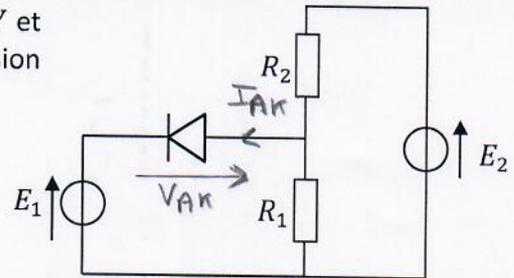
Loi des mailles:  $E_1 + \left(R_1 + \frac{R_3 R_2}{R_2 + R_3}\right) I_{AK} - \frac{R_3}{R_2 + R_3} E_2 = 0$

$\Rightarrow I_{AK} = \frac{R_3 E_2 - (R_2 + R_3) E_1}{R_1 (R_2 + R_3) + R_2 R_3} = \frac{E_2 - 2 E_1}{5R}$  en posant  $R_2 = R_3 = R$   
 $R_1 = 2R$ .

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

2. Soit le montage ci-contre, où  $R_1 = R_2 = 1k\Omega$ ,  $E_1 = 12V$  et  $E_2 = 10V$ . On supposera la diode à seuil (source de tension idéale) avec  $V_0 = 0,6V$ .

Montrer que la diode est bloquée.



Supposons la diode passante.

Loi des nœuds:  $I_{AK} = I_2 - I_1$  (1)

Loi des mailles:  $E_1 + V_0 + R_2 I_2 - E_2 = 0$  (2)

$E_1 + V_0 - R_1 I_1 = 0$  (3)

(3)  $\Rightarrow I_1 = \frac{E_1 + V_0}{R_1}$  (3')

(2)  $\Rightarrow I_2 = \frac{E_2 - E_1 - V_0}{R_2}$  (2')

(3'), (2')  $\rightarrow$  (1)  $\Rightarrow I_{AK} = \frac{E_2 - E_1 - V_0}{R_2} - \frac{E_1 + V_0}{R_1}$

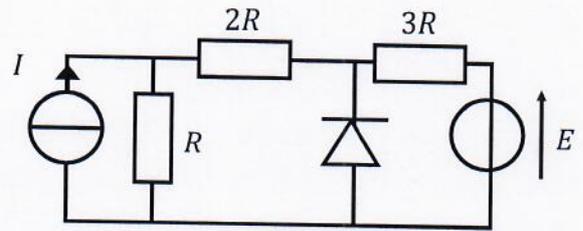
AN:  $I_{AK} = -15,2 \text{ mA} \Rightarrow$  ABSURDE

et: la diode est bloquée.

**Exercice 3. Diodes (6 points)**

Soit le circuit suivant.

On utilisera le modèle à seuil pour la diode (Modèle générateur de tension parfait) et on notera  $V_0$  tension de seuil.



1. Déterminer le générateur de Thévenin vu par la diode.

En utilisant les équivalences Thévenin / Norton, on a :

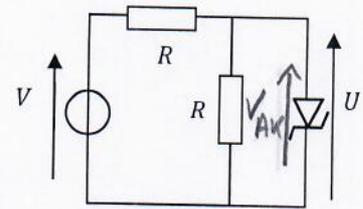
$RI$   $R$   $2R$   $\frac{E}{3R}$   $3R$   $\frac{I}{3}$   $3R$   $3R$   $3R // 3R = \frac{3}{2}R$   $\frac{E+RI}{2}$   $\frac{3}{2}R$   $V_{AK}$

2. Déterminer la relation entre  $E$ ,  $R$ ,  $I$  et  $V_0$  pour que la diode soit passante ?

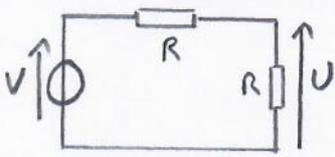
La diode sera bloquée tant que  $V_{AK} < V_0$   
 Si la diode est bloquée, alors  $V_{AK} = -\frac{E+RI}{2}$   
 $\Rightarrow$  la diode sera bloquée si  $-\frac{E+RI}{2} < V_0 \Leftrightarrow \frac{E+RI}{2} > -V_0$   
et la diode sera passante si  $\frac{E+RI}{2} \leq -V_0$

**Exercice 4. Diode Zéner (6 points)**

On considère le schéma suivant.  $V$  est une tension pouvant prendre n'importe quelle valeur réelle. On veut tracer l'allure de la caractéristique de transfert c'est-à-dire  $U = f(V)$  en substituant la diode par son modèle réel. On notera  $V_0$  la tension de seuil en direct,  $r_D$ , la résistance interne de la diode en direct,  $V_Z$  ( $V_Z > 0$ ), la tension de seuil Zéner et  $r_Z$ , la résistance interne de la diode en inverse.



1. Quelle est l'expression de  $U$  quand la diode Zéner est bloquée ? Pour quelles valeurs de  $V$  est-on dans ce cas ?



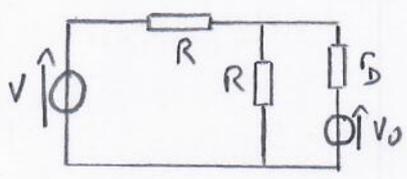
Si la diode Zéner est bloquée,

$$U = \frac{V}{2}$$

La diode Zéner est bloquéessi

- ssi  $-V_Z < V_{AK} < V_0$
- ssi  $-V_Z < U < V_0$  cas  $U = V_{AK}$
- ssi  $-2V_Z < V < 2V_0$  cas  $U = \frac{V}{2}$

2. Quelle est l'expression de  $U$  quand la diode Zéner est passante en direct ?

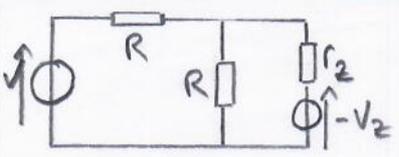


D'après le théorème de Millman,

ou a :

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

3. Quelle est l'expression de  $U$  quand la diode Zéner est passante en inverse ?



même raisonnement que précédemment en remplaçant  $V_0$  par  $-V_Z$  et  $r_D$  par  $r_Z$ .

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

4. Tracez l'allure de la caractéristique de transfert  $U = f(V)$ .

