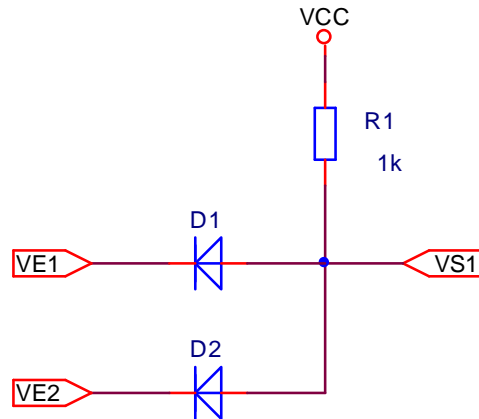


## Correction des exercices sur les diodes

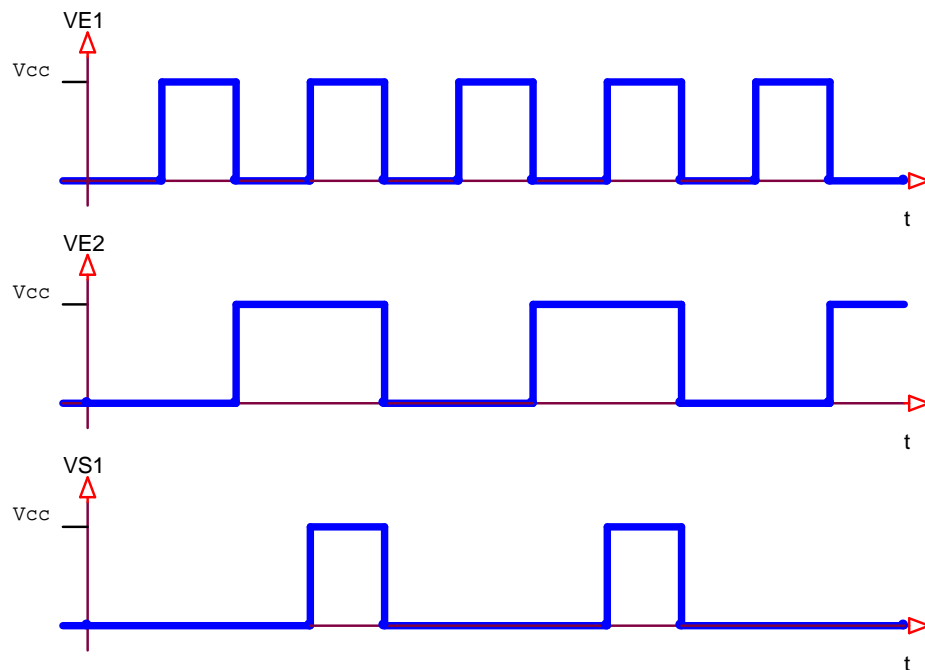
### A). Les diodes Normales :

#### I). Exercice 1 :

On considère les diodes comme parfaites.



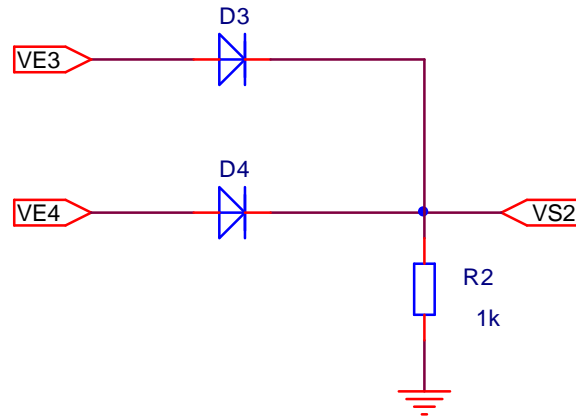
Tracer VS1 et donnez le nom de la fonction ainsi réalisée.



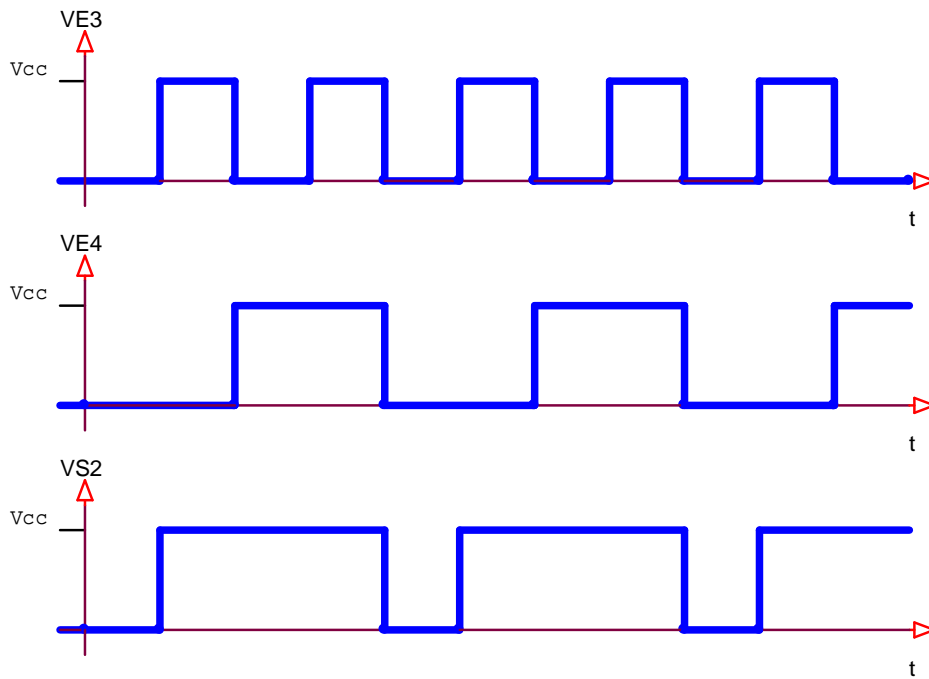
C'est une fonction ET à diodes.

#### II). Exercice 2 :

On considère les diodes comme parfaites.

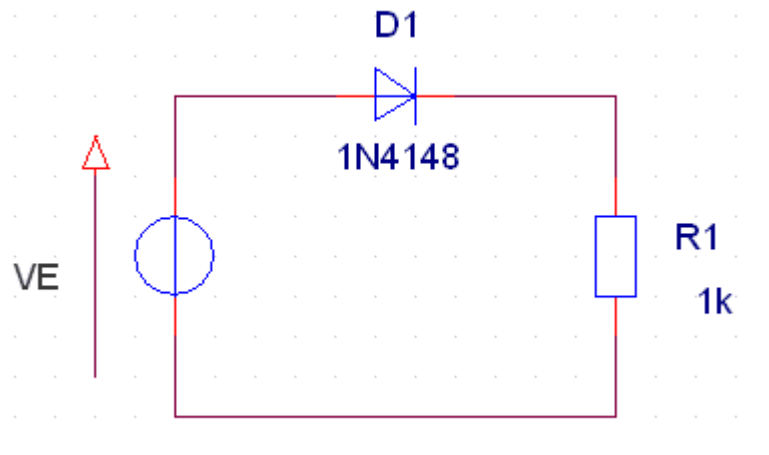


Tracer VS2 et donnez le nom de la fonction ainsi réalisée.

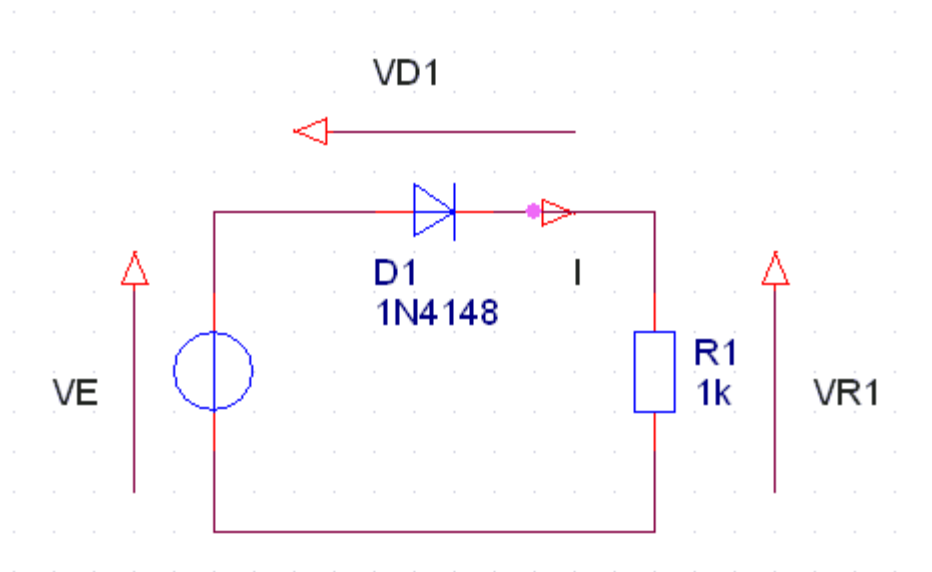


C'est une fonction OU à diodes.

**III ). Exercice 3 :**



a) Flécher, sur le schéma, la tension VR1 (aux bornes de R1) et le courant I (dans le sens positif lorsqu'il existe).



b) Donnez la valeur de  $V_d$  seuil.

$$V_{d_{SEUIL}} = 0,6 \text{ V}$$

c) Quels sont les valeurs de I et de VR1 dans les cas suivants :

$$E = V_{D1} + R1.I$$

$$V_{D1} = E - R1.I$$

- **On fait  $I=0$**

$$V_{D1} = E$$

La diode est bloquée si  $V_{D1} < 0,6 \text{ V}$

Donc si  $V_e < 0,6 \text{ V}$

Et la diode est passante si  $V_e \geq 0,6 \text{ V}$

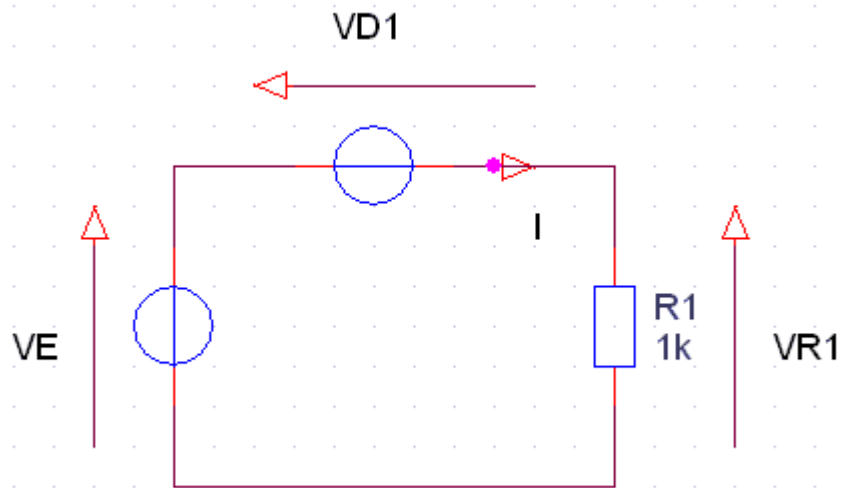
- **$V_e = -5 \text{ V}$**

Pour  $V_e = -5 \text{ V}$  donc  $< 0,6 \text{ V}$  la diode D1 est bloquée, donc  $I=0$  et  $VR1=R1.I=0 \text{ V}$ .

- **$V_e = 1 \text{ V}$**

Pour  $V_e = 1 \text{ V}$  donc  $\geq 0,6 \text{ V}$  la diode D1 est passante.

- **Schéma équivalent : avec  $E0 = 0,6 \text{ V}$**



$$V_e = V_{D1} + R1.I$$

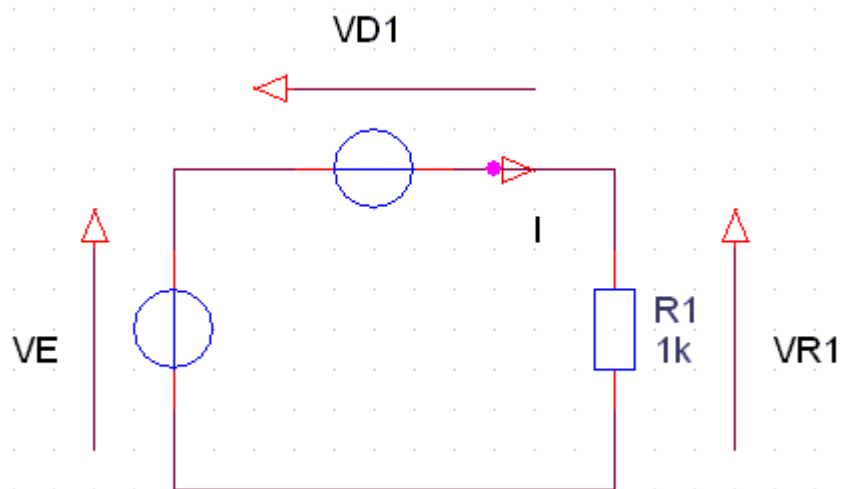
$$V_e = V_{DSEUIL} + R1.I$$

$$I = \frac{V_e - V_{DSEUIL}}{R1}$$

$$I = \frac{1 - 0,6}{1000} = 0,4 \text{ mA}$$

$$V_{R1} = V_e - V_{D1} = 1 - 0,6 = 0,4 \text{ V}$$

- **$V_e = 8 \text{ V} :$**   
Pour  $V_e = 8 \text{ V}$  donc  $\geq 0,6 \text{ V}$  la diode D1 est passante.
- **Schéma équivalent : avec  $E0 = 0,6 \text{ V}$**



$$V_e = V_{D1} + R1.I$$

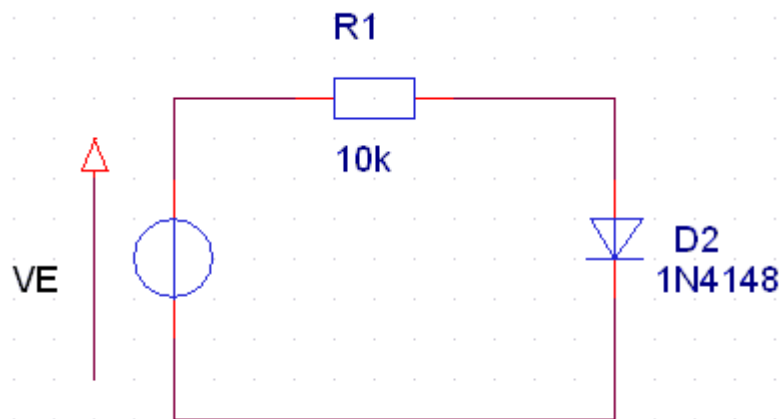
$$V_e = V_{DSEUIL} + R1.I$$

$$I = \frac{V_e - V_{DSEUIL}}{R1}$$

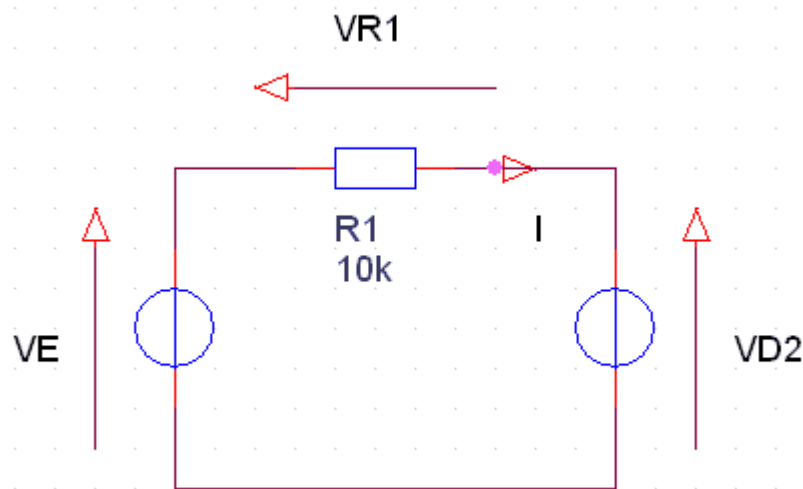
$$I = \frac{8 - 0,6}{1000} = 7,4 \text{ mA}$$

$$V_{R1} = V_e - V_{D1} = 8 - 0,6 = 7,4 \text{ V}$$

**IV ). Exercice 4 :**



a) Flécher, sur le schéma, la tension VR1 (aux bornes de R1) et le courant I (dans le sens positif lorsqu'il existe).



b) Donnez la valeur de Vd seuil.

$$V_{d_{SEUIL}} = 0,6 \text{ V}$$

c) Quels sont les valeurs de I et de VR1 dans les cas suivants :

Ve=-5V      Ve=-1V      Ve=8V

$$V_e = R1.I + V_{D2}$$

$$V_{D2} = V_e - R1.I$$

- **On fait  $I=0$**

$$V_{D2} = V_e$$

La diode est bloquée si  $V_{D2} < 0,6V$

Donc si  $V_e < 0,6V$

Et la diode est passante si  $V_e \geq 0,6 V$

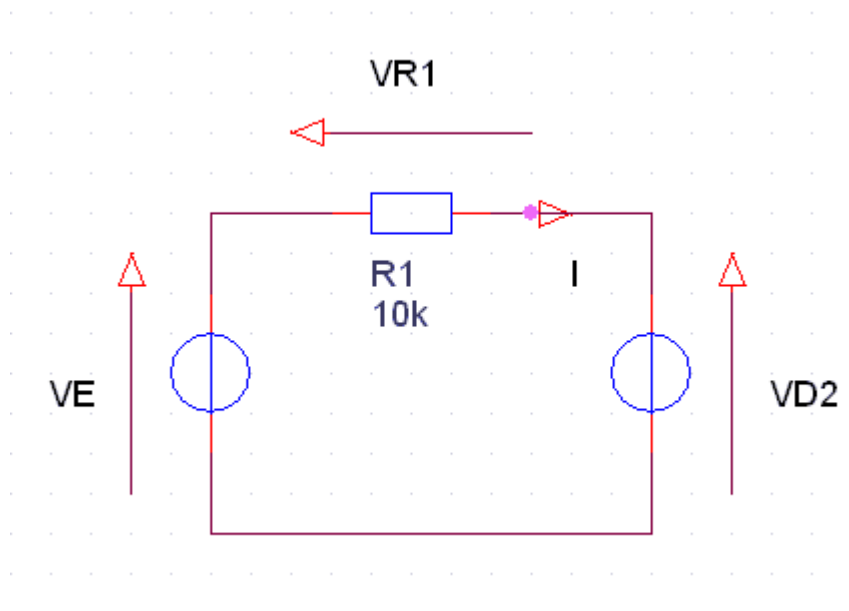
- **$V_e = -5 V$ :**

Pour  $V_e = -5 V$  donc  $< 0,6 V$  la diode D2 est bloquée, donc  $I=0$  et  $V_{R1}=R1.I=0V$ .

- **$V_e = 1 V$ :**

Pour  $V_e = 1 V$  donc  $\geq 0,6 V$  la diode D2 est passante.

- **Schéma équivalent : avec  $E0=0,6V$**



$$V_e = R1.I + V_{D2}$$

$$V_e = R1.I + V_{DSEUIL}$$

$$I = \frac{V_e - V_{DSEUIL}}{R1}$$

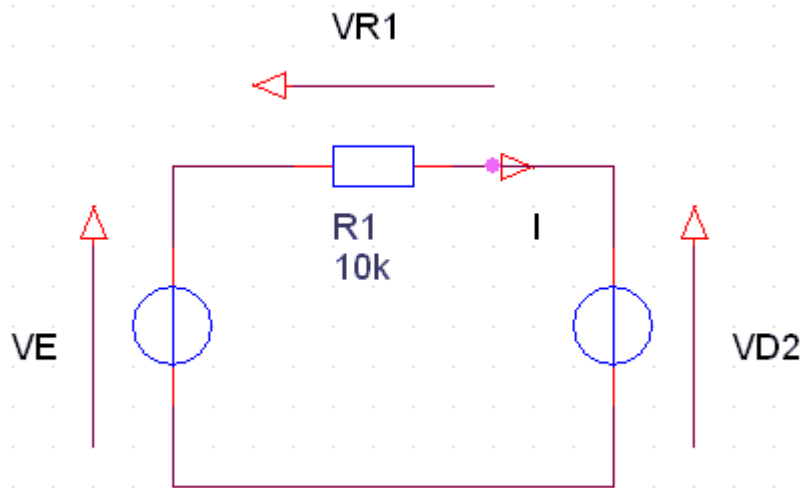
$$I = \frac{1 - 0,6}{1000} = 0,4 \text{ mA}$$

$$V_{R1} = V_e - V_{D2} = 1 - 0,6 = 0,4 V$$

- **$V_e = 8 V$ :**

Pour  $V_e = 8 V$  donc  $\geq 0,6 V$  la diode D2 est passante.

- **Schéma équivalent : avec  $E0=0,6V$**



$$V_e = R1.I + V_{D2}$$

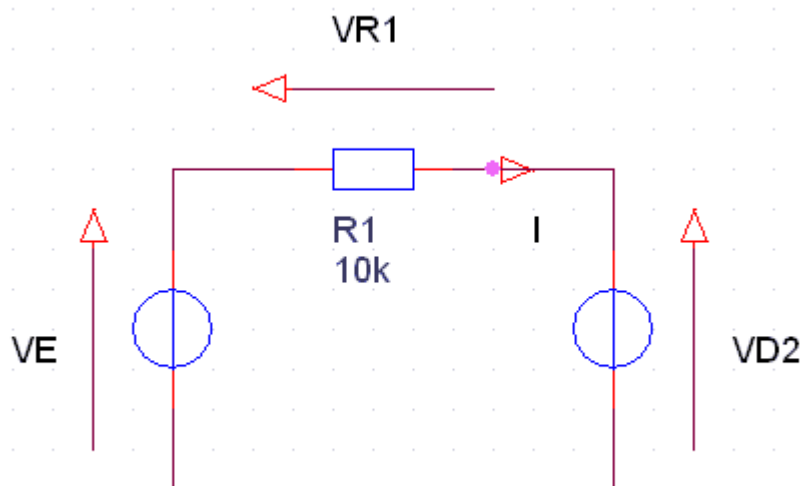
$$V_e = R1.I + V_{DSEUIL}$$

$$I = \frac{V_e - V_{DSEUIL}}{R1}$$

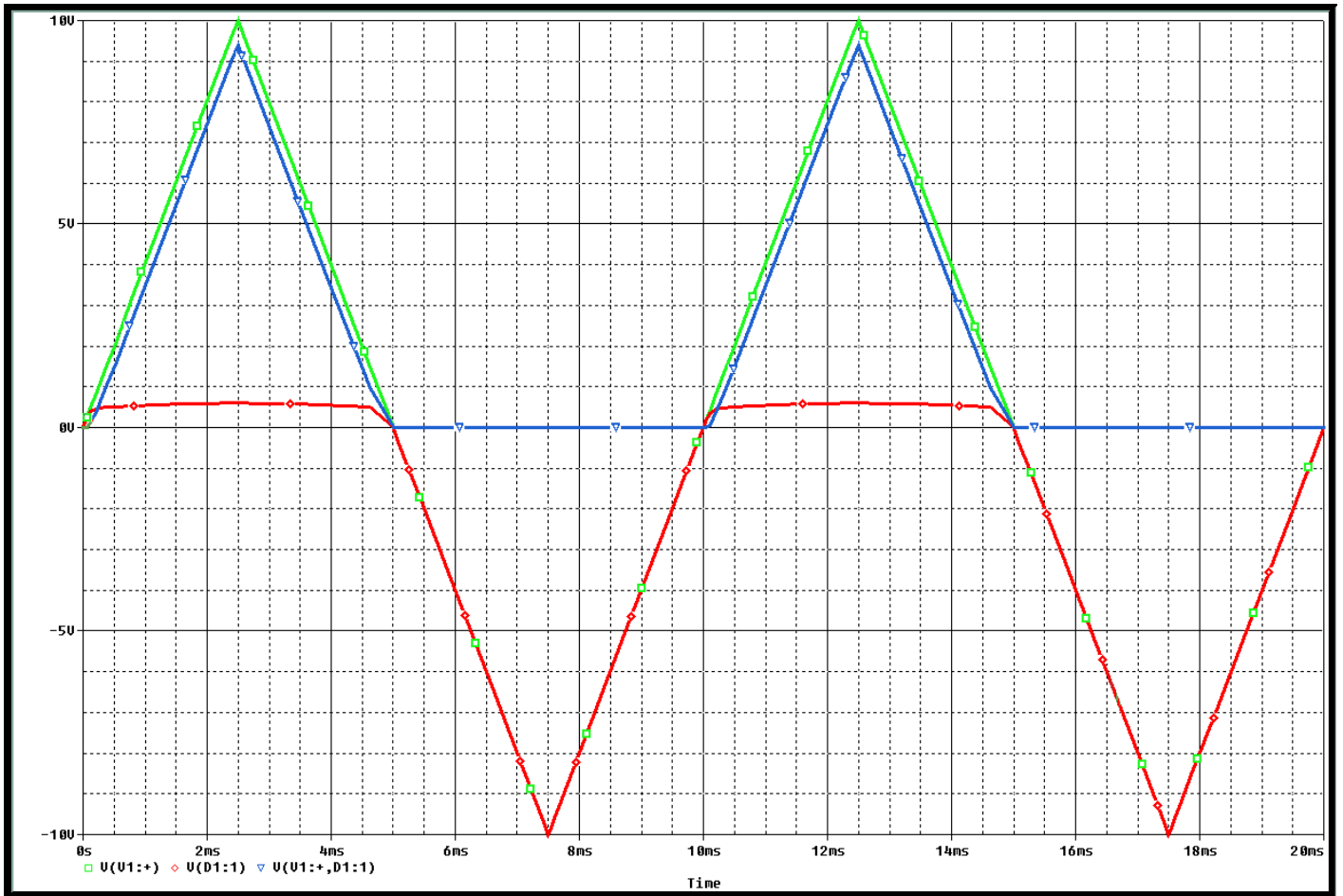
$$I = \frac{8 - 0,6}{1000} = 7,4 \text{ mA}$$

$$V_{R1} = V_e - V_{D2} = 8 - 0,6 = 7,4 \text{ V}$$

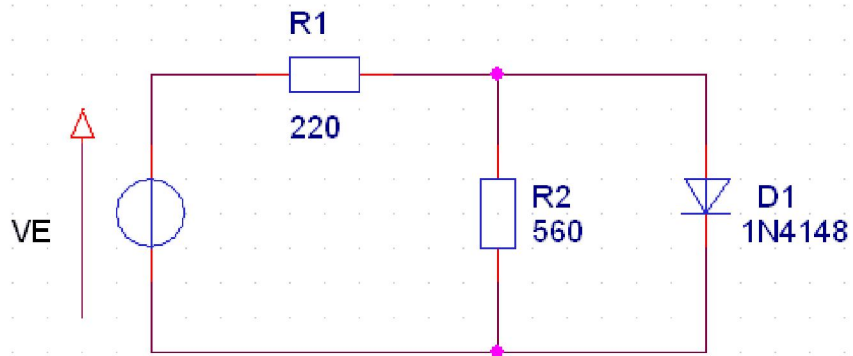
d) Flécher, sur le schéma, la tension VD2 (aux bornes de D2).



e)  $V_e$  est un signal triangulaire  $\pm 10\text{V}$  de période 10ms. Tracer  $V_e$ ,  $V_{R1}$  et  $V_{D2}$  en concordance des temps.

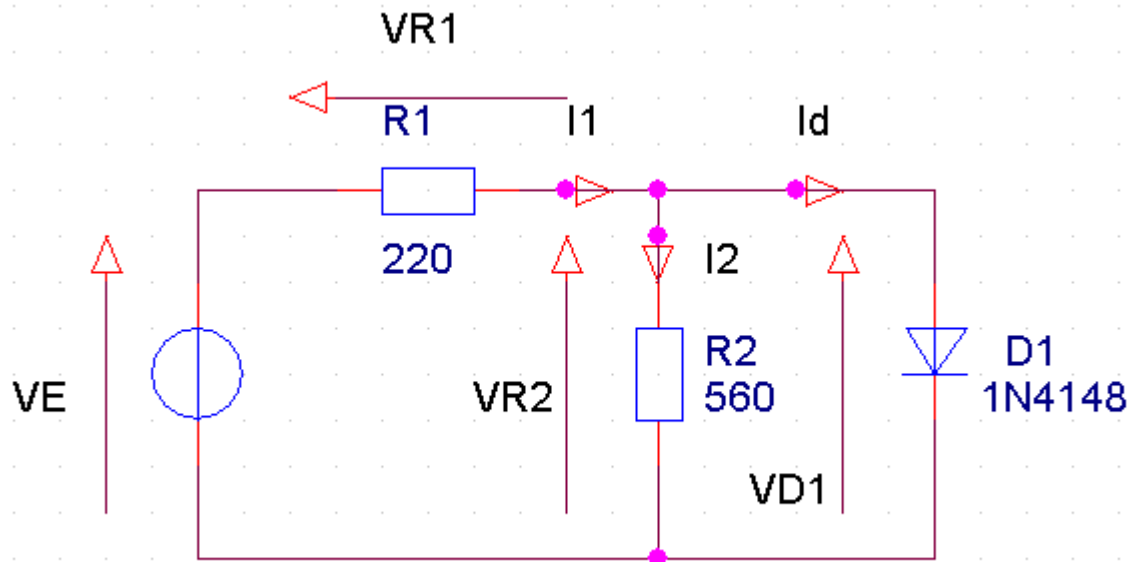


V). Exercice 5 :



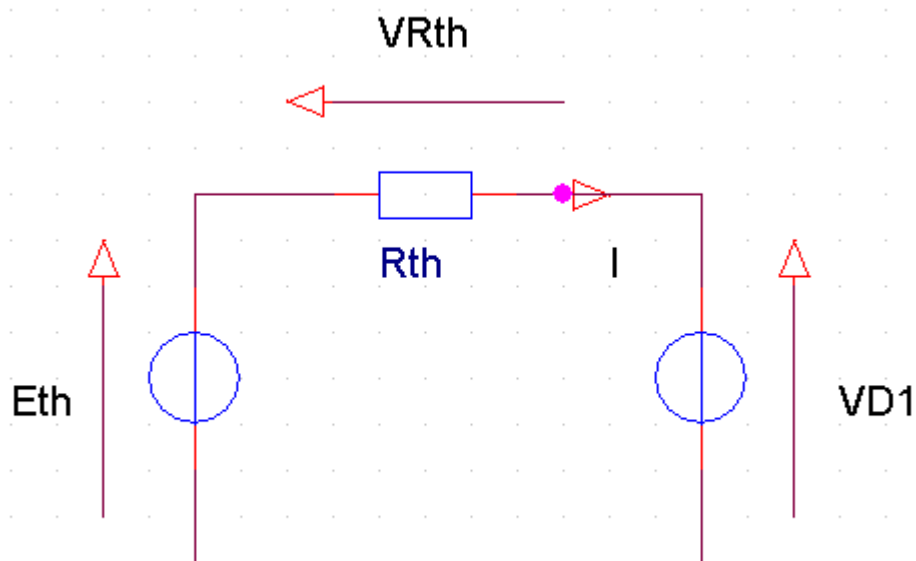
a) Flécher, sur le schéma, les tensions  $VR_1$ ,  $VR_2$ ,  $VD_1$  (aux bornes de  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $D_1$ ) ainsi que les courants  $I_1$ ,  $I_2$ ,  $I_d$  (courants dans  $R_1$ ,  $R_2$  et  $D_1$ ).





b) A partir de quelle valeur de  $V_e$ , D1 est-elle passante ?

- Schéma équivalent :



Avec :

$$E_{th} = V_e \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2} ; R_{th} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$

$$E_{th} = V_{Rth} + V_{D1}$$

Donc si la diode est bloquée,  $I=0$ , alors :  $E_{th} = V_{D1}$

Et  $V_{D1} < 0,6 \text{ V}$  donc  $E_{th} < 0,6 \text{ V}$ .

Le diode est donc passante pour  $E_{th} \geq 0,6 \text{ V}$  ;

$$\text{Soit } V_e \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2} \geq 0,6 \text{ V}$$

$$V_e \geq \frac{0,6 \cdot (R1 + R2)}{R2}$$

$$V_e \geq 0,8357 \text{ V}$$

c) Déterminer les valeurs  $V_{R1}$ ,  $V_{R2}$ ,  $V_{D1}$ ,  $I_1$ ,  $I_2$ ,  $I_d$  pour  $V_e = 5 \text{ V}$ .

Le diode est donc passante pour  $V_e = 5 \text{ V} \geq 0,6 \text{ V}$  ;

$$V_{R1} = V_e - V_{D1} = V_e - E_0 = 5 - 0,6 = 4,4 \text{ V}$$

$$V_{R2} = V_{D1} = E_0 = 0,6 \text{ V}$$

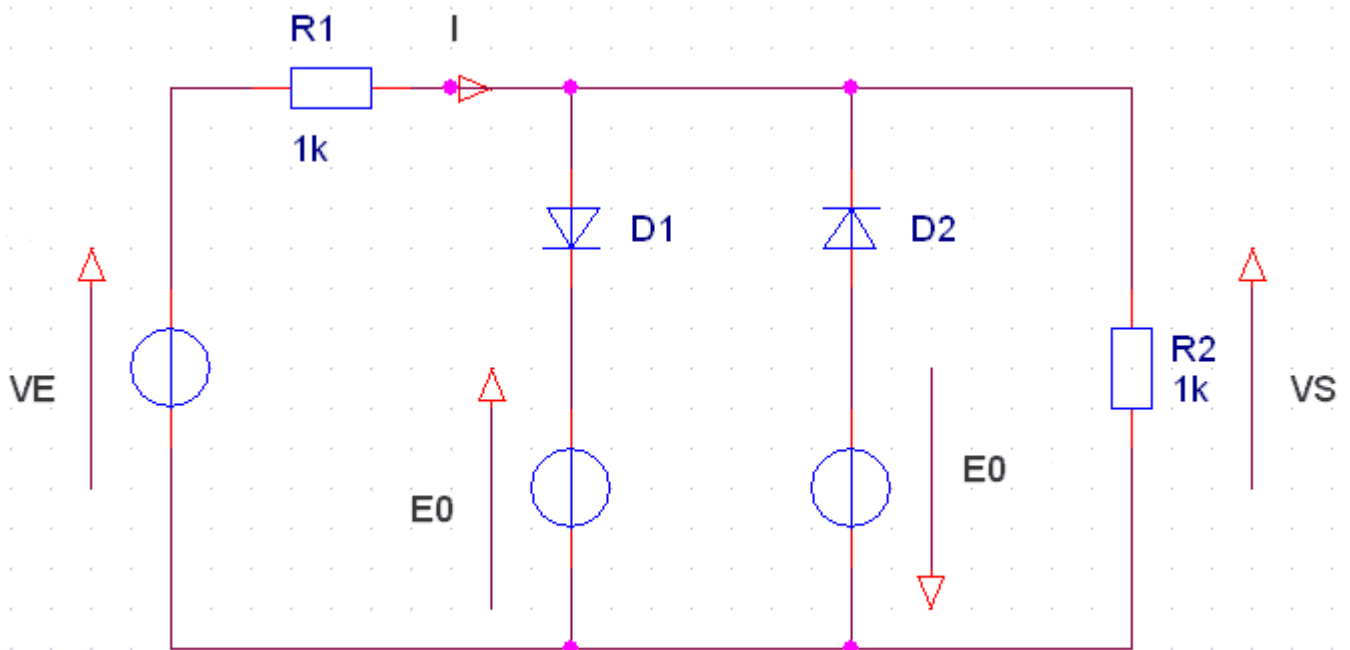
$$I_1 = \frac{V_{R1}}{R1} = \frac{4,4}{220} = 20 \text{ mA}$$

$$I_2 = \frac{V_{R2}}{R2} = \frac{0,6}{560} = 1 \text{ mA}$$

$$I_d = I_1 - I_2 = 20 - 1 = 19 \text{ mA}$$

### VI ). Exercice 8 :

On considère le schéma suivant :

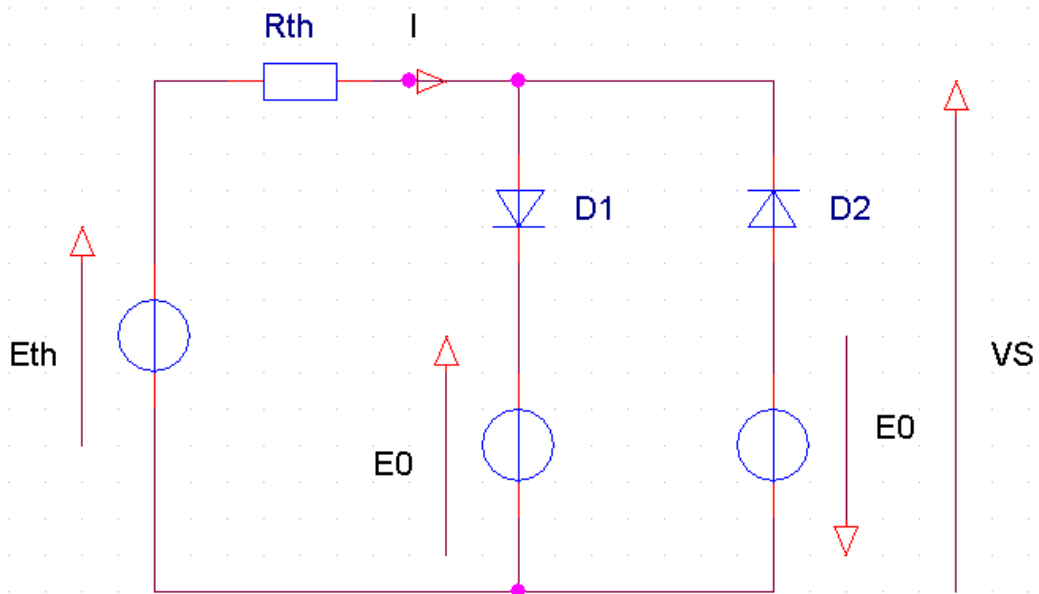


La caractéristique des diodes est idéalisée ( $V_d \text{ seuil} = 0,6 \text{ V}$ ,  $R_d = 0 \Omega$ )

$$V_e = V_{\text{max}} \cdot \sin(\omega \cdot t)$$

a) Exprimez la valeur minimum de  $V_{\text{max}}$  (en fonction de  $E_0$ ,  $R1$  et  $R2$ ) qui assure la conduction des diodes.

- Schéma équivalent :



Avec :

$$Eth = Ve \cdot \frac{R2}{R1 + R2} ; Rth = \frac{R1 \cdot R2}{R1 + R2}$$

$$\begin{cases} Eth = Rth \cdot I + VD1 + E0 \\ Eth = Rth \cdot I - VD2 - E0 \end{cases} \text{ Si les diodes sont bloquées, } I=0 \text{ alors :}$$

$$\begin{cases} Eth = VD1 + E0 \\ Eth = -VD2 - E0 \end{cases} \equiv \begin{cases} VD1 = Eth - E0 \\ VD2 = -Eth - E0 \end{cases}$$

$$\begin{cases} VD1 < 0,6 \text{ V} \\ VD2 < 0,6 \text{ V} \end{cases} \equiv \begin{cases} Eth - E0 < 0,6 \text{ V} \\ -Eth - E0 < 0,6 \text{ V} \end{cases} \equiv \begin{cases} Eth < 0,6 \text{ V} + E0 \\ Eth > -0,6 \text{ V} - E0 \end{cases}$$

$$\begin{cases} Ve \cdot \frac{R2}{R1 + R2} < 0,6 \text{ V} + E0 \\ Ve \cdot \frac{R2}{R1 + R2} > -0,6 \text{ V} - E0 \end{cases} \equiv \begin{cases} Ve < \frac{(0,6 \text{ V} + E0) \cdot (R1 + R2)}{R2} \\ Ve > \frac{(-0,6 \text{ V} - E0) \cdot (R1 + R2)}{R2} \end{cases}$$

Donc les diodes sont passantes si :

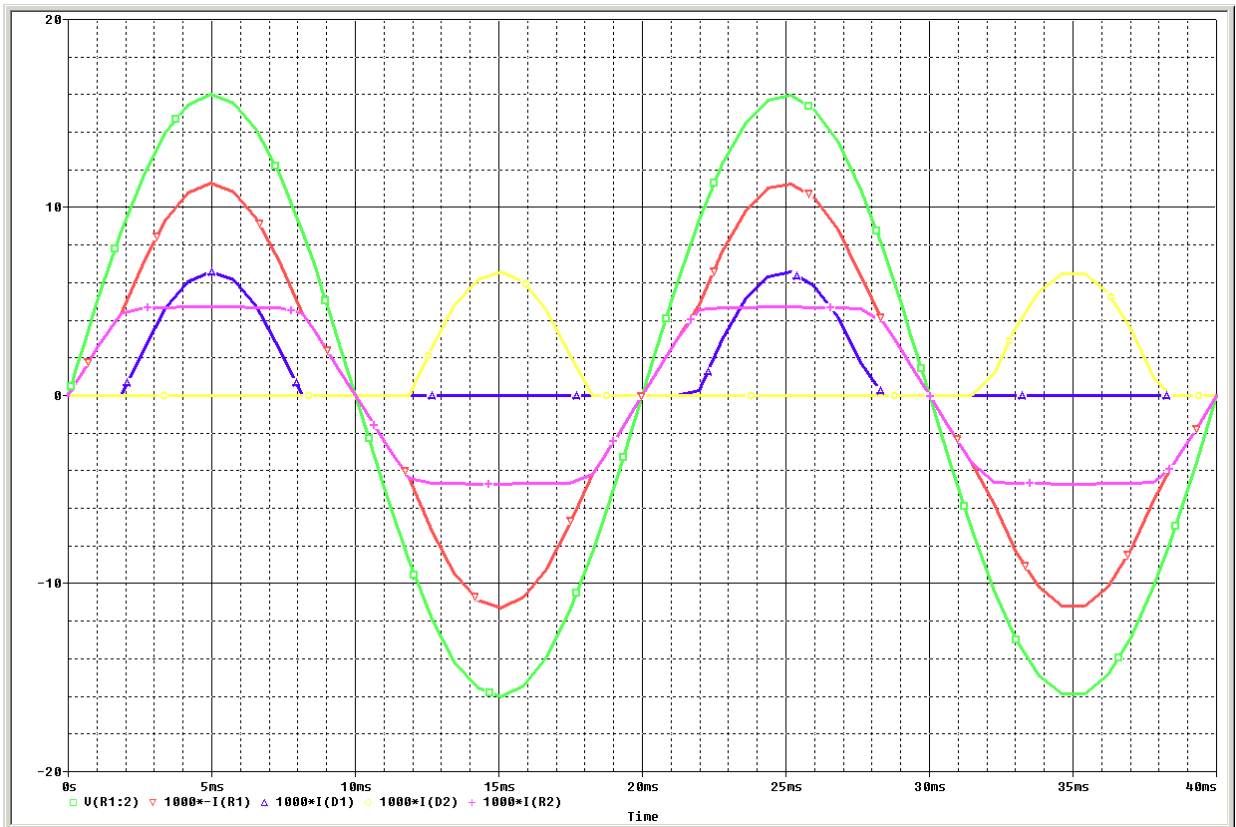
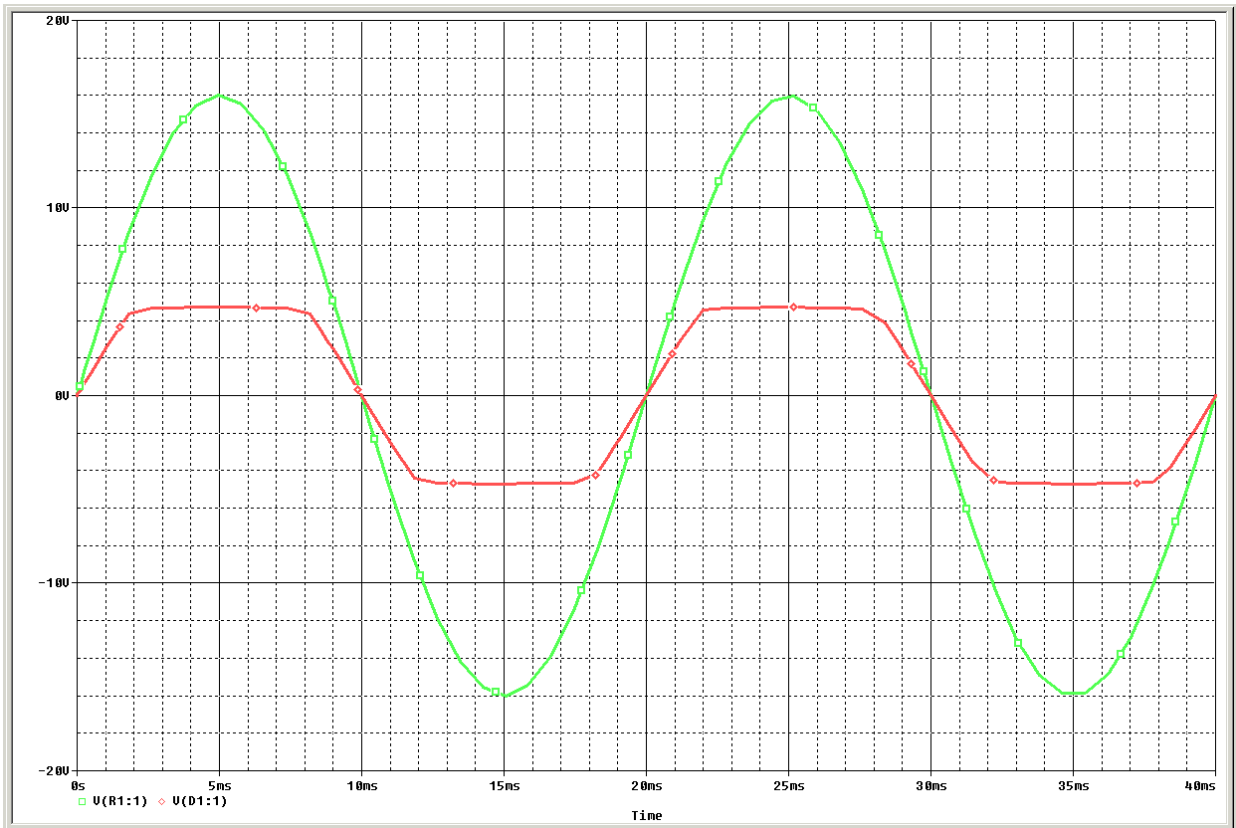
$$\begin{cases} Ve \geq \frac{(0,6 \text{ V} + E0) \cdot (R1 + R2)}{R2} \\ Ve \leq \frac{(-0,6 \text{ V} - E0) \cdot (R1 + R2)}{R2} \end{cases}$$

b)  $E0 = 4\text{ V}$   $VE = 16 \cdot \sin(100 \cdot \pi \cdot t)$   $R1 = R2 = 1 \text{ k}\Omega$ .

Donc les diodes sont passantes si :

$$\begin{cases} Ve \geq \frac{(0,6 \text{ V} + 4) \cdot (2 \text{ k}\Omega)}{1 \text{ k}\Omega} \\ Ve \leq \frac{(-0,6 \text{ V} - 4) \cdot (2 \text{ k}\Omega)}{1 \text{ k}\Omega} \end{cases} \equiv \begin{cases} Ve \geq 9,2 \text{ V} \\ Ve \leq -9,2 \text{ V} \end{cases}$$

En prenant pour échelles : 1cm pour 2V, et 1cm pour 5mA, tracez le graphe de VS et I.



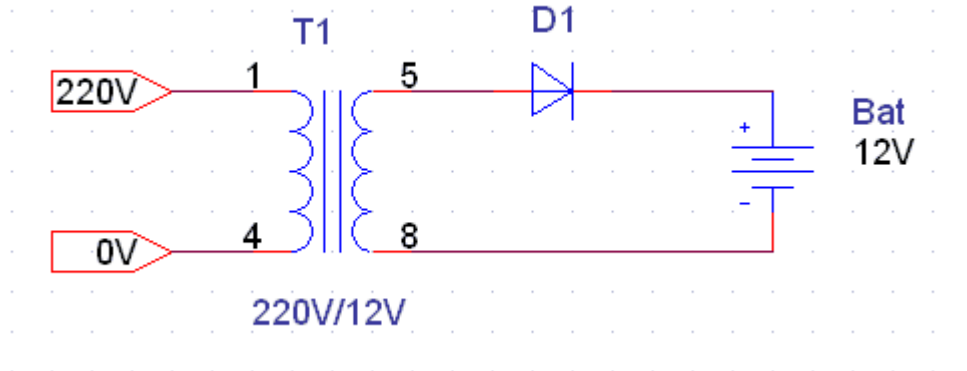
Justifiez leur forme et précisez les valeurs remarquables.

$$\begin{cases} D1 \text{ passante} & : VS_{max} = 4,6V \\ D2 \text{ passante} & : VS_{max} = -4,6V \end{cases}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} D1 \text{ passante : } I_{max} = \frac{E_{th} - V_S}{R_{th}} = \frac{8 - 4,6}{500} = 6,8 \text{ mA} \\ D2 \text{ passante : } I_{max} = \frac{E_{th} - V_S}{R_{th}} = \frac{-8 + 4,6}{500} = -6,8 \text{ mA} \end{array} \right.$$

### VII ). Exercice 11 :

On désire étudier un chargeur de batterie dont le schéma est représenté ci-dessous :



On a les caractéristiques suivantes :

D1 :  $E_{d\text{seuil}} = 0,6\text{V}$  ;  $R_d = 1\Omega$

Bat :  $E_{bat} = 12\text{V}$  ;  $R_{Bat} = 1\Omega$

1\*). La batterie est déchargée, on a alors  $V_{Bat} = 10\text{V}$ .

❖ Calcul de la tension  $V_d$  :

$$V_d = V_e - V_{Bat}$$

❖ On fait  $I=0$  :

$$V_d = V_e - V_{Bat}$$

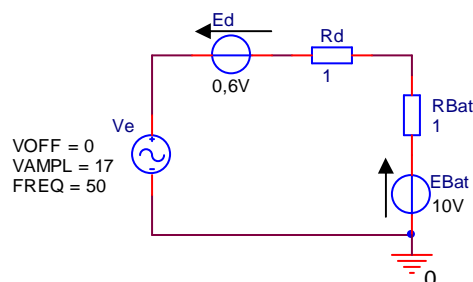
❖ On compare  $V_d$  à  $E_0$  soit à  $0,6\text{ V}$  :

➤ Si  $V_d > 0,6\text{ V}$  :

La diode est passante et :

$$V_e - V_{Bat} > 0,6\text{ V} , \text{ soit } V_e > 0,6\text{ V} + V_{Bat} ,$$

Donc si  $V_e > 10,6\text{ V}$  alors la diode est passante, et on a alors le schéma équivalent suivant :



$$\text{Donc } V_{Bat} = E_{Bat} + R_{Bat} \cdot I_{Bat}$$

$$\text{Et } I_{Bat} = \frac{V_e - E_{dSeuil} - E_{Bat}}{R_d + R_{Bat}} = \frac{12 \cdot \sqrt{2} \cdot \sin(\omega t) - 0,6 - 10}{2}$$

$$I_{Bat} = 6 \cdot \sqrt{2} \cdot \sin(\omega t) - 5,3$$

$$\text{Alors } V_{Bat} = E_{Bat} + R_{Bat} \cdot \frac{V_e - E_{dSeuil} - E_{Bat}}{R_d + R_{Bat}}$$

$$V_{Bat} = 10 + 1 \cdot \frac{12 \cdot \sqrt{2} \cdot \sin(\omega t) - 0,6 - 10}{2}$$

$$V_{Bat} = 6 \cdot \sqrt{2} \cdot \sin(\omega t) + 4,7$$

Et pour la diode :

$$I_d = I_{Bat} = 6 \cdot \sqrt{2} \cdot \sin(\omega t) - 5,3$$

$$\text{Et } V_d = E_{dseuil} + R_d \cdot I_d = 0,6 + 1 \cdot (6 \cdot \sqrt{2} \cdot \sin(\omega t) - 5,3) = 6 \cdot \sqrt{2} \cdot \sin(\omega t) - 4,7$$

### ❖ Récapitulatif :

la diode est passante si  $V_e > 10,6 \text{ V}$  et :

$$V_{Bat} = 6 \cdot \sqrt{2} \cdot \sin(\omega t) + 4,7$$

$$V_d = 6 \cdot \sqrt{2} \cdot \sin(\omega t) - 4,7$$

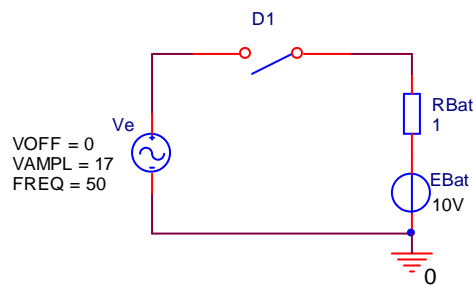
$$I_d = I_{Bat} = 6 \cdot \sqrt{2} \cdot \sin(\omega t) - 5,3$$

### ➤ Si $V_d \leq 0,6 \text{ V}$ :

La diode est bloquée et :

$$V_e - V_{Bat} \leq 0,6 \text{ V}, \text{ soit } V_e \leq 0,6 \text{ V} + V_{Bat},$$

Donc si  $V_e > 10,6 \text{ V}$  alors la diode est bloquée, on a alors le schéma équivalent suivant :



$$\text{Donc } V_{Bat} = E_{Bat} + R_{Bat} \cdot I_{Bat} \text{ Et } I_{Bat} = 0$$

$$\text{Donc } V_{Bat} = E_{Bat} = 10 \text{ V}$$

Et pour la diode :

$$I_d = 0$$

$$\text{Alors } V_d = V_e - V_{Bat}$$

$$V_d = 12 \cdot \sqrt{2} \cdot \sin(\omega t) - 10$$

### ❖ Récapitulatif :

la diode est bloquée si  $V_e \leq 10,6 \text{ V}$  et :

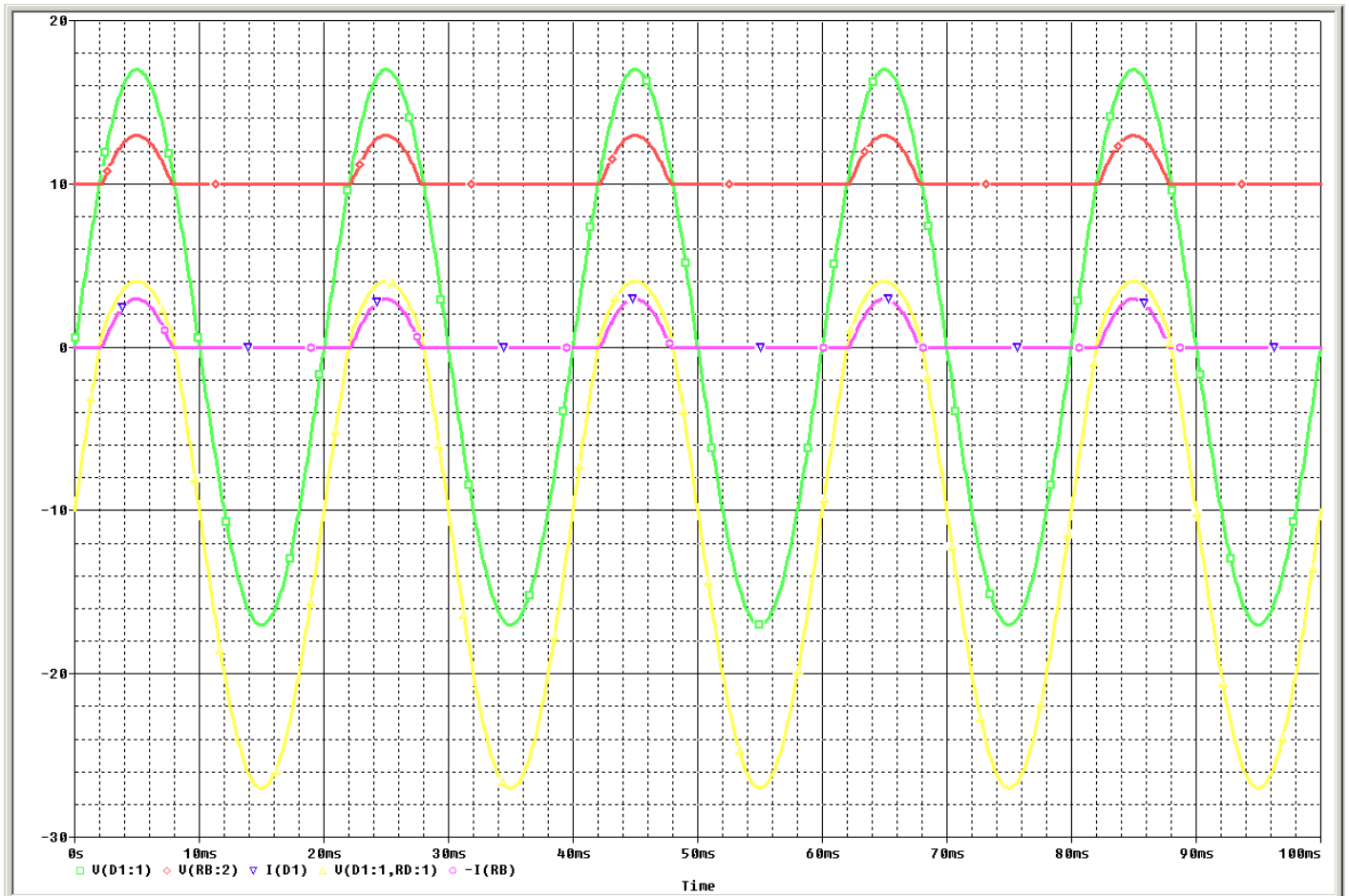
$$V_{Bat} = 10 \text{ V}$$

$$V_d = 12 \cdot \sqrt{2} \cdot \sin(\omega \cdot t) - 10$$

$$I_d = I_{Bat} = 0 \text{ A}$$

a) Calculer et représenter la tension et le courant circulant dans la batterie.

b) Puis calculer et représenter la tension et le courant circulant dans la diode.



2\*). Après quelques heures, la batterie s'est chargée, et sa tension est passée à 13V.

❖ Calcul de la tension  $V_d$  :

$$V_d = V_e - V_{Bat}$$

❖ On fait  $I=0$  :

$$V_d = V_e - V_{Bat}$$

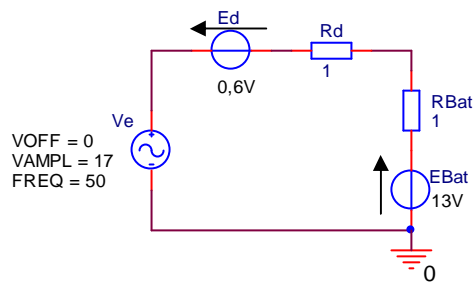
❖ On compare  $V_d$  à  $E_0$  soit à 0,6 V :

➤ Si  $V_d > 0,6 \text{ V}$  :

La diode est passante et :

$V_e - V_{Bat} > 0,6 V$  , soit  $V_e > 0,6 V + V_{Bat}$  ,

Donc si  $V_e > 13,6 V$  alors la diode est passante, et on a alors le schéma équivalent suivant :



$$\text{Donc } V_{Bat} = E_{Bat} + R_{Bat}.I_{Bat}$$

$$\text{Et } I_{Bat} = \frac{V_e - E_{dSeuil} - E_{Bat}}{R_d + R_{Bat}} = \frac{12 \cdot \sqrt{2} \cdot \sin(\omega t) - 0,6 - 13}{2}$$

$$I_{Bat} = 6 \cdot \sqrt{2} \cdot \sin(\omega t) - 6,8$$

$$\text{Alors } V_{Bat} = E_{Bat} + R_{Bat} \cdot \frac{V_e - E_{dSeuil} - E_{Bat}}{R_d + R_{Bat}}$$

$$V_{Bat} = 13 + 1 \cdot \frac{12 \cdot \sqrt{2} \cdot \sin(\omega t) - 0,6 - 13}{2}$$

$$V_{Bat} = 6 \cdot \sqrt{2} \cdot \sin(\omega t) + 6,2$$

Et pour la diode :

$$I_d = I_{Bat} = 6 \cdot \sqrt{2} \cdot \sin(\omega t) - 6,8$$

$$\text{Et } V_d = E_{dseuil} + R_d \cdot I_d = 0,6 + 1 \cdot (6 \cdot \sqrt{2} \cdot \sin(\omega t) - 6,8) = 6 \cdot \sqrt{2} \cdot \sin(\omega t) - 6,2$$

### ❖ Récapitulatif :

la diode est passante si  $V_e > 13,6 V$  et :

$$V_{Bat} = 6 \cdot \sqrt{2} \cdot \sin(\omega t) + 6,2$$

$$V_d = 6 \cdot \sqrt{2} \cdot \sin(\omega t) - 6,2$$

$$I_d = I_{Bat} = 6 \cdot \sqrt{2} \cdot \sin(\omega t) - 6,8$$

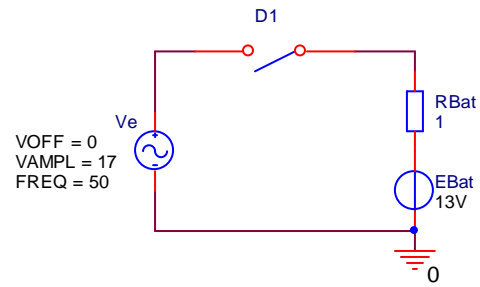
### ➤ Si $V_d \leq 0,6 V$ :

La diode est bloquée et :

$$V_e - V_{Bat} \leq 0,6 V \text{ , soit } V_e \leq 0,6 V + V_{Bat} \text{ ,}$$

Donc si  $V_e > 13,6 V$  alors la diode est bloquée, on a alors le schéma équivalent suivant :





Donc  $V_{Bat} = E_{Bat} + R_{Bat}.I_{Bat}$  Et  $I_{Bat} = 0$

Donc  $V_{Bat} = E_{Bat} = 13V$

Et pour la diode :

$$I_d = 0$$

Alors  $V_d = V_e - V_{Bat}$

$$V_d = 12.\sqrt{2}.\sin(\omega.t) - 13$$

### ❖ Récapitulatif :

la diode est bloquée si  $V_e \leq 13,6 V$  et :

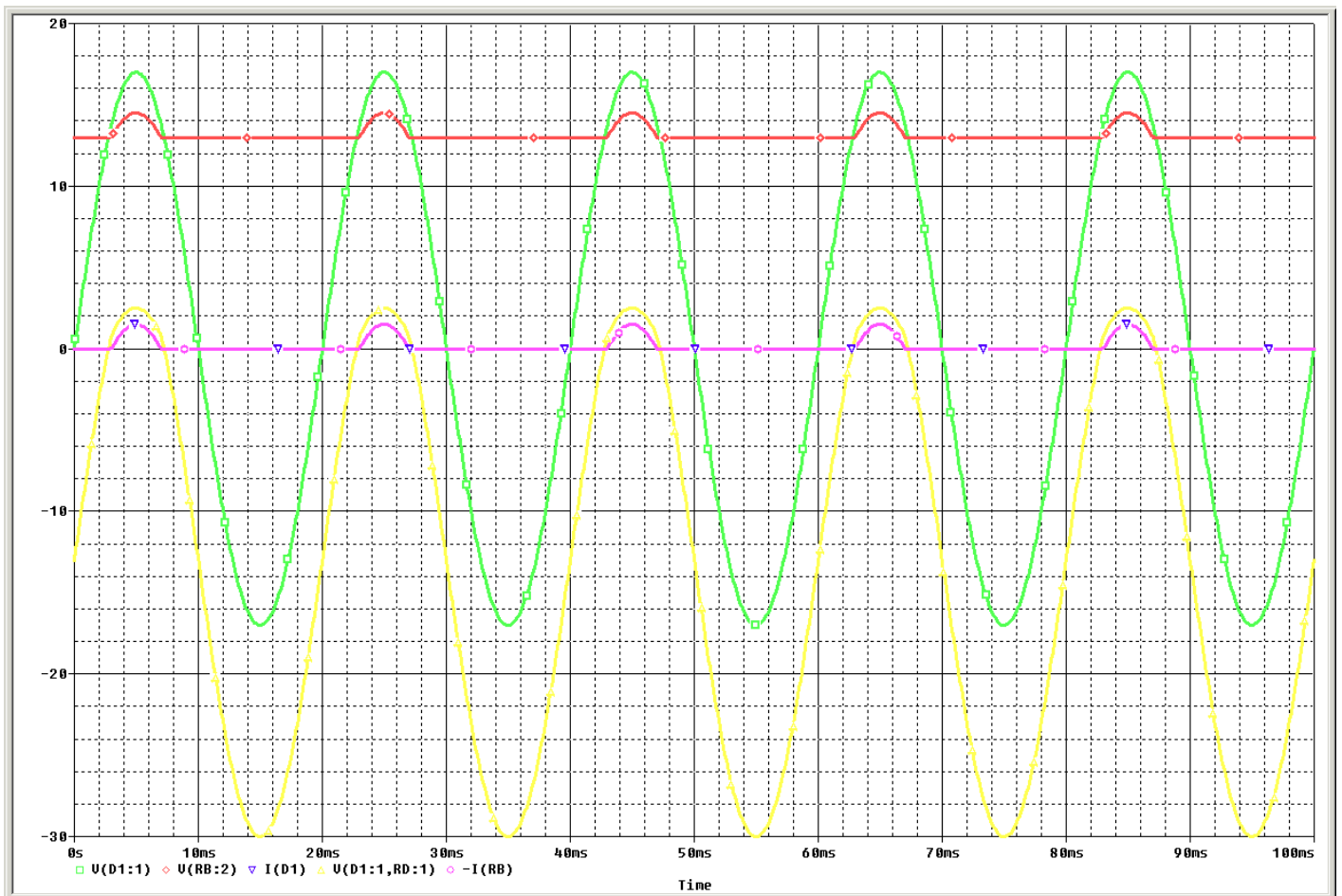
$$V_{Bat} = 13V$$

$$V_d = 12.\sqrt{2}.\sin(\omega.t) - 13$$

$$I_d = I_{Bat} = 0 A$$

a) Calculer et représenter la tension et le courant circulant dans la batterie.

b) Puis calculer et représenter la tension et le courant circulant dans la diode.



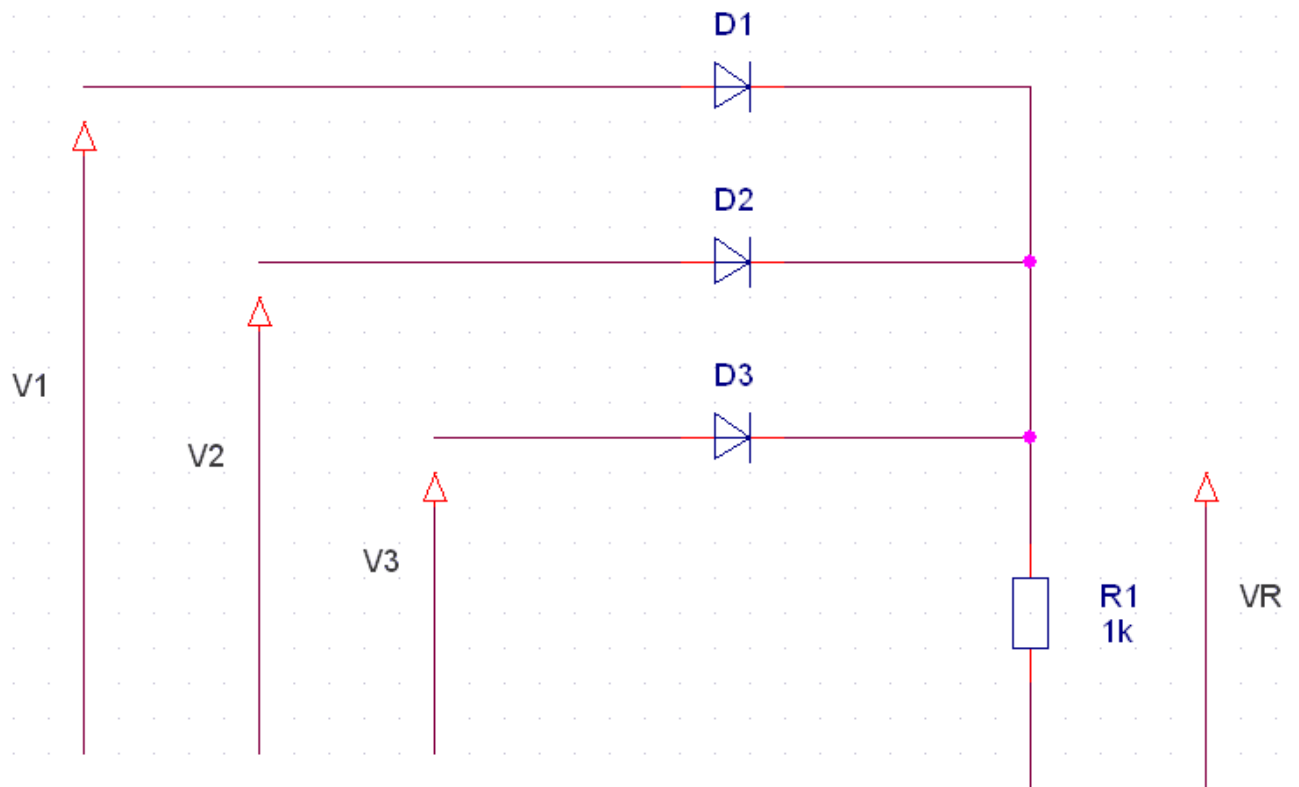
3°. Choisir la diode D1 à partir des calculs et des graphes précédents.

La tension inverse max que doit supporter la diode est de  $17 \times 2 = 34V$

Le courant MOYEN est de 0,55A

### VIII ). Exercice 12 :

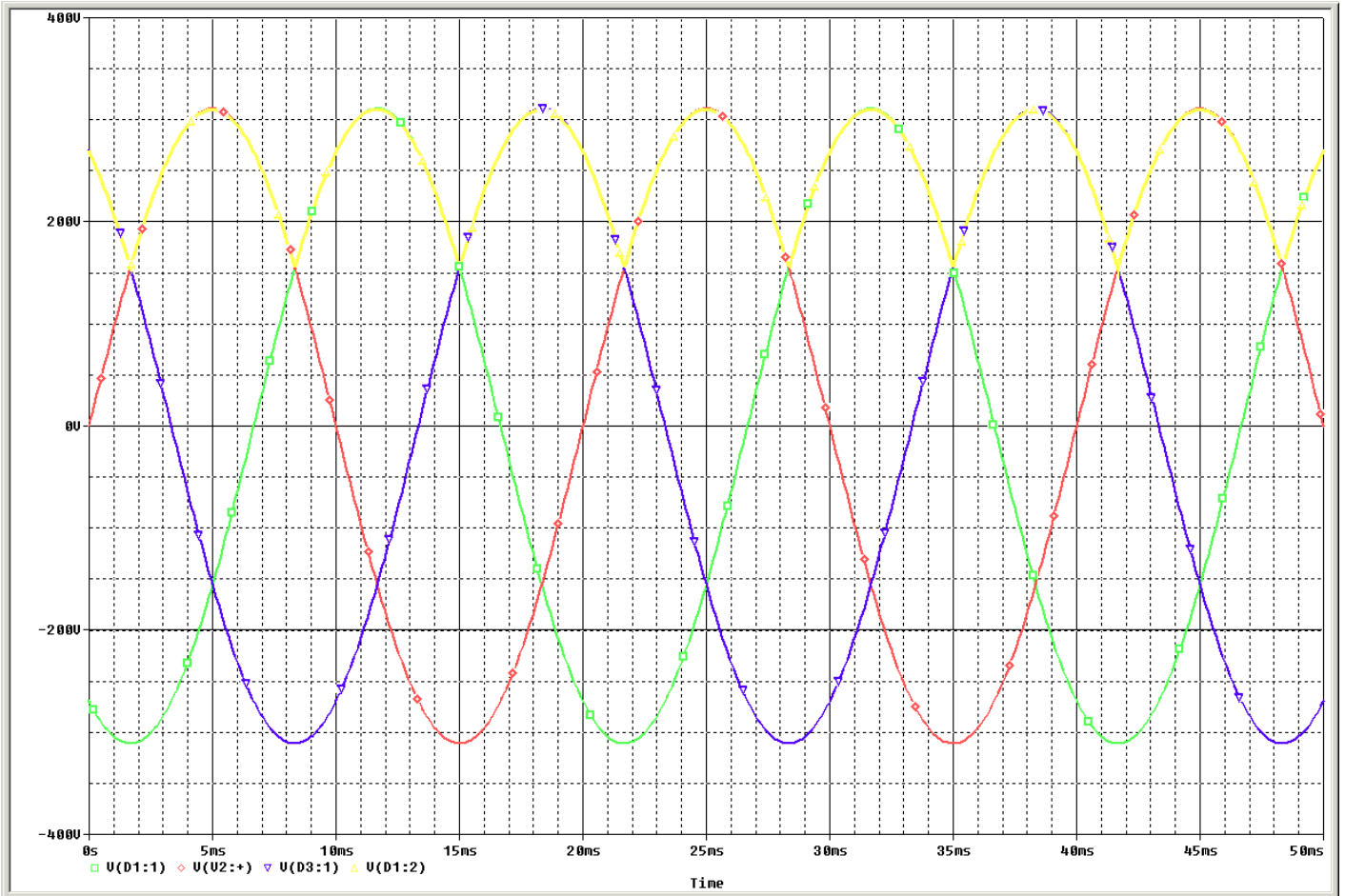
On désire connaître la puissance consommée par un radiateur fonctionnant sur le réseau triphasé. Son schéma est représenté ci-dessous :



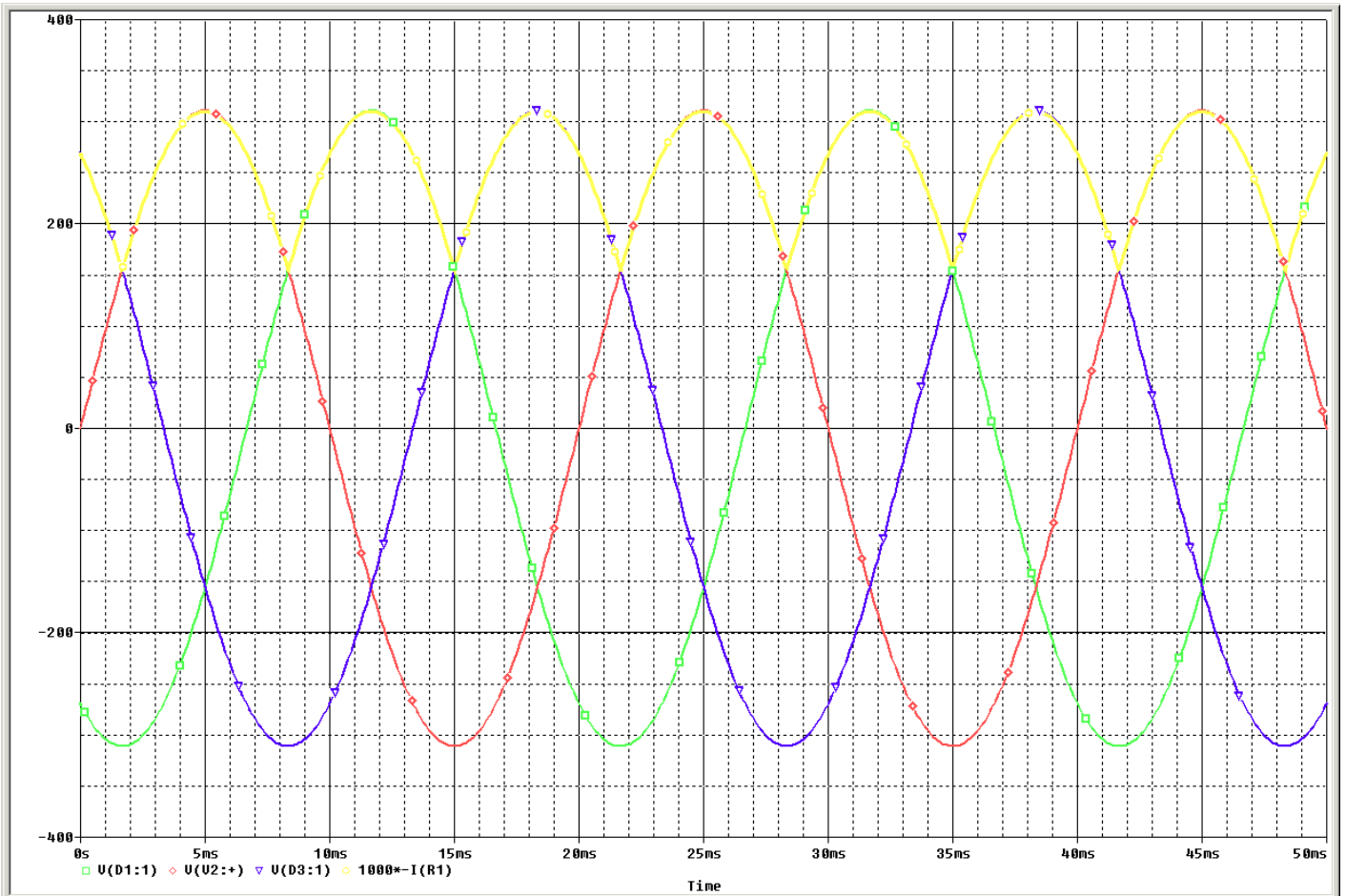
On a :  $F=50\text{Hz}$  et

$$V1 = 311 \cdot \sin\left(\omega t - \frac{2\pi}{3}\right) ; V2 = 311 \cdot \sin(\omega t) ; V3 = 311 \cdot \sin\left(\omega t + \frac{2\pi}{3}\right)$$

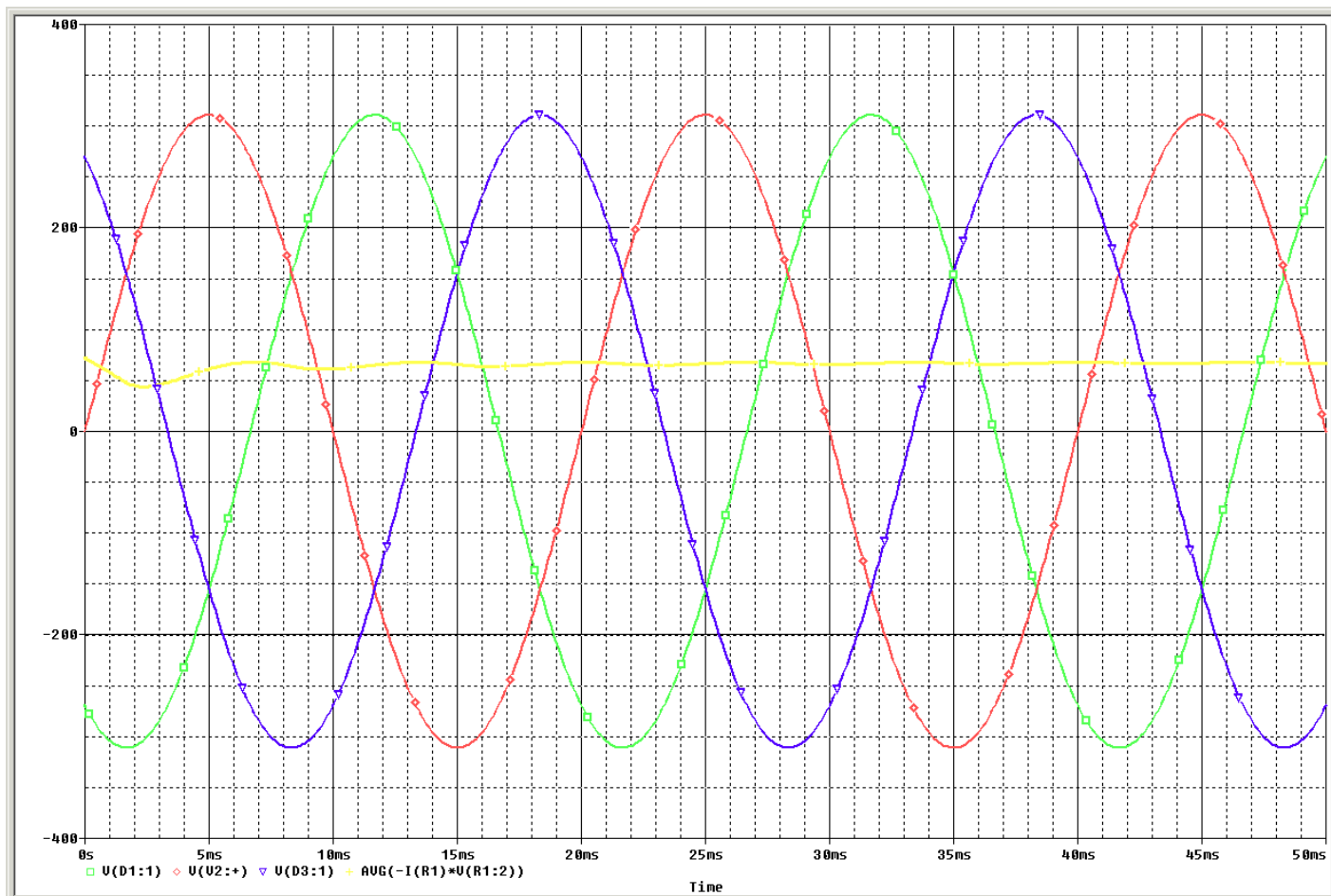
1°. Représenter la tension obtenue aux bornes de la résistance.



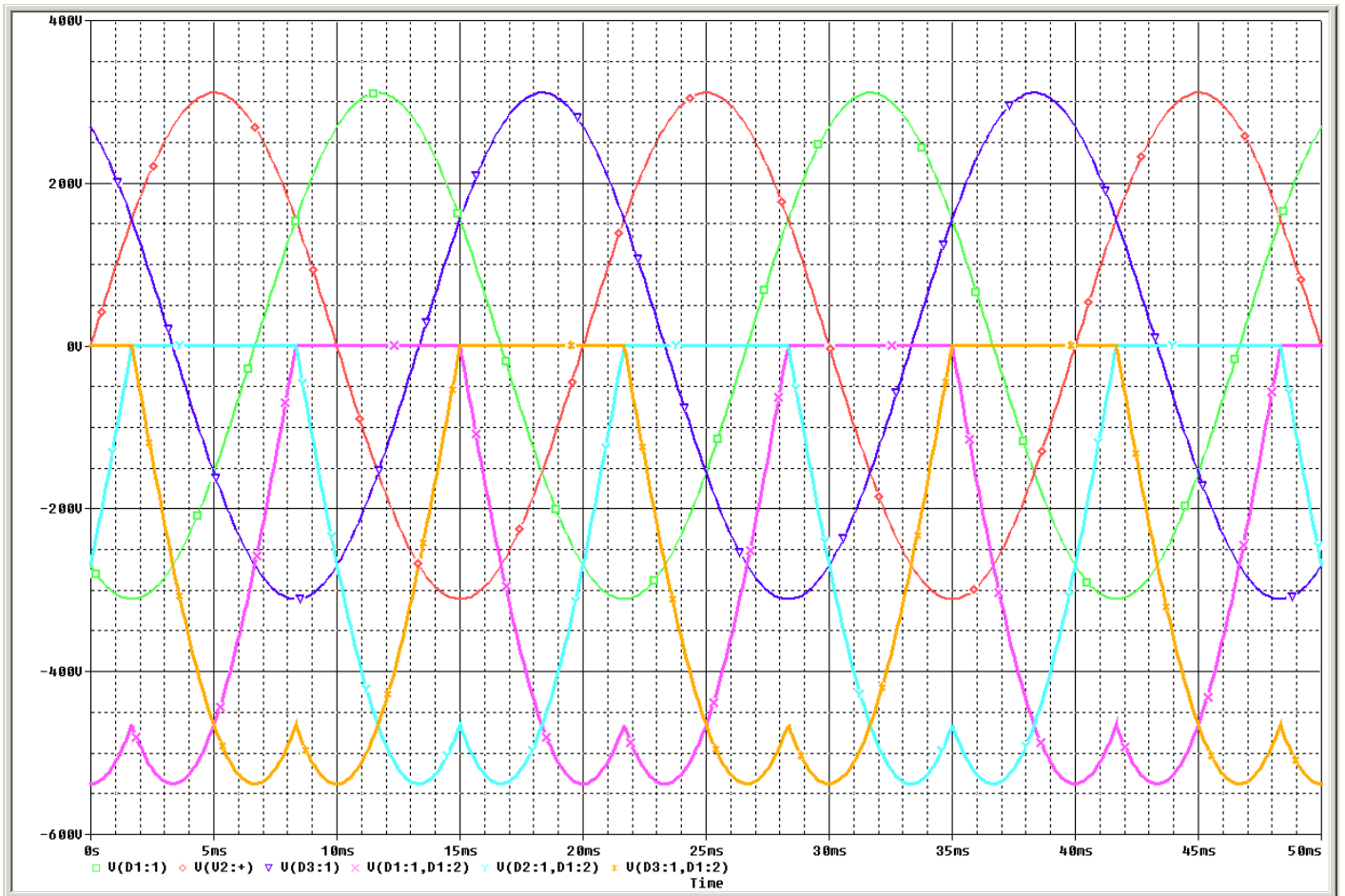
2°. Représenter le courant circulant dans la résistance.



3°. Expliquer comment il faudrait faire pour calculer la puissance absorbée par la résistance.

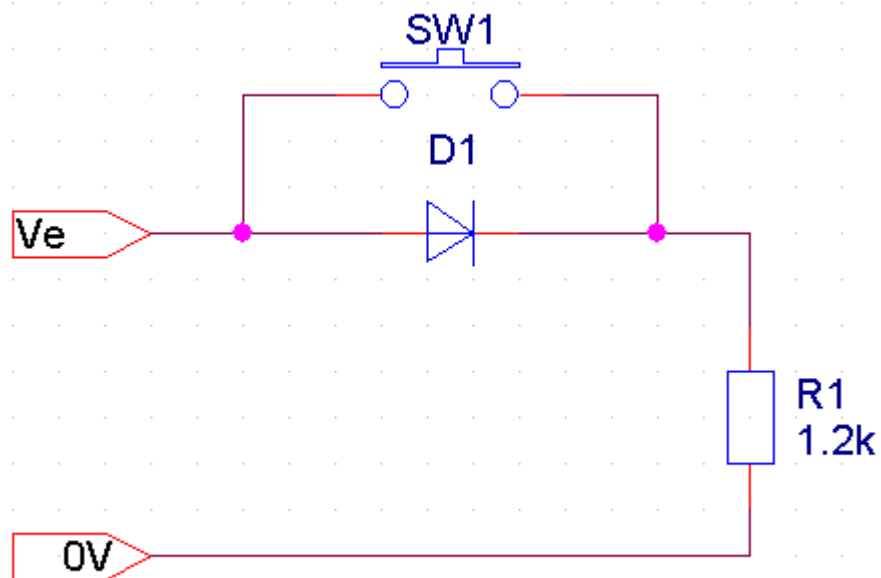


4°. Effectuer le choix des diodes.



**IX ). Exercice 13 :**

Le schéma d'un fer à souder est représenté ci-dessous :



Avec  $V_e=311.\sin(\omega.t)$  avec  $f = 50\text{Hz}$

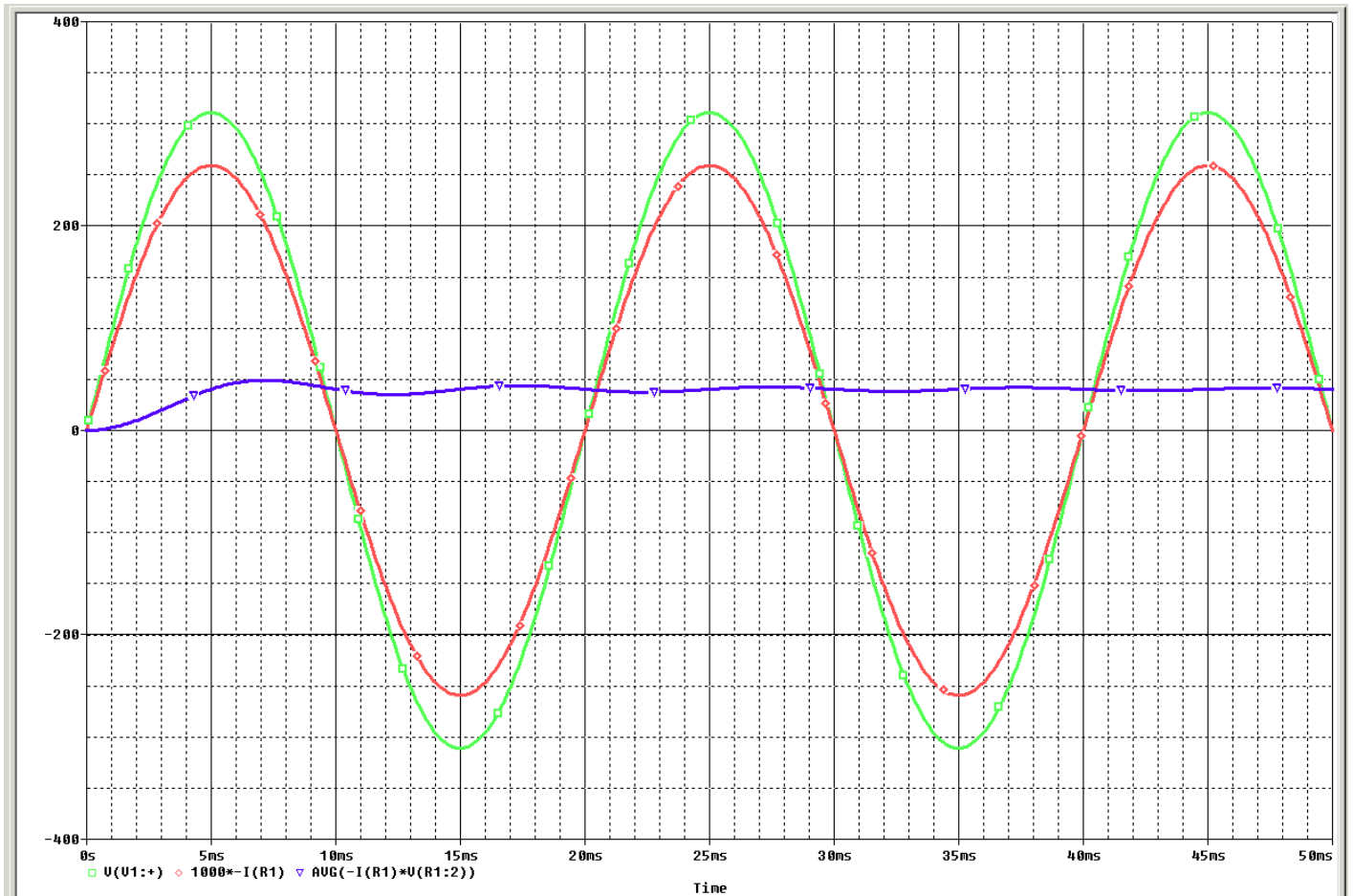
1°. On appuie sur le bouton poussoir.

Calculer et représenter la tension aux bornes de la résistance et le courant circulant dans la résistance.

Calculer la puissance absorbée par la résistance.

(On rappelle que  $P_{MOY} = V_{eff} * I_{eff}$ )

$$P = \frac{U_{eff}^2}{R} = \frac{220^2}{1200} = 40 \text{ W}$$

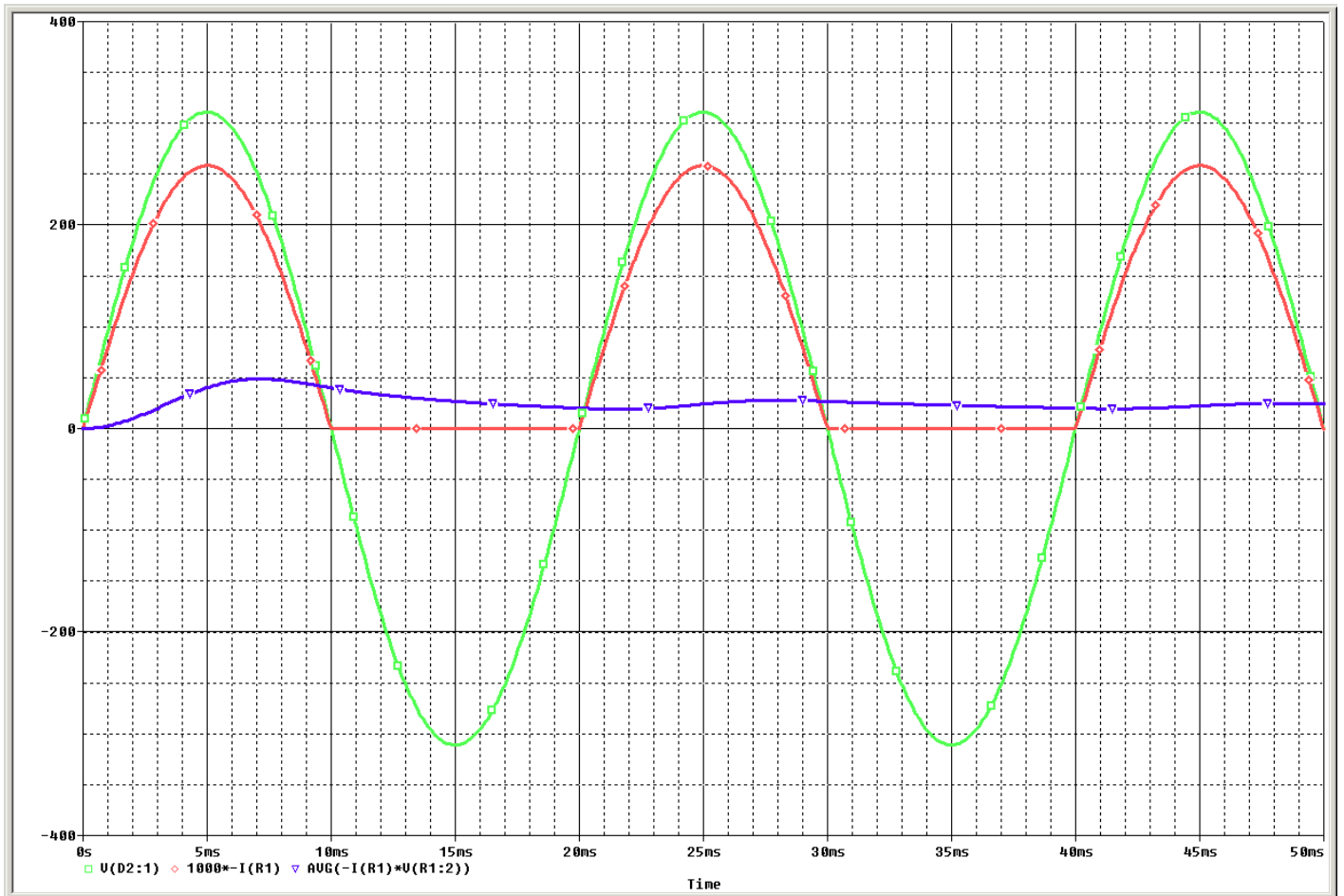


2°). On relâche le bouton poussoir.

Calculer et représenter la tension aux bornes de la résistance et le courant circulant dans la résistance.

Calculer la puissance absorbée par la résistance.

$$P = \frac{U_{eff}^2}{2.R} = \frac{220^2}{2.1200} = 20.16 \text{ W}$$



3°. Effectuer le choix de la diode.

Le courant direct que doit supporter la diode est de  $I_{eff} = \frac{U_{eff}}{R} = \frac{220}{1200} = 183 \text{ mA}$

La tension inverse que doit supporter la diode est de 311V

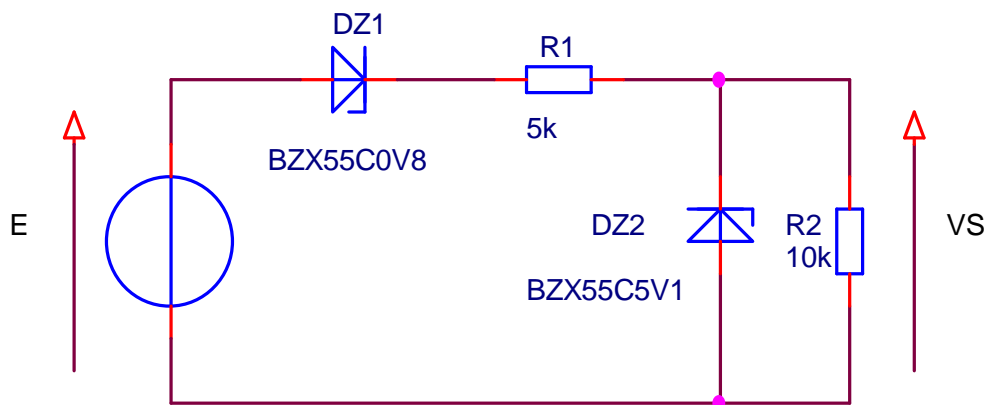
4°. Expliquer quelle est l'utilité du bouton poussoir.

Il permet de faire des économies d'énergie, quand on n'utilise pas le fer à souder, et d'avoir la pleine puissance quand on soude.



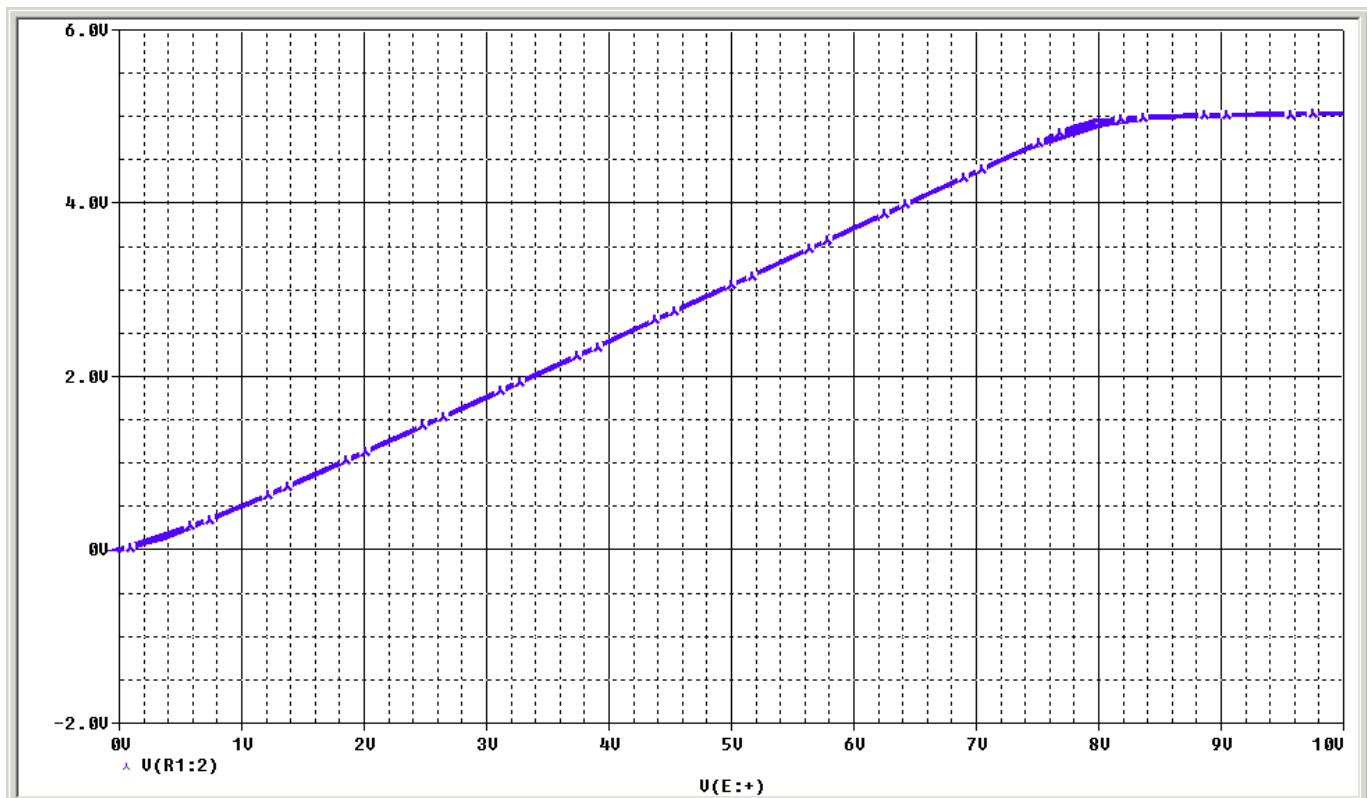
## B). Les diodes Zeners :

### I). Exercice 1 :

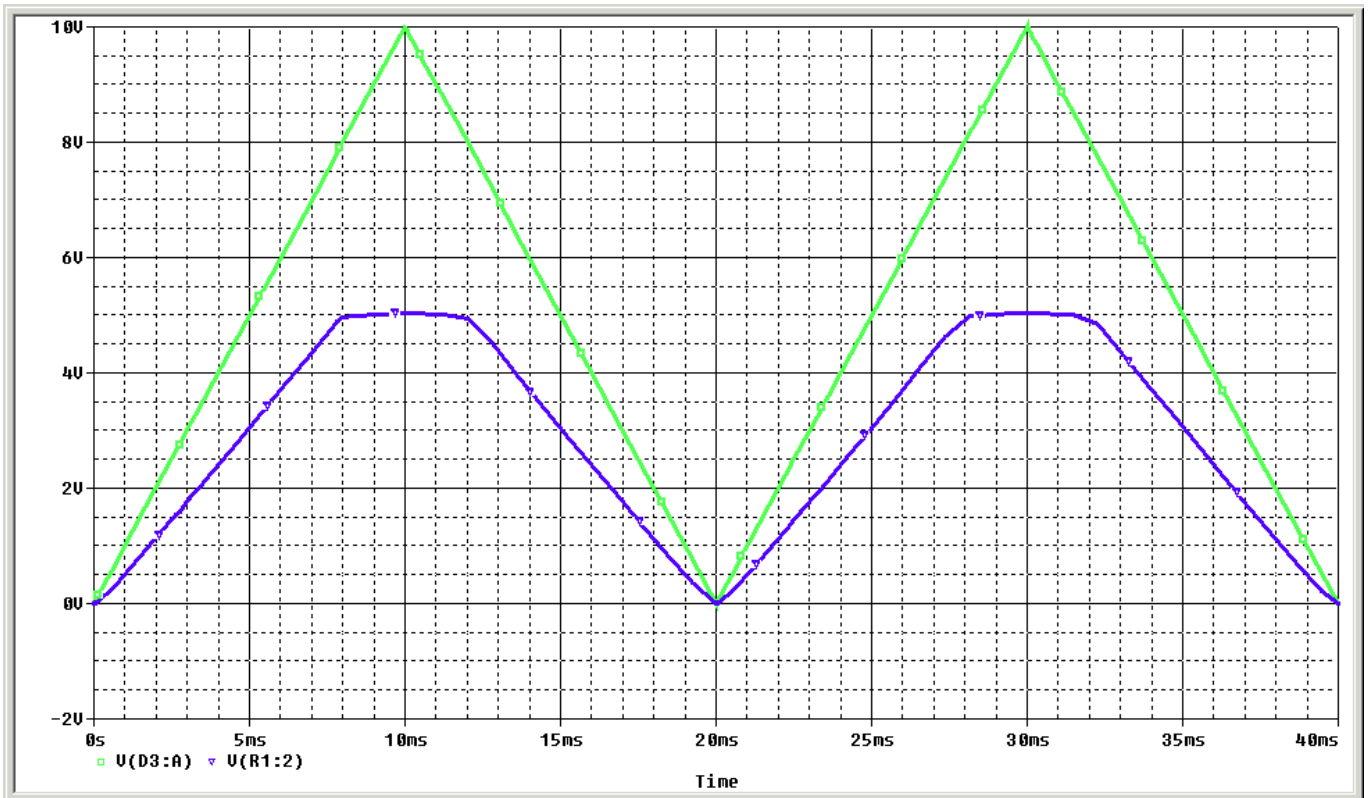


1°.  $E$  est un générateur de tension continue qui peut varier de 0 à + 10V :

Tracez la fonction de transfert du montage  $V_S=f(E)$ .

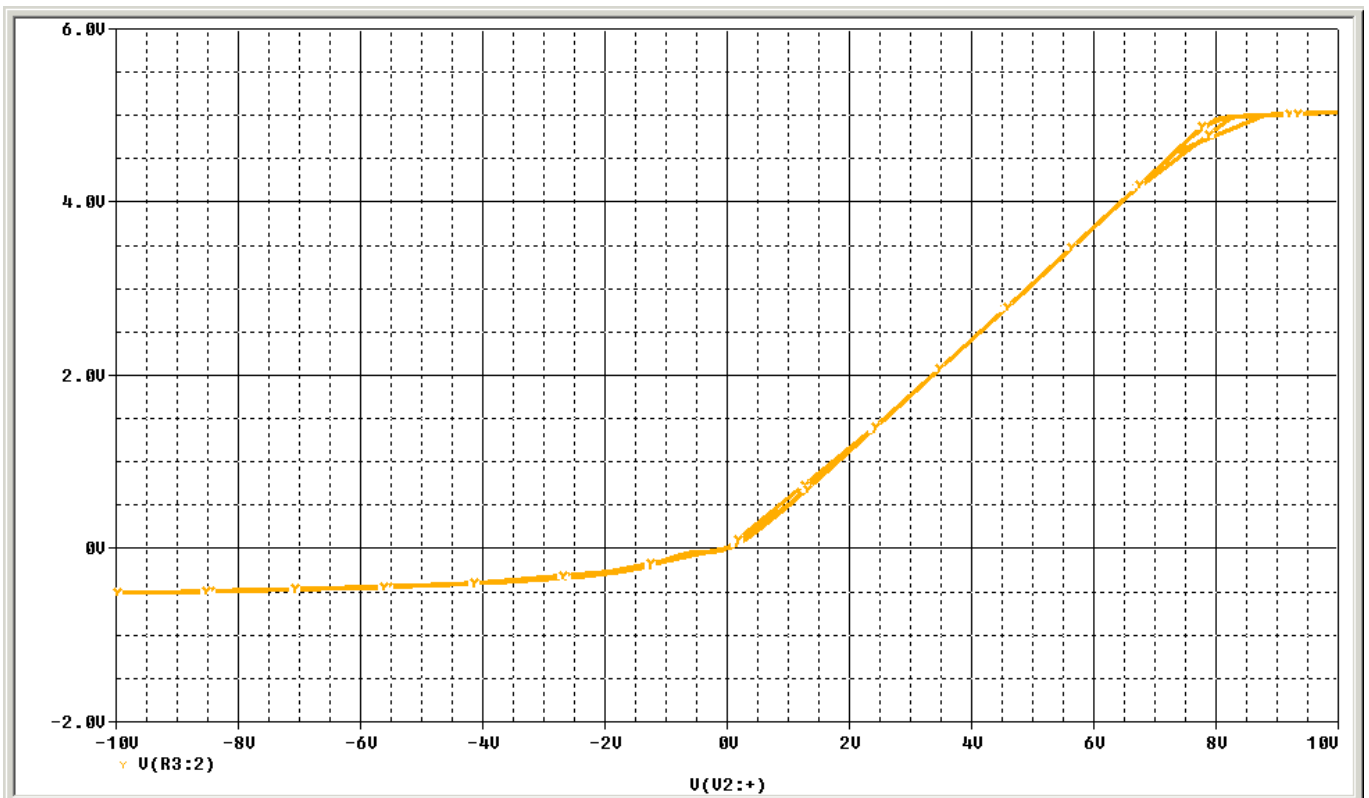


Tracez la tension  $V_S=f(t)$  pour une tension  $E$  en dent de scie variant de 0 à 10V avec une variation de 1V/ms ;

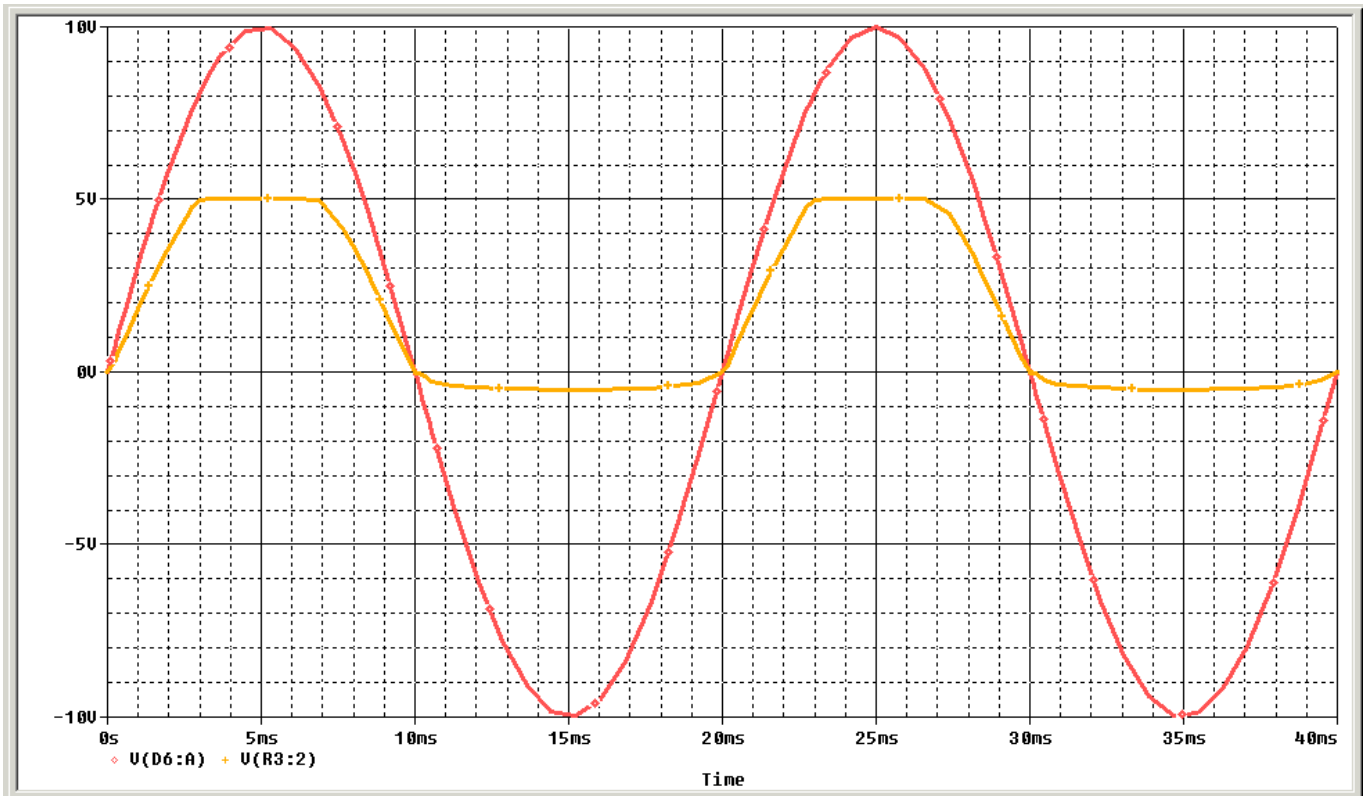


2°. Le générateur E est de la forme  $10.\sin(2.\pi.50.t)$  :

Tracez la fonction de transfert du montage  $V_s=f(E)$ .

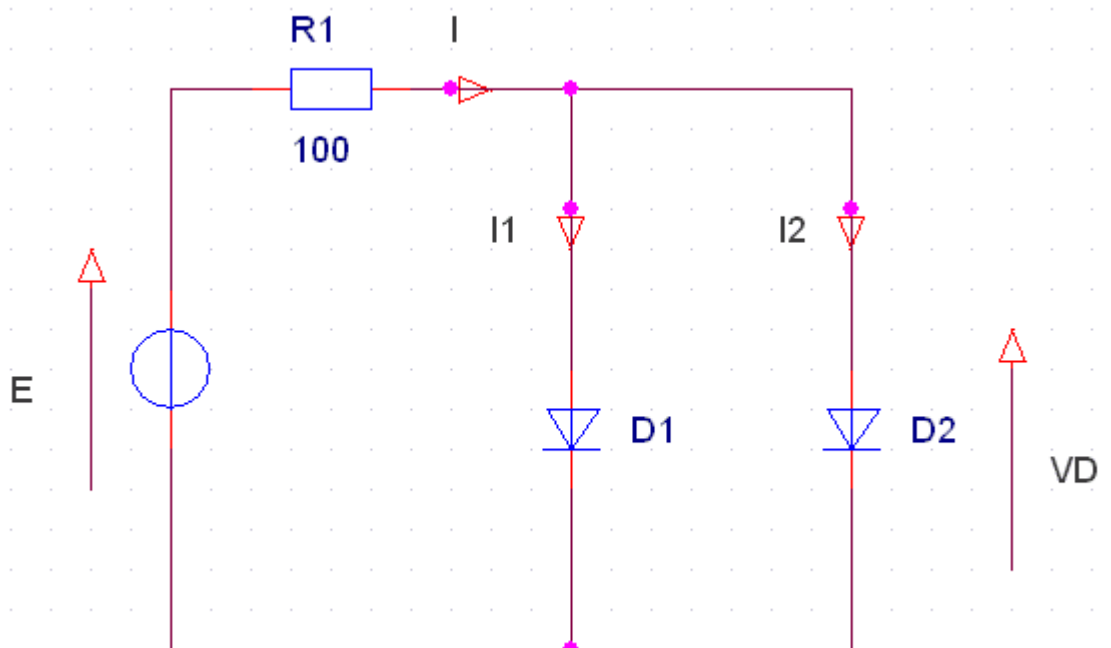


Tracez la tension  $V_s=f(t)$  pour la tension E ;

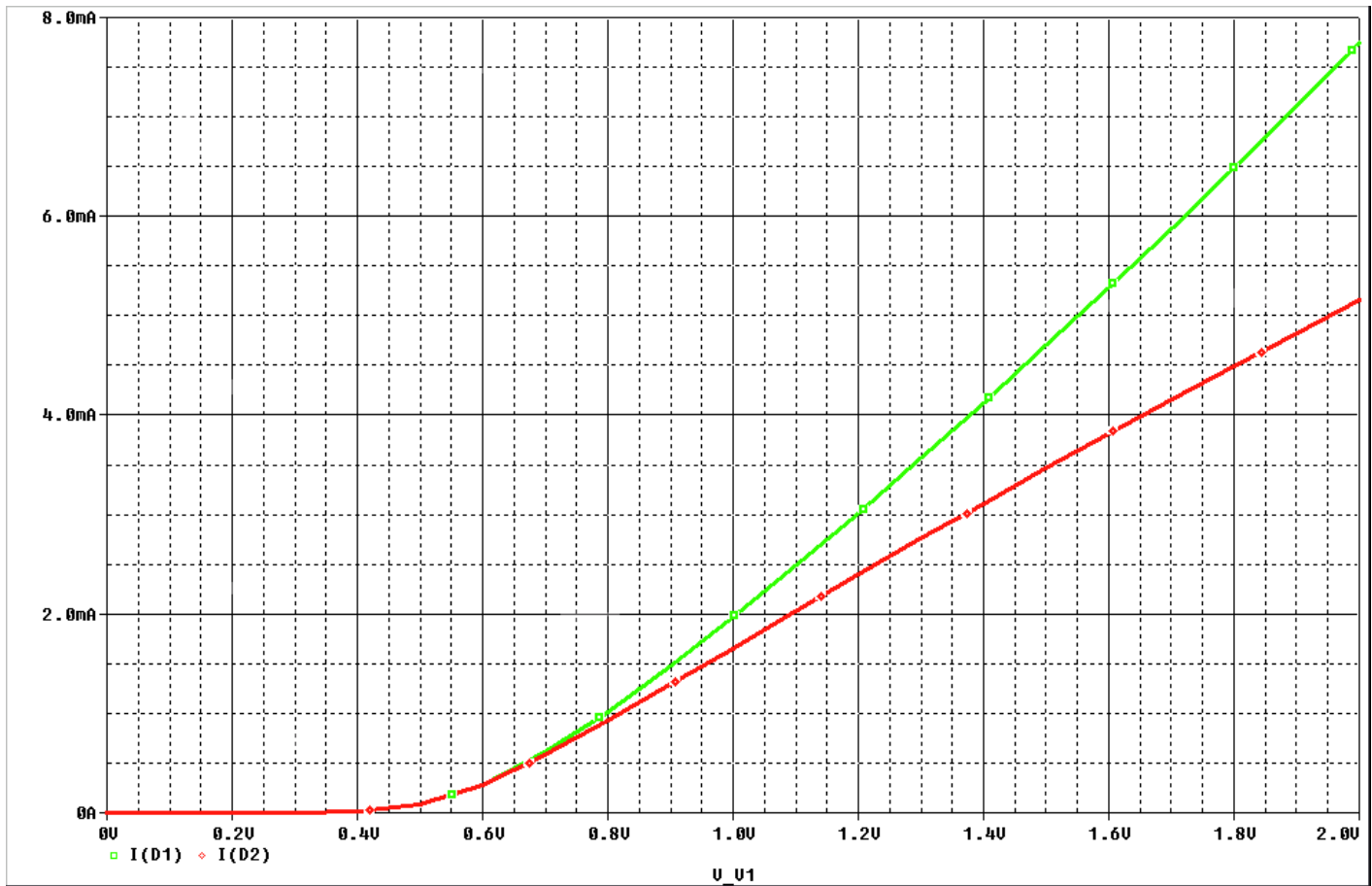


***1). Exercice 9 :***

Soit le montage ci-dessous :

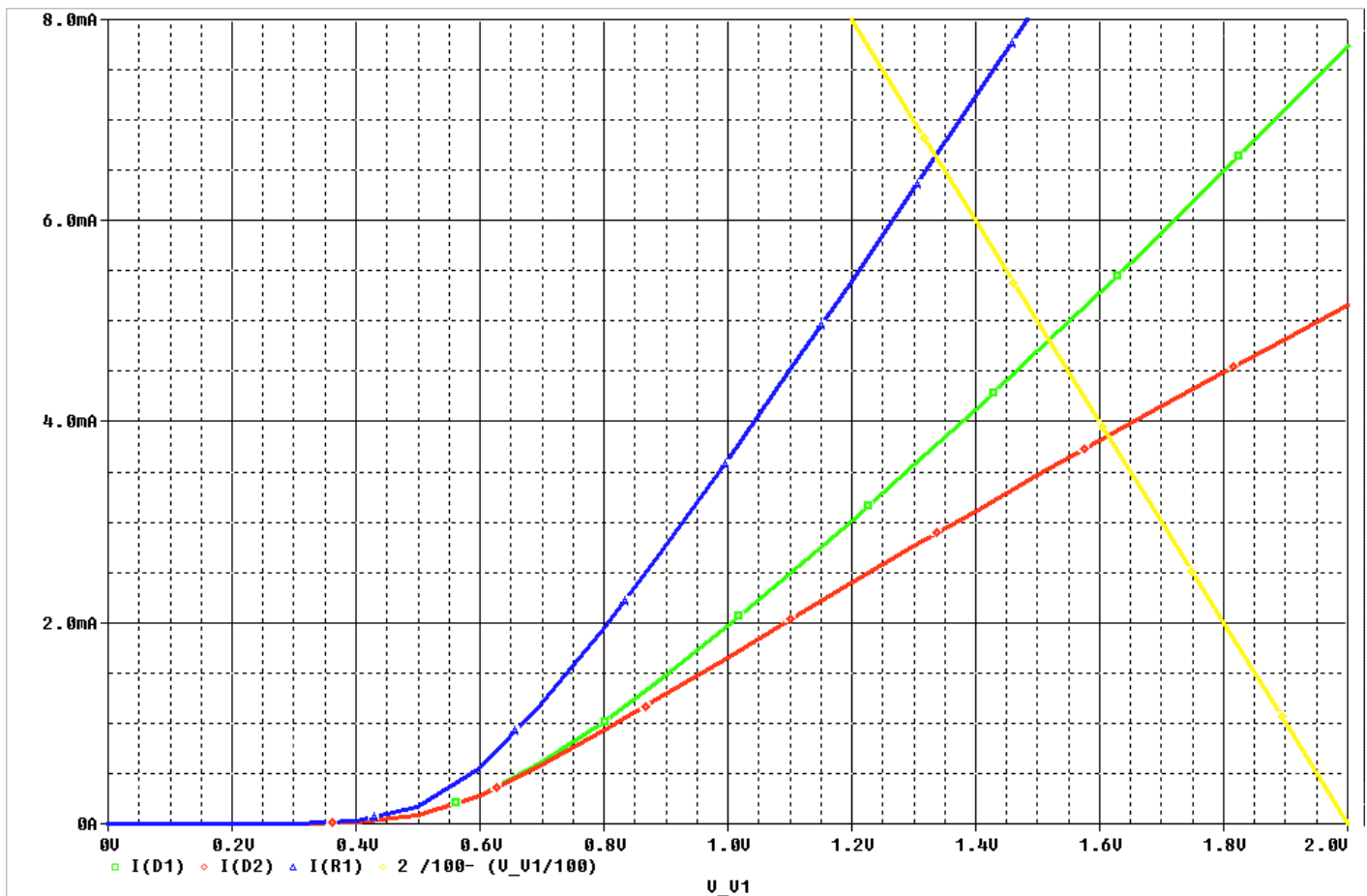


La caractéristique des diodes est donnée ci-dessous :



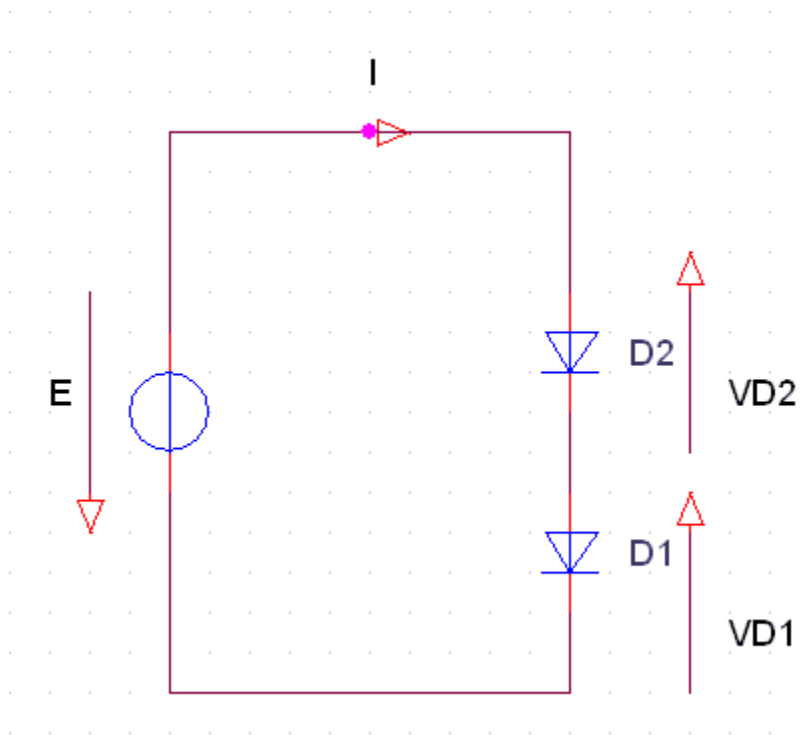
$E = 2V$

Déterminer graphiquement  $I_{D1}$  et  $I_{D2}$ .



## II ). Exercice 10 :

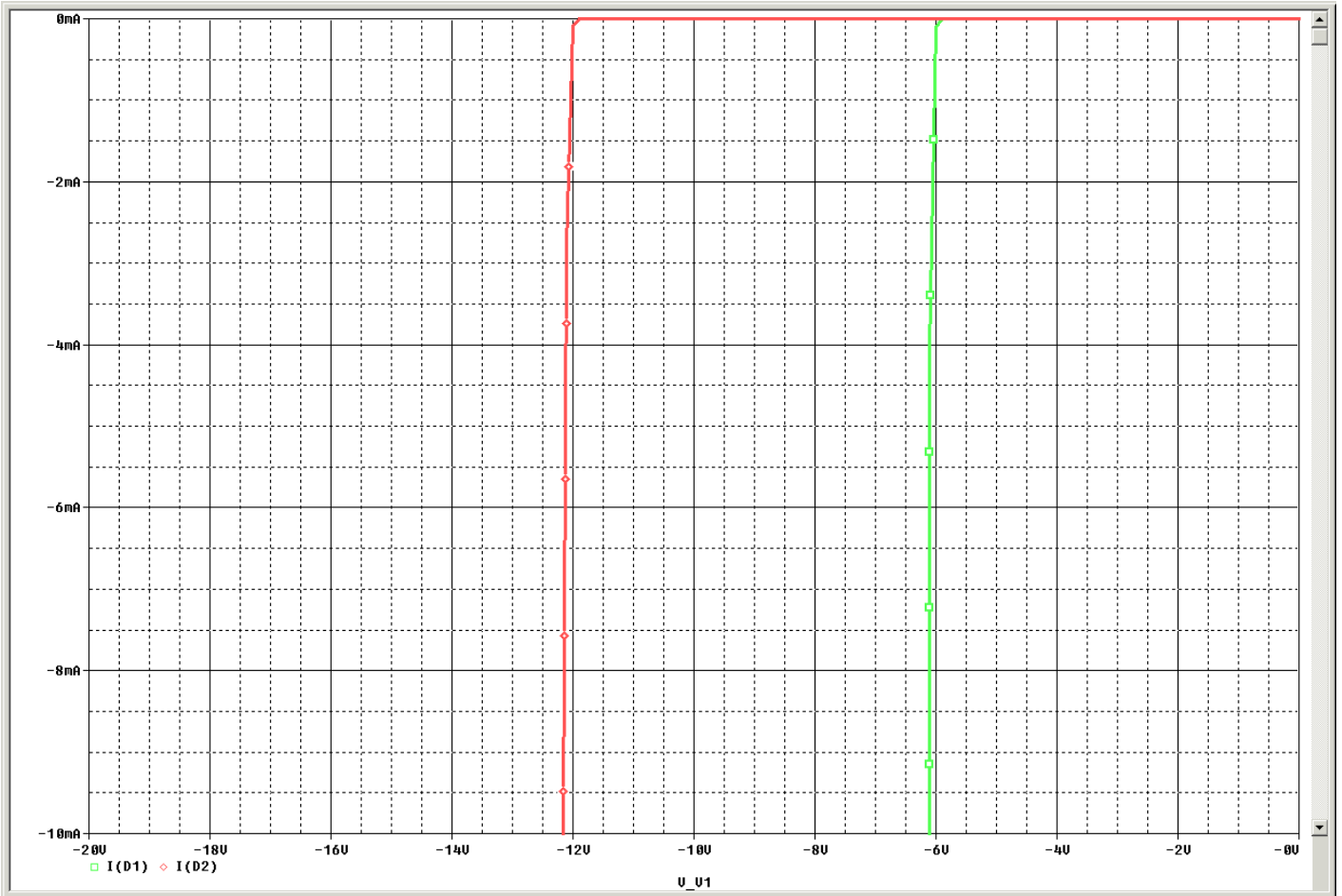
Soit le montage ci-dessous :



Soit une diode  $D1$  dont on donne la caractéristique inverse. Si on applique une tension inverse d'amplitude supérieure à  $6V$ , on va détruire celle-ci par un courant trop important.

Démontrez le.

Pour pouvoir appliquer une tension supérieure, on place en série une diode  $D2$ , dont la caractéristique présente un coude pour une tension supérieure soit  $12V$ .



Recherchez le point de fonctionnement de D1 et D2 mises en séries.

