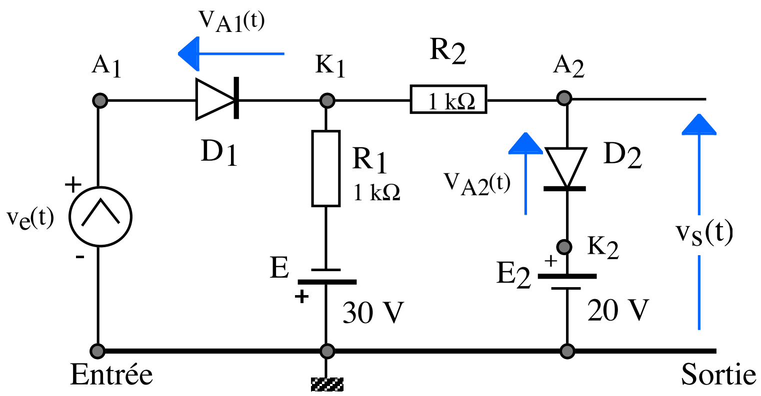
## MONTAGE ECRETEUR A DIODES [1]

### PREMIERE PARTIE : DIODE IDEALE

On considère le montage donné en figure 1 qui utilise deux diodes supposées idéales, qui sont simulées par :

- Un circuit ouvert pour l'état bloqué
- Un court-circuit pour l'état passant.



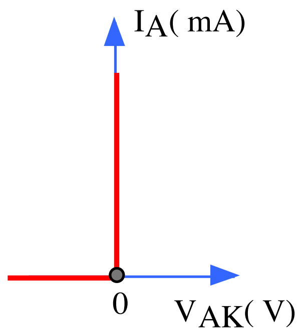
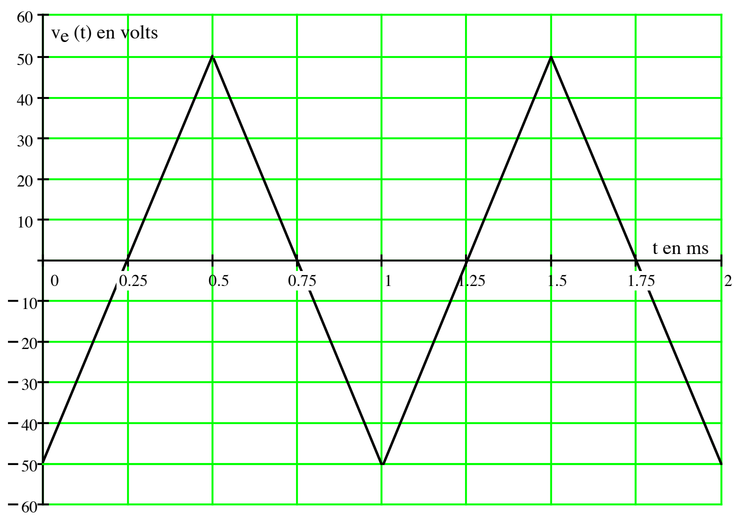




Figure 1

On désire déterminer le graphe de la tension de sortie $v_s$ (t) du montage lorsque celui-ci est excité par un générateur délivrant une tension $v_e$ (t) triangulaire périodique ayant :

- Une fréquence f de 1 kHz
- Une valeur moyenne nulle
- Une amplitude 100V crête à crête et telle que $v_e$ (t = 0) =- 50V.




1) A l'instant t = 0, où $v_e$ (0) = - 50 V, on désire connaître l'état des diodes. A cet effet, on exploite la méthode d'analyse suivante :
   - Déconnecter les deux diodes et calculer alors la valeur des tensions :

[1] Ph.ROUX © 2009 rouxphi3.perso.cegetel.net

- $V_{A1M}$ et $V_{K1M}$ pour la diode $D_1$
- $V_{A2M}$ et $V_{K2M}$ pour la diode $D_2$.

Montrer alors que les diodes sont bloquées.

2) Donner la valeur de la tension de sortie $v_s(0)$ à l'instant t = 0.

*A partir de l'instant t = 0, la tension $v_e$ (t) augmente et l'analyse du schéma montre que la diode $D_1$ devient passante la première alors que $D_2$ reste encore bloquée. On divise donc le fonctionnement du montage en trois séquences ayant chacune son propre schéma d'analyse.*

**SEQUENCE 1 : $D_1$ et $D_2$ BLOQUEES**

Dans cette séquence, le schéma d'analyse est obtenu en remplaçant $D_2$ bloquée par un circuit ouvert. Cependant, on dessine $D_1$ sous sa forme symbolique afin de déterminer sa droite de charge et définir la tension $v_{e1}$ ($t_1$) qui rend $D_1$ juste conductrice.

3) Ecrire l'équation de la droite de charge de la diode $D_1$.

a)Tracer la droite de charge à l'instant t = 0. Vérifier que le point de fonctionnement correspond à $D_1$ bloquée.

b) Comment se déplace la droite de charge lorsque que $v_e$ (t) augmente à partir de t = 0 ?

c) En déduire la valeur de la tension d'entrée $v_{e1}$ ($t_1$) qui rend $D_1$ juste conductrice.

d) Calculer l'expression de la tension $v_s$ (t) dans cette 1° séquence.

**SEQUENCE 2 : $D_1$ PASSANTE, $D_2$ BLOQUEE**

La tension $v_e$ (t) > $v_{e1}$ est telle que $D_1$ est passante alors que $D_2$ est encore bloquée. La diode $D_1$ est donc simulée par un court-circuit alors que $D_2$ est représentée sous sa forme symbolique.

4) Dessiner le nouveau schéma équivalent au montage. Rechercher l'expression de la tension de sortie $v_s$ (t) en fonction de $v_e$ (t) dans cette séquence.

5) Déterminer la valeur de la tension $v_{e2}$ ($t_2$) qui rend la diode $D_2$ juste passante et qui indique la fin de la deuxième séquence.

**SEQUENCE 3 : DIODES PASSANTES**

Dans cette dernière séquence, la tension $v_e$ (t) > $v_{e2}$ est telle que $D_1$ et $D_2$ sont passantes.

6) Dessiner le nouveau schéma équivalent au montage.
   Quelle est l'expression de la tension $v_s$ (t) ?

7) Compte tenu de l'analyse complète représenter l'évolution de la tension de sortie $v_s$ (t) sur deux périodes du signal $v_e$ (t).

**DEUXIEME PARTIE : MODELE LINEARISE DE LA DIODE**

- Le générateur d'attaque $v_e$ (t) évolue maintenant de -10 à +10 V (figure 2a).
- Les résistances $R_1$ et $R_2$ sont égales à 10 Ω
- $E_1 = E_2 = 2V$.

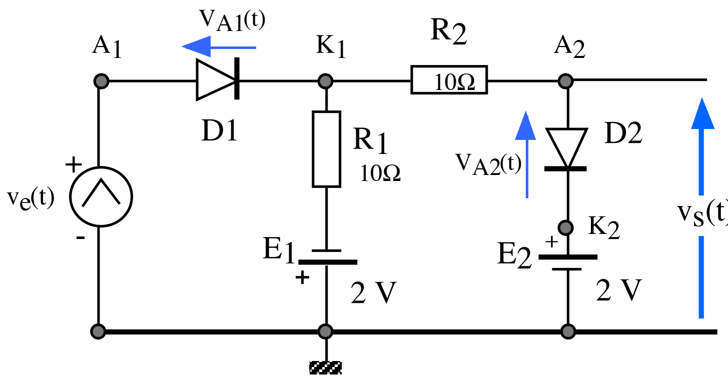



Figure 2a

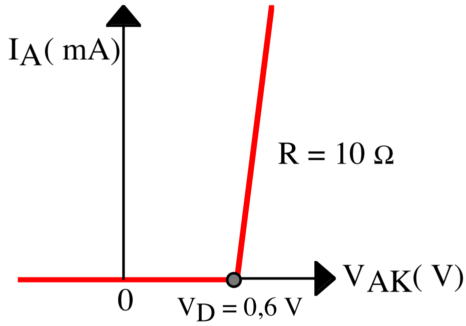



Figure 2b

Refaire l'étude de la première partie en simulant chaque diode par un schéma plus proche de la réalité (figure 2b), c'est-à-dire :

- $V_{AK} > V_D$ -> diode passante -> f.c.e.m. $V_D = 0.6V$ et résistance série $R = 10Ω$.
- $V_{AK} \leq V_D$ -> diode bloquée -> circuit ouvert.

## CORRECTION

### PREMIERE PARTIE : DIODE IDEALE

1) Schéma du montage à t = 0 s (figure 1).

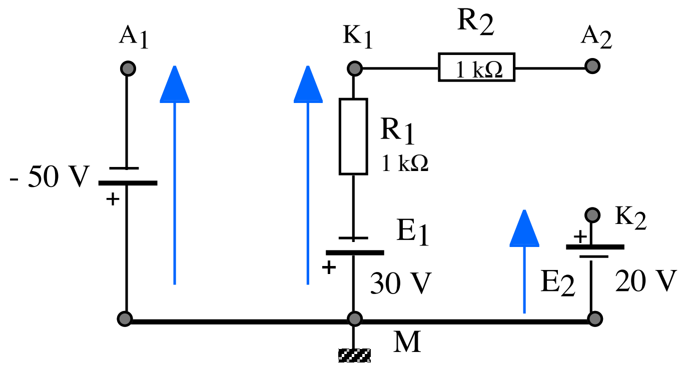



Figure 1

| | | | |
|---|---|---|---|
| $V_{A1M}$ = -50 V | $V_{K1M}$ = - 30 V | $V_{A1K1}$ = -20V | $D_1$ bloquée |

| | | | |
|---|---|---|---|
| $V_{A2M}$ = -30 V | $V_{K2M}$ = + 20 V | $V_{A1K1}$ = -50V | $D_2$ bloquée |

2) La tension de sortie $v_s$ (0) est égale à - $E_1$ soit - 30 V.

3) Droite de charge de la diode $D_1$ (figure 2).

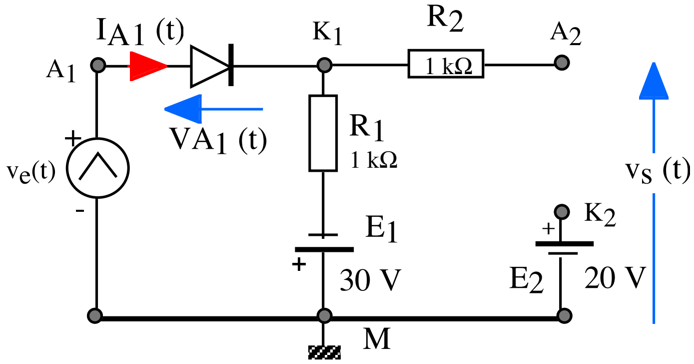



Figure 2

Equation de la droite de charge où $I_{A1}$ (t) représente le courant dans la diode et $V_{A1}$ (t) la tension entre $A_1$ et $K_1$.

$$\boxed{V_{A1}(t) = v_e(t) + E_1 - R_1.I_{A1}(t)}$$

a) Tracé de la droite de charge à t = 0 s (figure 3).

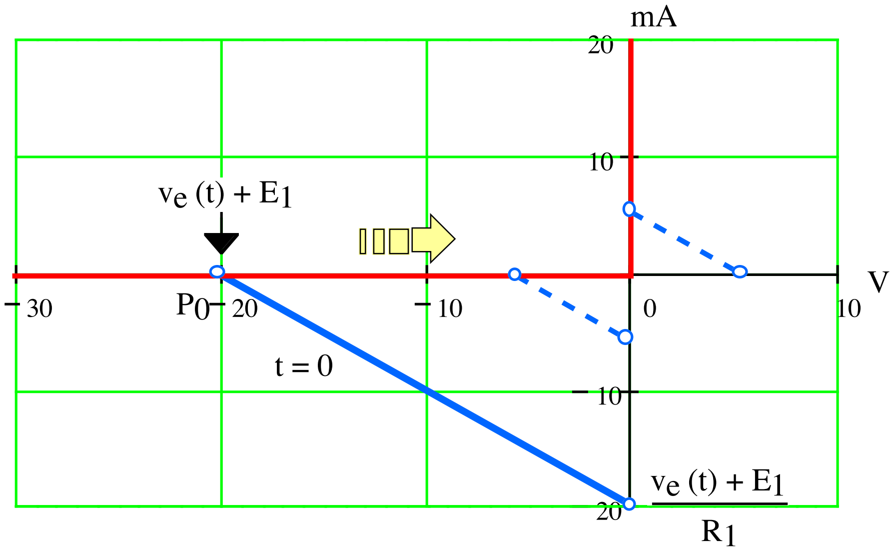



Figure 3

Le point de fonctionnement de la diode $D_1$ est situé à l'intersection de la droite de charge et de la caractéristique de la diode, soit le point $P_0$. La diode est donc bloquée.

b) Lorsque $v_e$ (t) augmente, la droite de charge se déplace parallèlement à elle-même, vers la droite de la figure 3.

c) Lorsque le point P est tel que : $v_{e1}$ ($t_1$) + $E_1$ = 0V, la diode est à la limite de l'état bloqué ( tension et courant nuls). Dans ces conditions : $v_{e1}$ ($t_1$) = -$E_1$ = -30V.

d) On obtient alors $v_s$ ($t_1$) = - $E_1$ = -30 V.

4) Schéma du montage (figure 4).

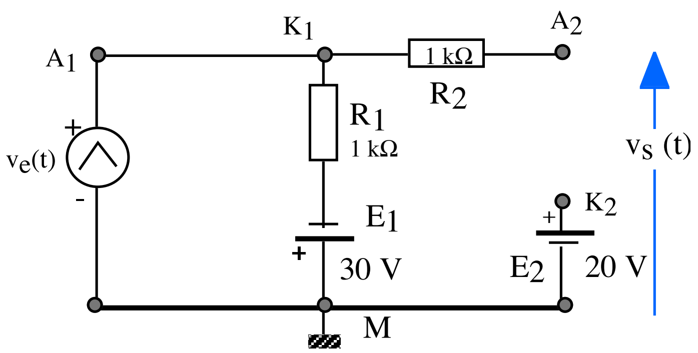



Figure 4

$D_1$ passante est remplacée par un court-circuit. On obtient alors : $v_s$ (t) = $v_e$ (t).

5) Pour déterminer la valeur de la tension $v_{e2}$ ($t_2$) qui rend la diode $D_2$ juste passante, recherchons sa droite de charge (figure 5).

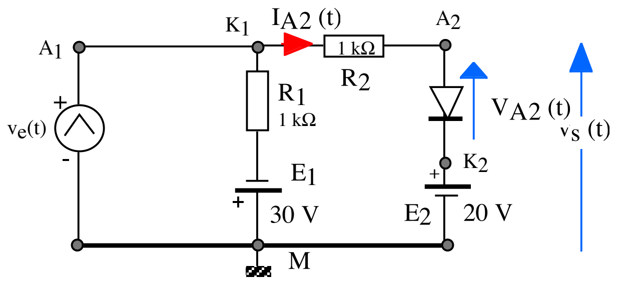



Figure 5

Equation de la droite de charge de la diode $D_2$ :

$$\boxed{V_{A2}(t) = -R_2.I_{A2}(t) + v_e(t) - E_2}$$

La diode $D_2$ sera à la limite de conduction pour : $V_{A2}$ ($t_2$) = 0V et $I_{A2}$ ($t_2$) = 0 mA. On en déduit :

$$\boxed{v_{e2}(t_2) = E_2 = 20V}$$

6) Schéma du montage dans la dernière séquence (figure 6). $v_s(t) = E_2 = 20V$

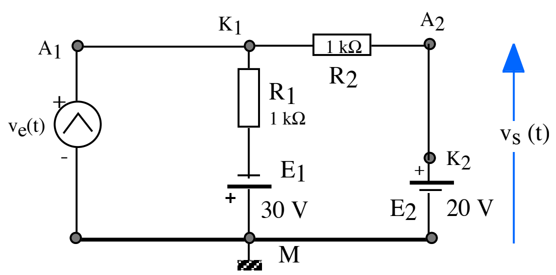



Figure 6

7) Evolution de la tension de sortie $v_s$ (t) :

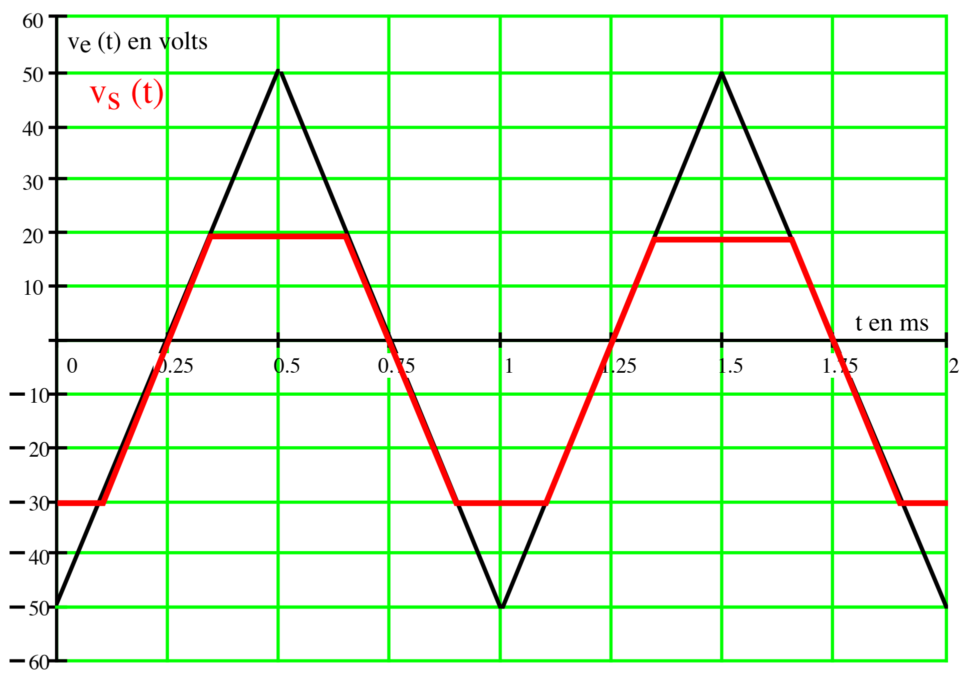



Figure 7

## DEUXIEME PARTIE : MODELE LINEARISE DE LA DIODE

1) Schéma du montage à t = 0 s (figure 8)..

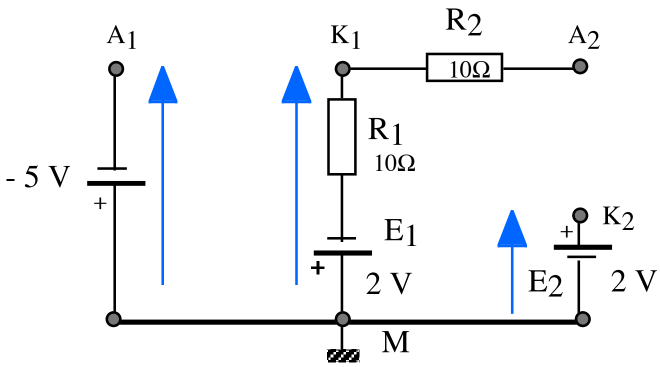



Figure 8

$V_{AK1}$ = - 8V, $V_{AKé}$= - 4V les deux diodes sont bloquées.

2) Tension de sortie : $v_s$ (0) = $-E_1$ = -2 V.

3) Equation de la droite de charge de la diode $D_1$.(figure 9) : $\boxed{V_{A1}(t) = v_e(t) + E_1 - R_1.I_{A1}(t)}$

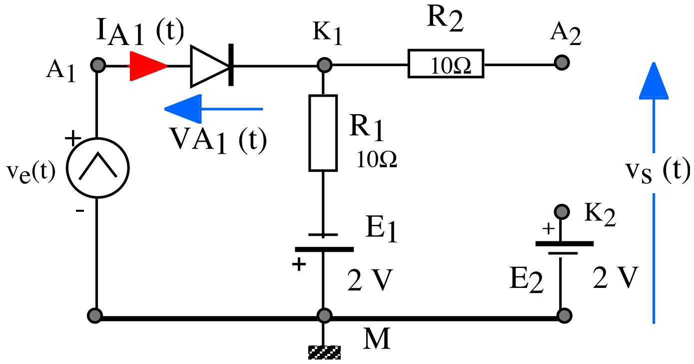



Figure 9

Tracé de la droite de charge de $D_1$ (figure 10).

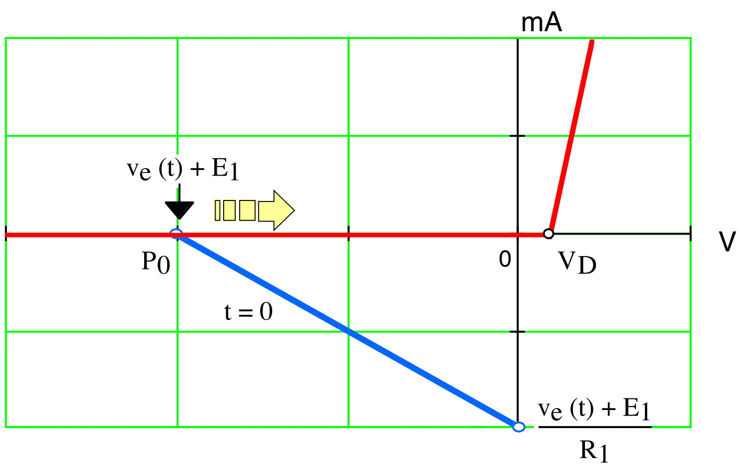



Figure 10

Lorsque le point de fonctionnement est tel que : $v_{e1}(t_1) + E_1 = V_D$, la diode $D_1$ entre dans la zone passante ($V_{AK1}$ ($t_1$) = $V_D$ , $I_{A1}$ = 0mA).

On en déduit : $\boxed{v_{e1}(t_1) = -1.4V}$ $\boxed{v_s(t_1) = -E_1 = -2V}$

4) Schéma du montage pour $D_1$ passante (remplacée par sa simulation R, $V_D$) et $D_2$ bloquée (figure 11).

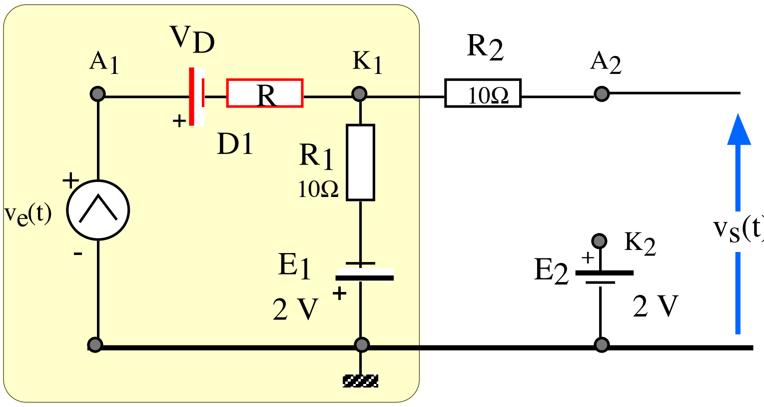



Figure 11

Pour analyser le montage, on remplace la partie encadrée de la figure 11 par le générateur de Thévenin équivalent.

$$\boxed{R_{th} = R_1 // R = 5\Omega}$$

En utilisant le théorème de superposition :

$$\boxed{E_{th}(t) = [v_e(t) - V_D]\frac{R_1}{R_1 + R} - E_1\frac{R}{R_1 + R} = \frac{v_e(t)}{2} - 1.3}$$

Le schéma (figure 12) devient alors le suivant :

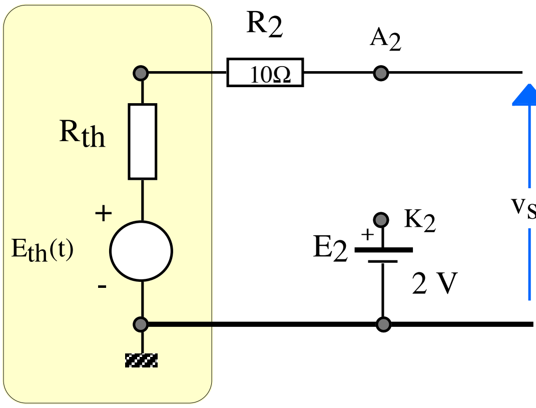



Figure 12

$$\boxed{v_s(t) = E_{th}(t) = \frac{v_e(t)}{2} - 1.3}$$

5) Equation de la droite de charge de la diode $D_2$.(figure 13).

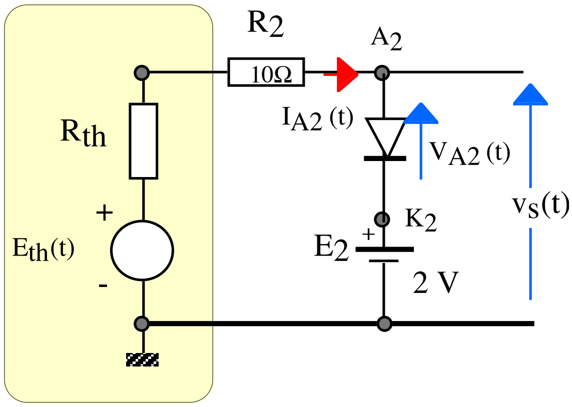



Figure 13

$$\boxed{v_{A2}(t) = -(R_{th} + R_2)I_{A2}(t) + E_{th}(t) - E_2}$$

Pour $D_2$ juste passante ($I_{A2}$ (t2)= 0mA et $V_{A2}$ ($t_2$)= $V_D$, on obtient : $Et_h(t_2) = V_D + E_2$.
Cette relation permet de remonter à la tension de seuil $v_{e2}$ ($t_2$) = 7.8 V.

6) La diode $D_2$ est maintenant passante. Le schéma du montage est donné en figure 14 où $D_2$ est remplacée par son schéma de simulation.

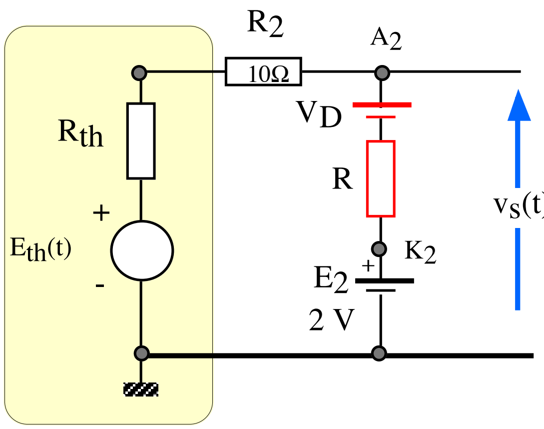



Figure 14

La tension $v_s$ (t) s'exprime en utilisant le théorème de superposition :

$$\boxed{v_s(t) = E_{th}(t)\frac{R}{R_{th} + R_2 + R} + (E_2 + V_D)\frac{R_{th} + R_2}{R_{th} + R_2 + R}}$$

$$\boxed{v_s(t) = \frac{1}{3}(\frac{v_e(t)}{2} + 3.9)}$$

7) Graphe de la tension de sortie $v_s$ (t).

| $v_e$ (t) | de -10 à –1.4 V | de -1.4 à 7.8 V | de 7.8 à 10 V |
|---|---|---|---|
| Diodes | $D_1$ bloquée<br>$D_2$ bloquée | $D_1$ passante<br>$D_2$ bloquée | $D_1$ passante<br>$D_2$ passante |
| $v_s$ (t) | -2 V | $\frac{v_e(t)}{2} - 1.3$ | $\frac{1}{3}(\frac{v_e(t)}{2} + 3.9)$ |

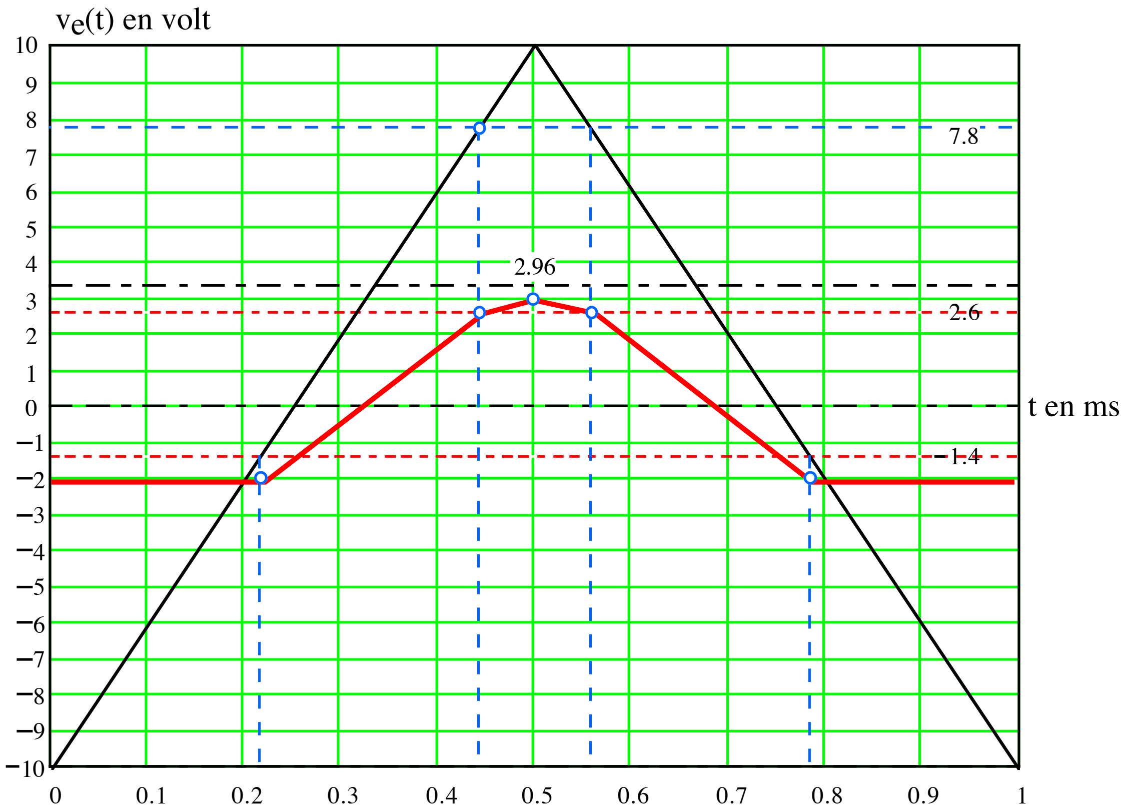



Figure 15