Université de Montpellier
L2 EEA

Examen HAE301E

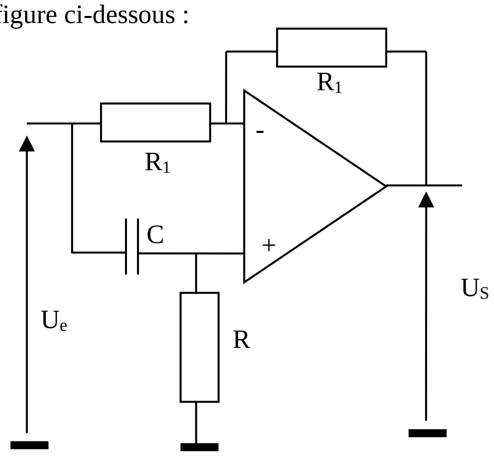
Aucun document autorisé/ Calculatrice non autorisée

Partie 1 « Cours sur les AOP » (O. Moret Bailly) [5 Points]

Durée conseillée 40 min. A rédiger sur une copie séparée.

Exercice I

On considère le montage de la figure ci-dessous :

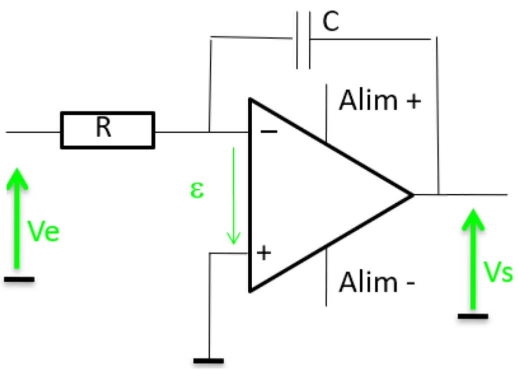


1. Appliquer Millman sur l'entrée inverseuse.
2. On rappelle que l'impédance de la capacité vaut 1/jCω. Appliquer Millman sur l'entrée non inverseuse.
3. Calculer la fonction de transfert $\frac{\underline{U_S}}{\underline{U_e}}$
4. Donner le module et l'argument de la fonction de transfert.
5. En déduire la fonction de ce montage.

Question de cours I

Choisir un montage parmi tous les montages vus en cours. Et décrivez-en le fonctionnement.
Sera pris en compte : l'exactitude du schéma, la complexité du montage choisi, la qualité des explications du fonctionnement. Il vaut mieux faire un montage simple bien expliqué qu'un montage complexe avec des explications fausses.

Question de cours II



1. Quelle est la fonction de ce montage ?
2. Tracer les diagrammes de Bode, (Gain en dB et Phase en °) de ce montage.

Partie 2 « Cours sur les circuits linéaires » (S. Parola/J. Podlecki) [12 Points]

Durée conseillée 110 min. A rédiger sur une copie séparée.

QUESTIONS DE COURS :

1. Ecrire les relations existantes entre v(t) et i(t) dans les cas suivants : une résistance, un condensateur et une bobine ; ensuite, calculer le courant i(t) en fonction de v(t) pour le circuit RC parallèle (Figure 1).

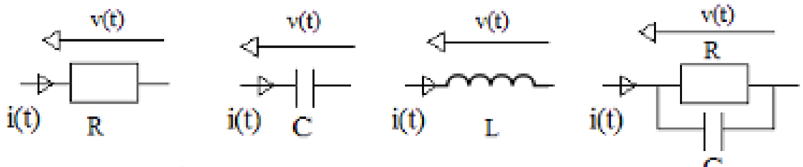
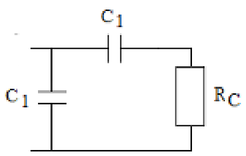


Figure 1

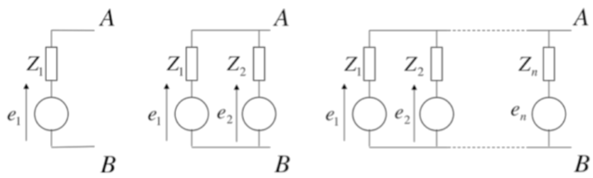
2. Le régime est harmonique, donner l'impédance complexe d'une résistance, d'un condensateur, d'une bobine et du circuit RC parallèle précédent.
3. Donner l'impédance équivalente (régime harmonique) du montage suivant :



4. Pour un circuit du premier ordre, quelles sont les 3 façons de déterminer la constante de temps du circuit: faire un schéma et expliquer.
5. A quelle variation de tension correspond la valeur 3 dB ?
6. Quelles sont les caractéristiques des circuits passe-bas du premier et deuxième ordre en régime harmonique ?
7. A quel régime correspond la solution sans second membre de l'équation différentielle pour un circuit du premier ordre ?
8. Calculer la transformée de Laplace de la fonction échelon u(t) retardée de t_0.

EXERCICE 1

1. Donner les générateurs de Norton équivalents vus entre les points A et B pour chacun des circuits suivants.
2. En déduire le théorème de Millman.



EXERCICE 2

On considère le montage représenté sur la figure 2 ci-dessous constitué par une résistance R et par deux condensateurs de capacité C_1

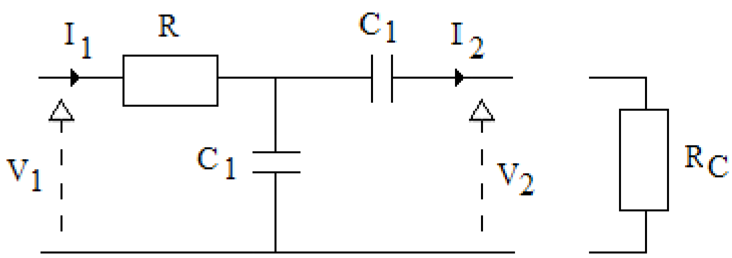


Figure 2

1. Donner la relation entre Vs(t) et Ve(t) à vide (équation différentielle, Rc non branchée).

2. Calculer la transformée de Laplace de cette expression (forme générale avec conditions initiales).
3. Donner la réponse à un échelon unité pour des conditions initiales nulles (résolution de l'équation précédente en Laplace).
4. Calculer la fonction de transfert (régime harmonique) en charge (avec Rc branchée)). Identifier la fonction de transfert avec l'une des formes canoniques donnée dans l'annexe. Calculer et définir chacun des paramètres. Conclure (de quel type de filtre s'agit-il ? donner ses caractéristiques : identifier les valeurs).

ANNEXE : Formes canoniques des fonctions de transfert

Passe bas : $T(j\omega) = T_O \dfrac{1}{1 + 2jm\dfrac{\omega}{\omega_0} + (j\dfrac{\omega}{\omega_O})^2}$

Passe haut : $T(j\omega) = T_\infty \dfrac{(j\dfrac{\omega}{\omega_O})^2}{1 + 2jm\dfrac{\omega}{\omega_0} + (j\dfrac{\omega}{\omega_O})^2}$

Passe bande : $T(j\omega) = A \dfrac{2jm\dfrac{\omega}{\omega_0}}{1 + 2jm\dfrac{\omega}{\omega_0} + (j\dfrac{\omega}{\omega_O})^2}$

Partie 3 « Cours sur les diodes et transistors » (F. Martinez) [3 Points]

Durée conseillée 30 min. A rédiger sur une copie séparée.

La caractéristique idéalisée de la diode est donnée par la figure 1.

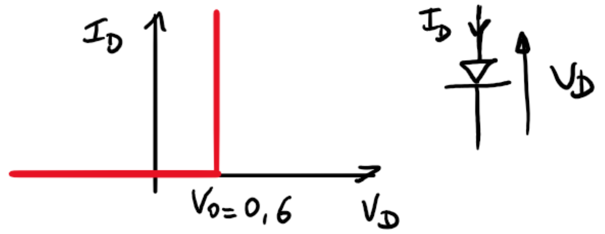


Figure 1

1. En utilisant le modèle proposé, quelles(s) relation(s) vérifient I_D et V_D si la diode est bloquée et si la diode est passante ?

Soit le montage donné par la figure 2. Les diodes sont modélisées suivant la figure 1. La tension V_e est variable, elle peut être positive ou négative. La résistance R= 1kΩ.

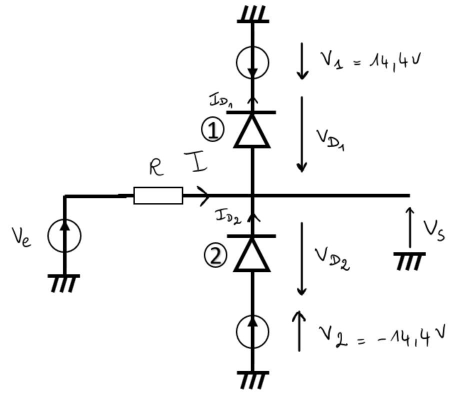
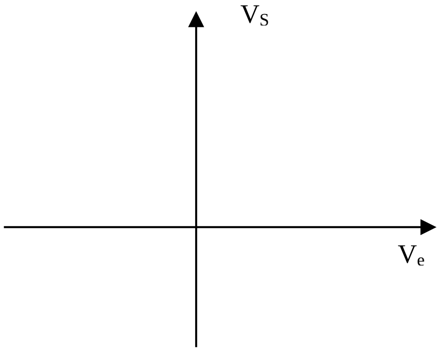


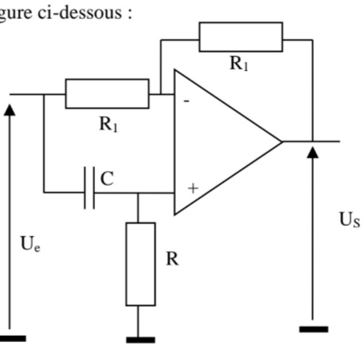
Figure 2

2. Exprimer la tension V_S en fonction V_e quand les diodes sont bloquées. En déduire la gamme de tension de V_e pour laquelle les deux diodes sont bloquées.
3. On suppose que la diode 1 est passante, et que la diode 2 est bloquée. Calculer la tension V_S.et déterminer le courant I_{D1}en fonction de V_e. En déduire la gamme de tension de V_e pour laquelle la diode 1 est passante et la diode 2 bloquée.
4. On suppose que la diode 2 est passante, et que la diode 1 est bloquée. Calculer la tension V_S.et déterminer le courant I_{D2} en fonction de V_e. En déduire la gamme de tension de V_e pour laquelle la diode 2 est passante et la diode 1 bloquée.
5. A partir des résultats précédents, compléter le graphe suivant pour -20 V<V_e <20 V (à recopier sur la copie) :



Exercice I

On considère le montage de la figure ci-dessous :



1. Appliquer Millman sur l'entrée inverseuse.
2. On rappelle que l'impédance de la capacité vaut 1/jCω. Appliquer Millman sur l'entrée non inverseuse.
3. Calculer la fonction de transfert $\frac{U_S}{U_e}$
4. Donner le module et l'argument de la fonction de transfert.
5. En déduire la fonction de ce montage.

1) $V^- = \dfrac{\frac{U_e}{R} + \frac{U_s}{R}}{\frac{1}{R} + \frac{1}{R}}$

2) $V^+ = U_e \times \dfrac{R}{Z_c + R}$

3) $\dfrac{U_s}{U_e} \Rightarrow$ Soit $V^+ = V^-$ d'où $\dfrac{U_e + U_s}{2} = U_e \times \dfrac{R}{Z_c + R}$

$$\frac{U_e}{2} + \frac{U_s}{2} = U_e \times \frac{R}{Z_c + R}$$

$$\frac{U_s}{2} = U_e \times \frac{R}{Z_c + R} - \frac{U_e}{2}$$

$$U_s = U_e \times \frac{2R}{Z_c + R} - U_e$$

$$U_s = U_e \left(\frac{2R}{Z_c + R} - 1 \right)$$

$$\frac{U_s}{U_e} = \frac{2R}{Z_c + R} - 1 = \frac{2R}{\frac{1}{jC\omega} + R} - 1$$

$$= \frac{j2RC\omega}{1 + jRC\omega} - 1$$

4) Soit le module : $\dfrac{j\,2RC\omega}{1+jRC\omega} - \dfrac{1+jRC\omega}{1+jRC\omega}$

$: \dfrac{-1+jRC\omega}{1+jRC\omega}$

$|\underline{H}| = \dfrac{\sqrt{(-1)^2+(RC\omega)^2}}{\sqrt{(1)^2+(RC\omega)^2}}$

$= \underline{1}$

l'arg : $\dfrac{-1+jRC\omega}{1+jRC\omega}$

$= \arg(-1+jRC\omega) - \arg(1+jRC\omega)$

$= \arctan\left(\dfrac{RC\omega}{-1}\right) - \arctan\left(\dfrac{RC\omega}{-1}\right)$

$= \pi - 2\arctan(RC\omega)$

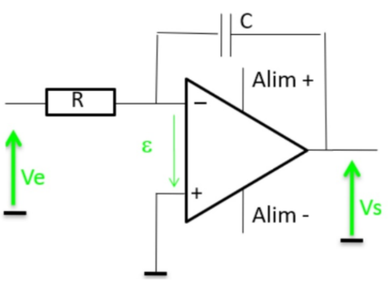
4) Soit un dephaseur.

Question de cours I

Choisir un montage parmi tous les montages vus en cours. Et décrivez-en le fonctionnement.
Sera pris en compte : l'exactitude du schéma, la complexité du montage choisi, la qualité des explications du fonctionnement. Il vaut mieux faire un montage simple bien expliqué qu'un montage complexe avec des explications fausses.

I) ~~~

Question de cours II



1. Quelle est la fonction de ce montage ?
2. Tracer les diagrammes de Bode, (Gain en dB et Phase en °) de ce montage.

II) 1) $V^- = V^+$

$$\frac{V_e}{R} = -C\frac{dV_s}{dt}$$

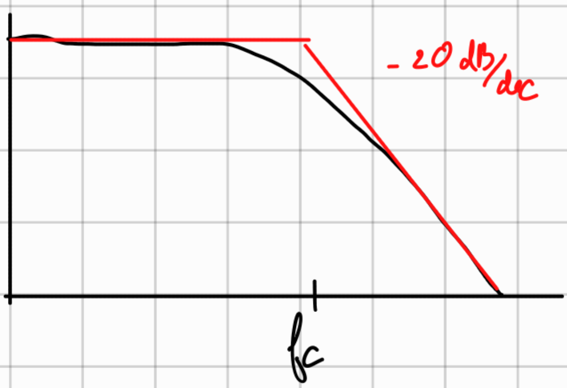
$$V_s = -\frac{1}{RC} \cdot \int_0^t V_e\, dt \Rightarrow \frac{V_s}{V_e} = -\frac{1}{jRC\omega}$$

Soit un intégrateur.

Module $= \frac{1}{\sqrt{R^2C^2\omega^2}}$

Diagramme de Bode :

Phase : $\arg\left(\frac{-1}{jRC\omega}\right)$



$$f_c = \frac{1}{2\pi RC}.$$

$$\arg = \left(\arctan(-1) - \arctan(jRC\omega)\right)$$

$f = 0 \Rightarrow (\pi - \pi/2) = \pi/2$

$f = \frac{1}{RC} \Rightarrow (\pi - \pi/2) = \pi/2$

$f + \infty \Rightarrow (\pi - \pi/2) = \pi/2$

QUESTIONS DE COURS :

1. Ecrire les relations existantes entre v(t) et i(t) dans les cas suivants : une résistance, un condensateur et une bobine ; ensuite, calculer le courant i(t) en fonction de v(t) pour le circuit RC parallèle (Figure 1).

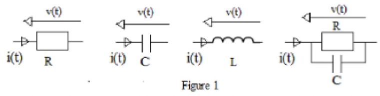
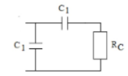


Figure 1

2. Le régime est harmonique, donner l'impédance complexe d'une résistance, d'un condensateur, d'une bobine et du circuit RC parallèle précédent.
3. Donner l'impédance équivalente (régime harmonique) du montage suivant :



4. Pour un circuit du premier ordre, quelles sont les 3 façons de déterminer la constante de temps du circuit: faire un schéma et expliquer.
5. A quelle variation de tension correspond la valeur 3 dB ?

1)

$u(t) = R \times i(t)$

$i(t) = C \times \frac{du(t)}{dt}$

$u(t) = L \frac{di(t)}{dt}$

$u = \frac{R \times Z_c}{R + Z_c} \times I$

$u = \frac{R \times \frac{1}{jC\omega}}{R + \frac{1}{jC\omega}} \times I$

$u(j\omega) = \frac{R}{jRC\omega + 1} \times I$

$i = i_R + i_C$

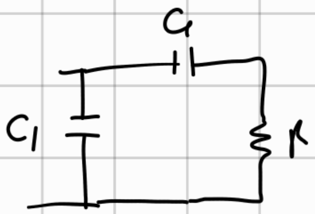
$i_R = \frac{V(t)}{R}$ | $i_C = C \frac{dV(t)}{dt}$

Soit $i(t) = \frac{V(t)}{R} + \frac{C\,dV(t)}{dt}$

2) Resi — Condensat — bobine — RC parallele

R — $\frac{1}{jC\omega}$ — $jL\omega$ — $\frac{R}{jRC\omega+1}$

3)



$\frac{(Z_c + R) \times Z_c}{(Z_c+R) + Z_c}$

$Z_c = \frac{1}{Cp}$

$Z_c + R = R + \frac{1}{Cp} = \frac{RCp+1}{Cp}$

$\frac{\frac{RCp+1}{Cp} \cdot \frac{1}{Cp}}{\frac{RCp+1}{Cp} + \frac{1}{Cp}}$

$\frac{\frac{RCp+1}{C^2p^2}}{\frac{RCp+1+1}{Cp}} = \frac{RCp+1}{C^2p^2} \cdot \frac{Cp}{RCp+2} = \frac{RCp+1}{Cp(RCp+2)}$

EXERCICE 2

On considère le montage représenté sur la figure 2 ci-dessous constitué par une résistance R et par deux condensateurs de capacité C_1

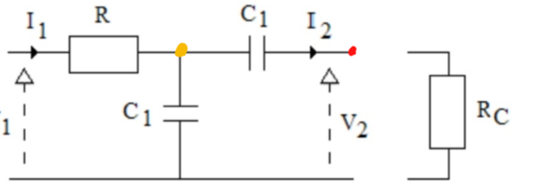
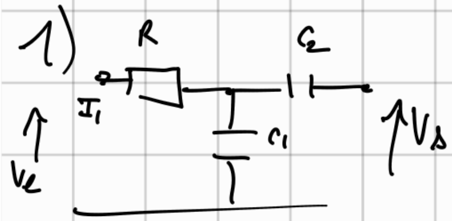


Figure 2

1. Donner la relation entre Vs(t) et Ve(t) à vide (équation différentielle, Rc non branchée).

2. Calculer la transformée de Laplace de cette expression (forme générale avec conditions initiales).
3. Donner la réponse à un échelon unité pour des conditions initiales nulles (résolution de l'équation précédente en Laplace).
4. Calculer la fonction de transfert (régime harmonique) en charge (avec Rc branchée)). Identifier la fonction de transfert avec l'une des formes canoniques donnée dans l'annexe. Calculer et définir chacun des paramètres. Conclure (de quel type de filtre s'agit-il ? donner ses caractéristiques : identifier les valeurs).

1)



Soit $V_e = U_R + V_s$

$V_e = R \times I + V_s$

or $I = C \dfrac{dV_s}{dt}$

$$V_e = RC \frac{dV_s}{dt} + V_s$$

2) $E(p) = RC\left(p V_s(p) - V_s(0^+)\right) + V_s(p)$ or CI : $V_s(0^+) = 0$

3) Echelon Unité $E(p)$ pour $t > 0$ $= \dfrac{E}{p}$

Via CI

$$\frac{E}{p} = RC p V_s(p) + V_s(p)$$

$$\frac{E}{p} = V_s(p)(1 + RCp)$$

$$V_s = \frac{1}{p(1+RCp)} E \quad \text{or} \quad \frac{\frac{1}{RC}}{p\left(p + \frac{1}{RC}\right)} = \frac{A}{p} + \frac{B}{\left(p + \frac{1}{RC}\right)}$$

$$\frac{Ap + \frac{A}{RC} + Bp}{}$$

$$(ARC + B)p = 0 \qquad \frac{A}{RC} = \frac{1}{RC}$$

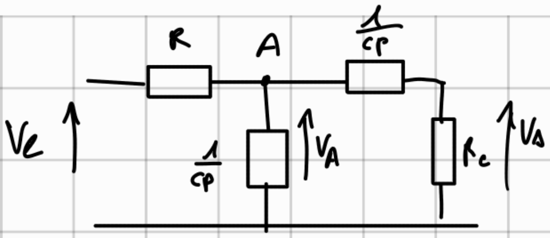
$B = -ARC$

$B = -1$

$A : 1$

$$V_s = E\left(\frac{1}{p} - \frac{RC}{p + \frac{1}{RC}}\right) =$$

$$V_s(t) = E\left(1 - e^{-t/RC}\right)$$



$$V_A = \frac{\frac{V_e}{R} + V_s C_p}{\frac{1}{R} + C_p + C_p} \quad \Big| \quad V_s = V_A \cdot \frac{R_c}{\frac{1}{Cp} + R_c}$$

$$= \frac{V_e + V_s R C_p}{1 + 2RC_p} \quad \Big| \quad V_s = V_A \cdot \frac{R_c C_p}{1 + R_c C_p}$$

$$V_s = \frac{V_e + V_s RC_p}{1 + 2RC_p} \cdot \frac{R_c C_p}{1 + R_c C_p} = \frac{V_e}{1+2RC_p} \cdot \frac{R_c C_p}{1 + R_c C_p} + \frac{V_s RC_p}{1+2RC_p} \cdot \frac{R_c C_p}{1+R_c C_p}$$

$$V_s\left(1 - \frac{RC_p}{1+2RC_p} \cdot \frac{R_c C_p}{1+R_c C_p}\right) = V_e \frac{R_c C_p}{(1+2RC_p)(1+R_c C_p)}$$

$$V_s\left(1 - \frac{RR_c C^2 p^2}{1 + R_c C_p + 2RC_p + 2RR_c C^2 p^2}\right) = V_e \frac{R_c C_p}{1 + R_c C_p + 2RC_p + 2RR_c C^2 p^2}$$

$$V_s\left(\frac{1 + R_c C_p + 2RC_p + 2RR_c C^2p^2}{1 + R_c C_p + 2RC_p + 2RR_c C^2 p^2} - \frac{RR_c C^2 p^2}{1 + R_c C_p + 2RC_p + 2RR_c C^2 p^2}\right) = V_s\left(\frac{1 + R_c C_p + 2RC_p + RR_c C^2 p^2}{1 + R_c C_p + 2RC_p + 2RR_c C^2 p^2}\right)$$

$$V_s = V_e\left(\frac{R_c C_p}{1 + R_c C_p + 2RC_p + 2RR_c C^2 p^2} \times \frac{1 + R_c C_p + 2RC_p + 2RR_c C^2 p^2}{1 + R_c C_p + 2RC_p + RR_c C^2 p^2}\right)$$

$$V_s = V_e \frac{R_c C_p}{1 + R_c C_p + 2RC_p + RR_c C^2 p^2}$$

$$H(j\omega) \quad \frac{V_s}{V_e} = \frac{jR_c C\omega}{1 + j(R_c C\omega + 2RC\omega) + (j\sqrt{RR_c}\, C\omega)^2}$$

Passe bande : $T(j\omega) = A \dfrac{2jm\frac{\omega}{\omega_0}}{1 + 2jm\frac{\omega}{\omega_0} + (j\frac{\omega}{\omega_o})^2}$

$$\sqrt{RR_c}\, C = \frac{1}{\omega_0} \Rightarrow \omega_0 = \frac{1}{\sqrt{RR_c}\, C}$$

$$2m = \frac{R_c C + 2RC}{\sqrt{R_c R}\, C} = \frac{R_c + 2R}{\sqrt{R_c R}} \Rightarrow m = \frac{R_c + 2R}{2\sqrt{R_c R}}$$

$$A \cdot 2jm \frac{\omega}{\omega_0} = jR_c C\omega \Rightarrow A\, \cancel{2} \frac{R_c + 2R}{\cancel{2}\cancel{\sqrt{R_c R}}} \cdot \cancel{\sqrt{R_c R}}\, C = R_c C$$

$$A\,(R_c + 2R)C = R_c C$$

$$A = \frac{R_c}{R_c + 2R}$$

La caractéristique idéalisée de la diode est donnée par la figure 1.

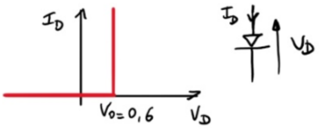


Figure 1

1. En utilisant le modèle proposé, quelles(s) relation(s) vérifient I_D et V_D si la diode est bloquée et si la diode est passante ?

Soit le montage donné par la figure 2. Les diodes sont modélisées suivant la figure 1. La tension V_e est variable, elle peut être positive ou négative. La résistance R= 1kΩ.

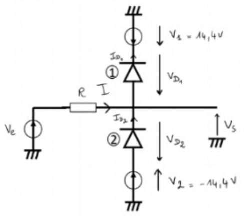
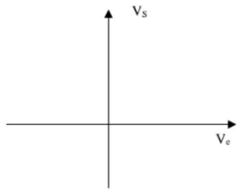


Figure 2

2. Exprimer la tension V_S en fonction V_e quand les diodes sont bloquées. En déduire la gamme de tension de V_e pour laquelle les deux diodes sont bloquées.
3. On suppose que la diode 1 est passante, et que la diode 2 est bloquée. Calculer la tension V_S.et déterminer le courant I_{D1}en fonction de V_e. En déduire la gamme de tension de V_e pour laquelle la diode 1 est passante et la diode 2 bloquée.
4. On suppose que la diode 2 est passante, et que la diode 1 est bloquée. Calculer la tension V_S.et déterminer le courant I_{D2} en fonction de V_e. En déduire la gamme de tension de V_e pour laquelle la diode 2 est passante et la diode 1 bloquée.
5. A partir des résultats précédents, compléter le graphe suivant pour -20 V<V_e <20 V (à recopier sur la copie) :



1| Si diode bloquer

$I_D = 0 \quad V_D < V_0$

Diode Passante

$I_D > 0 \quad V_D = V_0$

2) Si les 2 diode bloquer sont :

$I_{D_1} = I_{D_2} = 0$ seul

$I = 0$

$V_e = V_s$

Valable si $V_{D_1} < V_0$ $\left\{ \begin{array}{l} V_{D1} = V_e - V_1 \\ V_{D2} = V_2 - V_e \end{array} \right.$

$V_{D_2} < V_0$

$V_0 > V_e - V_1 \qquad V_e < V_0 + V_1$

$V_0 > V_2 - V_e \qquad V_e > V_2 - V_0$

$V_e < 15$

$V_e > -15$

2) Soit D_1 passant et D_2 bloquer.

$V_s = V_1 + V_D = 14,4 + 0,6 = 15$

$I_{D_1} = I = \dfrac{V_e - V_s}{R} = \dfrac{V_e - V_s}{R}$

Diode 1 passante si $I_D > 0$

$\dfrac{V_e - V_s}{R} > 0$

$V_s < V_e$

$15 < V_e$

3) Soit D_1 Bloquer et D_2 passant.

$V_s = V_{D_2} - V_D$ $\qquad$ $V_s = -14{,}4 - 0{,}6$

$= -15$

Vsachant $I_{D_2} = \frac{V_e - V_s}{R}$ $\qquad$ et $I_{D_2} > 0$

$\frac{V_e - V_s}{R} > 0$ $\qquad$ $\frac{V_e}{R} > \frac{V_s}{R}$ $\qquad$ $V_e > V_s$

$V_e > -15$

4) Soit On a :