

## Examen d'Electronique Analogique

Durée 1h30

- Il est conseillé de prendre connaissance rapidement de la totalité du sujet avant de répondre à toute question.
- On accordera la plus grande attention à la clarté de la rédaction, à la présentation et aux schémas.

### Exercice 1: Etude de la diode (8pt)

Soit les circuits dans les figures A, B et C où les diodes ont une tension de seuil  $V_{seuil} = 0,6V$  et une résistance nulle. On donne  $E = 4V$  et  $R = 1k\Omega$

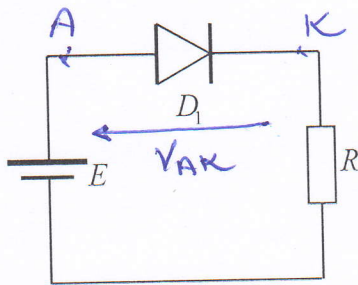


Figure A

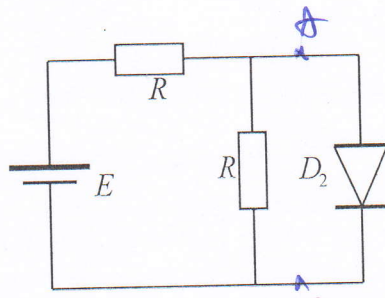


Figure B

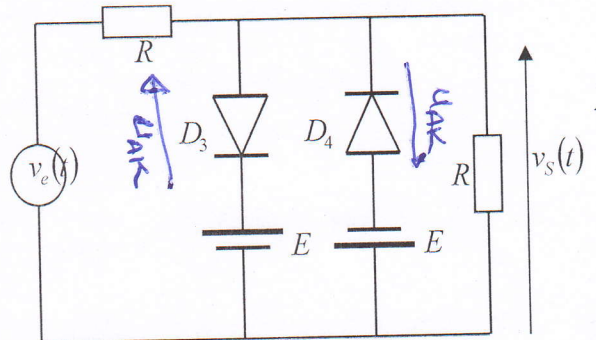


Figure C

- 1) Pour le circuit de la figure A : Donner l'expression l'intensité  $I$  traversant la diode  $D_1$ . donner sa valeur numérique

Handwritten solution for Figure A:

$D_1$  passante puisque  $V_A = E > V_K$   
Loi de Ohm  $\rightarrow I_d = \frac{E - V_{seuil}}{R}$   
A.N.  $I_d = 3,4 \text{ mA}$

- 2) Pour le circuit de la figure B : en utilisant le modèle équivalent de Thevenin, trouver l'expression l'intensité  $I$  traversant la diode  $D_2$ . donner sa valeur numérique

Handwritten solution for Figure B:

$E_{th} = \frac{R}{R+R} E = \frac{E}{2} = 2V$   
 $R_{th} = R // R = \frac{R}{2} = 500\Omega$   
 $I_d = \frac{E_{th} - V_{seuil}}{R_{th}}$   
 $I_d = 2,8 \text{ mA}$

- 3) Pour le circuit de la figure C : on donne  $v_e(t) = E_0 \sin \omega t$ , avec  $E_0 = 16V$

- a) Donner la condition sur  $v_e(t)$  pour que la diode  $D_3$  soit passante

Handwritten solution for Figure C (a):

$D_3$  passante si  $v_e(t) - E > V_{seuil}$   
 $v_e(t) > E + V_{seuil} = 4,6V$

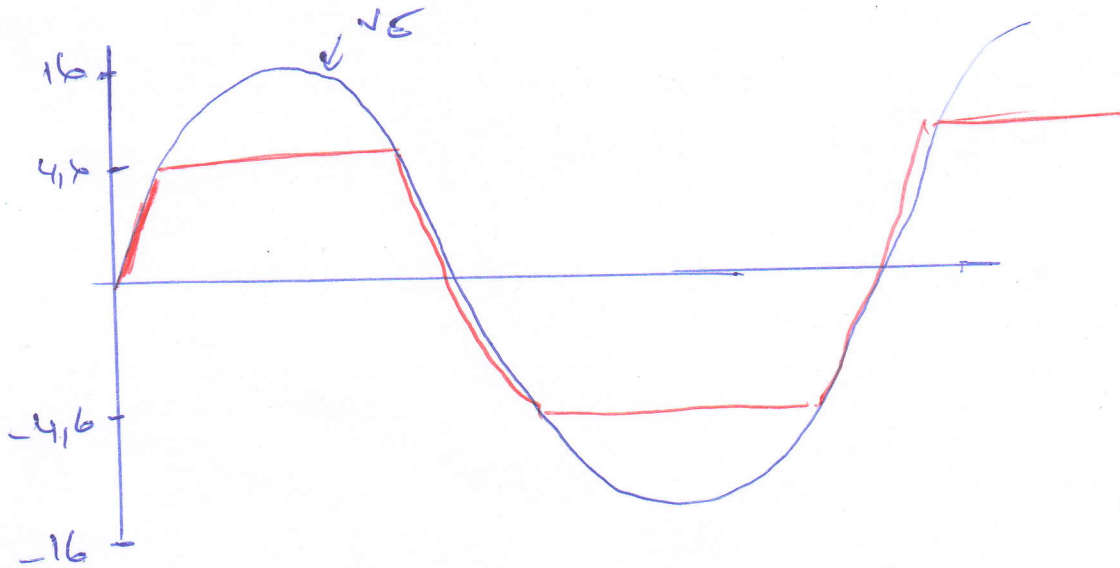
b) Donner la condition sur  $v_e(t)$  pour que la diode  $D_4$  soit passante

$D_4$  passante  $v_{AK} > v_{seuil} \Rightarrow -E - v_e > v_{seuil}$   
 $v_e < -E - v_{seuil} \Rightarrow v_e(t) < -4,6V$

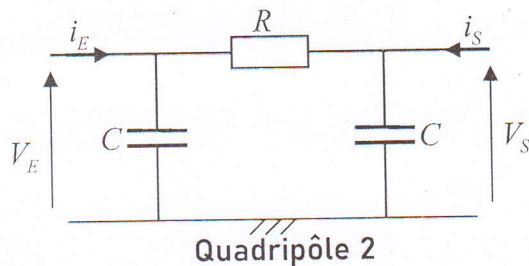
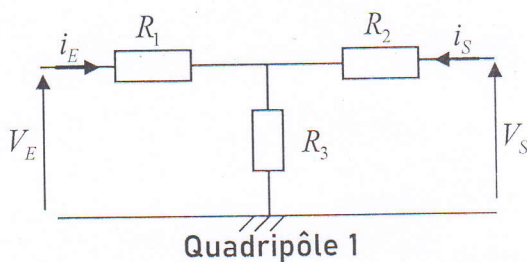
c) Donner l'expression de  $v_s(t)$  en fonction d'état des diodes

$v_e(t)$	-16	-4,6	+4,6	16
$D_3$	Bloquée	Bloquée	Passante	
$D_4$	Passante	Bloquée		Bloquée
$v_s$	$\frac{1}{T} E$	$\frac{1}{T} v_{seuil} \quad \frac{1}{T} E \quad v_s = -4,6V$	$v_E$	$\frac{1}{T} v_{seuil} \quad \frac{1}{T} E \quad v_s = +4,6$

d) Représenter  $v_e(t)$  et  $v_s(t)$  sur le même graphe



## Exercice 2 : Etude de Quadripôles (4pts)





1) Calculer en fonction des éléments du montage les paramètres hybrides du quadripôle 1

$$H_{11} = R_1 + \frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3} \quad H_{12} = \frac{R_3}{R_2 + R_3}$$

$$H_{21} = -\frac{R_3}{R_2 + R_3} \quad H_{22} = \frac{1}{R_2 + R_3}$$

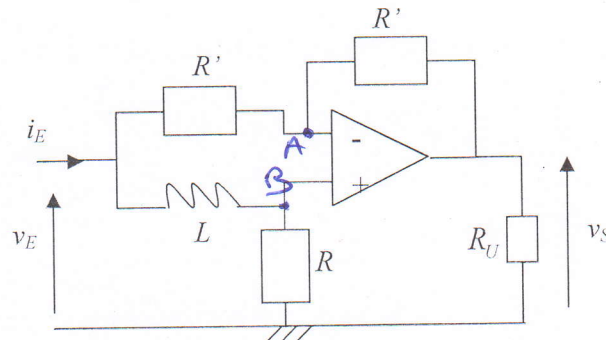
2) Calculer en fonction des éléments du montage les paramètres admittances du quadripôle 2

$$Y_{11} = \frac{1}{R} + \frac{1}{Z_c} = \frac{1}{R} + j\omega C \quad Y_{12} = -1/R$$

$$Y_{21} = -1/R \quad Y_{22} = \frac{1}{R} + j\omega C$$

### Exercice 3 : Amplificateur opérationnel (10pt)

L'amplificateur opérationnel est supposé idéal et fonctionne en régime linéaire. Il est commandé par une tension sinusoïdale  $v_e$ .



1)- Rappeler les caractéristiques d'un tel amplificateur.

Gain différentiel infini  $A_d = \infty \Rightarrow e = 0 \Rightarrow v^+ = v^-$   
Impédance d'entrée grande (infini)  $\Rightarrow i^+ = i^- = 0$   
Impédance de sortie nulle

2)- Donner la fonction de transfert de ce montage

Null man. au Pt A  $v = \frac{v_s R' + v_e / R'}{\frac{1}{R'} + 1/R'}$

Diviseur de Tensi au Pt B  $v^+ = \frac{R}{R + j\omega L} v_e$

Donc  $v_s = \frac{R - j\omega L}{R + j\omega L} v_e$

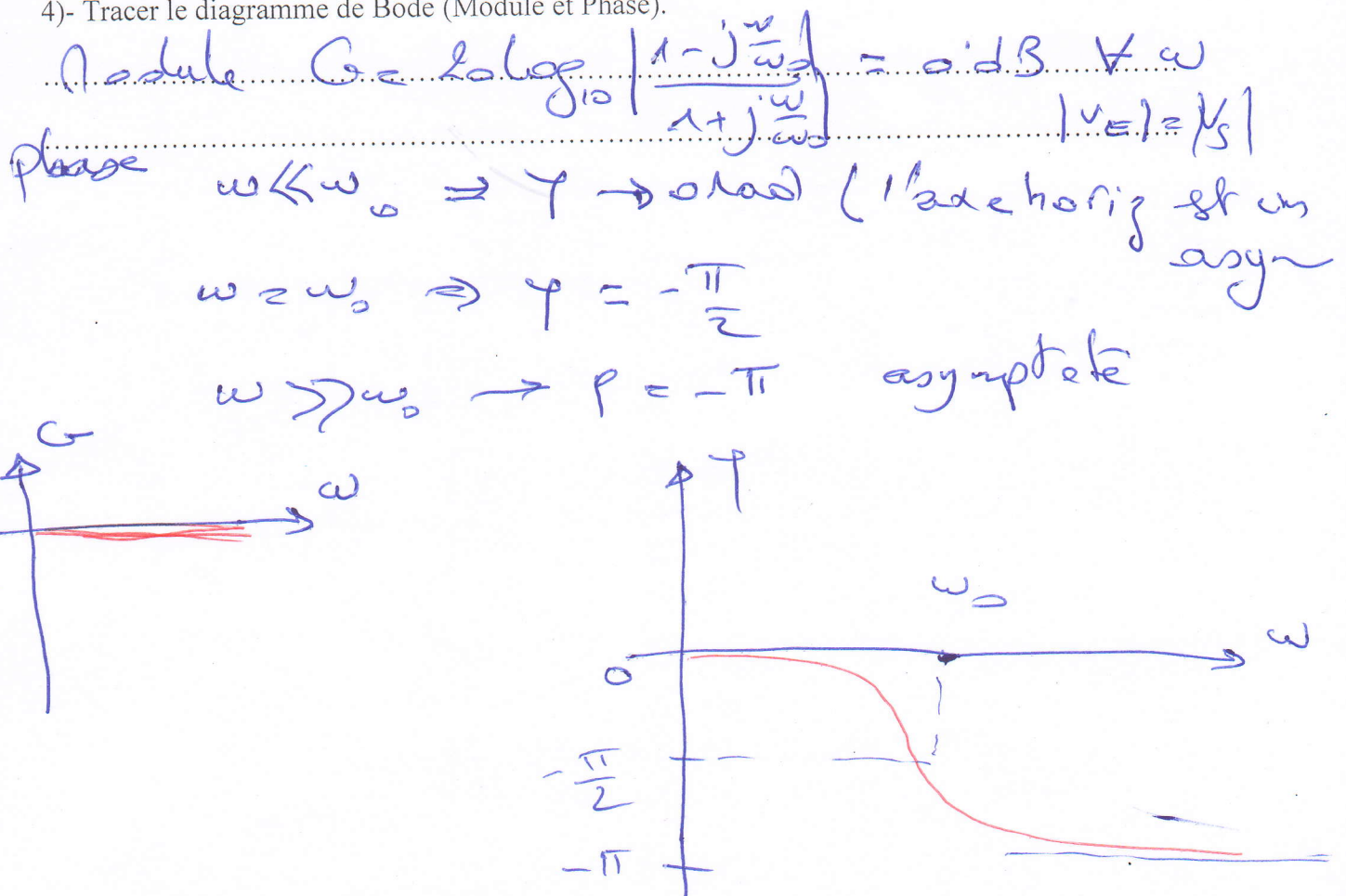
Donc  $v_s = \frac{1 - j\frac{\omega}{\omega_0}}{1 + j\frac{\omega}{\omega_0}} v_e$  where  $\omega_0 = \frac{R}{L}$

3)- Exprimer le déphasage  $\varphi$  de  $v_s$  par rapport à  $v_e$  en fonction de R, L et  $\omega$ .

$$\varphi = \arg\left(\frac{v_s}{v_e}\right) = \arg\left(\frac{1 - j\frac{\omega}{\omega_0}}{1 + j\frac{\omega}{\omega_0}}\right)$$

$$= -2 \arctan\left(\frac{\omega}{\omega_0}\right)$$

4)- Tracer le diagramme de Bode (Module et Phase).



5)- Quelle fonction représente ce montage.

De phaseur

6)- Donner l'expression de l'impédance d'entrée du montage  $Z_E = \frac{v_E}{i_E}$  en la mettant sous forme :

$Z_E = A_0 \cdot \frac{1 + j\omega/\omega_2}{1 + j\omega/\omega_1}$ , identifier  $A_0$ ,  $\omega_1$  et  $\omega_2$ .

$i_E = i_{E1} + i_{E2} = \frac{v_E - v_S}{2R'} + \frac{v_S}{R + jL\omega}$

on remplace  $v_S$  par  $v_E$  déjà calculé :

$Z_E = \frac{R' (R + jL\omega)}{R' + jL\omega} = A_0 \frac{1 + j\frac{\omega}{\omega_2}}{1 + j\frac{\omega}{\omega_1}}$

$A_0 = R$   $\omega_1 = \frac{R'}{L}$ ,  $\omega_2 = \frac{R}{L}$