

3) Exprimez la tension  $V^+$

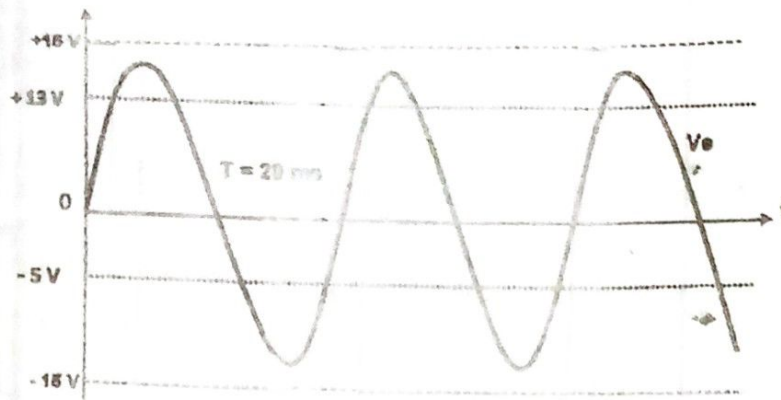
4) Déduisez les deux seuils de basculement :  $V_{B1}$  et  $V_{H1}$  ( $V_{B1} < V_{H1}$ ).

5) Tracez la caractéristique de transfert  $V_s = f(V_e)$  en plaçant  $V_{B1}$  et  $V_{H1}$ .

6) Calculez la largeur et le centre du cycle d'hystérésis.

7) En se référant à la figure sur le document réponse 1, page 4/6, représentez la courbe de sortie en prenant le soin de mentionner les tensions seuils.

document réponse 1



6-2 Etude du filtre

schéma fonctionnel du filtre est présenté figure n°8.

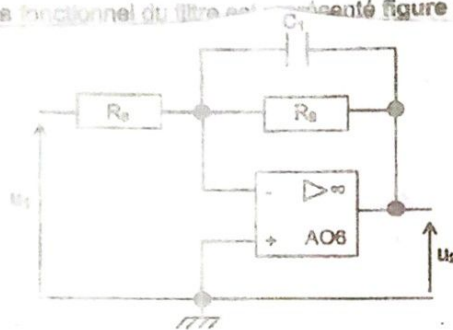


figure n°8

L'étude sera faite en régime sinusoïdal de pulsation  $\omega$ .

On associe la grandeur complexe  $\underline{U}_1$  à la tension  $u_1$  et la grandeur complexe  $\underline{U}_2$  à la tension  $u_2$  de sortie du filtre.

On définit la fonction de transfert du filtre :  $\underline{I} = \frac{\underline{U}_2}{\underline{U}_1}$ .

6-2-1 Expression de la fonction de transfert complexe

a- Rappeler l'expression de l'admittance complexe  $\underline{Y}_C$  d'un condensateur parfait de capacité  $C$ , puis celle de l'admittance complexe  $\underline{Y}_R$  d'une résistance  $R$ .

b- Déterminer l'expression de l'admittance complexe  $\underline{Y}_1$  du dipôle équivalent à l'association de  $R_0$  et de  $C_1$  en fonction  $R_0$ ,  $C_1$  et  $\omega$ .

c- Montrer que la fonction de transfert du montage peut se mettre sous la forme :

$$\underline{I} = \frac{\underline{U}_2}{\underline{U}_1} = \frac{-R_0}{1 + jR_0 C_1 \omega}$$

d- On souhaite avoir une amplification en tension en régime continu égale à  $-4$ . Quelle valeur faut-il donner à  $R_0$ , sachant que  $R_0 = 10 \text{ k}\Omega$  ?

6-2-2 Module de la fonction de transfert

a- Déterminer l'expression du module noté  $T$  de la fonction de transfert  $\underline{I}$  en fonction de  $R_0$ ,  $R_0$ ,  $C_1$  et  $\omega$ .

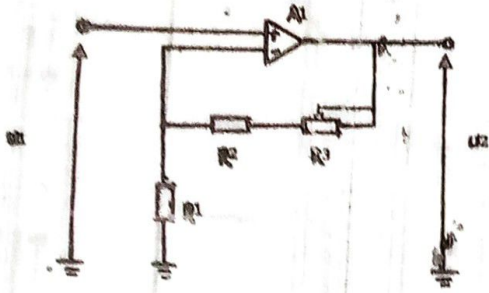
b- Donner la valeur limite de  $T$  en très basse fréquence ( $F \rightarrow 0 \text{ Hz}$ ) puis la valeur limite en très haute fréquence ( $F \rightarrow \infty$ ), en déduire la nature du filtre.

sujet 2 :

**EXERCICE 3 : ELECTRONIQUE ANALOGIQUE (20 points)**

**Première partie :**

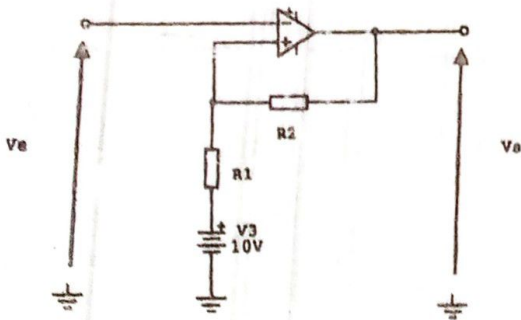
Dans le montage ci-dessous, on donne :  $R_1 = 4,7 \text{ k}\Omega$  et  $R_2 = 33 \text{ k}\Omega$  ;  $R_3$  est une résistance ajustable de 0 à  $470 \text{ k}\Omega$ .



- 1) Quel est le régime de fonctionnement de l'amplificateur opérationnel ? Justifiez votre réponse.
- 2) Exprimez la tension de sortie  $U_2$  en fonction de la tension d'entrée  $U_1$  telle que  $U_2 = Av.U_1$ .
- 3) Donnez l'expression de  $Av$  en fonction de  $R_1$ ,  $R_2$  et  $R_3$ .
- 4) Calculez les valeurs extrêmes de  $Av$  notées  $Av_{MIN}$  et  $Av_{MAX}$ .
- 5) Calculez la valeur de  $R_3$  qui permet d'avoir la valeur de  $Av = 10$ .

**Deuxième partie :**

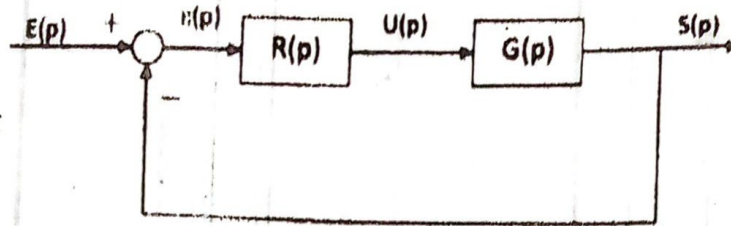
Dans le montage suivant, l'AOP est considéré idéal et est alimenté par  $+V_{CC} = +15 \text{ V}$  et  $-V_{CC} = -15 \text{ V}$ . Les valeurs maximale et minimale de la tension de sortie sont respectivement  $+15 \text{ V}$  et  $-15 \text{ V}$ . On donne  $R_1 = 3,3 \text{ k}\Omega$  et  $R_2 = 2,2 \text{ k}\Omega$



- 1) Donnez le nom du montage et son régime de fonctionnement.
- 2) Donnez l'expression de la tension différentielle  $V_d$ .

#### PROBLEME 4: AUTOMATIQUE (20 POINTS)

Le schéma fonctionnel d'un système régulé est donné à la figure ci-dessous :



FIGURE

1. Donner en fonction de  $R(p)$  et de  $G(p)$ , les expressions de :
  - a. La fonction de transfert  $F(p)$  en boucle ouverte (FTBO)
  - b. La fonction de transfert  $H(p)$  en boucle fermée

Dans la suite,  $G(p)$  est de la forme :

$$G(p) = \frac{400}{p(p+4)}$$

2. Pour le système de fonction de transfert  $G(p)$  :
  - a. Déterminer l'erreur statique de position
  - b. Déterminer l'erreur de vitesse
  - c. Indiquer en le justifiant si le système est stable ou non
3. Pour  $R(p) = K$  et en considérant le système régulé :
  - a. Quel est le type de régulation réalisée par  $R(p)$  ?
  - b. Déterminer l'erreur statique de position
  - c. Déterminer l'erreur de vitesse
  - d. Indiquer pour quelle(s) valeur(s) de  $K$  le système est-il stable
4. A présent, la sortie et l'entrée du régulateur  $R(p)$  sont régies par la relation :

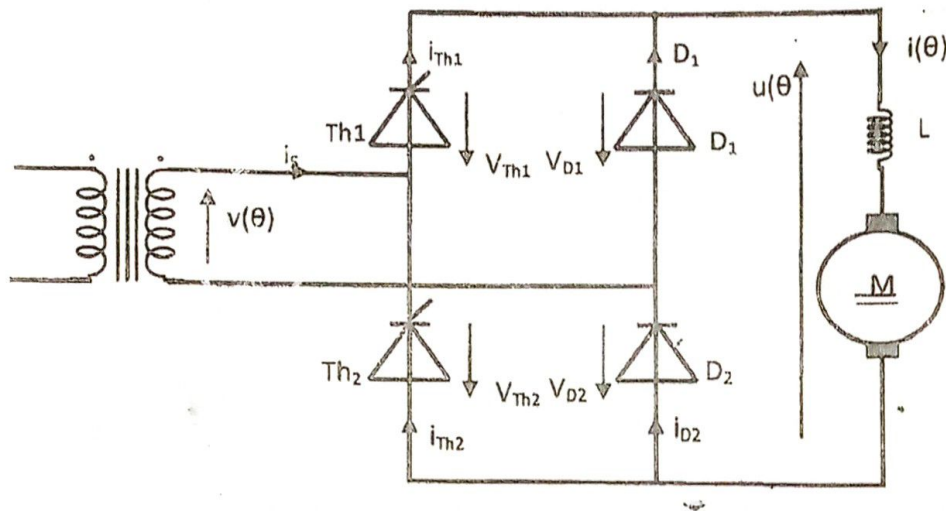
$$u(t) = 8\varepsilon(t) + \frac{d\varepsilon(t)}{dt} + 16 \int \varepsilon(t) dt$$

- a. Quel est le type de régulation réalisée par  $R(p)$  ?
- b. Donner l'expression de  $R(p)$
- c. Déterminer l'erreur statique de position du système régulé
- d. Déterminer l'erreur de vitesse du système régulé
- e. Ce système est-il stable ?

\*\*\*\*\*

## EXERCICE 2 : ELECTRONIQUE DE PUISSANCE (20 points)

Un moteur à courant continu à excitation indépendante est alimenté par un pont redresseur monophasé semi-commandé. Ce moteur est représenté par une tension induite de 100V à 1500 tr/min proportionnelle à la vitesse (excitation constante) et un circuit R-L. La résistance de l'induit vaut  $R = 1,5\Omega$ . Ce redresseur semi-commandé est alimenté par une tension sinusoïdale de la forme  $V(\theta) = 230\sqrt{2} \sin \theta$  avec  $\theta = \omega t$  et  $f = 50\text{Hz}$ .



Nous sommes en régime de conduction continue et le courant dans la charge vaut 10A.

- 1-Pour un angle de retard à l'amorçage des thyristors  $\alpha$  quelconque, indiquez les intervalles de conduction des thyristors et des diodes sur une période de la tension d'alimentation du pont. (2 points)
- 2-Dans ce régime de conduction continue, on constate que les diodes conduisent pendant 15ms. Calculez l'angle de retard à l'amorçage des thyristors.(3 points)
- 3- L'angle de retard à la conduction de thyristors vaut  $90^\circ$ .
- 3-1-Tracez la forme d'onde de la tension aux bornes du moteur sur deux périodes de la tension d'alimentation. (2 points)
- 3-2-Calculez la vitesse du moteur en charge et à vide. (4 points)
- 4-On monte une diode de roue libre aux bornes du moteur et l'angle de retard à l'amorçage des thyristors est de  $45^\circ$
- 4-1-Indiquez les intervalles de conduction des thyristors, des diodes et de la diode de roue libre puis tracez la forme d'onde du courant dans la diode de roue libre et calculez sa valeur efficace. (5 points)
- 4-2-Calculez la puissance fournie au moteur, la puissance réactive fournie par le réseau. (3 points).
- 4-3-Calculez le facteur de puissance vu du réseau (1 point).

## PROBLEME 2 : ELECTRONIQUE DE PUISSANCE

On se propose d'étudier un montage redresseur P3 commandé sur différents circuits récepteurs. Les thyristors utilisés sont parfaits. Les montages sont alimentés par un système de tensions sinusoïdales triphasées équilibrées de valeur efficace entre phase et neutre  $V = 230\text{V}$  et de fréquence  $50\text{Hz}$ .

A/ Le récepteur étant une résistance pure  $R = 200\Omega$ , on amorce les thyristors avec un retard  $\alpha = 60^\circ$ . On demande :

- 1- Le graphe de la tension  $u_c$  aux bornes de la résistance  $R$  en régime établi.
- 2- La valeur moyenne  $U_c$  de la tension  $u_c(t)$  puis la valeur moyenne  $P_c$  de la puissance consommée dans  $R$ .
- 3- La valeur efficace commune de  $i_1, i_2$  ou  $i_3$  puis le facteur de puissance  $f_p = P_c / 3VI$  du montage.

B/ On remplace la résistance  $R$  du montage précédent par un élément très inductif. Le courant  $i_c$  peut alors être considéré comme constant de valeur  $I_c = 2\text{A}$ . La conduction est alors ininterrompue, un thyristor se bloquant quand l'autre s'amorce. Le retard à l'amorçage étant  $0 \leq \alpha \leq 2\pi/3$ .

- 1- Représenter pour  $\alpha = \pi/3$  la différence de potentiel  $u_c$  aux bornes du récepteur et le courant dans la phase 1 en fonction du temps.
- 2- Calculer la valeur moyenne  $U'_c$  de  $u_c(t)$ .
- 3- Calculer la valeur efficace commune  $I'$  de  $i_1, i_2$  ou  $i_3$ .
- 4- Calculer la puissance moyenne  $P'_c$  mise en jeu dans la charge et conclure sur le fonctionnement générateur ou récepteur de l'élément inductif.
- 5- Calculer le facteur de puissance  $f'_p = P'_c / 3VI'$  et donner sa valeur maximale.