

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR / SESSION 2015

FILIÈRE INDUSTRIELLE : ELECTROTECHNIQUE

ÉPREUVE : **PHYSIQUE APPLIQUÉE**

Durée de l'épreuve : 5 Heures

Coefficient de l'épreuve : 4



Cette épreuve comporte quatre exercices indépendants à ne pas traiter sur la même copie de composition.

### **EXERCICE 1 : ELECTROTECHNIQUE (60 points)**

A/ La caractéristique couple-vitesse d'un moteur asynchrone triphasé à cage sous tension nominale de 400V 50Hz entre phases, est donnée à la page 2/6 par le graphe  $C_u=f(N)$  avec  $C_u$  en Nm et  $N$  en tr/mn. En vous servant de cette caractéristique,

- 1-Déterminer le couple développé par la machine au démarrage. (2 points)
- 2- Quel est le couple utile maximal que peut développer la machine ? (4 points)
- 3- Quelle est la vitesse de synchronisme de la machine ? (2 points)
- 4- Quel est le nombre de pôles de la machine ? (4 points)
- 5- Le point nominal de fonctionnement de la machine correspond à un glissement  $g=3,3333\%$ . Calculer la puissance utile de la machine à ce point. (8 points)

B/ On considère désormais que les caractéristiques nominales du moteur sont :

$$U=400V$$

$$g=3,3333\%$$

$$P_u=9kW$$

$$\cos\varphi=0,81$$

$$\eta=86\%$$

On négligera la résistance statorique de la machine ainsi que les pertes fer rotoriques. On admettra que pour le point nominal, les pertes mécaniques sont égales aux pertes fer statoriques.

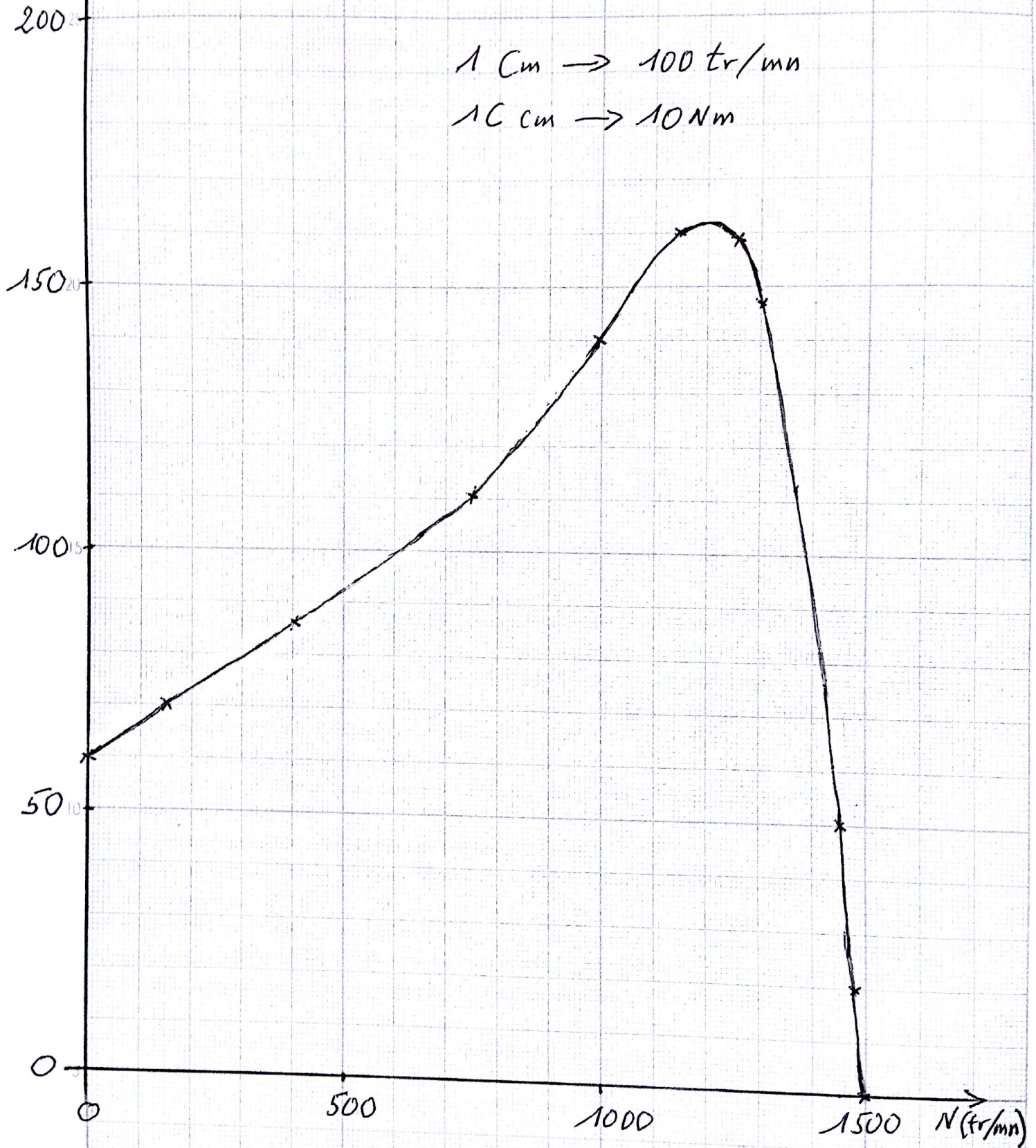
- 6- Quel est le couplage du moteur ? (4 points)
- 7- Calculer pour le point de fonctionnement nominal :
  - 7-1- Le courant de ligne absorbé (6 points)
  - 7-2- Les pertes fer statoriques (6 points)
  - 7-3- Le couple électromagnétique développé (6 points)
  - 7-4- Les pertes Joule rotoriques (6 points)
  - 7-5- La puissance mécanique développée (6 points)
  - 7-6- Le couple de pertes mécaniques. (6points)

$C_u(Nm)$  ↑

$$C_u = f(N)$$

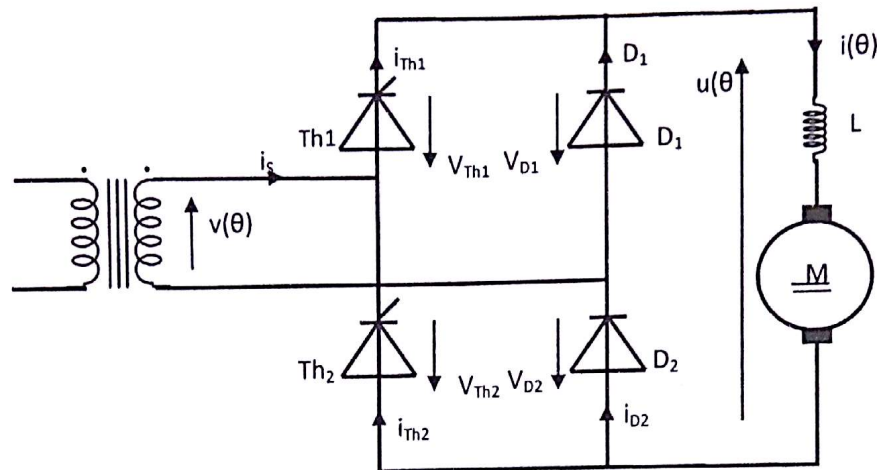
1 cm → 100 tr/mn

10 cm → 10 Nm



## 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 conceptions 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)**

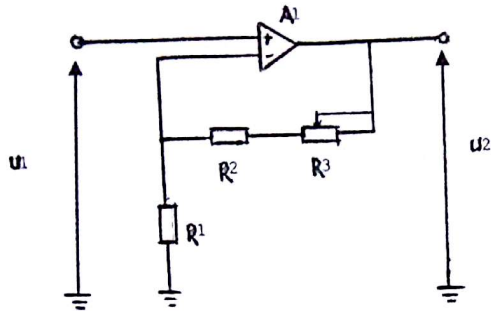
4-2- Calculez la puissance fournie au moteur, la puissance réactive fournie par le réseau. **(3 points).**

4-3- Calculez le facteur de puissance vu du réseau **(1 point).**

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

#### Première partie :

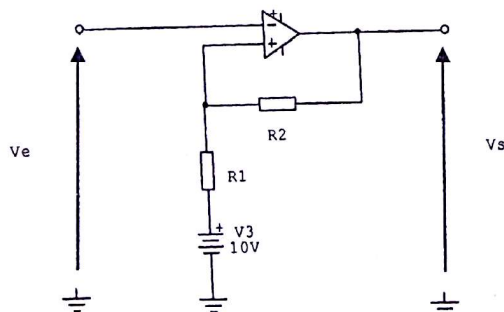
Dans le montage ci-dessous, on donne :  $R_1 = 4,7 \text{ k}\Omega$  et  $R_2 = 33 \text{ k}\Omega$  ;  $R_3$  est une résistance ajustable de 0 à 470 k $\Omega$ .



- 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  $U_2 = A_v \cdot U_1$ .
- 3) Donnez l'expression de  $A_v$  en fonction de  $R_1$ ,  $R_2$  et  $R_3$ .
- 4) Calculez les valeurs extrêmes de  $A_v$  notées  $A_{V\text{MIN}}$  et  $A_{V\text{MAX}}$ .
- 5) Calculez la valeur de  $R_3$  qui permet d'avoir la valeur de  $A_v = 10$ .

#### Deuxième partie :

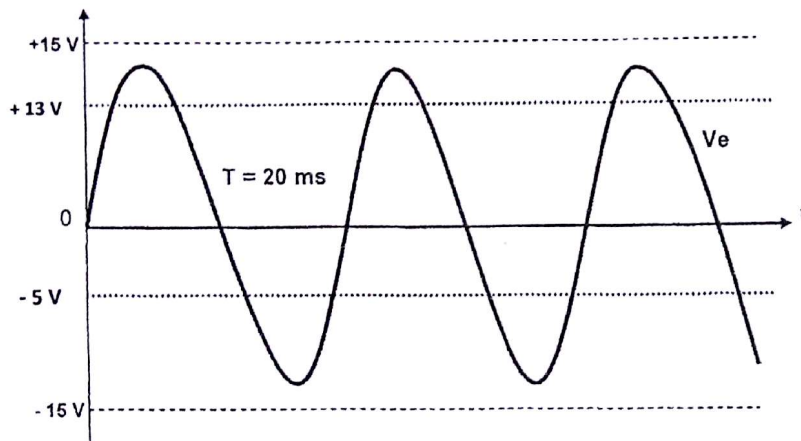
Dans le montage suivant, l'AOP est considéré idéal et est alimenté par  $+V_{CC} = +15 \text{ V}$  et  $-V_{CC} = -15 \text{ V}$ . Les valeurs maximale et minimale de la tension de sortie sont respectivement  $+15 \text{ V}$  et  $-15 \text{ V}$ . On donne  $R_1 = 3,3 \text{ k}\Omega$  et  $R_2 = 2,2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



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

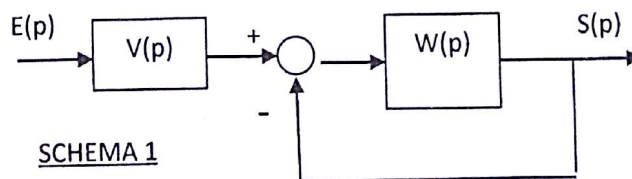
- 3) Exprimez la tension  $V'$ .
- 4) Déduisez les deux seuils de basculement :  $V_{B1}$  et  $V_{H1}$  ( $V_{B1} < V_{H1}$ ).
- 5) Tracez la caractéristique de transfert  $V_s = f(V_e)$  en plaçant  $V_{B1}$  et  $V_{H1}$ .
- 6) Calculez la largeur et le centre du cycle d'hystérésis.
- 7) En se référant 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

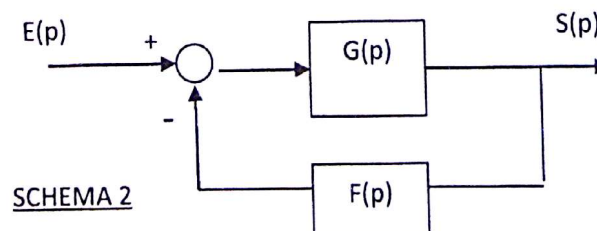


**EXERCICE 4 : AUTOMATIQUE (20 points)**

1. Soit le schéma fonctionnel 1 ci-dessous d'un système asservi. Donner l'expression de  $H_1(p) = S(p)/E(p)$



2. On considère à présent le schéma fonctionnel 2 ci-dessous d'un système asservi.
  - 2.1. Déterminer l'expression de  $H_2(p) = S(p)/E(p)$



2.2. Déterminer les expressions  $V(p)$  et de  $W(p)$  de  $H_1(p) = H_2(p)$

3. On considère toujours le schéma fonctionnel 2 et on pose :

$$G(p) = \frac{N_G(p)}{D_G(p)} \text{ et } F(p) = \frac{N_F(p)}{D_F(p)}$$

$N_G(p)$  et  $D_G(p)$  sont respectivement le numérateur et le dénominateur de  $G(p)$ .  $N_F(p)$  et  $D_F(p)$  sont respectivement le numérateur et le dénominateur de  $F(p)$ .

3.1. Exprimer la fonction de transfert  $H(p) = H_2(p) = S(p)/E(p)$  en fonction de  $N_G(p)$ ,  $D_G(p)$ ,  $N_F(p)$ ,  $D_F(p)$ .

3.2.  $H(p)$  a pour expression :  $H(p) = \frac{p+2}{p^2 + 2,5p + 1,5}$

- $G(p)$  et  $F(p)$  sont du premier ordre ;
- $F(p)$  a pour pôle  $p = -2$  ;
- $D_G(p) \times D_F(p) = p^2 + 2,5p + 1$ .

3.2.1. Déterminer alors les expressions de  $N_G(p)$ ,  $D_G(p)$ ,  $N_F(p)$ ,  $D_F(p)$ .

3.2.2. En déduire celles de  $G(p)$  et de  $F(p)$

3.2.3. Déterminer le gain statique de  $F(p)$

3.2.4. Donner l'expression  $w(t)$ , la réponse du système de fonction de transfert  $G(p)$  à une entrée rampe unitaire.