



Filière:	PRODUCTIQUE
Épreuve:	Systèmes Automatisés de Production

Durée:	2H
Coefficient:	15

## Système de découpe du bois

### 1. Description du système.

Pour assurer la fonction de découpe à la volée dans une ligne de fabrication de panneaux de particules de bois, il est nécessaire d'asservir la vitesse d'avance du moteur de la scie circulaire à celle du bois à découper. Cette scie est montée sur une unité verticale actionnée par un vérin pneumatique, elle-même montée sur unité horizontale mue par une courroie crantée entraînée par un moteur électrique a courant continu. *dans ce sujet ,le système d'arrivée et de blocage des panneaux ne sont pas étudiés.*

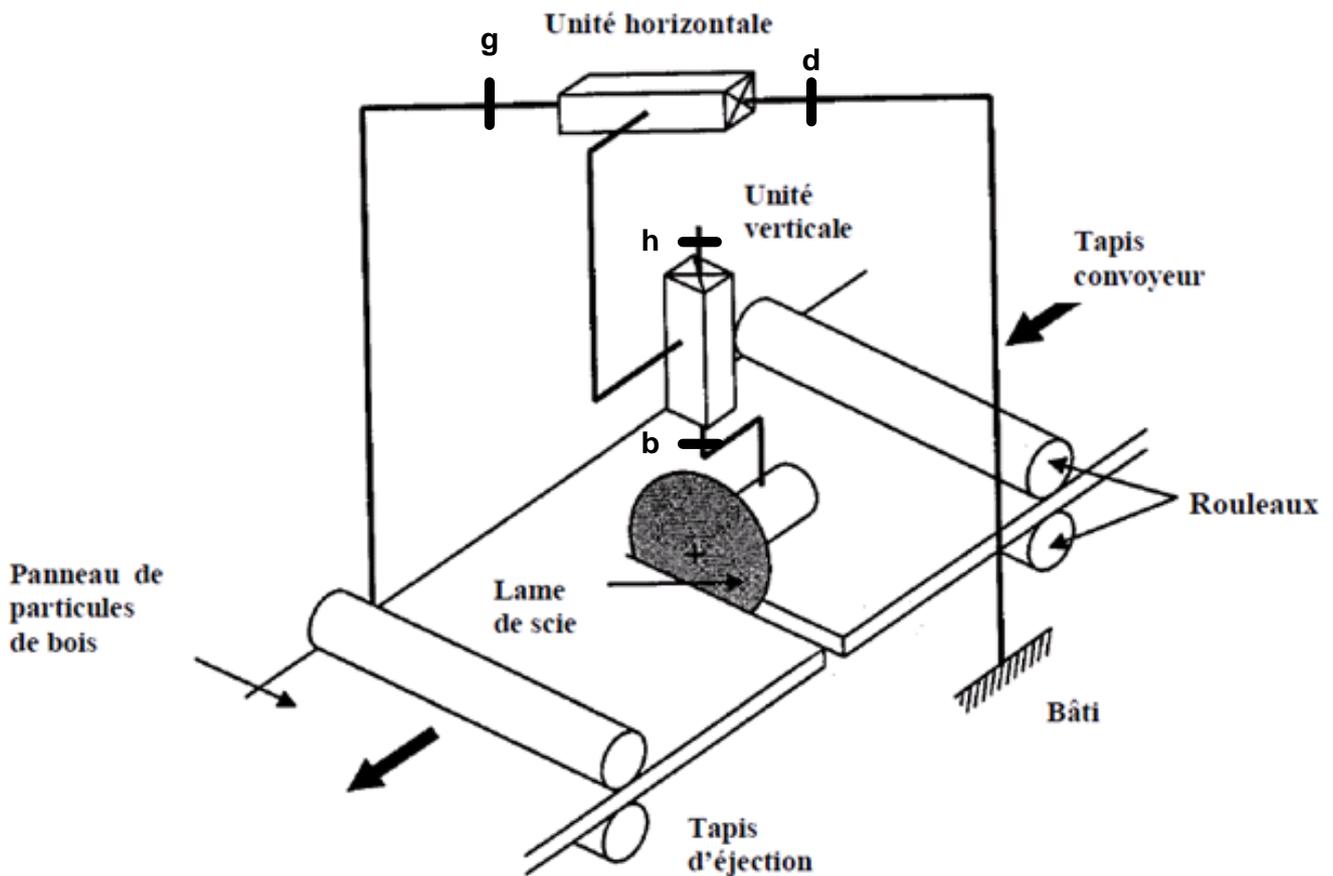


Figure 1

Figure 1

La course de déplacement horizontale est contrôlée par deux fins de courses **g** et **d**. et verticale par **h** et **b**. A l'état initiale, la scie est en position haute droite.

### 1.1. GRAFCET point de vue système

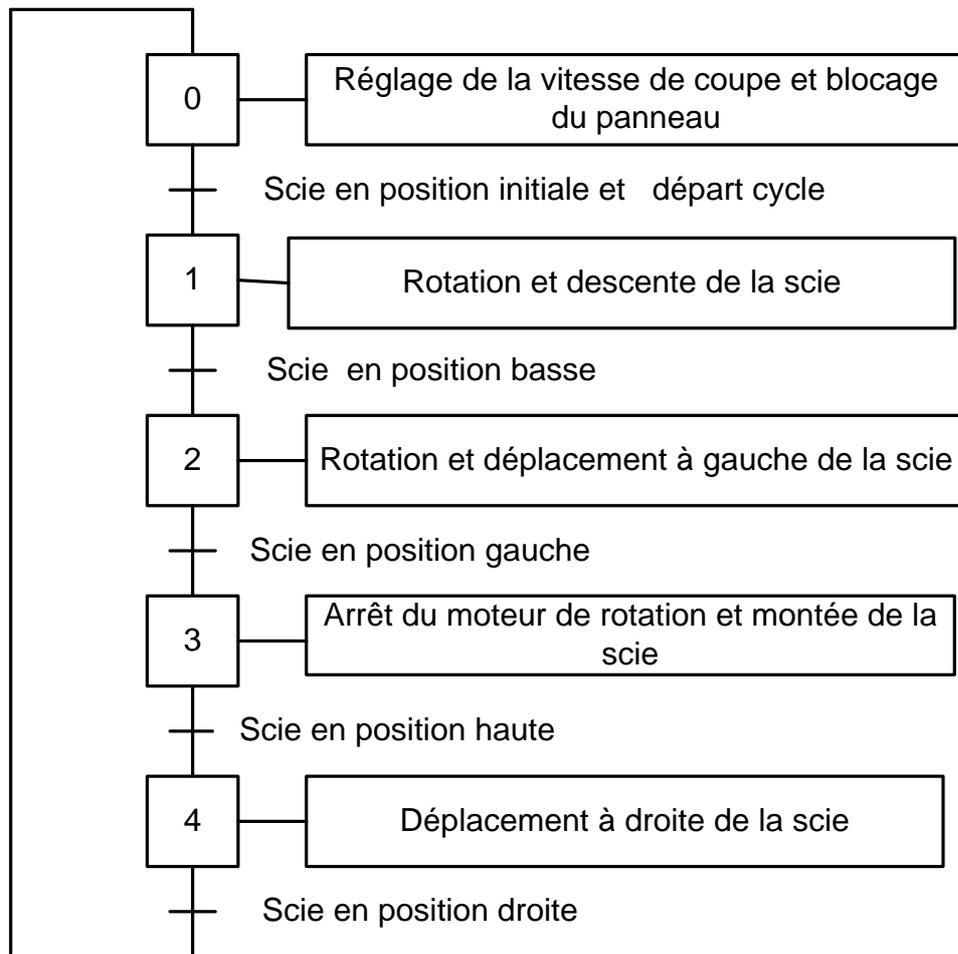


Figure 2

#### boutons poussoirs détecteurs.

**dcy** : bouton poussoir de départ cycle .

**h** : scie en position haute.

**b** : scie en position basse.

**g** : scie en position gauche.

**d** : scie en position droite.

#### Pré actionneur

**KTD** : translation à droite de la scie.

**KTG** : translation à gauche de la scie.

**KMD** : descente de la scie.

**KMM** : montée de la scie.

**KMR**: rotation de la scie.

**Affectation des entrées sorties**

Le système est commandé par un automate programmable industriel (API) **MEDICON BMX P34 1000** équipé d'un module d'entrée **BMX DDI 1602** et d'un module de sortie **BMX DRA 1605**. L'affectation des entrées sorties est donnée par le tableau suivant :

Désignation	Repère de la partie opérative	Affectation A.P.I
Bouton poussoir de départ cycle	<b>dcy</b>	<b>%I0.2.0</b>
Détecteur de la position gauche	<b>g</b>	<b>%I0.2.1</b>
Détecteur de la position droite	<b>d</b>	<b>%I0.2.2</b>
Détecteur de la position haute	<b>h</b>	<b>%I0.2.3</b>
Détecteur de position basse	<b>b</b>	<b>%I0.2.4</b>
Pré actionneur de translation à droite de la scie	<b>KTD</b>	<b>%Q0.1.0</b>
Pré actionneur de translation à gauche de la scie	<b>KTG</b>	<b>%Q0.1.1</b>
Pré actionneur de la montée de la scie	<b>KMM</b>	<b>%Q0.1.2</b>
Pré actionneur de la descente de la scie	<b>KMD</b>	<b>%Q0.1.3</b>
Pré actionneur de la rotation de la scie	<b>KMR</b>	<b>%Q0.1.4</b>

**1.2. Modélisation par GRAFCET**

- Q1. Compléter le Grafcet de point de vue commande ( *Document réponse DR1*).
- Q2. Compléter le Grafcet de point de vue automate ( *Document réponse DR2*).
- Q3. Compléter le schéma de raccordement des détecteurs et des pré-actionneurs a l'API ( *Document réponse DR3*).

**2. Etude du convertisseur statique**

Le moteur à courant continu est alimenté par un convertisseur statique comme indiqué sur le schéma de la figure ci-dessous.

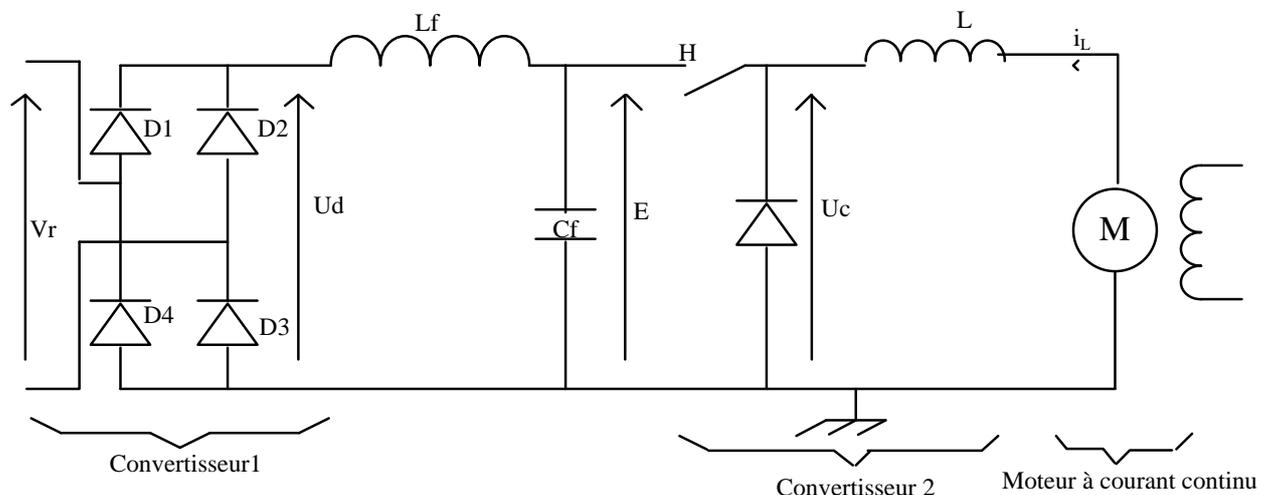


Figure 3

Q4. Quel le type des convertisseurs 1 et 2.

Q5. A partir de l'oscillogramme de la **figure 4** , représentant la tension  $U_c(t)$ , déterminer la valeur de la fréquence de hachage  $f_h$  et le rapport cyclique  $\alpha$  du signal  $U_c(t)$ .

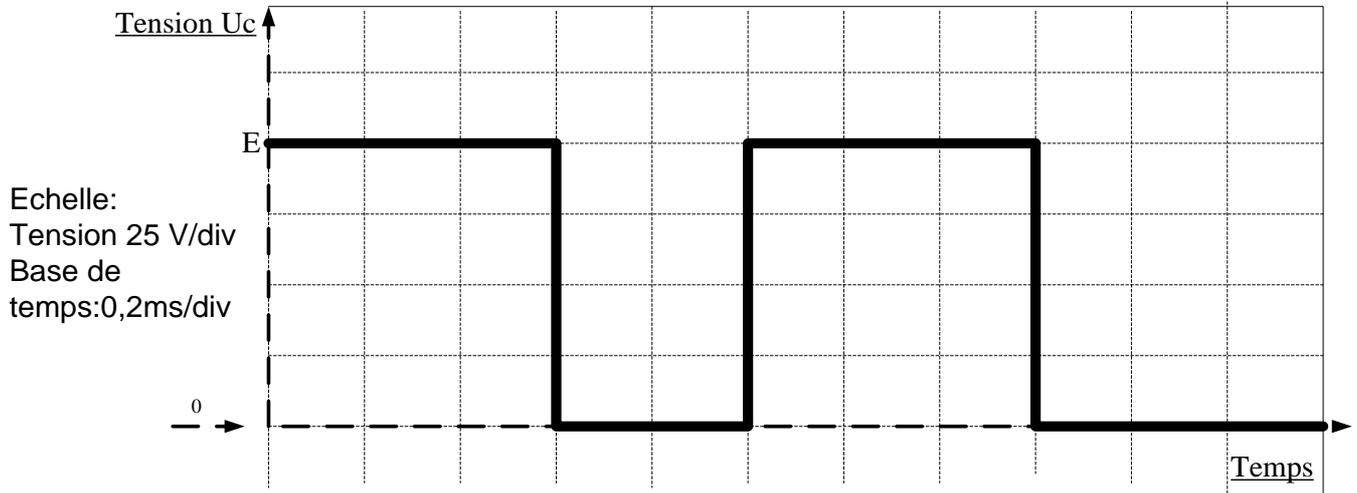


Figure 4

Q6. Calculer la valeur moyenne de  $U_c(t)$ .

Dans la suite de cette partie on modélise l'induit du moteur à courant continu par une f.e.m  $E'$  (**figure 5**).

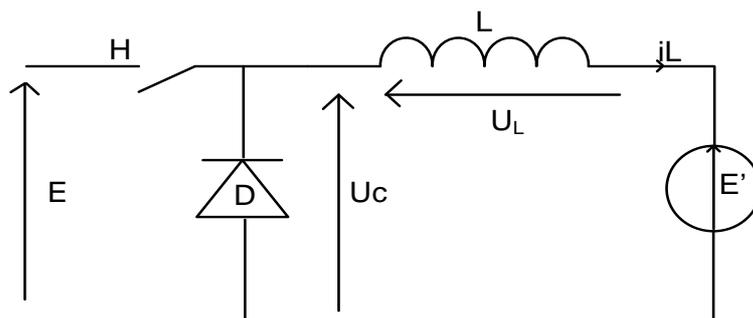


Figure 5

Q7. Montrer que  $E' = \alpha E$ . Et déduire l'intérêt de la commande du moteur par ce hacheur.

Q8. donner un autre convertisseur qui permet d'entraîner le moteur à courant continu à vitesse variable.

### 3. Etude de l'asservissement de la vitesse de la MCC .

La boucle d'asservissement de la vitesse du moteur de translation est illustrée par la **figure 6**.

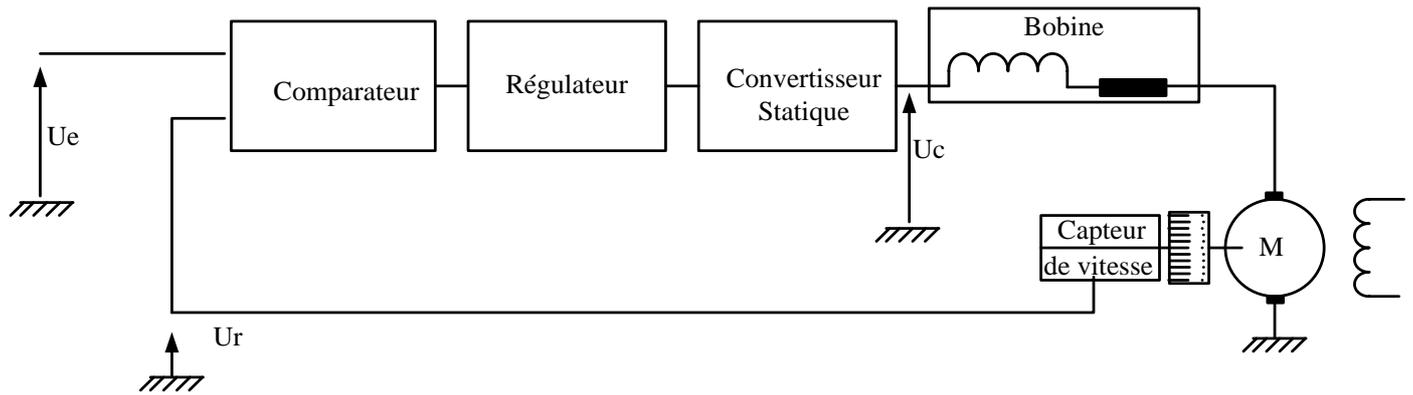


Figure 6

Cette partie se rapporte à l'élaboration de l'asservissement de vitesse de la MCC commandée par l'induit . ce dernier est modélisé par le schéma de la figure suivante :

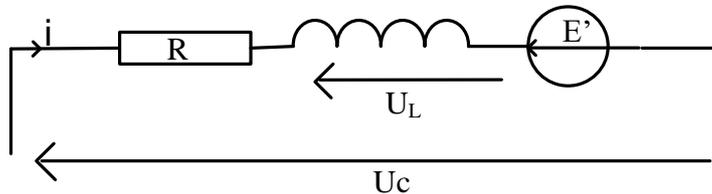


Figure 7

Le moteur à courant continu est caractérisé par :

- $\Omega$ : Vitesse angulaire de rotation du moteur en  $\text{rad.s}^{-1}$
- $E'$ : f.ém du moteur.
- $C_r$ : Couple résistant.
- $J = 0,5 \text{ kg.m}^2$ : Moment d'inertie équivalent ramené à l'arbre moteur.
- $K = 1,6 \text{ Nm/A}$ : Constante de f.e.m et de couple.
- $f=8 \cdot 10^{-3} \text{ S.I}$ : Coefficient du frottement visqueux.
- $R= 2,1\Omega$ : Résistance totale de la bobine et du moteur .
- $L=2,6 \text{ mH}$ : Inductance totale de l'ensemble moteur et bobine.

Le moteur obéit au modèle du schéma - bloc de la figure suivante :

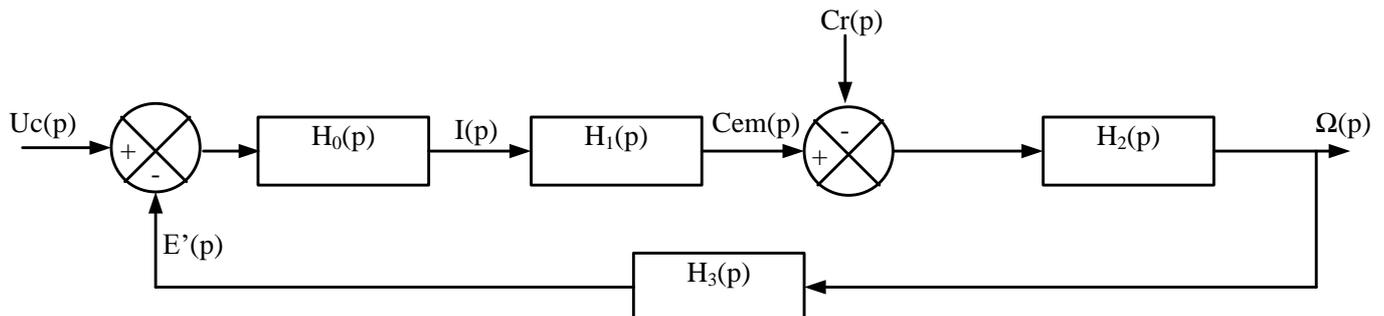


Figure 8

On donne  $i(0) = 0$  et  $U_c(p)$ ,  $I(p)$  et  $E'(p)$  sont respectivement les transformées de Laplace de  $U_c(t)$ ,  $i(t)$  et  $E'$ .

**Q9.** Exprimer  $U_c(t)$  en fonction de  $i(t)$  et  $E'$ . déduire  $H_0(p)$

**Q10.** Exprimer le moment du couple électromagnétique  $C_{em}(t)$  du moteur en fonction de l'intensité  $i(t)$  du courant d'induit. et déduire  $H_1(p)$ .

**Q11.** Appliquer le principe fondamentale de la dynamique appliqué au rotor de la machine et donner l'équation différentielle mécanique de la machine. déduire  $H_2(p)$ . (on notera que le couple visqueux est  $C_f = f.\Omega$  et  $\Omega(0)=0$ )

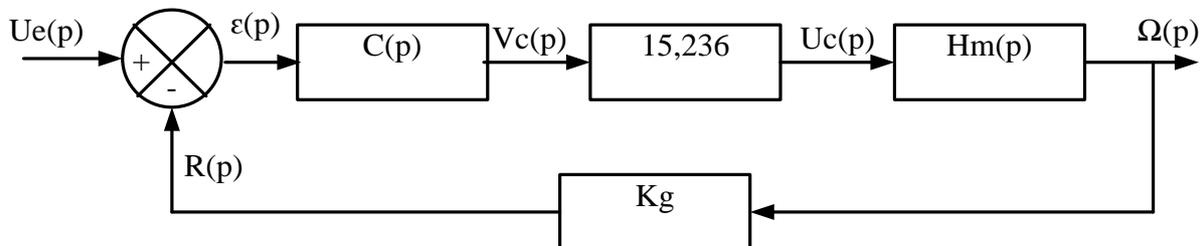
**Q12.** Si  $C_r(p) = 0$ , Exprimer la fonction de transfert du moteur  $H_m(p) = \frac{\Omega(p)}{U_c(p)}$  en fonction de  $H_0(p)$ ,  $H_1(p)$ ,  $H_2(p)$  et  $H_3(p)$ . Puis en fonction de  $J$ ,  $f$ ,  $L$ ,  $R$  et  $K$ . Faire l'application numérique.

Dans la suite du problème on prendra:

$$H_m(p) = \frac{0.625}{(1 + 0.409p)(1 + 1.242 \times 10^{-3}p)}$$

Le moteur est incorporé dans la boucle de vitesse, représentée par la **figure 9**, où  $K_g = 0.048V/rar. s^{-1}$  représente le gain de la génératrice tachymétrique.

Le correcteur de fonction de transfert  $C(p) = A. \left( \frac{1+T_i.p}{T_i.p} \right)$  est de type Proportionnel Intégral.

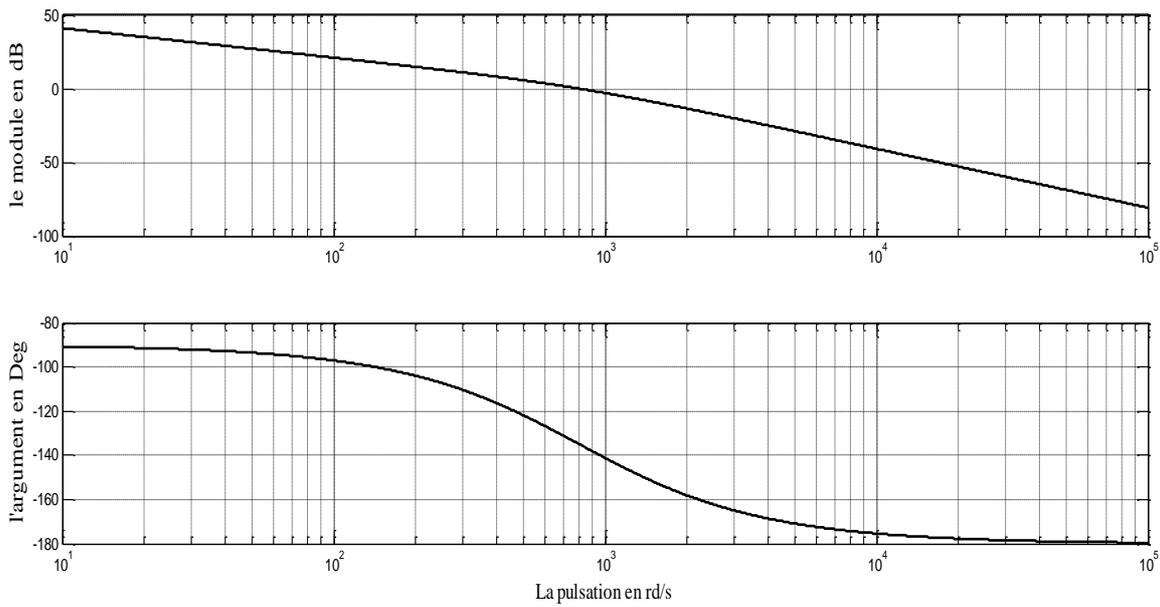


**Figure 9**

**Q13.** Exprimer la fonction de transfert en boucle ouverte  $H_{BO}(p) = \frac{R(p)}{U_e(p)}$ .

**Q14.** On souhaite obtenir une compensation du pôle dominant de la fonction de transfert  $H_{BO}(p)$ , ( on prend donc  $T_i=0,409s$ ), donner la nouvelle fonction de transfert en boucle ouverte  $H_{BOc}(p)$

**Q15.** pour  $A=1018.88$ , on a tracé le diagramme de Bode de la figure ci-dessous.



**Figure 5**

Relever la pulsation  $\omega_{c0}$  pour laquelle le module est égale a **0db** et la marge de phase.

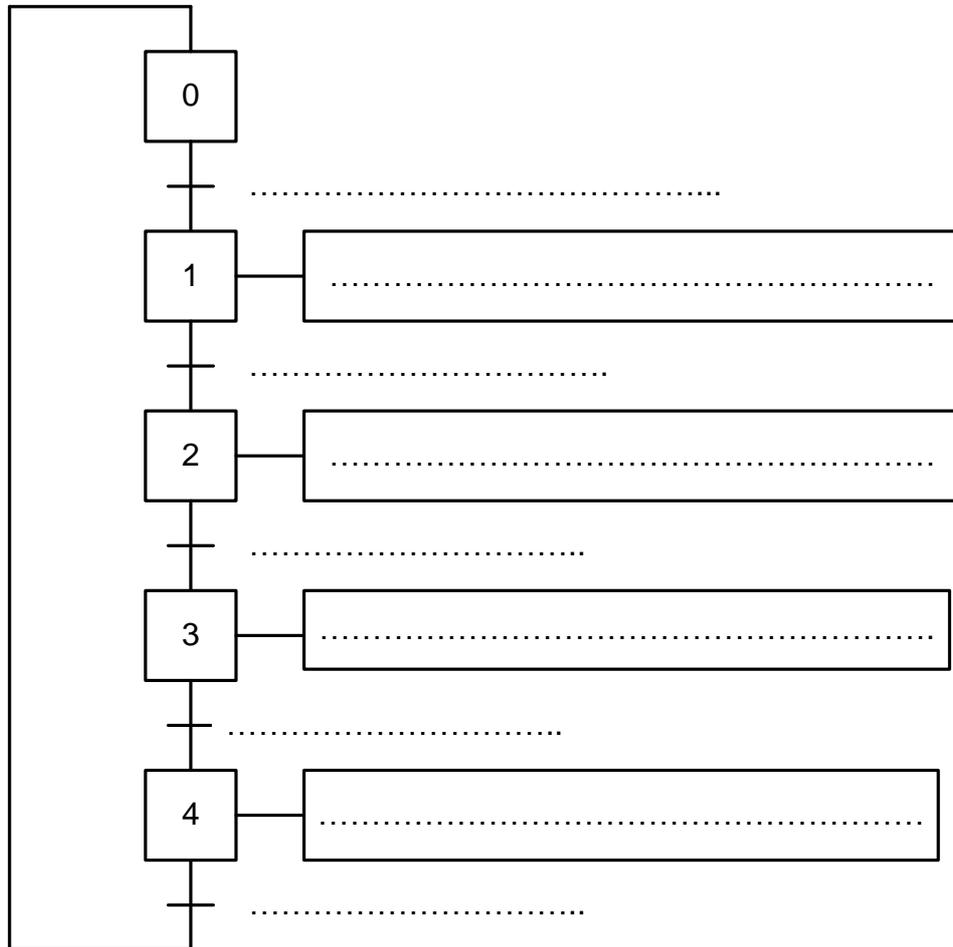
**Q16.** Sans calcul, dite pourquoi l'erreur de position  $\varepsilon(t)$  est nulle en régime permanent.

**Barème:**

Q.1.....	3 pts
Q.2.....	3 pts
Q.3.....	4 pts
Q.4.....	2 pts
Q.5.....	2 pts
Q.6.....	2 pts
Q.7.....	2 pts
Q.8.....	2 pts
Q.9.....	3 pts
Q.10.....	2 pts
Q.11.....	2 pts
Q.12.....	3 pts
Q.13.....	2 pts
Q.14.....	2 pts
Q.15.....	2 pts
Q.16.....	2 pts

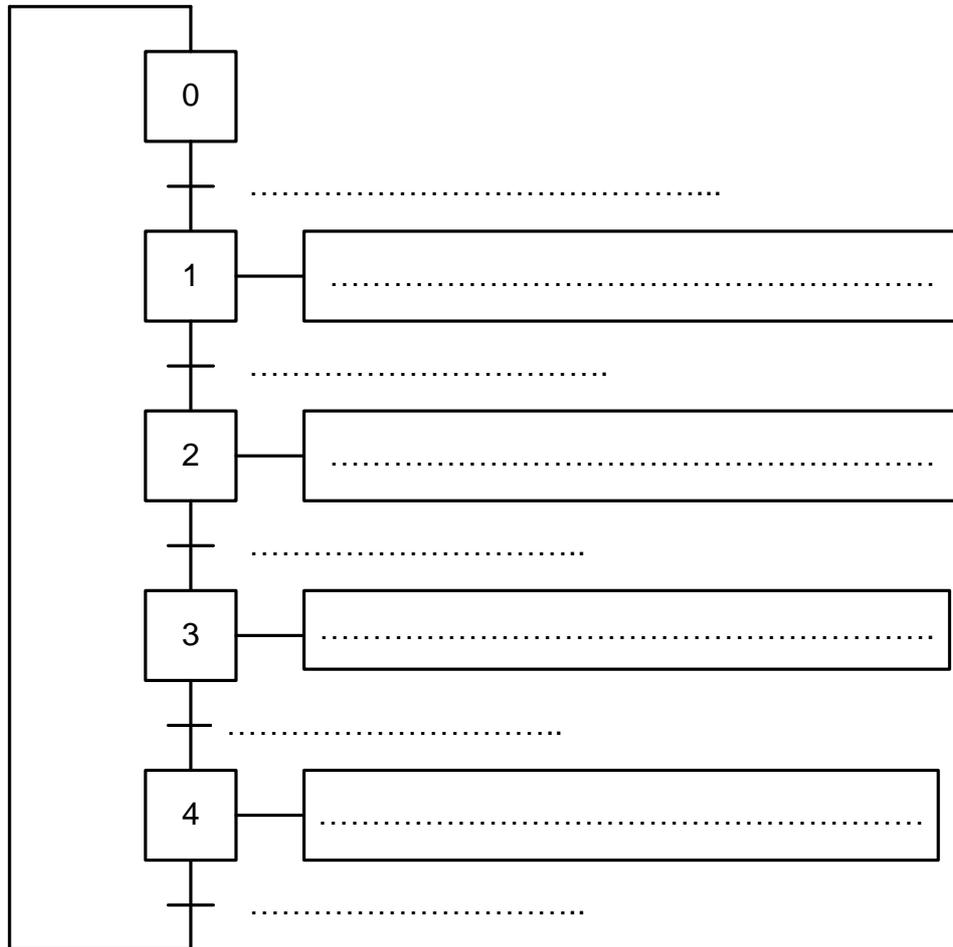
### Document réponse DR1

#### GRAFCET DU POINT DE VUE COMMANDE.



## Document réponse DR2

### GRAFNET DU POINT DE VUE API.



### Document réponse DR3

#### CONNEXION DES ENTREES SORTIES A L'API

