

Durée 2h

Documents non autorisés. Calculatrice autorisée.

## CT S1

### 1) Schémas blocs : étude partielle d'un hexapode.



Le support de l'étude est la plate-forme hexapode fabriquée par la société Symétrie pour le laboratoire de mécanique des fluides de l'École Centrale de Nantes.

Cette plate-forme permet le développement de deux thèmes de recherche :

- La mesure des coefficients hydrodynamiques de navires ou d'engins flottants. Les résultats obtenus concourent alors à la modélisation des comportements dans la houle et la validation de nouveaux concepts de sécurité.
- L'étude des efforts provoqués par le mouvement des liquides sur les parois intérieures d'une cuve ou d'un réservoir partiellement rempli, ceux-ci étant eux-mêmes en mouvement. Cette étude

concerne particulièrement les navires tels que les pétroliers ou méthaniers mais aussi les véhicules de transports routiers, ferroviaires et aériens. Elle se fait en montant sur la plate-forme une maquette respectant des règles de similitude.

### Modélisation de la commande en tension du moteur et justification de l'asservissement en position de la tige du vérin.

© L'autopilotage du moteur brushless conduit à des équations analogues à celles d'une machine à courant continu.

La transformation de LAPLACE appliquée aux équations temporelles conduit aux résultats suivants :

$$U(p) = E(p) + (R + L \cdot p) I(p) \quad \text{avec} \quad E(p) = K_E \Omega_m(p)$$

$$J_{eq} \cdot p \cdot \Omega_m(p) = C_m(p) - C_{req} \quad \text{avec} \quad C_m(p) = K_T I(p)$$

Avec :

U tension aux bornes du moteur

$\Omega_m$  vitesse de rotation du moteur

$C_m$  couple moteur

E force contre électromotrice

I courant moteur

$C_{req}$  couple résistant équivalent

$J_{eq}$  moment d'inertie équivalent :  $J_{eq} = 1,6 \cdot 10^{-4} \text{ kg.m}^2$

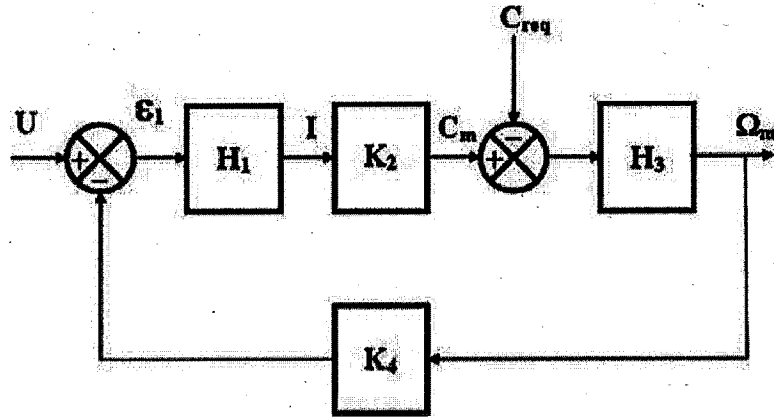
$K_E$  coefficient de force contre électromotrice :  $K_E = 1,77 \text{ V.rad}^{-1} \cdot \text{s}$

$K_T$  coefficient de couple :  $K_T = 1,77 \text{ Nm.A}^{-1}$

R résistance d'induit :  $R = 1,05 \Omega$

L inductance d'induit :  $L = 0,5 \text{ mH}$

On note  $U$ ,  $E$ ,  $\Omega_m$ ,  $I$ ,  $C_m$ ,  $C_{req}$  les fonctions de la variable de LAPLACE  $p$  donc  $U=U(p)$ ,  $E=E(p)$ , ...



↳ Établir les expressions littérales des fonctions de transfert du schéma bloc.

↳ Donner l'expression de  $\Omega_m$  en fonction de  $H_1$ ,  $H_2$ ,  $H_3$ ,  $H_4$ ,  $U$  et  $C_{req}$ .

*$H_3, K_2, K_4, U$  et  $C_{req}$*

↳ Montrer qu'en régime permanent ( $\Omega_m$  constante, ce qui correspond à  $p=0$  dans le schéma bloc) on peut écrire  $\Omega_m = \frac{U}{K_E} - \frac{R C_{req}}{K_E \cdot K_T}$

↳ Quelle valeur  $U_0$  faut-il donner à  $U$  pour obtenir une vitesse  $\Omega_m=300 \text{ rad.s}^{-1}$  lorsque  $C_{req}=11 \text{ Nm}$ ?

↳ Quelle sera alors la valeur de l'intensité en ligne ?

On applique la tension  $U_0$  aux bornes du moteur.

↳ Calculer la vitesse atteinte en régime permanent, si le couple résistant est  $C_{req}=0 \text{ Nm}$ .

☺ On prendra  $U=U_0=538 \text{ V}$ .

↳ Conclure sur la possibilité de suivre une trajectoire avec un tel type de commande.

↳ Proposer une solution pour remédier à ce problème.

|    | $F(p)$                                      | $f(t)$                                     |
|----|---|--|
| 1  | $\frac{1}{p}$                               | 1  |
| 2  | 1   | $\delta(t)$                                |
| 3  | $\frac{1}{p^2}$                             | $t$  |
| 4  | $\frac{1}{p+a}$                             | $e^{-at}$                                  |
| 5  | $\frac{1}{p^n}, \quad n \in \mathbb{N}$     | $\frac{t^{(n-1)}}{(n-1)!}$                 |
| 6  | $\frac{1}{(p+a)^n}, \quad n \in \mathbb{N}$ | $\frac{t^{(n-1)}e^{-at}}{(n-1)!}$          |
| 7  | $\frac{1}{p^2+a^2}$                         | $\left(\frac{1}{a}\right) \sin at$         |
| 8  | $\frac{p}{p^2+a^2}$                         | $\cos at$                                  |
| 9  | $\frac{1}{(p+b)^2+a^2}$                     | $\left(\frac{1}{a}\right) e^{-bt} \sin at$ |
| 10 | $\frac{p+b}{(p+b)^2+a^2}$                   | $e^{-bt} \cos at$                          |
| 11 | $\frac{1}{(p+a)(p+b)}, \quad a \neq b$      | $\frac{e^{-bt} - e^{-at}}{a-b}$            |
| 12 | $\frac{p}{(p+a)(p+b)}, \quad a \neq b$      | $\frac{ae^{-at} - be^{-bt}}{a-b}$          |

## 2) GRAFCET

### Production automatisée de produits verriers.

Dans une industrie verrière, la fabrication de la gamme de produits impose deux types de mélanges M1 et M2 à partir de trois produits de base A, B et C.

Trois trémies contenant chacune un des produits de base A, B ou C, déversent successivement sur un tapis roulant T, la quantité de produit correspondant au mélange demandé. Cette quantité est réglée par le temps d'ouverture de la trappe de vidange de chaque trémie qui est commandée respectivement par des dispositifs CTA, CTB et CTC.

Mélange M1 : il est composé des produits A et C avec des quantités correspondant à une ouverture des trappes durant 10s pour A et 15s pour C.

Mélange M2 : il est composé des produits A et B avec des quantités correspondant à une ouverture des trappes durant 10s pour A et 15s pour B.

Le tapis T transporte vers la gauche les produits A et C pour les déverser dans la benne **BE1**, et vers la droite les produits A et B pour les déverser dans la benne **BE2**.

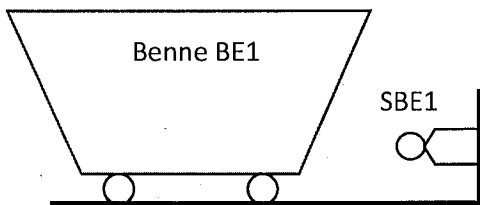
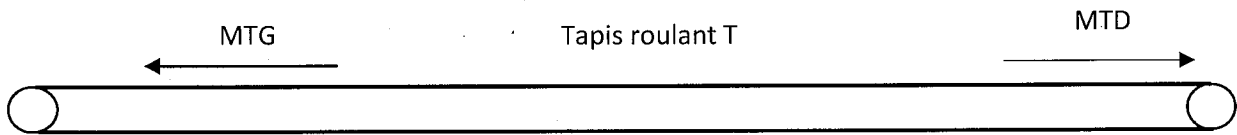
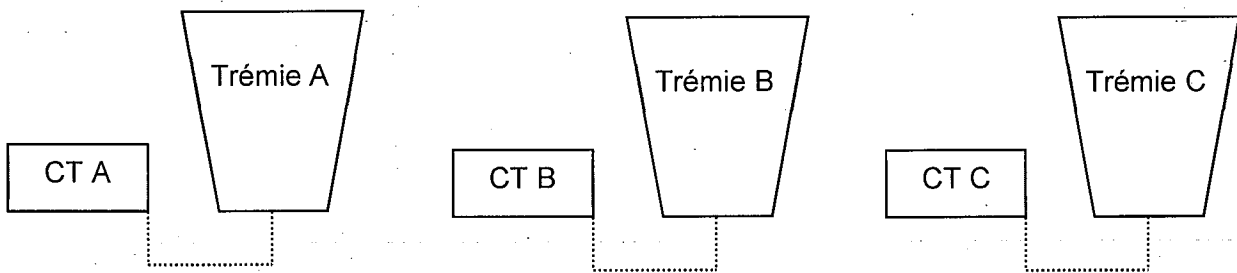
Après la sélection d'un mélange, action sur la commande **SM1** ou **SM2** et le contrôle de la présence de benne concernée **SBE1** ou **SBE2**, le tapis démarre vers la gauche **MTG** ou vers la droite **MTD**.

~~Au bout de 15s, chaque trémie~~ Chaque trémie déverse successivement leur contenu pendant le temps prédéterminé.

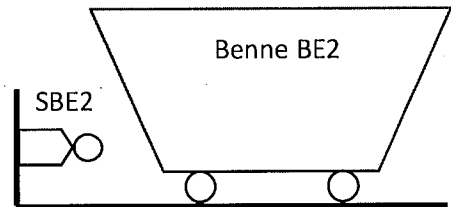
Après la fermeture de la trappe de la dernière trémie concernée par le mélange, le tapis fonctionne encore pendant 10s. Ce temps est nécessaire pour terminer l'évacuation des produits.

☺ Schéma du système de production :

| Commande |     |
|----------|-----|
| SM1      | SM2 |



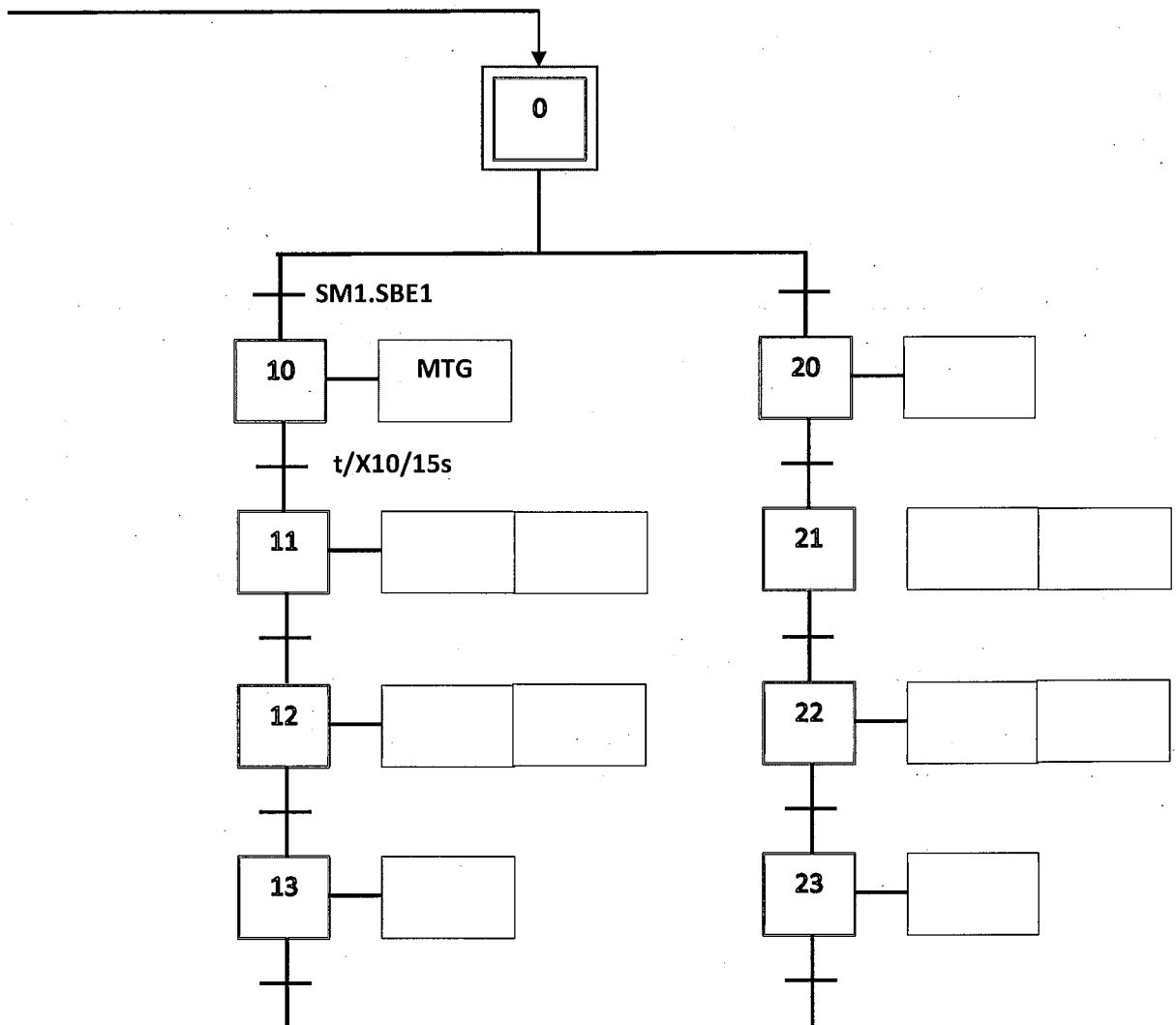
Préparation du mélange 1



Préparation du mélange 2

Document réponse à rendre avec la copie.

↳ Compléter le GRAFCET de système automatisé



### 3) Conception d'un automatisme avec le tableau de KARNAUGH Serrure de coffre

Quatre responsables (A, B, C et D) d'une société peuvent avoir accès à un coffre.

Ils possèdent chacun une clé différente (a, b, c et d).

Mode de fonctionnement de l'ouverture du coffre :

- le responsable A ne peut ouvrir le coffre qu'en présence du responsable B ou du responsable C.
- les responsables B, C et D ne peuvent ouvrir le coffre qu'en présence d'au moins deux des autres responsables.

3-1) Compléter la table de vérité.

| a | b | c | d | S |
|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 0 | 1 | 0 | 0 |   |
| 0 | 1 | 0 | 1 |   |
| 0 | 1 | 1 | 0 |   |
| 0 | 1 | 1 | 1 |   |
| 1 | 0 | 0 | 0 |   |
| 1 | 0 | 0 | 1 |   |
| 1 | 0 | 1 | 0 |   |
| 1 | 0 | 1 | 1 |   |
| 1 | 1 | 0 | 0 |   |
| 1 | 1 | 0 | 1 |   |
| 1 | 1 | 1 | 0 |   |
| 1 | 1 | 1 | 1 |   |

3-2) Compléter le tableau de KARNAUGH.

|    |    |    |    |    |
|----|----|----|----|----|
|    | ab |    |    |    |
|    | 00 | 01 | 11 | 10 |
| 00 | 0  |    |    |    |
| 01 | 0  |    |    |    |
| 11 | 0  |    |    |    |
| 10 | 0  |    |    |    |

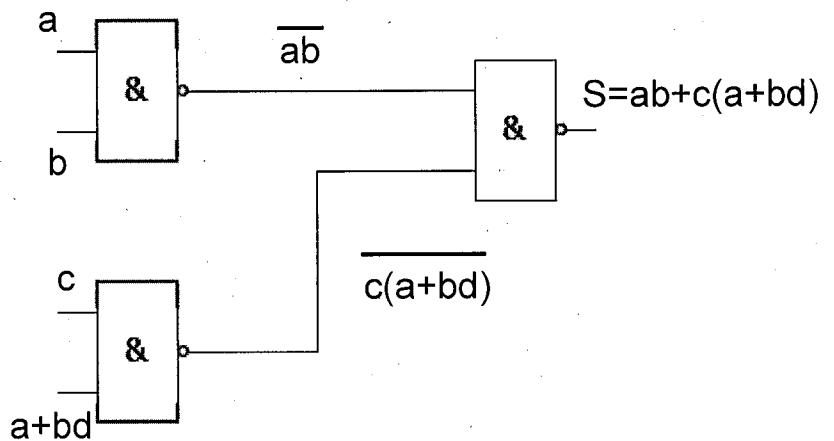
|   |
|---|
| S |
|---|

3-3) En déduire l'équation logique simplifiée de la sortie S de la serrure en fonction des clés (entrées a, b, c et d).

S=

3-4) Compléter ce logigramme de S avec uniquement des portes NAND à deux entrées.

Indiquer les équations logiques intermédiaires ainsi que les variables d'entrée.



∅