

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 (moteur CC).

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

Ω_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 : $J_{eq} = 1,6 \cdot 10^{-4} \text{ kg.m}^2$

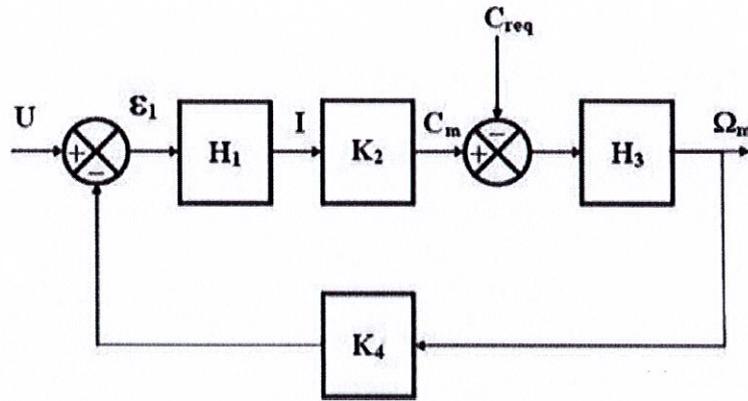
K_E coefficient de force contre électromotrice : $K_E = 1,77 \text{ V.rad}^{-1} \cdot \text{s}$

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, Ω_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 H_1 , H_3 , K_2 , K_4 du schéma bloc.

↳ Donner l'expression de Ω_m en fonction de H_1 , H_3 , K_2 , K_4 , U et C_{req} .

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

☺ Pour cela vous devez étudier vers quoi vont tendre H_1 et H_3 lorsque $p \rightarrow 0$

↳ 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.

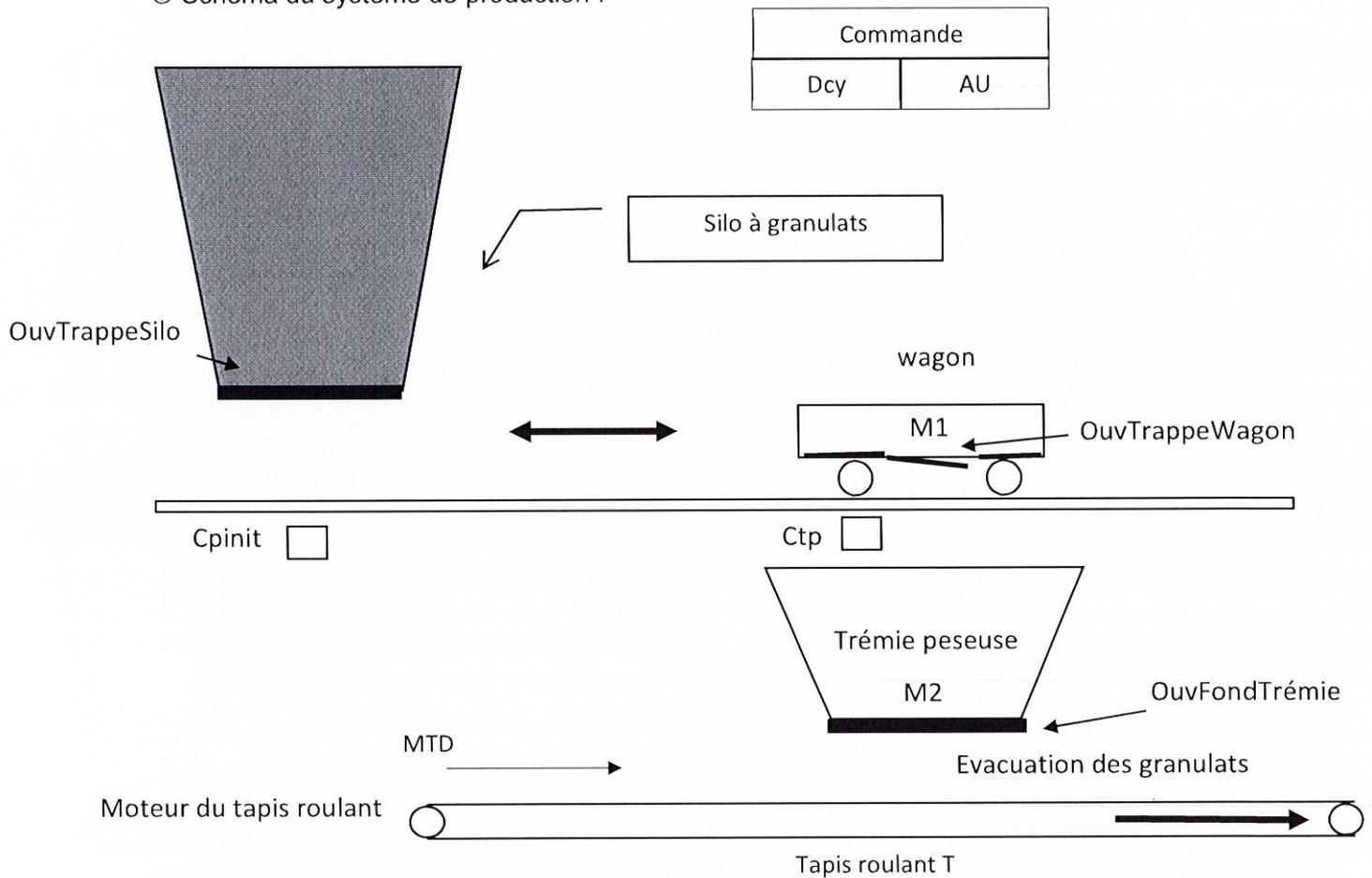
↳ Proposer une solution pour remédier à ce problème.

	$F(p)$	$f(t)$
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

Transporteur de granulats.

☺ Schéma du système de production :



A l'état initial :

- La trappe du silo à granulats est fermée ($OuvTrappeSilo=0$).
- Le wagon est sous le silo à granulats ($Cpinit=1$).
- La trappe du wagon est fermée ($OuvTrappeWagon=0$).
- Le fond de la trémie peseuse est fermé ($OuvFondTrémie=0$).
- Le tapis roulant est arrêté ($MTD=0$).

Description du fonctionnement :

Dans une carrière, un transporteur à wagon assure le remplissage d'une trémie peseuse.

Si la masse M2 de granulats stockés dans la trémie peseuse est atteinte, alors la trappe du wagon est fermée. Le fond de la trémie est ouvert puis le tapis roulant évacue les granulats.

Le wagon vide retourne alors à sa position initiale pour être rempli.

Lorsque le début de cycle est actif Dcy et que les conditions initiales sont respectées, alors le process de fonctionnement est le suivant :

- La trappe du silo à granulats est ouverte.
- Si la masse M1 dans le wagon est atteinte (CM1=1), alors la trappe du silo à granulats est fermée.
- Le wagon se déplace alors à droite jusqu'à la trémie peseuse (Ctp=1).
- La trappe du wagon est ouverte.
- Si la masse M2 dans la trémie peseuse est atteinte (CM2=1) **ou** une attente de T1=1 minute est terminée, alors la trappe du wagon se ferme. Si la masse M2 dans la trémie peseuse n'est pas atteinte au bout de 1 minute de remplissage par le wagon, alors celui-ci retourne à gauche à sa position initiale.
- Si la masse M2 est atteinte alors le fond de la trémie peseuse est ouvert, puis au bout de T3 = 1 minute 30s le fond de la trémie peseuse est fermé. Ensuite, le tapis roulant avance pendant T2=2 minutes **et** le wagon retourne à sa position initiale détecté par le capteur Cpinit.

Notations : / signifie 0 , pas de / signifie 1. Exemple CM1 = capteur de masse M1=1, / CM1 = capteur de masse M1=0

Une commande est active (=1) uniquement que lorsqu'elle est en face d'une étape.

Notations : réceptivités associées aux transitions :

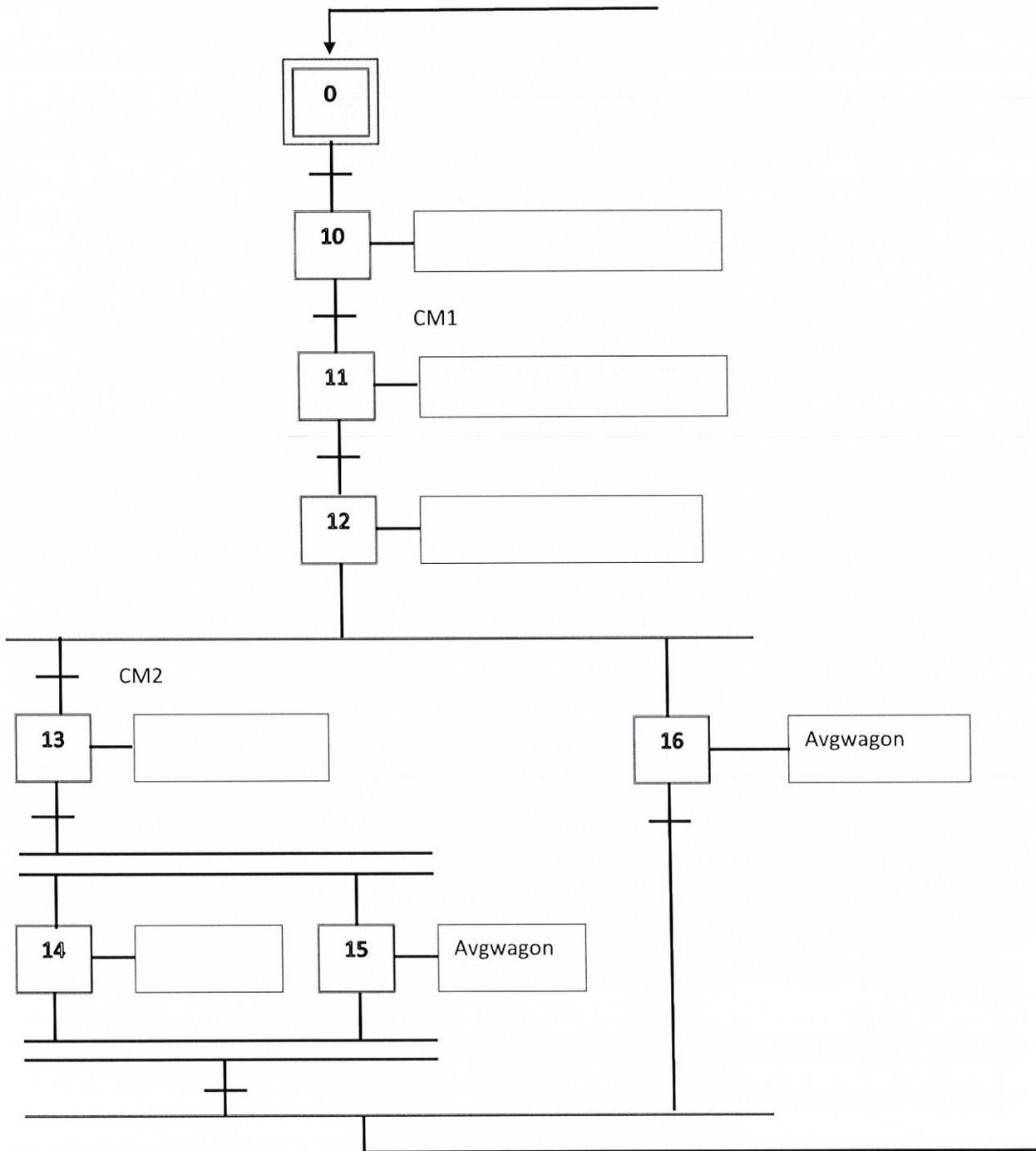
/Cpinit = wagon pas positionné sous le silo à granulats

Cpinit= wagon positionné sous le silo à granulats

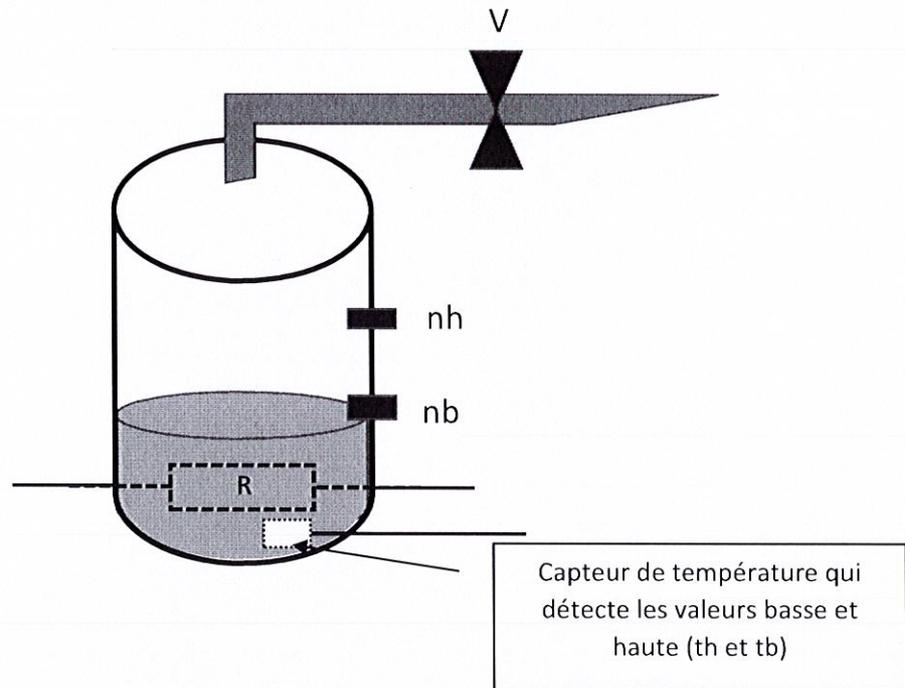
Désignation	Commande	Capteur
Départ de cycle	Dcy	
Ouverture de la trappe du silo à granulats	OuvTrappeSilo	
Ouverture de la trappe du wagon	OuvTrappeWagon	
Ouverture du fond de wagon	OuvFondTrémie	
Wagon positionné sous le silo à granulats (position initiale du wagon)		Cpinit
Capteur de masse M1		CM1
Capteur de masse M2		CM2
Moteur du tapis roulant (direction droite)	MTD	
Avance du wagon dans la direction droite	Avdwagon	
Avance du wagon dans la direction gauche	Avgwagon	
Capteur de position indiquant que la wagon est au-dessus de la trémie peseuse		Ctp

Document réponse à rendre avec la copie.

↳ Compléter le GRAFCET de système automatisé



3) Conception d'un automate avec le tableau de KARNAUGH Détecter le niveau d'une cuve.



Le niveau d'une cuve est contrôlé par 2 capteurs de niveau (nb, nh) et 2 valeurs de température, basse et haute, détectées par le capteur de température (th, tb).

Une vanne V permet le remplissage tant que le niveau haut de liquide n'est pas atteint.

Une résistance chauffante R assure le chauffage jusqu'à atteindre la valeur maximale de température fixée par le capteur th.

Une sécurité **prioritaire** de fonctionnement (même aux états d'impossibilités technologiques X) interdit le chauffage si le niveau bas est atteint (inférieur au niveau bas c'est-à-dire nb=0). Cette sécurité arrête le remplissage si la température minimale est atteinte.

Les capteurs nb, nh sont à l'état 1 si le liquide est présent devant le capteur.

Les capteurs de température tb, th sont à l'état 1 si la température du liquide est supérieure ou égale à tb, th.

Décrire le fonctionnement par une table de vérité.

Déterminer les équations de fonctionnement V et R.

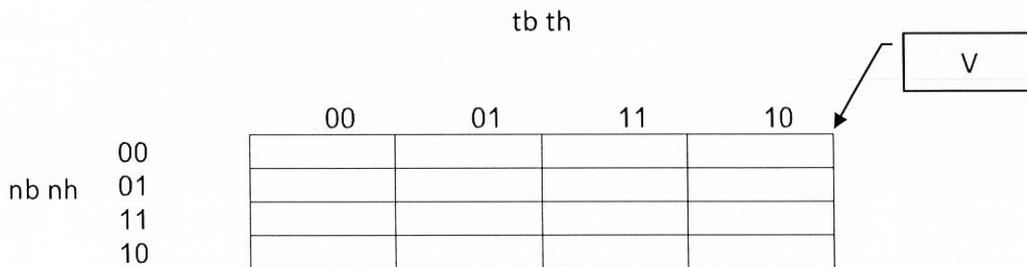
X signifie une impossibilité technologique (exemple $t_b=0$ et $t_h=1$ car si la température haute a été détectée c'est forcément que la température basse a été dépassée. De même si le niveau de liquide haut est atteint le capteur de niveau bas ne peut pas être à 0)

(ROBERT, s.d.)

3-1) Compléter la table de vérité.

nb	nh	tb	th	V	R
0	0	0	0		
0	0	0	1		
0	0	1	0		
0	0	1	1		
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 de V et effectuer les regroupements.



3-3) En déduire l'équation logique simplifiée de la sortie V en fonction des entrées.

V=

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

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

_____ V=

∂