

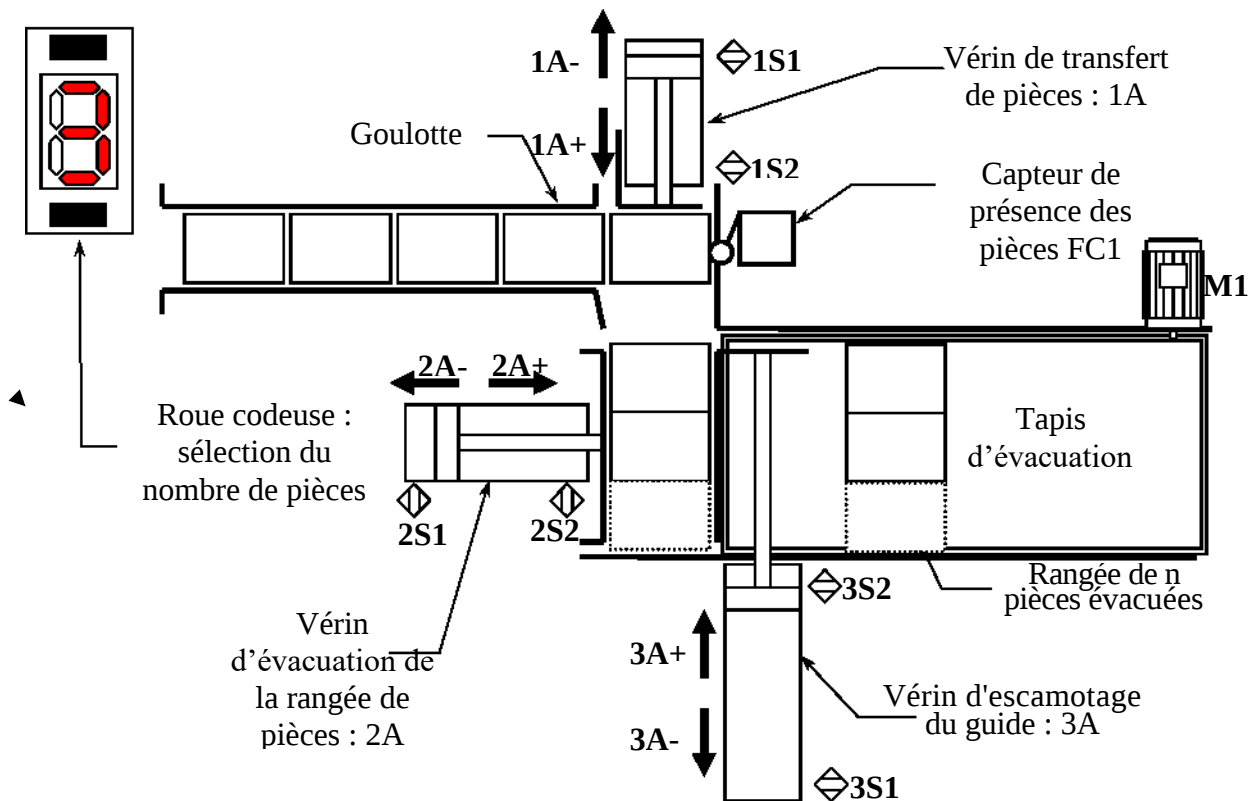
Filière:	Productique
Épreuve de:	SYSTEMES AUTOMATISES DE PRODUCTION

Durée :	2H
Coefficient :	15

SYSTEME DE RANGEMENT DE PIECES

Présentation du sujet :

La figure ci-dessous représente un système de formation des rangées de n pièces. ce nombre $-n-$ est introduit à l'aide d'une roue codeuse. Les rangées ainsi formées sont ensuite évacuées par un tapis roulant vers le service d'encartonnage.



La position initiale du système est donnée par les états des vérins suivants :

Vérin 1A : tige du vérin 1A en position entrée.

Vérin 2A : tige du vérin 2A en position entrée.

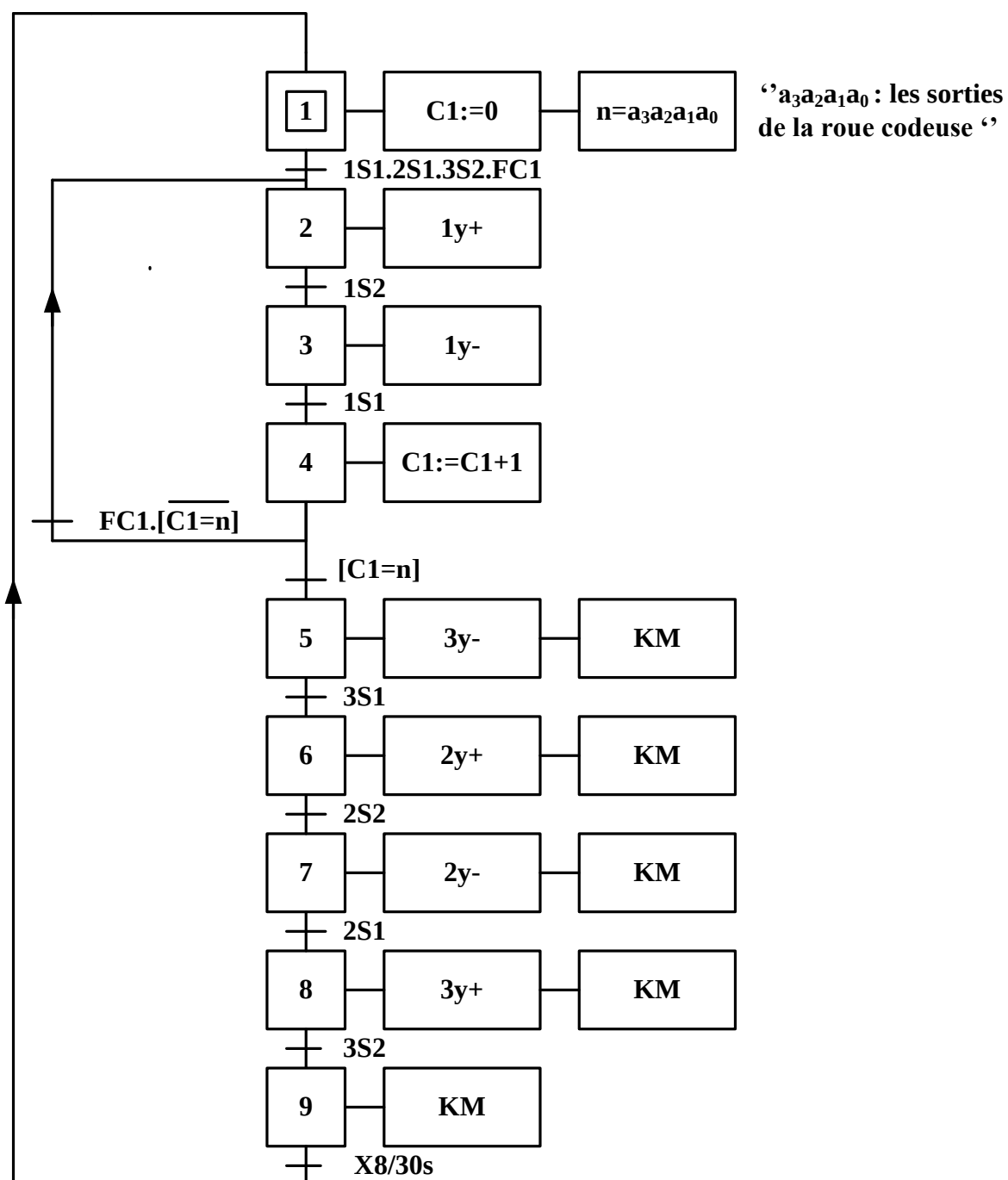
Vérin 3A : tige du vérin 3A en position sortie.

➤ fonctionnement

Les pièces sont amenées sur une goulotte inclinée. si une pièce est détectée par FC1, le vérin de transfert 1A pousse cette pièce puis revient à sa position initiale. Ceci est répété dès qu'une autre pièce

est détectée et jusqu'à ce qu'une rangée de n pièce soit formée. Ensuite le vérin d'escamotage du guide 3A libère alors la rangée de pièces, le tapis d'évacuation démarre et le vérin d'évacuation 2A pousse la rangée vers le tapis d'évacuation puis revient en position initiale, le vérin 3A reprend alors sa position initiale. Le nombre n de pièces constituant une rangée est fixée par l'opérateur à l'aide d'une roue codeuse et il est rangé dans un mot interne de l'automate programmable industriel (API). C1 est le compteur de pièces rangée et $T1 = 30s$ le temps nécessaire à l'évacuation d'une rangée de pièces du tapis d'évacuation.

Un Grafcet de point de vue commande du système est donné par la figure ci-dessous:



➤ **Détecteurs:**

FC1 : pièces devant le vérin 1A.

1S1 : tige du vérin 1A en position entrée.

1S2 : tige du vérin 1A en position sortie.

2S1 : tige du vérin 2A en position entrée.

2S2 : tige du vérin 2A en position sortie.

3S1 : tige du vérin 3A en position entrée.

3S2 : tige du vérin 3A en position sortie.

➤ **Pré-actionneurs:**

Les trois vérins sont commandés par des distributeurs bistables 4/2 à commande électrique :

1y- : commande du vérin 1A dans le sens 1A-.

1y+ : commande du vérin 1A dans le sens 1A+.

2y- : commande du vérin 2A dans le sens 2A-.

2y+ : commande du vérin 2A dans le sens 2A+.

3y- : commande du vérin 3A dans le sens 3A-.

3y+ : commande du vérin 3A dans le sens 3A+.

➤ **Affectation des entrées sorties:**

Le système est commandé par un automate programmable industriel API TWIDO TWDLCAA24DRF équipé de 14 d'entrées et de 10 sorties. L'affectation des entrées sorties est donnée par le tableau suivant:

Désignation	Repère de la partie opérative	Affectation A.P.I
Roue codeuse 4bits	a3a2a1a0	%I0.3 a %I0.0
Détecteur présence de la pièce	FC1	%I0.4
tige du vérin 1A en position rentrée	1S1	%I0.5
tige du vérin 1A en position sortie	1S2	%I0.6
tige du vérin 2A en position rentrée	2S1	%I0.7
tige du vérin 2A en position sortie	2S2	%I0.8
tige du vérin 3A en position rentrée	3S1	%I0.9
tige du vérin 3A en position sortie	3S2	%I0.10
Relais de commande 1y-	1y-	%Q0.0
Relais de commande 1y+	1y+	%Q0.1
Relais de commande 2y-	2y-	%Q0.2
Relais de commande 2y+	2y+	%Q0.3
Relais de commande 3y-	3y-	%Q0.4
Relais de commande 3y+	3y+	%Q0.5
Tapis roulant	KM	%Q0.6
Le nombre de pièces n	n	%MW200
Le temporisateur	T1	%TM1
compteur	C1	%C1
Le bit d'état de l'étape i	----	%Xi

PARTIE 1 : Etude de l'automatisation: (13 pts).

- 1) En se basant sur Grafcet de la **page 2** , compléter le Grafcet de commande, en spécification API (**document réponse DR1**).
- 2) Compléter le tableau des équations d'activation et de désactivation des étapes (**document réponse DR1**).
- 3) Compléter les équations des actions (**document réponse DR2**).
- 4) Compléter le programme en langage **LADDER** des actions. (**document réponse DR2**).
- 5) Compléter le schéma de commande (**document réponse DR3**).

PARTIE 2 : Motorisation Electrique (14 pts).❖ **Etude Moteur électrique.**

Le moteur d'entraînement du tapis d'évacuation a pour référence LSK 1122L 05 (puissance nominale $3,1 \text{ kW}$ avec une tension d'induit $U = 220 \text{ V}$). La caractéristique mécanique du tapis roulant est donné à la **page 11**.

- 1) En utilisant le **document technique** donnée à la **page 6**, déterminer pour le fonctionnement nominal, la fréquence de rotation n (en tr/s) et le moment du couple utile M_u de ce moteur.
- 2) Placer le point P_N correspondant au fonctionnement nominal ($n = 32,2 \text{ tr/s}$; $M_u = 15 \text{ Nm}$) sur le **document réponse DR3**.
- 3) A vide, le moteur tourne à une fréquence $n_v = 34 \text{ tr/s}$. Placer le point de fonctionnement à vide P_V sur le **document réponse DR3**.
- 4) Tracer la caractéristique mécanique $M_u = f(n)$ du moteur sur le **document réponse DR3** en admettant que la caractéristique mécaniques du moteur est une droite.
- 5) En déduire la valeur du moment du couple M développé par le moteur entraînant le tapis, ainsi que la valeur de la fréquence de rotation du système moteur-tapis.
- 6) Le moteur est-il adapté à la charge ? Justifier la réponse.

❖ **Etude du hacheur**

A la **page 8**, on donne le schéma du hacheur qui piloter le moteur ainsi que les oscillogrammes de la tension u_c et du courant i .

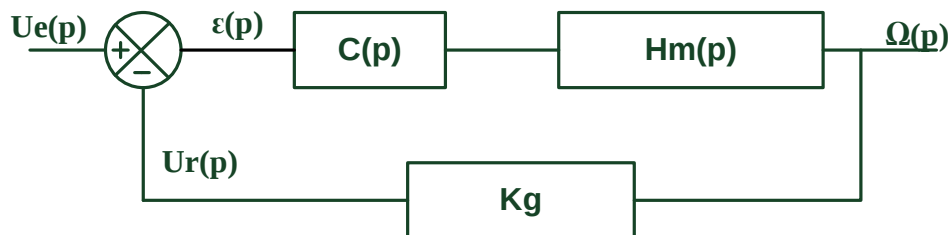
L'interrupteur électronique H est fermé entre **0 et t_0** ; il est ouvert de **t_0 à T** .

- 7) En utilisant l'oscillogramme de la tension u_c donné à la **page 7**, calculer :
 - a. la tension V (la tension d'entrée du hacheur).
 - b. la durée t_0 .
 - c. la période T .
 - d. déduire le rapport cyclique noté α .
- 8) Calculer la valeur moyenne $U_{c_{\text{moy}}}$ de la tension u_c .

- 9) En utilisant l'oscillogramme du courant i donné à la **page 8**, calculer :
- la valeur maximale I_M du courant i ,
 - la valeur minimale I_m du courant i .
 - Déduire la valeur moyenne I_{moy} du courant i .
- 10) Comparer cette valeur - I_{moy} - à celle donnée par le constructeur au **document technique page 7**.

PARTIE 3 : Etude du système de régulation (13 pts).

Le tapis roulant est entraîné à vitesse constante indépendamment du nombre de pièces par rangée. Le schéma bloc du système de régulation est donné ci-dessous.



On admet que La fonction du transfert de l'ensemble (convertisseur statique+moteur + tapis roulant) est :

$$Hm(p) = \frac{11}{(1 + 1.2p)(1 + 23.10^{-3}p)}$$

Le capteur de la vitesse est une dynamo tachymétrique **TBN 206** qui délivre une tension U_r proportionnelle à la fréquence de rotation de son arbre Ω . le rapport de transfert est K_g .

- 1) Donner le rapport de conversion K_g en $V/(rd/s)$ de la génératrice tachymétrique. (**document technique page 7**).

Pour $C(p)=K$, (K est positif).

- 2) Calculer la fonction de transfert en boucle ouverte $T(p) = \frac{U_r(p)}{\varepsilon(p)}$ et donner l'équation caractéristique du système.
- 3) Utiliser le critère de Routh Hwartz et vérifier la stabilité du système.
- 4) Donner la valeur de K qui garantie une erreur de position inférieure à $0,01v$. (on rappelle que l'erreur de position à un échelon unité est $\varepsilon_p = \lim_{p \rightarrow 0} \left(\frac{1}{1+T(p)} \right)$).

Dans la suite on prend $K=160$.

- 5) Utiliser le diagramme de Bode **page 8** et déterminer la marge de phase du système.
- 6) Quelle action peut-on ajouter au correcteur pour annuler l'erreur de position.

Barème :**Partie 1 :**

- 1).....2.5pts
- 2).....2.5pts
- 3).....2.5pts
- 4).....2.5pts
- 5).....3pts

Partie 2 :

- 1).....2pts
- 2).....1pt
- 3).....1pt
- 4).....1pt
- 5).....1pt
- 6).....1pt
- 7).....2pts
- 8).....2pts
- 9).....2pts
- 10).....1pt

Partie 3 :

- 1).....2pts
- 2).....2pts
- 3).....3pts
- 4).....2pts
- 5).....2pts
- 6).....2pts

Annexe 1**DOCUMENTATION TECHNIQUE : DYNAMO TACHYMETRIQUE**

Tachy			Frein (tension 24 Vdc $\pm 10\%$)			
Moteur associé	Modèle	F.E.M. (V/1000 tr/min)	Couple de maintien ($N \cdot m$)		Inertie ($kg \cdot m^2 \cdot 10^{-5}$)	Masse (Kg)
			a 20 °C	a 60 °C		
RX1	TBN 206	6	1	0,9	1	0,4
RX3	TBN 206	6	1,5	1,4	1	0,18
RX5	TBN 306	6	6	5,5	5,3	0,45
RX5	TBN 306	6	12	11,5	15,7	0,9

DOCUMENTATION TECHNIQUE : MOTEUR A COURANT CONTINU

Moteurs à courant continu fermés

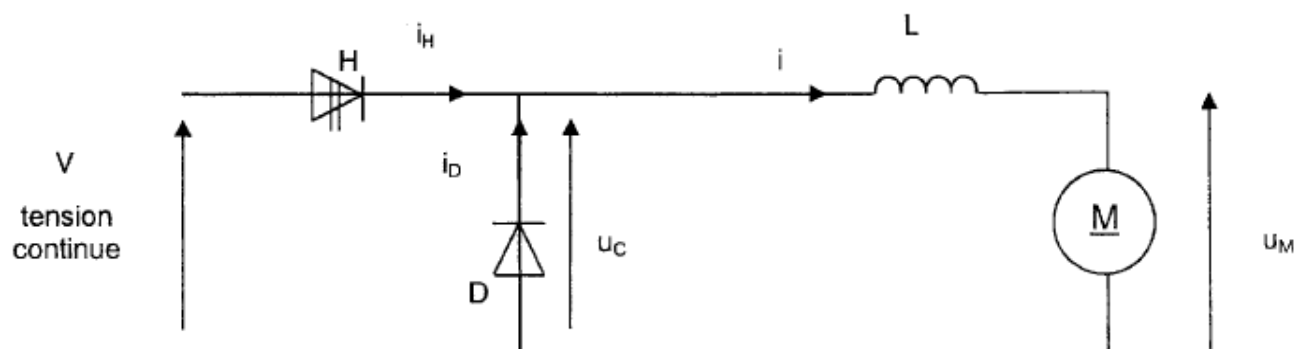
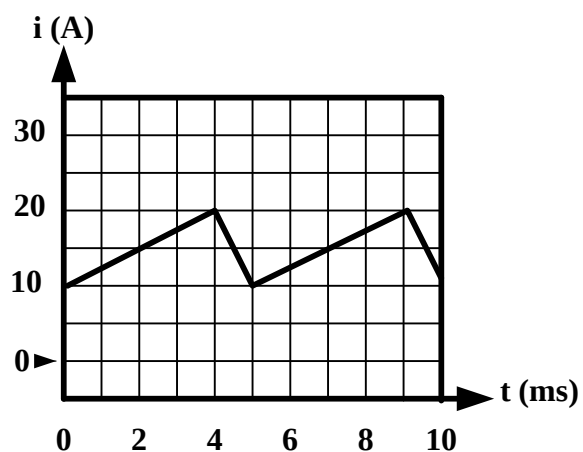
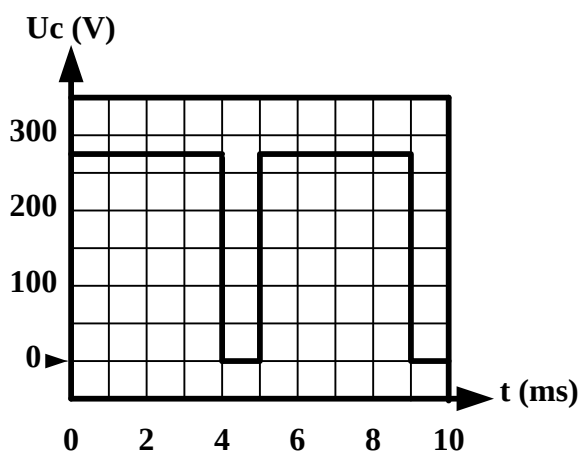
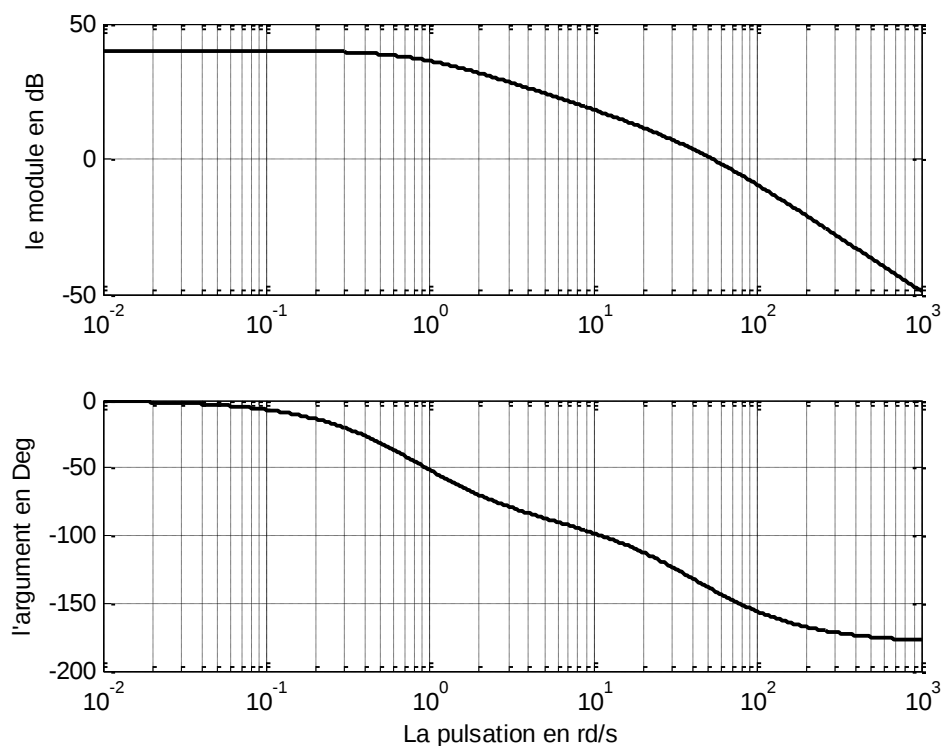
LSK 1122 L

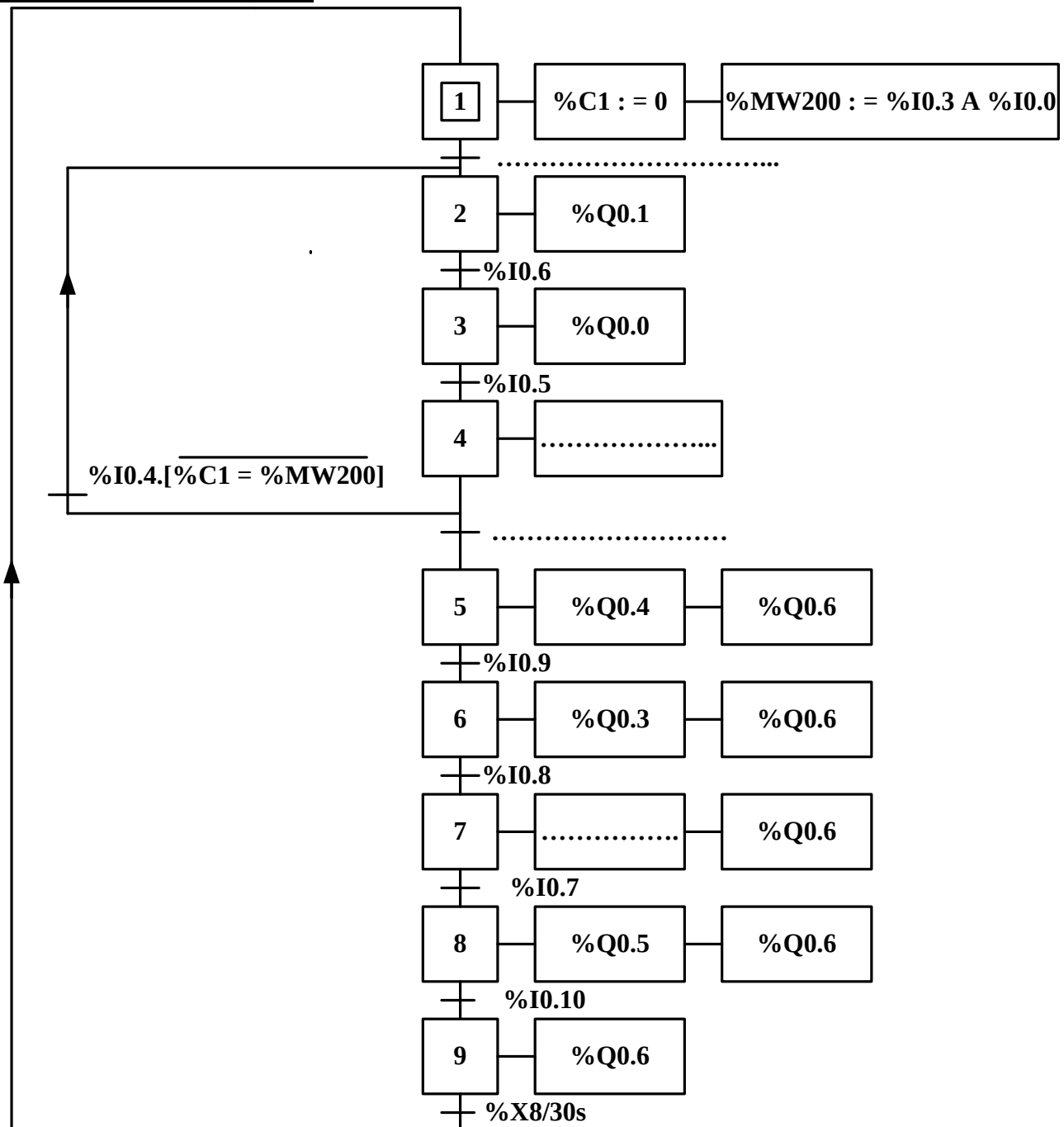
Sélection**Moteur IP 55 - Ventilation IC 416 - Classe H**

Service S1 - Température ambiante $\leq 40^\circ\text{C}$ - Masse totale : 94 kg
Puissance d'excitation : 0,22 kW - Vitesse maximale mécanique : 4000 min⁻¹

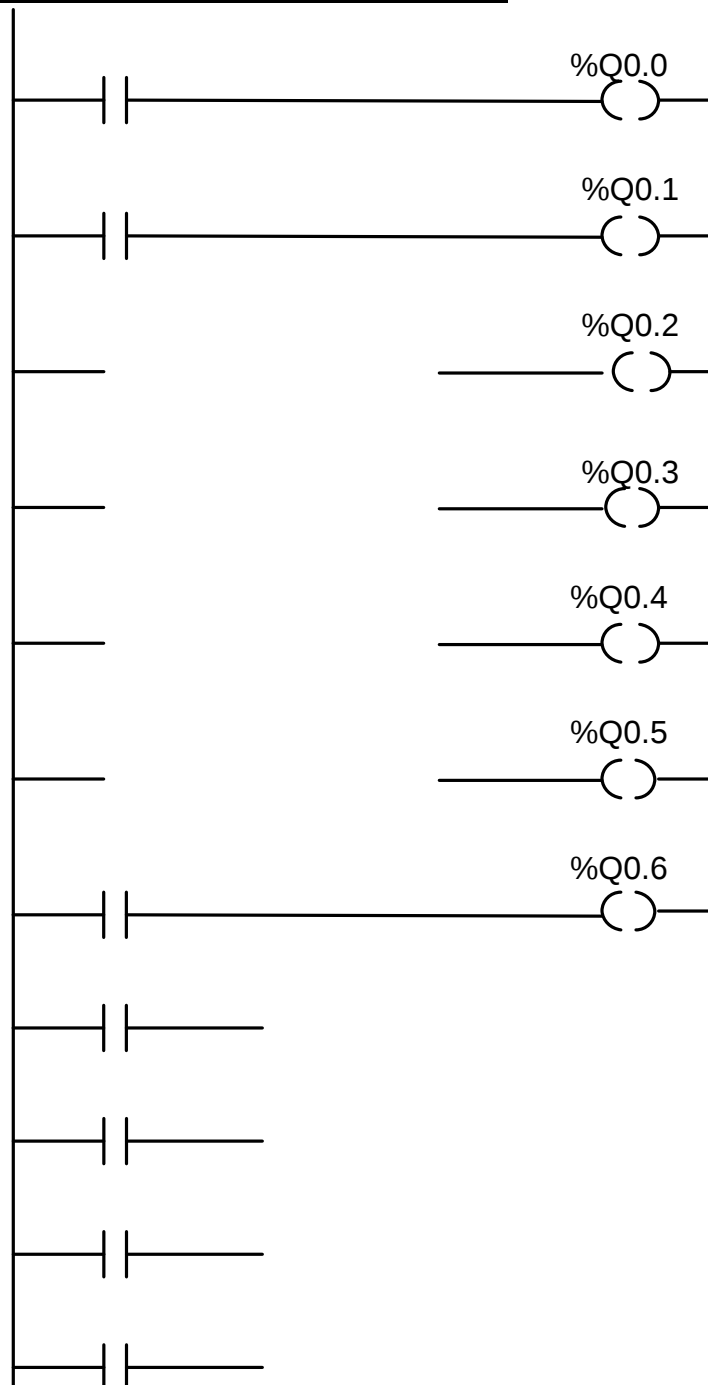
P kW	Vitesse de rotation n pour tension d'induit U							η Hors excit.	L mH	R_{115° Ω	$U_{n=0}$ V	Indice	Qté
	220 V min ⁻¹	260 V min ⁻¹	400 V min ⁻¹	420 V min ⁻¹	440 V min ⁻¹	460 V min ⁻¹	500 V min ⁻¹						
1.2	780							0.72	88	3.98	500	01	1
1.44		940						0.74	88	3.98	500		
2.24			1480					0.77	88	3.98	500		
2.36				1550				0.78	88	3.98	500		
2.52					1630			0.79	88	3.98	500		
2.6						1690		0.80	88	3.98	500		
2.72							1840	0.80	88	3.98	500	02	1
1.49	920							0.74	60	2.78	500		
1.8		1080						0.76	60	2.78	500		
2.8			1730					0.80	60	2.78	500		
2.96				1810				0.81	60	2.78	500		
3.12					1890			0.81	60	2.78	500		
3.2						1980		0.82	60	2.78	500	03	1
3.32							2140	0.83	60	2.78	500		
1.69	1100							0.77	44	2.03	500		
2.08		1300						0.78	44	2.03	500		
3.08			2060					0.82	44	2.03	500		
3.32				2180				0.83	44	2.03	500		
3.56					2260			0.84	44	2.03	500	04	1
3.2						2360		0.85	44	2.03	500		
3.8							2580	0.86	44	2.03	500		
2.22	1480							0.78	28	1.28	500		
2.88		1680						0.8	28	1.28	500		
4.08			2580					0.82	28	1.28	500		
4.4				2700				0.84	28	1.28	500	05	1
4.64					2830			0.85	28	1.28	500		
4.8						2950		0.86	28	1.28	500		
5.16							3210	0.86	28	1.28	500		
3.1	1930							0.81	15	0.693	260	05	1
3.72		2250						0.83	15	0.693	260		

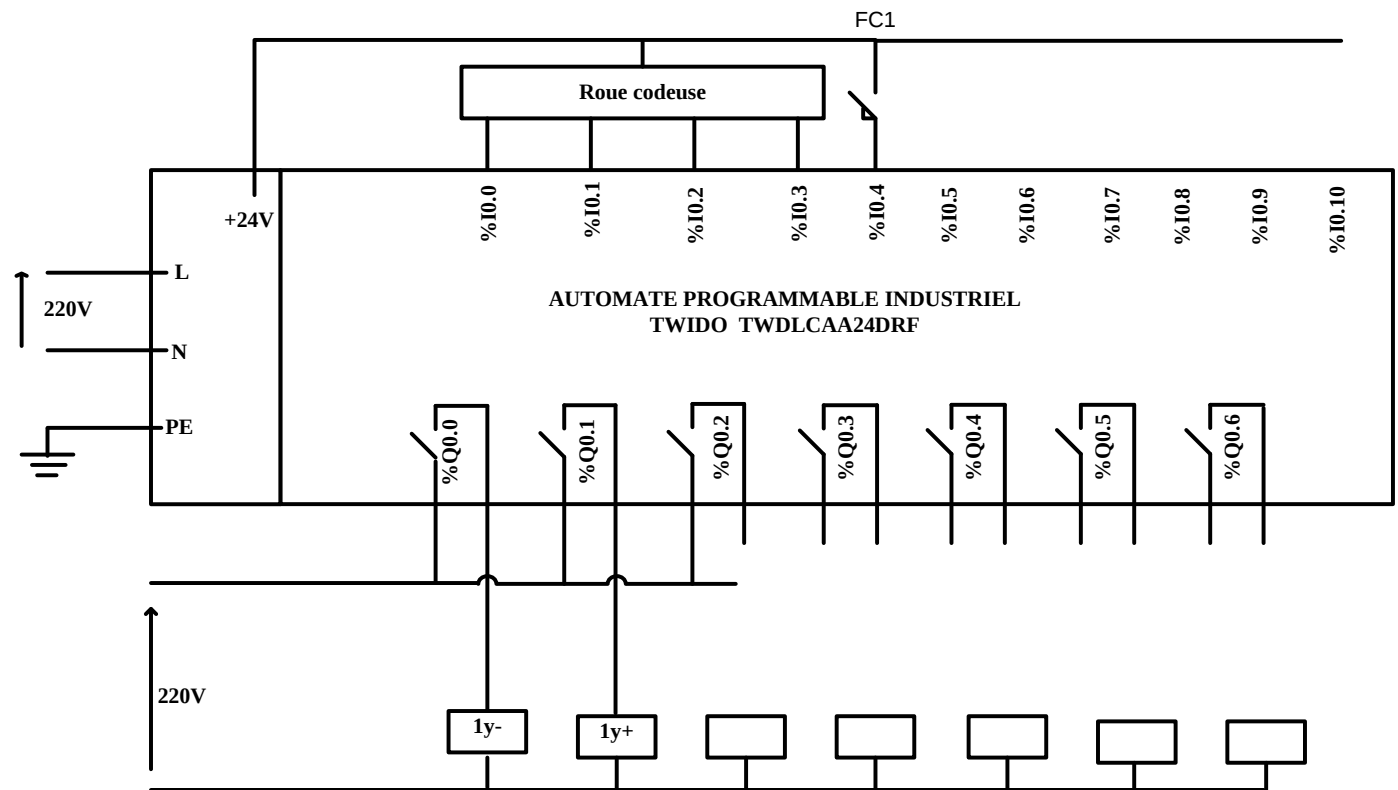
B

Annexe 2Schéma du hacheur alimentant le moteur à courant continu :Oscillogrammes :Diagramme de Bode de T(p):

DOCUMENT REPONSE DR1**1) Grafcet de poin de vue API :****2) tableau d'activation et de désactivation des étapes:**

Etape	Condition d'activation	Condition de désactivation
1	$\%X9. \%X8/30s$	$\%X1. \%I0.4. \%I0.5. \%I0.7. \%I0.10$
2		$\%X2. \%I0.6$
3	$\%X2. \%I0.6$	$\%X3. \%I0.5$
4		
5	$\%X4. [\%C1 = \%MW200]$	$\%X5. \%I0.9$
6	$\%X5. \%I0.9$	$\%X6. \%I0.8$
7	$\%X6. \%I0.8$	$\%X7. \%I0.7$
8	$\%X7. \%I0.7$	$\%X8. \%I0.10$
9		

DOCUMENT REPONSE DR2**3) équation des actions****%Q0.0 = %X3****%Q0.1 = %X2****%Q0.2 =****%Q0.3 =****%Q0.4 =****%Q0.5 =****%Q0.6 =****4) compléter le programme en langage LADDER des actions:**

DOCUMENT REPONSE DR3**5) Circuit de commande****3) 4)et 5) caractéristique mécanique moteur et du tapis roulant:**