

	مكتب التكوين المهني وإنعاش الشغل	
	Office de la Formation Professionnelle et de la Promotion du Travail	
	Direction de la Recherche et de l'Ingénierie de la Formation Division Conception des Examens	

Examen National de Fin de Formation
Session de Juin 2024

Examen de Fin de Formation (Epreuve Synthèse)

Éléments de correction

Secteur :	Génie Electrique	Niveau :	Technicien Spécialisé
Filière :	Automatisation Instrumentation Industrielle		
Variante	2	Durée :	4h00
		Barème	/100

Consignes et Précisions aux correcteurs :

Veillez respecter impérativement les consignes suivantes :

- Le corrigé est élaboré à titre indicatif,
- Eviter de sanctionner doublement le stagiaire sur les questions liées,
- Pour toutes les questions de synthèse et de compréhension le correcteur s'attachera à évaluer la crédibilité et la pertinence de la réponse du stagiaire. Et à apprécier toute réponse cohérente du stagiaire,
- Le stagiaire n'est pas tenu de fournir des réponses aussi détaillées que celles mentionnées dans le corrigé,
- Pour les exercices de calcul :
 - Prendre en considération la méthode de calcul correcte (formule et relation de calcul correcte) même si le résultat final de calcul est faux
 - Le résultat final correct non justifié ne doit pas avoir la totalité de la note.
- En cas de suspicion d'erreur au niveau du corrigé, prière de contacter la Division de Conception des Examens.

Détail du Barème :

N° Des Dossiers	Travaux à réaliser	Barème
Partie Théorique		
SUJET 1	Automates programmables II	/10points
SUJET 2	Commande électrique des machines	/10points
SUJET 3	Hydraulique, Pneumatique et Mécanique	/10points
SUJET 4	Commande électronique des machines électriques	/10points
		/40points
Partie Pratique		
SUJET 5	Automates programmables I	/20points
SUJET 6	Capteurs et conditionneurs/Contrôleurs /Régulation PID	/20points
SUJET 7	Commande électrique des machines	/20points
		/60points
Total Général		/100points

Filière	AII	Variante	2	Page	Page 1 sur 10
Corrigé	Examen de Fin de Formation	Session	Jun 2024		

Partie Théorique : / 40 POINTS

SUJET1 :

/10points

- 1) Identifier les entrées et les sorties en leurs accordant les adresses correspondantes. (Selon l'automate disponible) (3Pts)

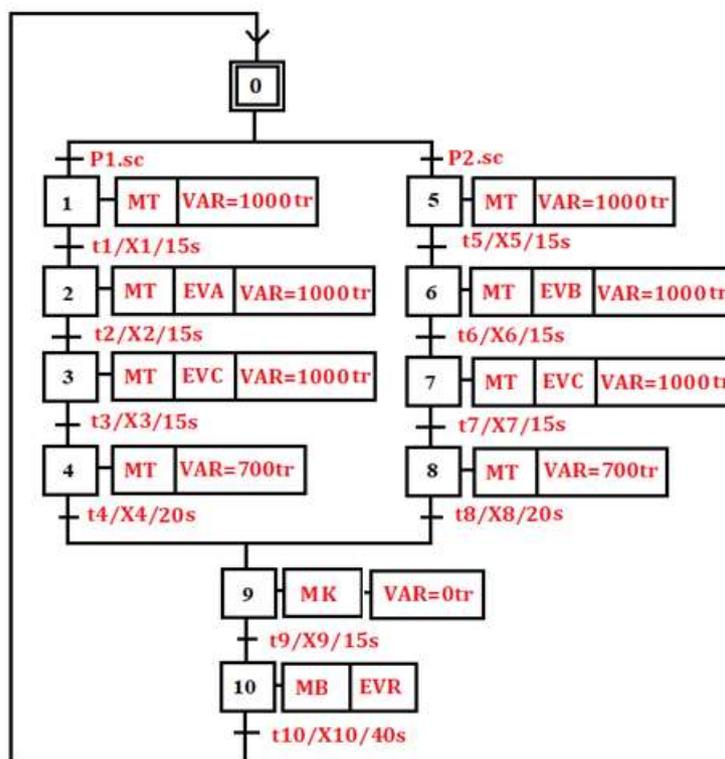
Entrées	P1	P2	sc					
Adresses	E124.0	E124.1	E124.2					
Sorties	EVA	EVB	EVC	EVR	MK	MB	MT	VAR
Adresses	A124.0	A124.1	A124.2	A124.3	A124.4	A124.5	A124.6	MD0

- 2) Donner les codes API correspondants aux Vitesse suivantes. (Résolution 16 bits dont 1bit de signe). (1Pt)

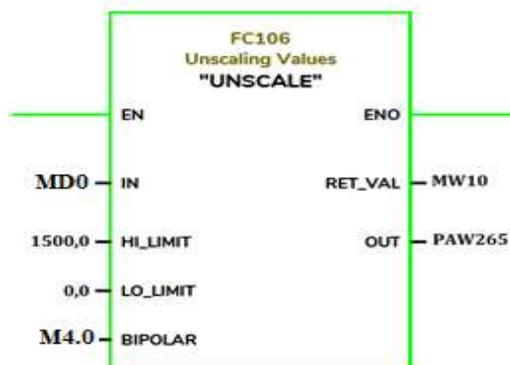
✓ 700 tr/min: 12902,5 → 12903

✓ 1000 tr/min: 18432

- 3) Compléter le grafcet ci-dessous. (5Pts)



- 4) Etablir le bloc de la mise à l'échelle selon le langage étudié. (1Pt)



SUJET2 :**/10points**

La plaque signalétique d'un moteur asynchrone triphasé à **deux pôles** porte les indications suivantes :

400 V / 690 V ; 50 Hz ; 29,27 A / 16,9 A ; 2760 tr/min ; $\cos\phi = 0,86$

Le moteur est alimenté par **réseau triphasé 230V/400 V**.

1. Calculer la vitesse de synchronisme n_s du moteur **tr/min**. (1Pt)

$$N_s = \frac{120 \cdot f}{\text{Nbre de pôles}} = \frac{120 \cdot 50}{2} = 3000 \text{tr/min}$$

2. Comment doivent être couplés les enroulements de ce moteur ? (1Pt)

Couplage triangle

3. A partir de la plaque signalétique, quelle doit être l'intensité du courant nominal ? (2Pts)

- En ligne : **$I = 29,27A$**
- Dans un enroulement : **$j = 16,9 A$**

4. Calculer **P_a** la puissance absorbée par le moteur. (2Pts)

$$P_a = U \cdot I \cdot \sqrt{3} \cdot \cos\phi = 400 \times 29,27 \times \sqrt{3} \times 0,86 = 17439,81W$$

5. Sachant que **la résistance mesurée entre deux bornes du stator est égale à $1,5 \Omega$** ; Calculer les pertes Joule dans le stator **P_{js}** . (2Pts)

$$P_{js} = \frac{3}{2} R I^2 = \frac{3}{2} \times 1,5 \times 29,27^2 = 1927,64 W$$

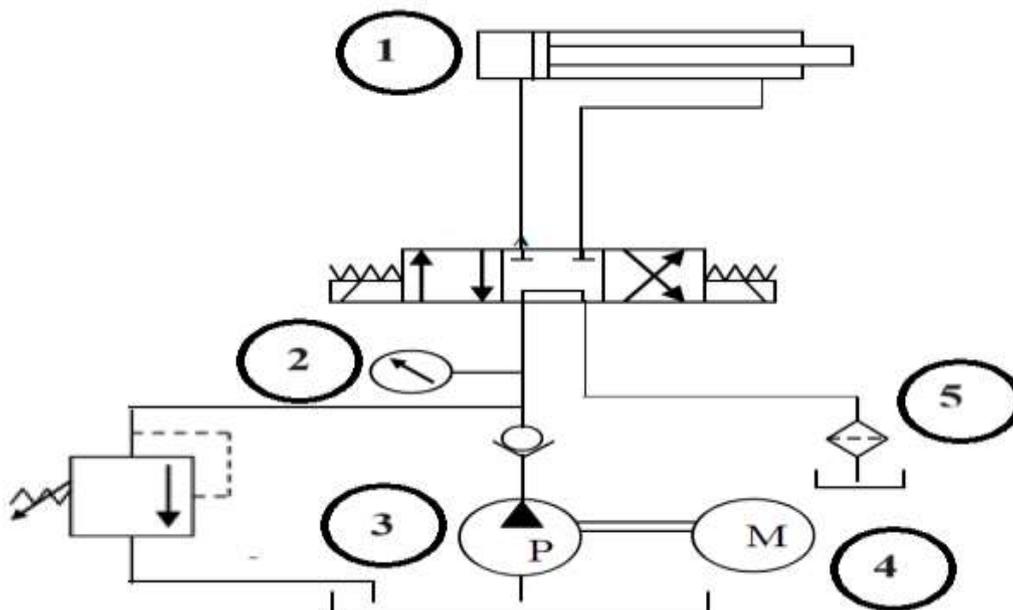
6. Sachant que **les autres pertes dans le moteur valent 514 W**, calculer la puissance utile du moteur, ainsi que son moment du couple utile. (2Pts)

$$P_u = P_a - p_{js} - (p_{jr} + p_{fs} + p_m) = 17439,81 - 1927,64 - 514 = 14998,17 W$$

$$T_u = \frac{P_u}{2\pi \times Nr} \times 60 = \frac{14998,17}{2\pi \times 2760} \times 60 = 51,89 Nm$$

SUJET3 :**/10points**

Le schéma ci-dessous (non complet) représente le circuit hydraulique de puissance d'une presse hydraulique.



Filière	AII	Variante	2	Page	Page 3 sur 10
Corrigé	Examen de Fin de Formation	Session	Juin 2024		

Données	
<ul style="list-style-type: none"> • La force maximale développée par le vérin à la sortie de la tige F = 7500 daN. • La course maximale de la tige du vérin C = 250 mm. 	<ul style="list-style-type: none"> • Le diamètre du piston (Alésage) Dp = 60 mm; • Le diamètre de la tige d = 30 mm;

1. Compléter le tableau en indiquant le nom de chaque composant repéré dans le schéma du circuit hydraulique et sa fonction. (5Pts)

Repère	Nom de l'élément	Fonction
1	Vérin hydraulique	Transformer l'énergie hydraulique en énergie mécanique
2	Manomètre	Indiquer la pression d'utilisation
3	Pompe hydraulique	Transformer l'énergie mécanique en énergie hydraulique
4	Moteur électrique	Entrainer la pompe en rotation
5	Filtre	Filtrer l'huile

2. Dessiner sur le schéma hydraulique ci-dessus : (2Pts)

-Zone A : un distributeur 4/3 bistable à commande électrique centre Tandem.

-Zone B : un limiteur de pression réglable assurant la sécurité du circuit hydraulique.

3. Exprimer et calculer la pression maximale **Pmax** en bars dans la chambre du vérin à la sortie de sa tige. (3Pts)

$$S_p = \frac{\pi D_p^2}{4} = 28,27 \text{ bars}$$

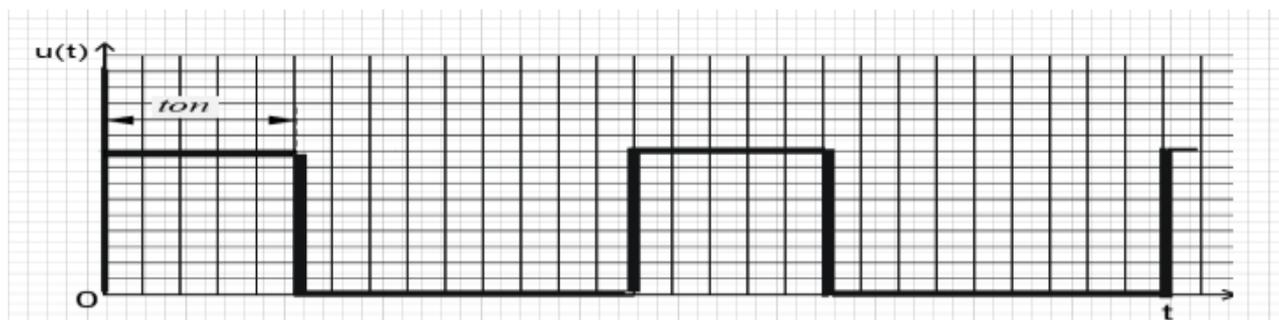
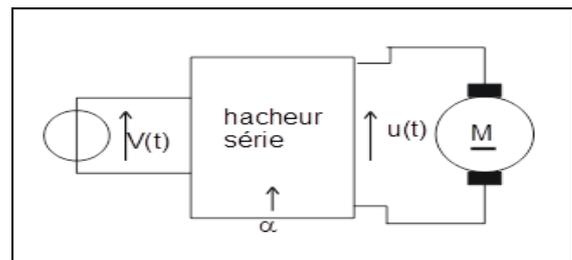
$$P_{\max} = \frac{F}{S_p} = 265,29 \text{ bars}$$

SUJET4 :

/10points

La figure ci-contre représente un hacheur série placé entre une source fournissant une tension continue **U** et l'induit d'un moteur à courant continu.

Le chronogramme de la tension **u(t)** fournie par le hacheur série est représenté par la figure ci-dessous.



Temps : 0,2 ms / div. ; tension : 10 V / div.

1. Déterminer la valeur V de la tension à l'entrée du hacheur ainsi que la fréquence de hachage f . (2Pts)

$$V = 9 \times 10 = 90V$$

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{14 \times 0.2 \times 10^{-3}} = 357,14 \text{ Hz}$$

2. Calculer le rapport cyclique α de la tension $u(t)$. (2Pts)

$$\alpha = \frac{t_{on}}{T} = \frac{1}{2,8} \approx 0.35$$

3. On note $\langle u \rangle$ la tension moyenne de la tension $u(t)$. Exprimer cette tension moyenne $\langle u \rangle$ en fonction de α et de V et calculer sa valeur. (2Pts)

$$\langle u \rangle = \alpha \times V = 0,357 \times 90 \approx 32,13V$$

4. Quel est le rôle d'un hacheur série ? (2Pts)

<input type="checkbox"/> Convertir une tension alternative sinusoïdale en une tension continue.	<input checked="" type="checkbox"/> Convertir une tension continue fixe en une tension continue variable.
<input type="checkbox"/> Convertir une tension alternative sinusoïdale en une tension alternative sinusoïdale.	<input type="checkbox"/> Convertir une tension continue fixe en une tension alternative sinusoïdale variable

5. Déterminer la valeur α que l'on doit donner au rapport cyclique pour obtenir une valeur moyenne $\langle u \rangle = 10 \text{ V}$ aux bornes de l'induit du moteur. (2Pts)

$$\langle u \rangle = \alpha \times V \Rightarrow \alpha = \frac{\langle u \rangle}{V} = \frac{10}{90} = 0,111$$

Partie Pratique : / 60 POINTS

SUJET5 :

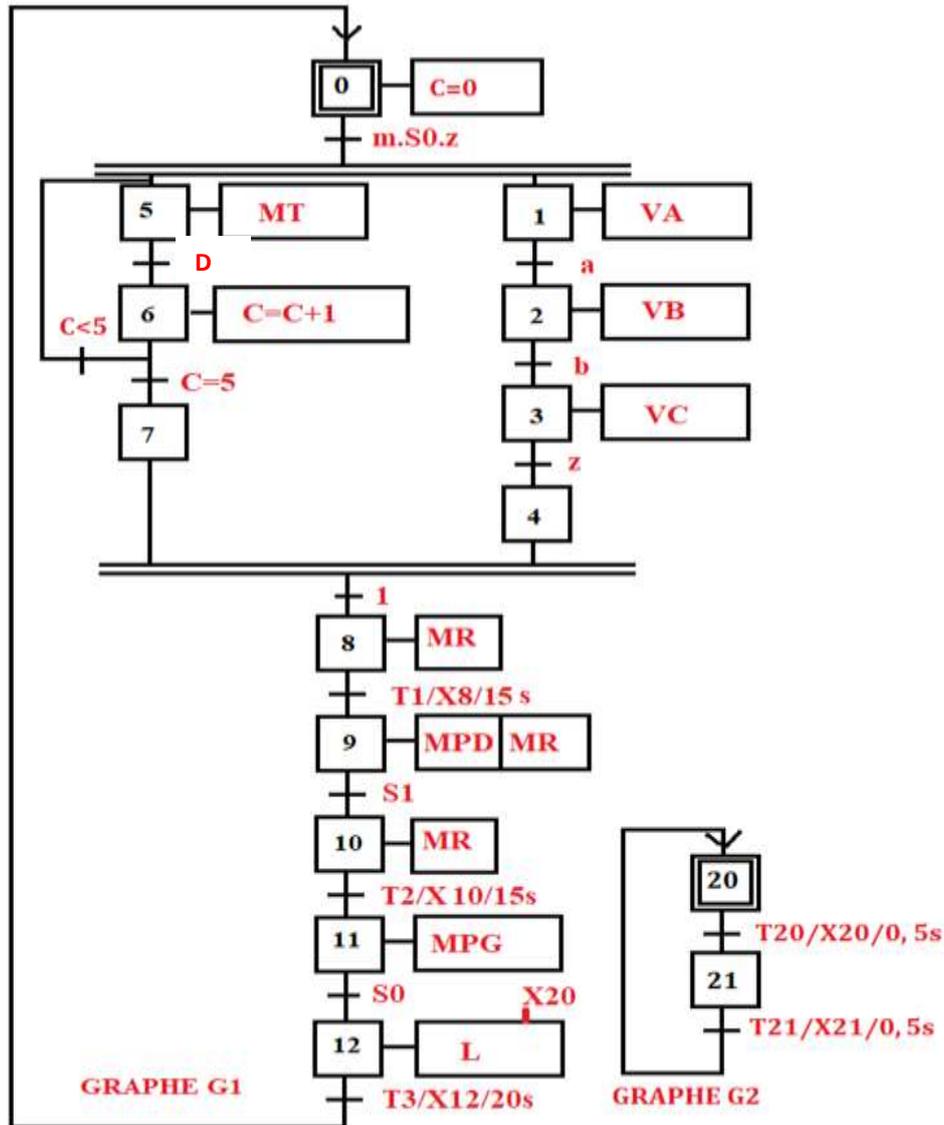
/20points

- 1) Identifier les entrées et les sorties en leurs accordant les adresses correspondantes. (3,5Pts)

Entrées	dcy	a	b	z	S1	S0	D
Adresses	E124.0	E124.1	E124.2	E124.3	E124.4	E124.5	E124.6
Sorties	VA	VB	VC	MR	MPD	MPG	L
Adresses	A124.0	A124.1	A124.2	A124.3	A124.4	A124.5	A124.6

2) Compléter le Grafcet principal et le grafcet de clignotement.

(7Pts)



3) Donner les équations d'activation et de désactivation des étapes du tableau.

(4 Pts)

Étape X_i	CAX_i (Condition d'activation de l'étape X_i)	CDX_i (Condition de désactivation de l'étape X_i)
X_6	$D \cdot X_5$	$X_7 + X_5$
X_8	$X_7 \cdot X_4$	X_9

4) Donner les équations des sorties MR et L.

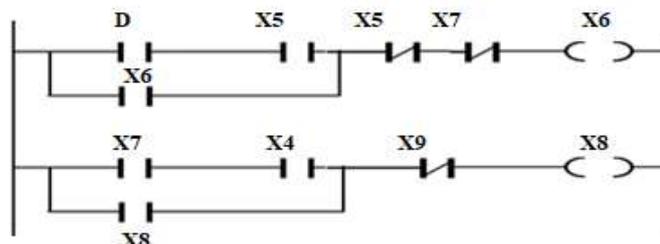
(2Pts)

$$-MR = X_8 + X_9 + X_{10}$$

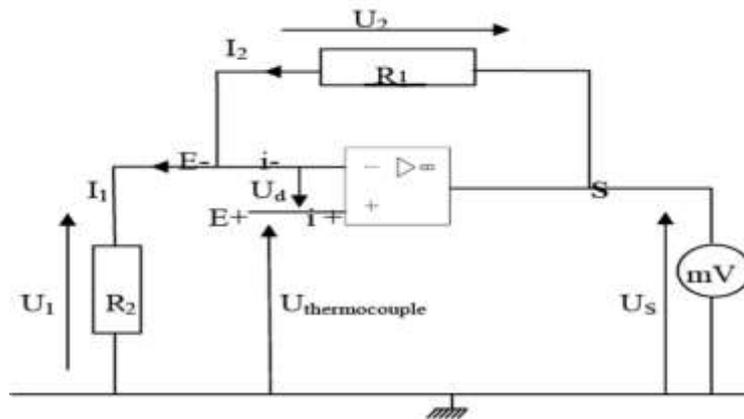
$$-L = X_{12} \cdot X_{20}$$

5) Ecrire le programme adapté à un automate de votre choix des étapes X_6 et X_8 (D'autres solutions sont envisageables):

(3,5Pts)

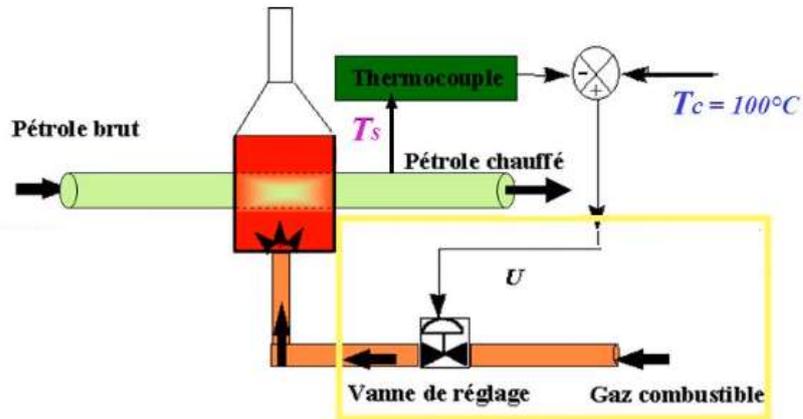


On désire amplifier la tension entre deux soudures d'un thermocouple :



1. Citer un exemple de capteurs de température en expliquant son principe de fonctionnement : (1 pt)
 ...PT100 : Le coefficient de température (α) d'une sonde Pt100 correspond à la différence entre la résistance à 100 °C et à 0 °C divisée par la résistance à 0 °C multipliée par 100 °C.
2. Sachant que l'AOP est parfait et en fonctionnement linéaire :
 - a. Quelles sont les valeurs des courants i_+ et i_- allant dans les deux entrées E_+ et E_- . (0,5 pt)
AOP est en fonctionnement linéaire $i_+ = i_- = 0A$
 - b. Quelle est la valeur de la tension U_d entre les deux entrées ? (0,5 pt)
AOP est en fonctionnement linéaire $U_d = E^+ - E^-$ et $E^+ = E^-$ donc $U_d = 0$
3. Soit U_1 la tension aux bornes de R_2 ; établir la relation entre U_1 et $U_{\text{thermocouple}}$ (2 pts)
 $U_1 + U_d = U_{\text{thermocouple}}$ et $U_d = 0$ donc $U_1 = U_{\text{thermocouple}}$
4. Soit U_2 la tension aux bornes de R_1 ; établir la relation entre U_2 , U_s et $U_{\text{thermocouple}}$. (2 pts)
 $U_s = U_1 + U_2$ et $U_1 = U_{\text{thermocouple}}$ donc $U_s = U_2 + U_{\text{thermocouple}}$
5. Exprimer le gain en tension du montage en fonction du R_1 et R_2 ? (2 pts)
 $G = \frac{R_1}{R_2} + 1$
6. On désire que le millivoltmètre affiche **100mV**, lorsque la différence de température entre les deux soudures, $\Delta\theta = 100^\circ C$. Sachant que $R_1 = 1\text{ k}\Omega$ et $S_{\text{thermocouple}} = 0.05\text{mV}/^\circ C$, Quelle valeur doit-on donner à R_2 pour obtenir le réglage désiré ? (2 pts)
 $R_2 = 52,63\ \Omega$ $U_{\text{thermocouple}} = \Delta\theta \cdot S = 5\text{mV}$

7. Sachant que le capteur de température fait partie de la boucle de régulation représenté ci-dessous, compléter le tableau en identifiant les éléments à partir de la boucle. (5 pts)



	Elément de la boucle
L'élément final de commande	Vanne de réglage
La variable manipulée	Débit de gaz combustible
La variable commandée	Température
L'élément Primaire de Mesure	Thermocouple
La valeur de la consigne	$T_c = 100^\circ\text{C}$

8. S'agit-il d'une boucle fermée ou ouverte ? justifier la réponse. (1pt)
Boucle fermée car il y a une rétroaction de système.
9. Citer un exemple de perturbation pour cette boucle : (1pt)
...Température ambiante ; Fuite de gaz
10. Identifier les critères vérifiés en cochant les cases convenables : (3pts)

Système	Critère
	<input type="checkbox"/> Stable <input checked="" type="checkbox"/> Instable <input type="checkbox"/> Précis <input checked="" type="checkbox"/> Imprécis
	<input checked="" type="checkbox"/> Stable <input type="checkbox"/> Instable <input checked="" type="checkbox"/> Précis <input type="checkbox"/> Imprécis

SUJET7 :

/20point

Une station comprend 2 moteurs à cage asynchrones triphasés **M1** et **M2**.

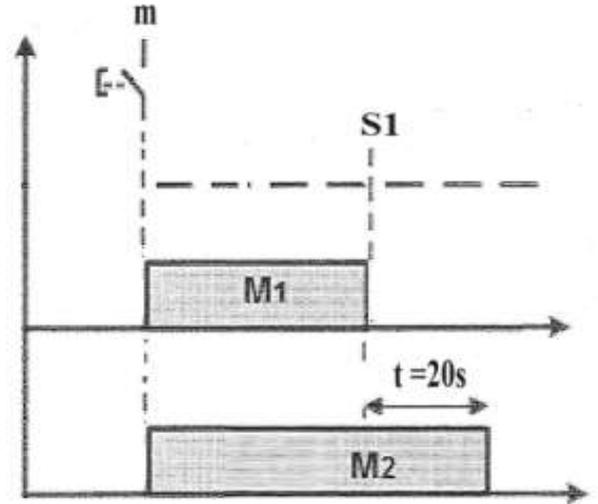
Fonctionnement :

Une station comprend 2 moteurs à cage asynchrones triphasés **M1** et **M2**.

Fonctionnement :

Le cycle de fonctionnement est décrit par le chronogramme ci-contre :

- L'opérateur doit appuyer sur le bouton poussoir **m** et le fonctionnement du système se déroule comme suit :
 - **M1** et **M2** démarrent.
- Pour l'arrêt du cycle, l'opérateur appuie sur le bouton poussoir **S1** :
 - **M1** s'arrête.
 - Après une temporisation de **20s**, **M2** s'arrête à son tour.
- Chaque moteur est protégé par un relais thermique. Le déclenchement de l'un de ces deux relais provoque l'arrêt de toute l'installation.

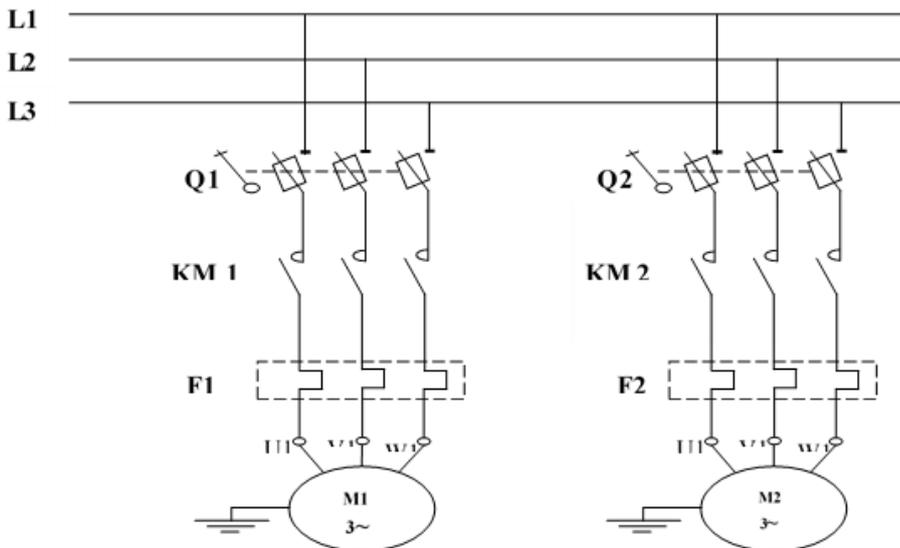


Signalisation :

- 3 lampes de signalisation signalent le fonctionnement du système :
 - L1 : marche de **M1**
 - L2 : marche de **M2**
 - L3 : fin du cycle

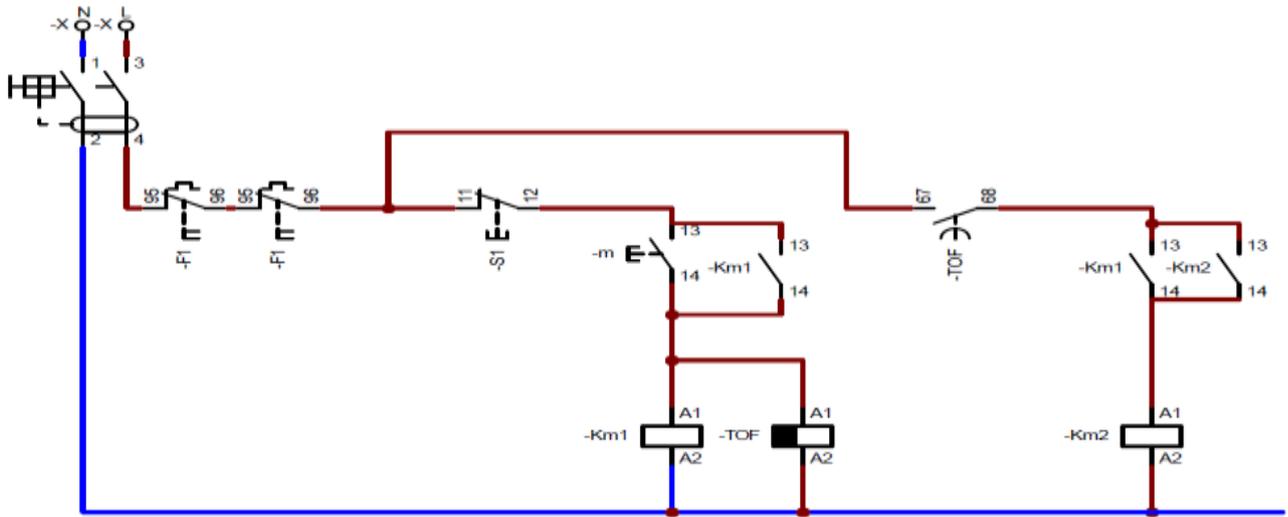
1. Compléter le schéma du circuit de puissance.

(6Pts)



2. Tracer le schéma du circuit de commande. (D'autres solutions sont envisageables)

(8Pts)



3. Tracer le schéma du circuit de signalisation.

(6Pts)

