

**Examen National de Fin d'année
Session de Juin 2023**

Examen de Fin de Formation (Epreuve de Synthèse)

Corrigé

Secteur :	Génie électrique	Niveau :	Technicien Spécialisé
Filière :	Electromécanique des systèmes automatisés		

Variante	1	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.

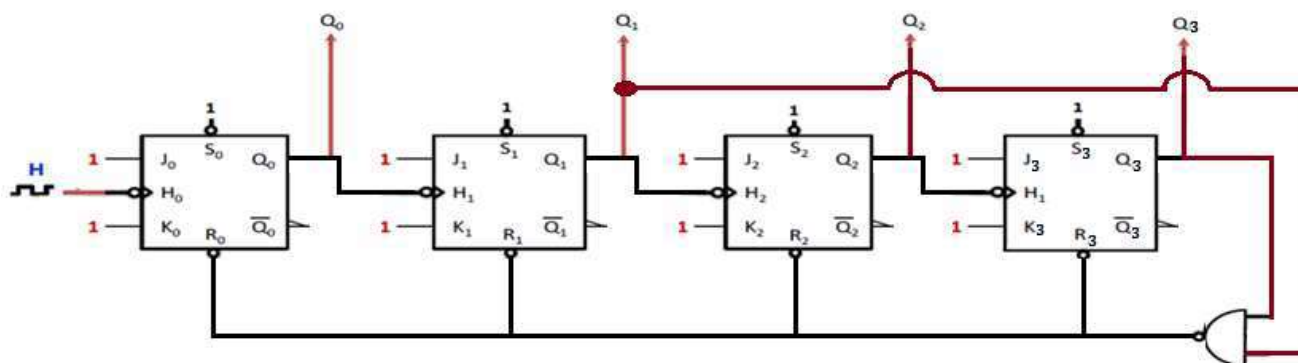
Détail du Barème :

N° Des Dossiers	Travaux à réaliser	Barème
Partie Théorique		
SUJET 1	Logique séquentielle	/10points
SUJET 2	Installation et réparation de moteurs à CC	/10points
SUJET 3	Installation et réparation de moteurs à CA /Commandes électronique de moteurs à CA	/14points
SUJET 4	Transmissions mécaniques	/06points
		/40points
Partie Pratique		
SUJET 5	Installation et réparation de moteurs à CA	/20points
SUJET 6	Circuits hydrauliques	/17points
SUJET 7	Automates programmables	/23points
		/60points
Total Général		/100points

Partie théorique :

SUJET 1 : (...../10)

Soit le montage de la figure ci-dessous :



1. Sur quel front fonctionnent ces bascules ? /1

Front descendant

2. Expliquer le rôle des entrées S_i et R_i (Avec $i=0$ à 3). /2

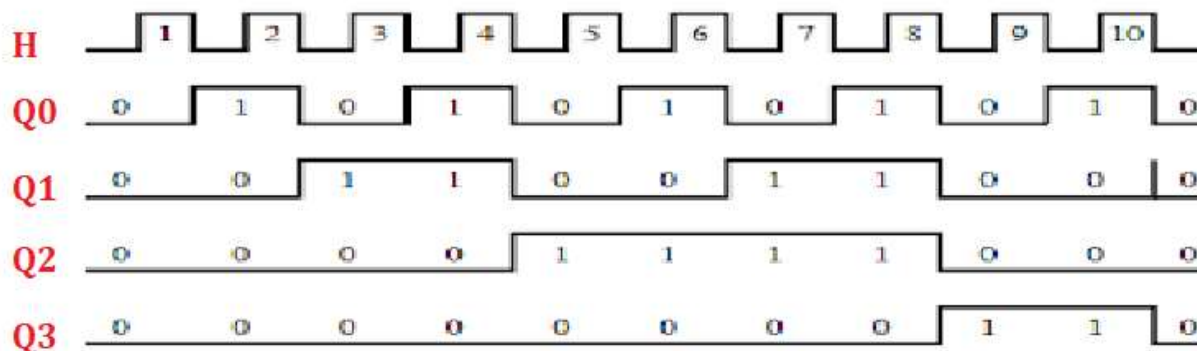
S_i : La mise à 1 prioritaire active sur niveau bas

R_i : La mise à 0 prioritaire active sur niveau bas

3. Le fonctionnement de ces bascules est-il **synchrone** ou **asynchrone** ? **justifier** votre réponse. /1

Asynchrone car on a des horloges différentes

4. Compléter le chronogramme suivant. (À l'état initial $Q_0=Q_1=Q_2=0$). /4



5. Quelle est la fonction réaliser par ce circuit ? quel est son modulo ? /2

Compteur asynchrone modulo 10

Filière	ESA	Variante	1	Page	Page 2 sur 10
Examen	Fin de Formation	Nbr de page	10		

SUJET 2 :

...../10

Un moteur à courant continu à excitation indépendante et constante (flux constant) admet les caractéristiques suivantes :

Tension d'alimentation de l'induit fixe $U = 160 \text{ V}$	Intensité nominale du courant induit $I = 50 \text{ A}$;
Résistance de l'induit mesurée à chaud $R = 0,2 \Omega$	Vitesse de rotation $n = 1500 \text{ tr/min}$;

1. Calculer la f.c.é.mE' du moteur en régime nominal. /1

$$E' = U - R.I \quad E' = 160 - 0,2 \times 50 = 150 \text{ V}$$

2. Montrer qu'on peut exprimer la f.c.é.mE' en fonction de la vitesse de rotation n suivant la relation $E' = K.n$; calculer la constante K et préciser son unité. /2

$$E' = K'.\Phi.n \quad \text{avec } \Phi = \text{constant} \quad K'.\Phi = \text{constant} E' \Rightarrow K.n$$

$$K = E'/n = 150 / 1500 = 0,1 \text{ V/tr/min}$$

3. Calculer l'intensité du courant de démarrage Id. /1

$$I_d = U/R = 160/0,2 = 800 \text{ A}$$

4. En désire limiter Id à 100A, calculer la valeur de la résistance Rd du rhéostat de démarrage./2

$$R_d = \frac{U}{I_d} - R = 1,4 \Omega$$

5. Montrer qu'on peut exprimer $I = 800 - 5E'$ /1

$$I = \frac{U - E'}{R} = 800 - 5E'$$

6. Montrer qu'on peut exprimer le couple électromagnétique $T_{ém} = 0,955.I$ /1

$$T_{ém} = \frac{P_{em}}{\Omega} = \frac{E'.I}{\Omega} = \frac{60.K.n.I}{2\pi.n} = \frac{30.K.I}{\pi} = 0,955 I$$

7. En déduire que : $T_{ém} = 764 - 0,477n$. /1

$$T_{ém} = 0,955 I = 0,955 (800 - 5E') = 0,955 (800 - 5 K.n) = 0,955 (800 - 5 \cdot 0,1.n)$$

$$T_{ém} = 764 - 0,477 n$$

• On néglige dans la suite, les pertes collectives du moteur.

8. Calculer la vitesse de rotation du moteur à vide n_0 . /2

$$\text{A vide } T_{ém0} = T_{u0} = 0 \quad \text{donc } 764 - 0,477 n_0 = 0 \quad n_0 = 1601,67 \text{ tr/min}$$

Filière	ESA	Variante	1	Page	Page 3 sur 10
Examen	Fin de Formation	Nbr de page	10		

SUJET 3 :

...../14

La plaque signalétique d'un moteur M indique :

220 V / 380 V ; 50 Hz ; 57A / 33A ; $n_n = 720 \text{ tr/min}$; $\cos \phi = 0,85$; 15 kW

- Le moteur M est raccordé directement au réseau 220 / 380 V, 50 Hz.
- On néglige les pertes mécaniques.

1. Calculer le nombre de pôles. /1

$n_s = 750 \text{ tr/min}$ $p = 60.f/n_s$ $p = 4 \text{ (8 pôles)}$

2. Indiquer le couplage, justifier votre réponse. /1

Couplage étoile pour qu' un enroulement soit soumis à 220 V

3. Donner l'intensité efficace I du courant nominal en ligne ; on déduire l'intensité efficace du courant nominal dans un enroulement. /1

$I = 33 \text{ A}$; Dans un enroulement, même courant que dans un fil de ligne car le couplage est en étoile

4. Calculer le glissement g pour le fonctionnement nominal. /1

$g = (n_s - n_r) / n_s = 0,04 = 4 \%$

5. Calculer la puissance transmise au rotor P_{tr} et les pertes rotoriques P_{jr} . /2

$P_{tr} = \frac{P_u}{1-g} = 15,625 \text{ kW}$

$P_{jr} = g \cdot P_{tr} = 625 \text{ W}$

6. Calculer le moment du couple nominal T_{un} . /2

$T_{un} = \frac{P_u \cdot 60}{2\pi n_r} = 198,94 \text{ Nm}$

- Le moteur est maintenant alimenté par un variateur à fréquence f réglable avec le rapport U/f constant : U désigne la tension d'alimentation du moteur. Les fréquences de rotation n_s et n_r , sont exprimées en tr/min.

7. Monter qu'on peut exprimer la différence des vitesses de rotation $\Delta n = (n_s - n_r)$ par la relation ci-dessous. /1

$$\Delta n = \frac{g \cdot f \cdot 60}{p}$$

- En régime permanent, pour un couple de moment constant, on montre que le produit $g \cdot f$ reste constant quand la fréquence f varie.

8. En déduire dans ce cas que Δn reste constante quand f varie. /1

Le couple est constant donc $g \cdot f = cte$ donc $\Delta n = cte$

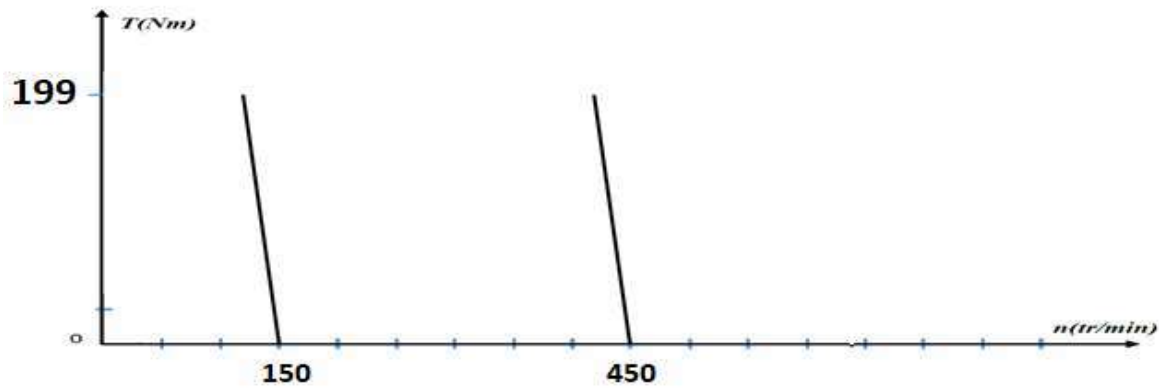
9. Calculer la valeur de Δn pour le couple nominal. /1

$\Delta n = 30 \text{ tr/min}$

10. Compléter le tableau, en donnant les valeurs de la vitesse de rotation en tours par minute pour les fréquences 10 Hz et 30 Hz. /1

Fréquence f en Hz	10 Hz	30 Hz
n_s en tr /min	150tr /min	450 tr /min
n_r en tr /min	120tr /min	420tr /min

11. Tracer pour les fréquences 10 Hz et 30 Hz, les caractéristiques $T_u = f(n)$. On admettra que dans leur partie utile ces caractéristiques sont des droites. /1

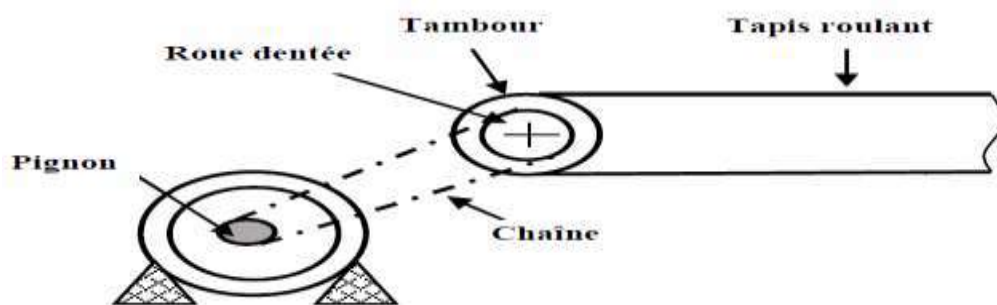


12. Déterminer la fréquence minimale permettant d'obtenir au démarrage un couple égal au couple nominal. /1

$$n_s = 30 \text{ tr/min donc } f_{\text{min}} = 2 \text{ Hz}$$

SUJET 4 :/6

L'entraînement d'un tapis roulant est assuré par un moteur électrique et un mécanisme de transmission pignon-chaîne.



On donne :

- Nombre de dents du pignon: $Z_1 = 52$ dents.
- Nombre de dents de la roue dentée : $Z_2 = 142$ dents.
- Vitesse de rotation de la roue dentée: $N_1 = 166,66$ tr/min.
- Diamètre du tambour $D = 400$ mm

1. Calculer le rapport de transmission R_v . /1

$$R_v = \frac{Z_1}{Z_2} = 0,36$$

2. Ce rapport est-il multiplicateur ou réducteur ? Justifier votre réponse. /1

Réducteur car le rapport de transmission est inférieur à 1

3. Calculer la vitesse de rotation N_2 en tr/min. /2

$$N_2 = N_1 \times R_v = 166,66 \times 0,36 = 61 \text{ tr/min}$$

4. Calculer la vitesse linéaire V_L du tapis roulant en m/s. /2

$$V_L = (D \cdot \pi \cdot N_2) / 60 = 1,256 \text{ m/s}$$

Filière	ESA	Variante	1	Page	Page 5 sur 10
Examen	Fin de Formation	Nbr de page	10		

Partie pratique :

SUJET 5 :/20

Une installation industrielle comporte :

- Deux moteurs asynchrones triphasés M1(**démarrage par élimination des résistances statoriques en deux temps**) et M2 (**démarrage direct**)
- S1 bouton poussoir marche ; S2 bouton poussoir arrêt ;
- Fc1 et Fc2 fins de course.

Fonctionnement :

Pour démarrer le cycle, l'opérateur appuie sur le bouton poussoir S1 et le cycle de fonctionnement se déroule selon le chronogramme suivant :

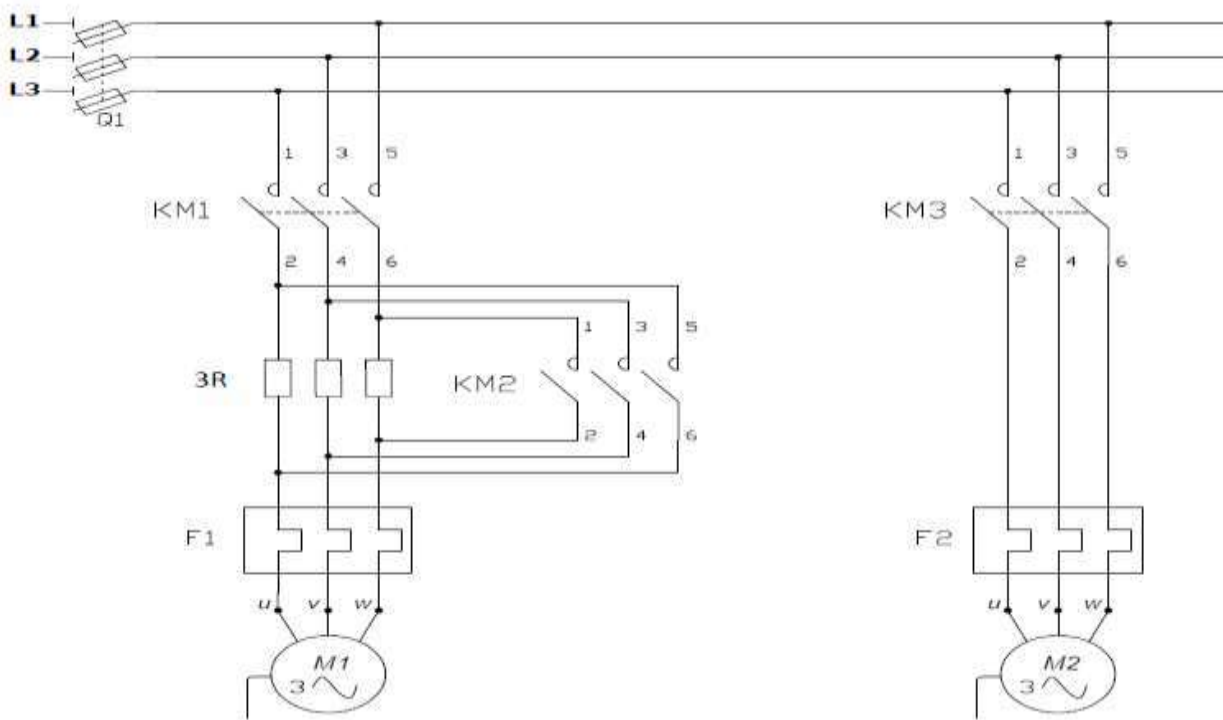


- Les moteurs sont protégés contre les courts-circuits et les surcharges.
- Par une action sur un bouton poussoir arrêt S2, on peut arrêter le moteur à n'importe quel moment.

La signalisation est assurée par trois lampes :

- H1 lampe d'arrêt normal des moteurs.
 - H2 lampe de marche du moteur M1.
 - H3 lampe de marche du moteur M2.
1. Compléter le schéma du circuit de puissance.

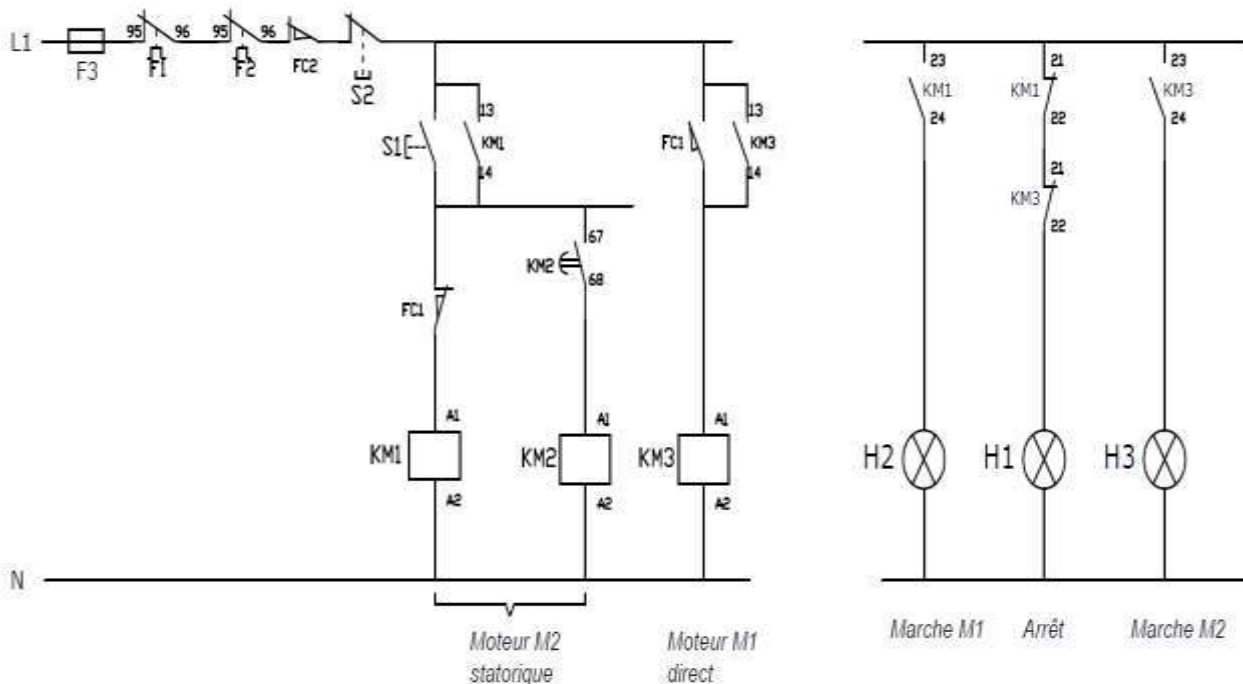
/6



Filière	ESA	Variante	1	Page	Page 6 sur 10
Examen	Fin de Formation	Nbr de page	10		

2. Compléter le schéma des circuits de commande et de puissance.

/8



3. Compléter le tableau en indiquant le nom et la fonction de chaque repère.

/6

Repère	Nom	Fonction
Q1	Sectionneur (porte fusible)	C'est un appareil qui permet la consignation d'une installation
F3	Fusible	Protection du circuit de commande contre les courts circuits et les surcharges
F1	Relais thermique	Protection du moteur contre les surcharges

SUJET 6:

...../17

Un vérin hydraulique ayant un diamètre d'alésage $D= 63 \text{ mm}$ déplace une masse de **3 tonnes**.

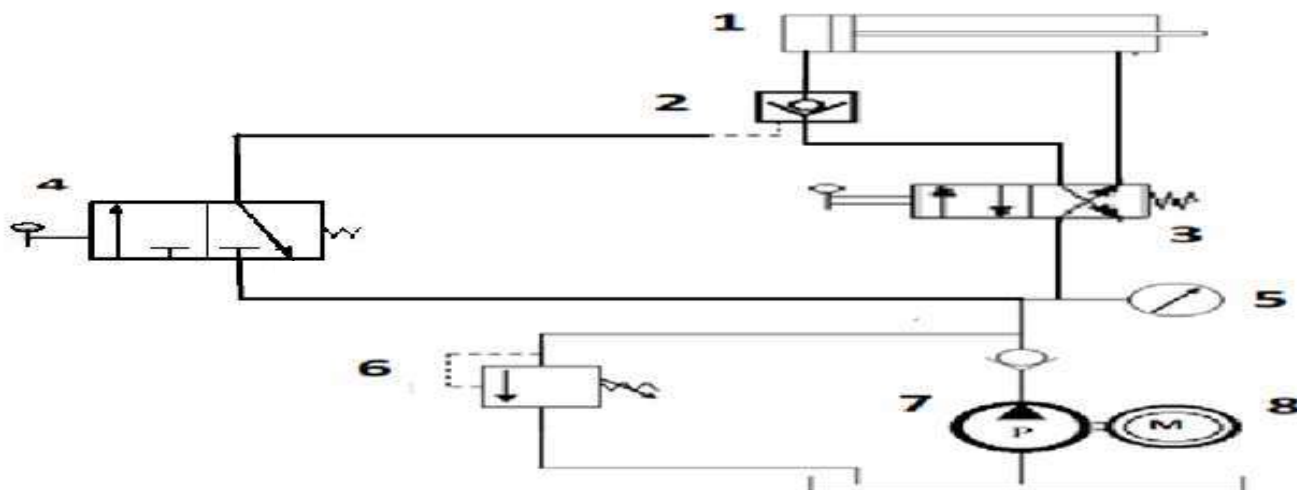
/2

1. Calculer la pression nécessaire pour déplacer la charge.

$$Sp = \pi \frac{D^2}{4} = 31,15 \text{ cm}^2 \quad F = m \times g = 3000 \text{ daN} \quad p = \frac{F}{Sp} = 96,30 \text{ bars}$$

- La sortie de la tige s'effectue par action sur le distributeur 4/2.
- La rentrée de la tige s'effectue par action sur le distributeur 4/2.
- Pour pouvoir remarquer un arrêt dans tous les positons intermédiaires pendant la rentrée de la tige, on utilise un clapet Anti- retour piloté et dont le pilotage est assuré séparément par un distributeur 3/2.

Filière	ESA	Variante	1	Page	Page 7 sur 10
Examen	Fin de Formation	Nbr de page	10		



3. Identifier les composants de 1 à 8 et préciser leurs fonctions.

/8

Repère	Nom du composant	Fonction
1	Vérin hydraulique	Transformer l'énergie hydraulique en énergie mécanique
2	clapet anti retour piloté	Positionner la tige du vérin dans toutes les positions intermédiaires
3	Distributeur 4/2 ,commande avec levier et rappel par ressort	Distribuer l'énergie hydraulique
4	Distributeur 2/2 ,commande avec levier et rappel par ressort	Commande du clapet anti retour
5	Manomètre	Indiquer la pression d'utilisation
6	Limiteur de pression	Assurer la protection du circuit hydraulique
7	Pompe hydraulique	transformer l'énergie mécanique en énergie hydraulique
8	Moteur électrique	Entrainer la pompe en rotation

4. Déterminer la pression de tarage minimum du limiteur de pression en estimant une perte de charge de 7 bars entre le groupe hydraulique et le vérin.

/1

$$P_{\text{tarrage}} = P + \text{perte de charge} = 96,34 + 7 = 103,34 \text{ bars}$$

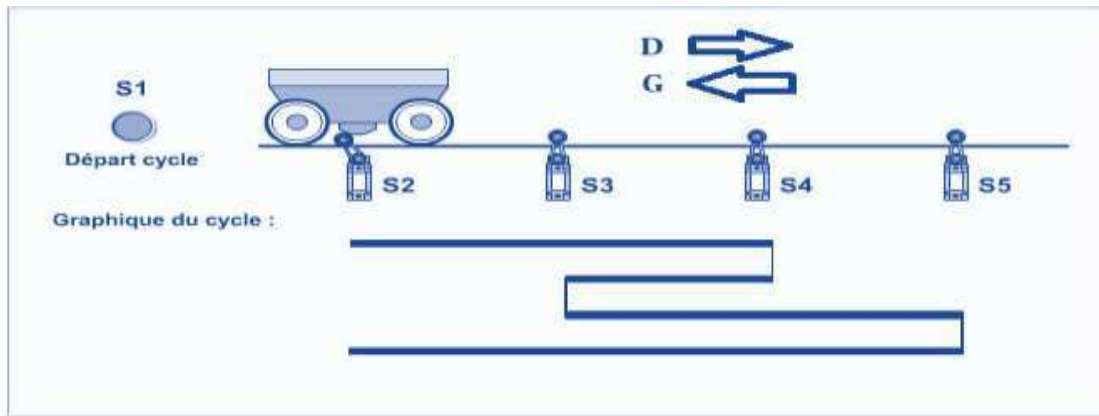
SUJET 6 :

...../23

Un Wagonnet doit aller chercher des produits aux endroits matérialisés par les capteurs S2, S4, S3 et S5 puis revenir à son point de départ.

Pour démarrer le cycle de fonctionnement, l'opérateur doit appuyer sur le bouton poussoir S1 et le fonctionnement du système se déroule comme suit :

Filière	ESA	Variante	1	Page	Page 8 sur 10
Examen	Fin de Formation	Nbr de page	10		



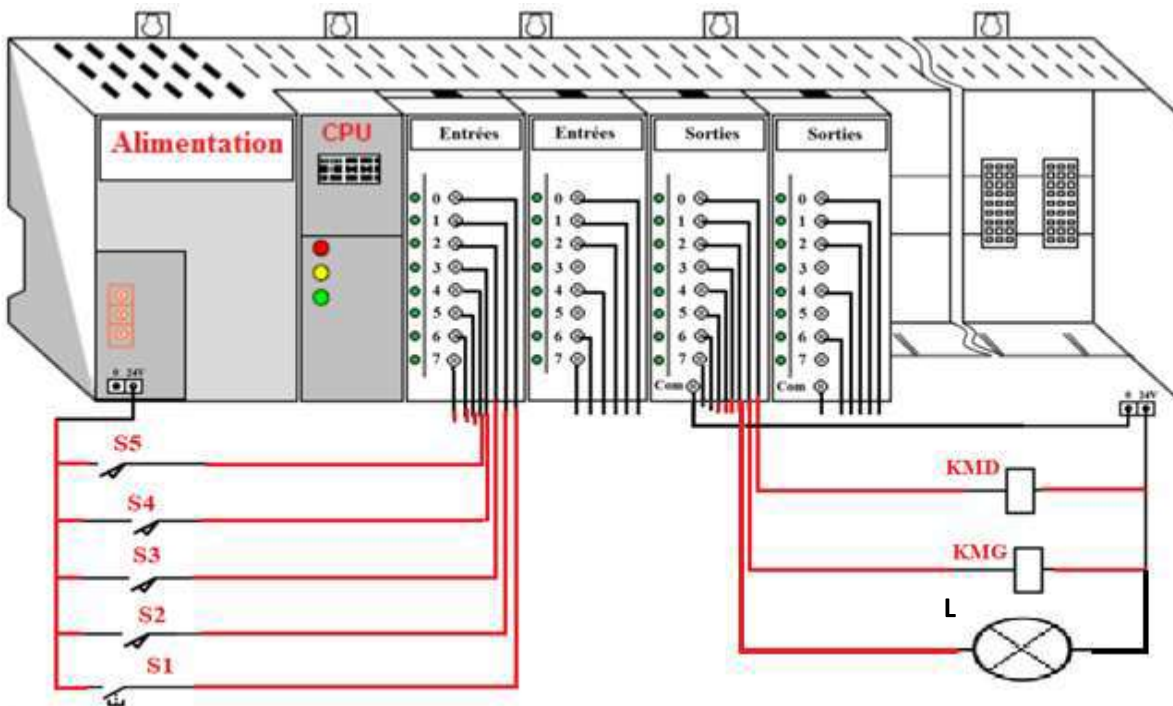
Après avoir effectué 5 cycles, une lampe L clignote au rythme 1Hz pendant 20 secondes puis le système se met à l'arrêt et attend un nouveau départ donné par l'opérateur en appuyant à nouveau sur S1.

Travail demandé :

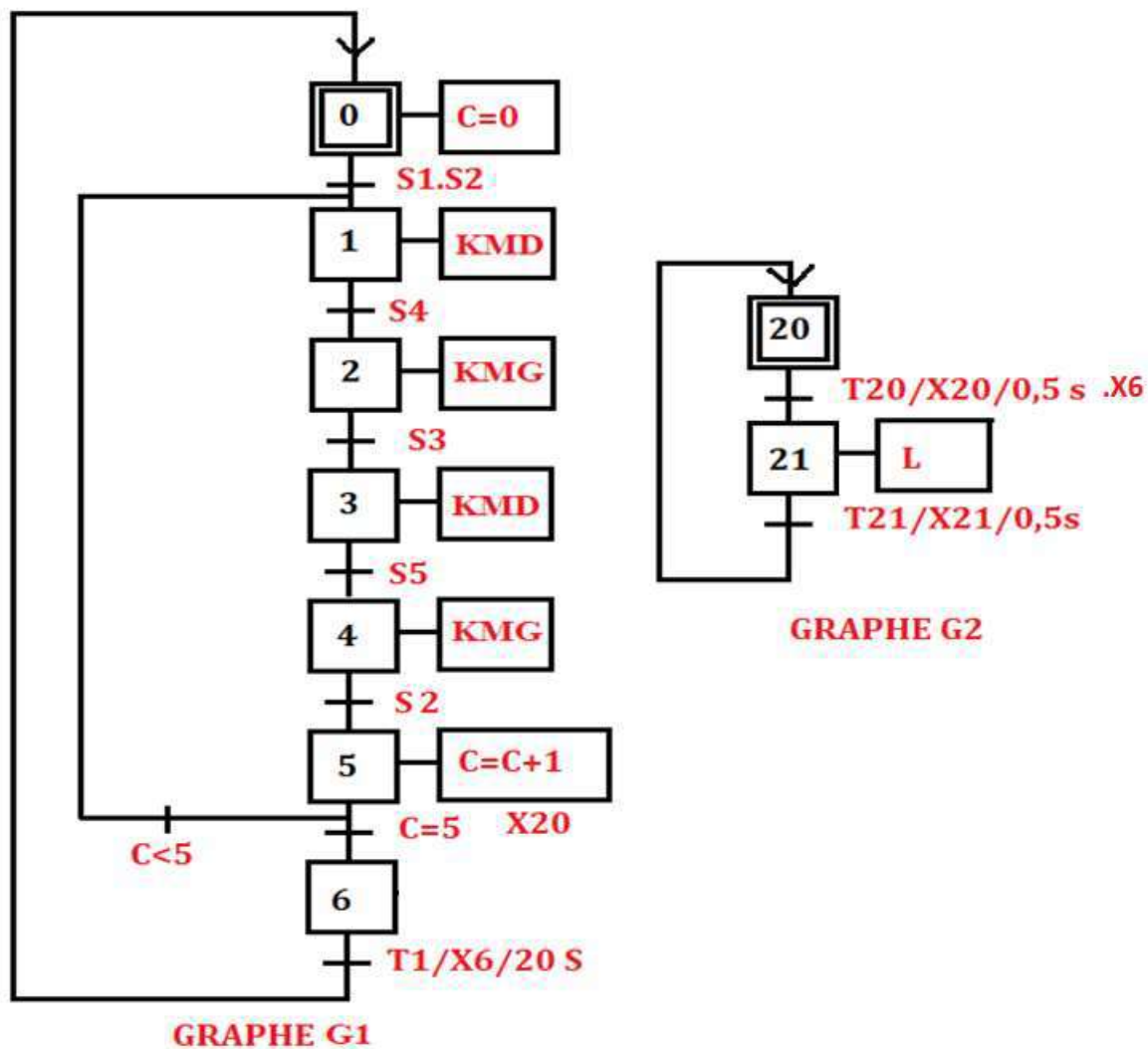
1) Identifier les entrées et les sorties en leurs accordant les adresses correspondantes. /4

Entrées	S1	S2	S3	S4	S5
Adresses	I124.0	I124.1	I124.2	I124.3	I 124.4
Sorties	KMD	KMG	L		
Adresses	Q124.0	Q124.1	Q124.2		

2) Compléter le schéma du câblage de l'API en respectant l'adressage que vous avez proposé dans le tableau (Question N°1). /8



3) Compléter le grafcet ci-dessous. /9



4) Donner les équations d'activation et de désactivation des étapes du tableau. /2

CAX_i : Condition d'activation de l'étape X_i .

CDX_i : Condition de désactivation de l'étape X_i .

Etape X_i	CAX_i	CDX_i
X_1	$X_0 . S_1 . S_2 + X_5 . C < 5$	X_2
X_2	$X_1 . S_4$	X_3
X_5	$X_4 . S_2$	$X_6 + X_1$
X_6	$X_5 . C = 5$	X_0