

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

**Examen de Fin de Formation (Epreuve de Synthèse)**

# Corrigé

<b>Secteur :</b>	<b>Génie Electrique</b>	<b>Niveau :</b>	<b>Technicien Spécialisé</b>
<b>Filière :</b>	<b>Electromécanique des systèmes automatisés</b>		

<b>Variante</b>	<b>2</b>	<b>Durée :</b>	<b>4h00</b>	<b>Barème</b>	<b>/100</b>
-----------------	----------	----------------	-------------	---------------	-------------

**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.

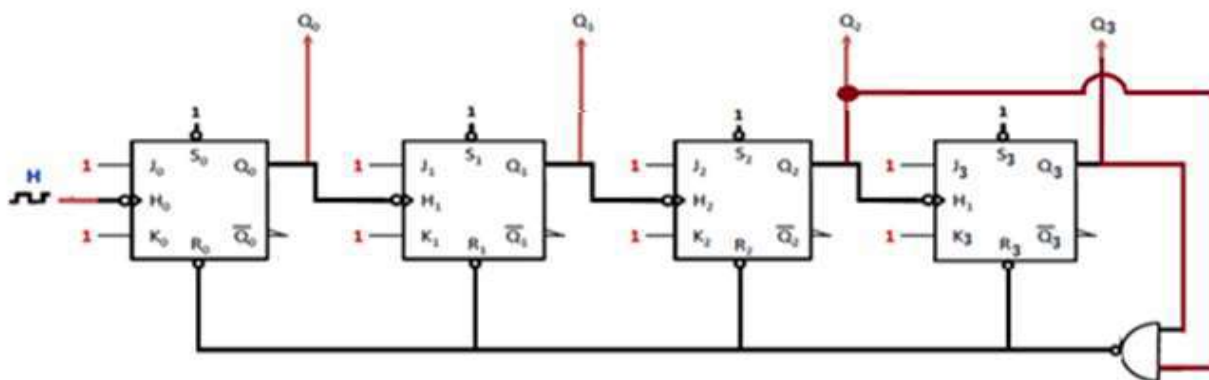
**Détail du Barème :**

N° Des Dossiers	Travaux à réaliser	Barème			
<b>Partie Théorique</b>					
<b>SUJET 1</b>	Logique séquentielle	<b>/10points</b>			
<b>SUJET 2</b>	Installation et réparation de moteurs à CC	<b>/10points</b>			
<b>SUJET 3</b>	Installation et réparation de moteurs à CA /Commandes électronique de moteurs à CA	<b>/14points</b>			
<b>SUJET 4</b>	Transmissions mécaniques	<b>/06points</b>			
		<b>/40points</b>			
<b>Partie Pratique</b>					
<b>SUJET 5</b>	Installation et réparation de moteurs à CA	<b>/20points</b>			
<b>SUJET 6</b>	Circuits hydrauliques	<b>/17points</b>			
<b>SUJET 7</b>	Automates programmables	<b>/23points</b>			
		<b>/60points</b>			
<b>Total Général</b>		<b>/100points</b>			
<b>Filière</b>	<b>ESA</b>	<b>Variante</b>	<b>2</b>	<b>Page</b>	<b>Page 1 sur 11</b>
<b>Examen</b>	<b>Fin de Formation</b>	<b>Nbr de page</b>	<b>10</b>		

**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  $i=1$  à 3). /2

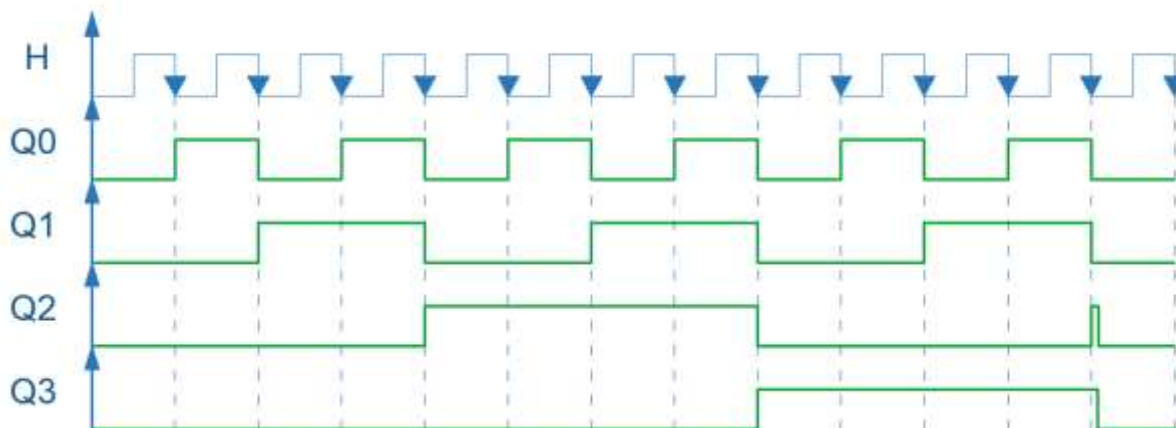
**$S_i$  : La mise à 1 prioritaire active sur niveau bas**

**$R_i$  : La mise à 0 prioritaire active sur niveau bas**

3. Le fonctionnement de ces bascules est-il **synchrone** ou **asynchrone** ? **justifier** votre réponse. /2

**Asynchrone car on a des horloges différentes**

4. Compléter le chronogramme suivant. (À l'état initial  $Q_0 = Q_1 = Q_2 = 0$ ). /3



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

**Compteur asynchrone modulo 12**

Filière	ESA	Variante	2	Page	Page 2 sur 11
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.m  $E'$  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.m  $E'$  en fonction de la vitesse de rotation  $n$  suivant la relation  $E' = K.n$  ; calculer la constante  $K$  et préciser son unité. /2

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

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

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

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

4. En désire limiter  $I_d$  à  $100 \text{ A}$ , calculer la valeur de la résistance  $R_d$  du rhéostat de démarrage.

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

5. Montrer qu'on peut exprimer  $I = 800 - 5E'$  /2

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

6. Montrer qu'on peut exprimer le couple électromagnétique  $T_{ém} = 0,955.I$  /2

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

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

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

$$T_{ém} = 764 - 0,477 n$$

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

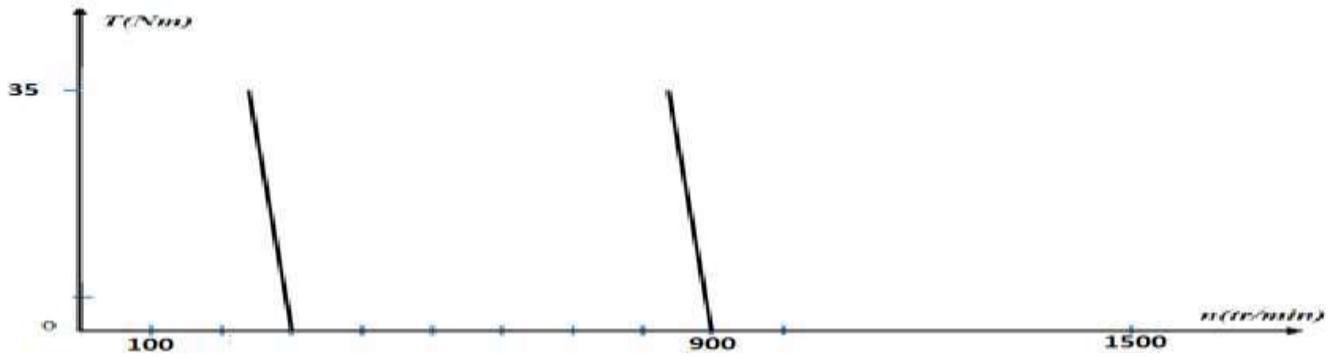
8. Calculer la vitesse de rotation du moteur à vide  $n_0$ . /2

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

Filière	ESA	Variante	2	Page	Page 3 sur 11
Examen	Fin de Formation	Nbr de page	10		



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

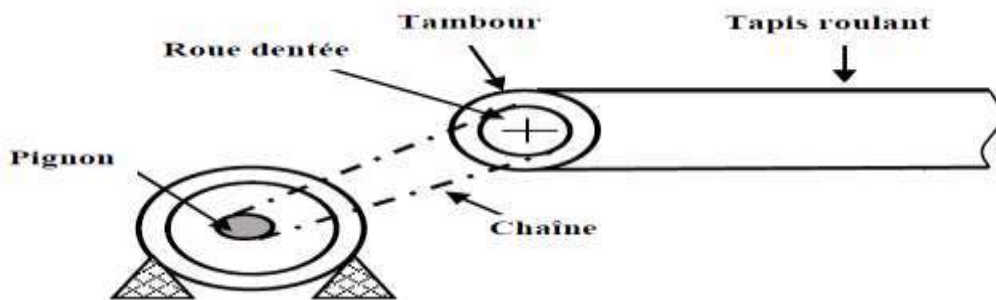


12. Déterminer la fréquence minimale permettant d'obtenir au démarrage un couple égal au couple nominal. /1

$$n_s = 60 \text{ tr/min donc } f_{\min} = 2 \text{ Hz}$$

**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** :  $N_2 = 60$  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  $R_v < 1$**

3. Calculer la vitesse de rotation  $N_1$  en tr/mn du pignon en fonction de  $R_t$  et de  $N_2$ . /2

$$N_1 = \frac{N_2}{R_v} = \frac{60}{0,36} = 166,66 \text{ tr/min}$$

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	2	Page	Page 5 sur 11
Examen	Fin de Formation	Nbr de page	10		

Partie pratique :

**SUJET 5 :**

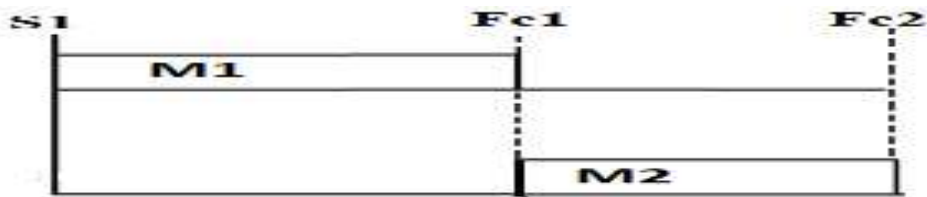
...../20

Une installation industrielle comporte :

- Deux moteurs asynchrones triphasés M1 (**démarrage direct**) et M2 (**démarrage par élimination des résistances statoriques en deux temps**).
- 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 M et le cycle de fonctionnement se déroule selon le chronogramme suivant :



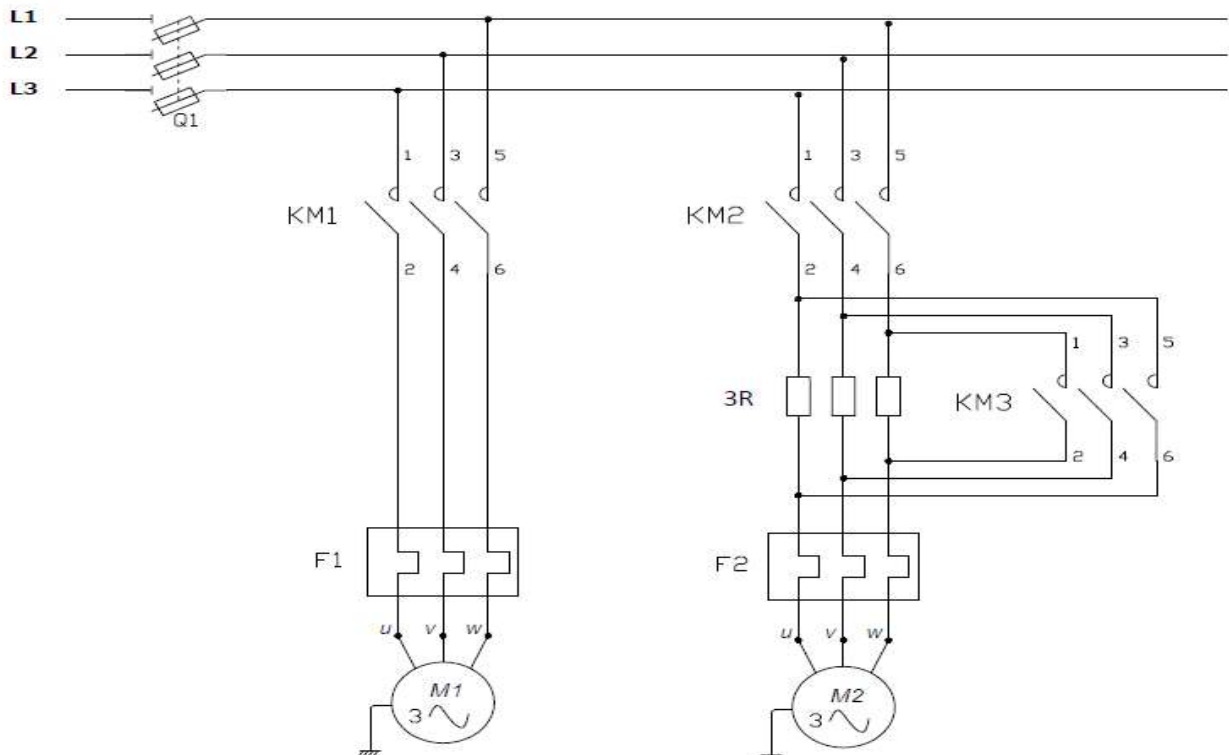
- Les moteurs sont protégés contre les courts-circuits et les surcharges.
- Par une action sur un bouton poussoir arrêt S2, on peut arrêter le moteur à n'importe quel moment.

**La signalisation est assurée par trois lampes :**

- H1 lampe d'arrêt normal du moteur.
- H2 lampe de marche du moteur M1.
- H3 lampe de marche du moteur M2.

1. Compléter le schéma du circuit de puissance.

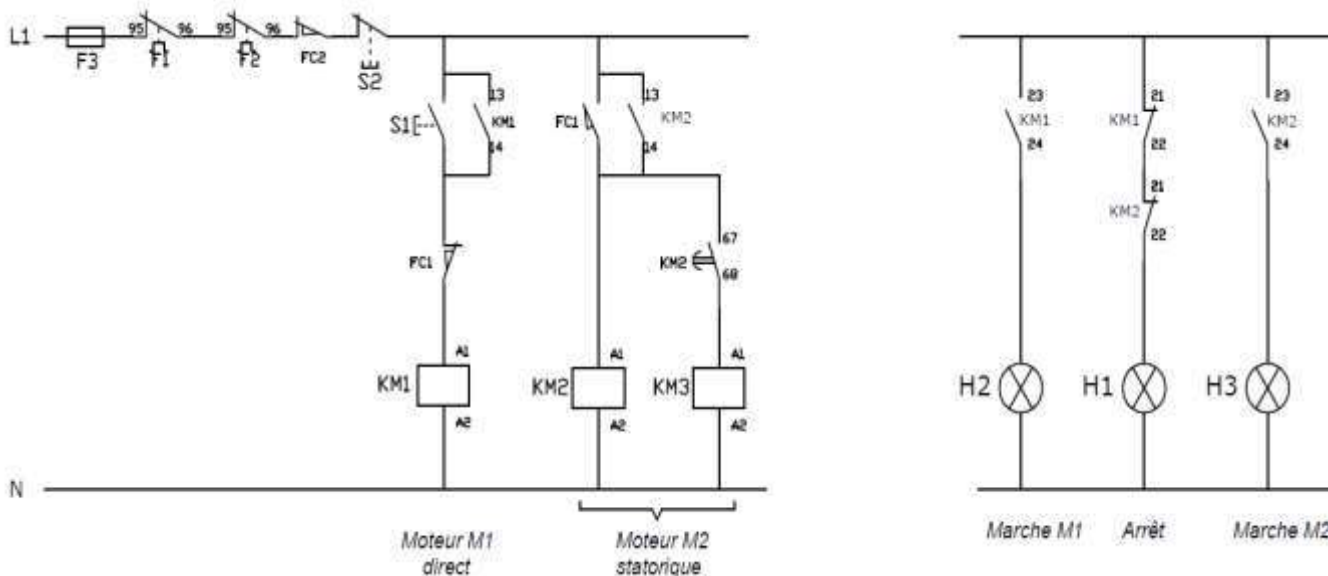
/6



Filière	ESA	Variante	2	Page	Page 6 sur 11
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
Q	<b>Sectionneur</b>	<b>C'est un appareil qui permet la consignation d'une installation</b>
F3	<b>Disjoncteur magnétothermique</b>	<b>Protection du circuit de commande contre les courts circuits et les surcharges</b>
F2	<b>Relais thermique</b>	<b>Protection du moteur contre les surcharges</b>

**SUJET 6 :**

...../17

Un vérin hydraulique ayant un diamètre d'alésage  $D=80$  mm déplace une masse de **3 tonnes**.

/2

1. Calculer la pression nécessaire pour déplacer la charge.

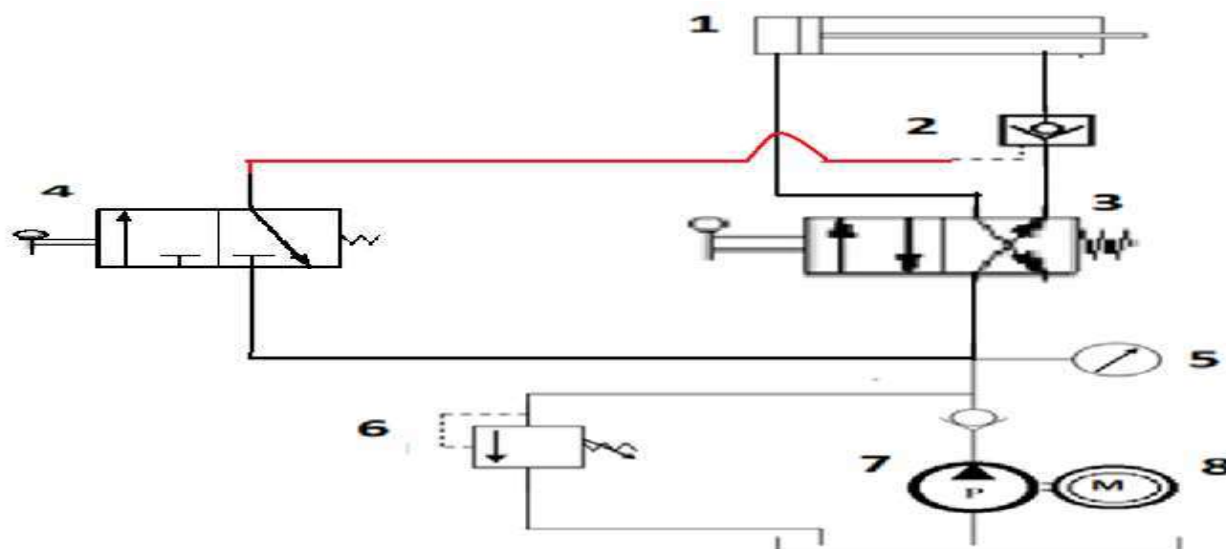
$$Sp = \pi \frac{D^2}{4} = 50,24 \text{ cm}^2 \quad F = m \times g = 3000 \text{ daN} \quad p = \frac{F}{Sp} = 59,71 \text{ bars}$$

- 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 sortie 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	2	Page	Page 7 sur 11
Examen	Fin de Formation	Nbr de page	10		

2. Compléter le schéma hydraulique.

/6



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

/8

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

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.

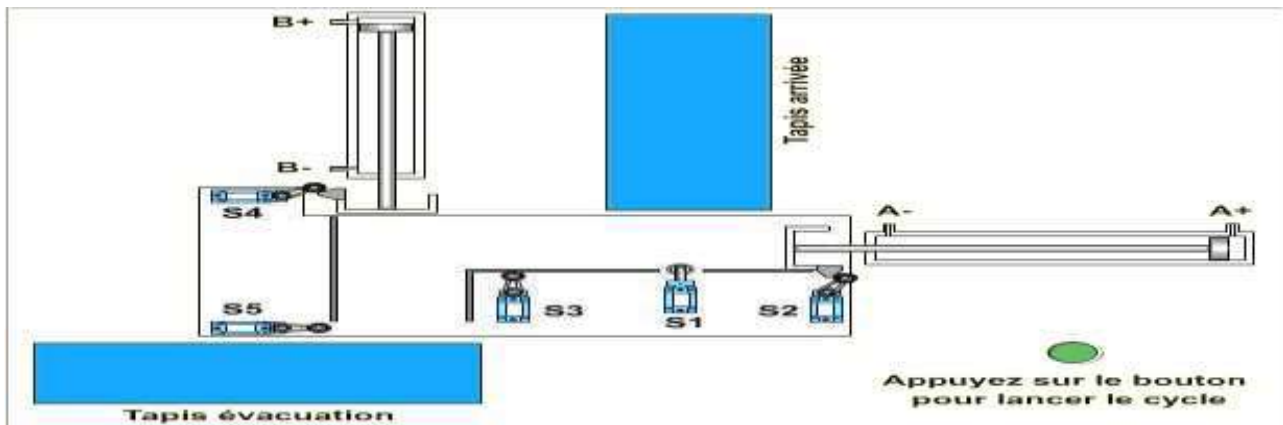
/1

$$P_{\text{tarrage}} = P + \text{perte de charge} = 59,71 + 7 = 66,71 \text{ bars}$$

Filière	ESA	Variante	2	Page	Page 8 sur 11
Examen	Fin de Formation	Nbr de page	10		

**SUJET 6 :**

...../23



L'appui sur le bouton poussoir **DCY** provoque le cycle suivant :

- Démarrage du tapis d'arrivé pour ramener un colis.
- Lorsqu'un colis est détecté par S1 il provoque l'arrêt du tapis d'arrivé et la sortie du vérin A afin de pousser le colis devant le vérin B. puis le vérin B pousse le colis vers le tapis d'évacuation.
- Une fois le vérin B est rentré il provoque le démarrage du tapis d'arrivé pour ramener un nouveau colis.
- Lorsque le système ramène 5 colis une lampe clignote au rythme de 1hz pendant 5 s avant de démarrer un nouveau cycle.

**Remarques :**

- L'appui sur le Dcy provoque le démarrage du moteur entrainant le tapis d'évacuation et ne s'arrête que lorsqu'il évacue 5 colis.
- Une fois un vérin sorti, il rentre immédiatement.
- Les vérins sont commandés par des distributeurs bistables.

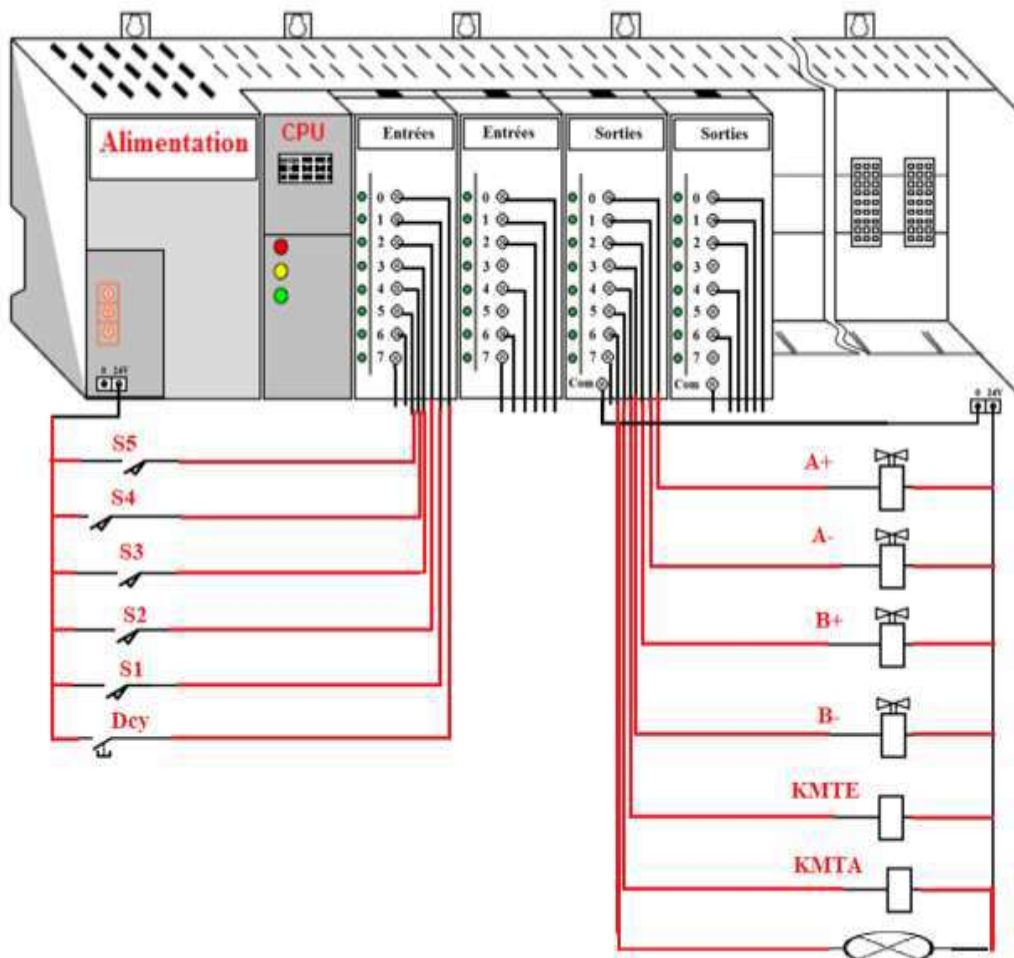
**Les vérins sont commandés par des distributeurs 5/2 bistables.**

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

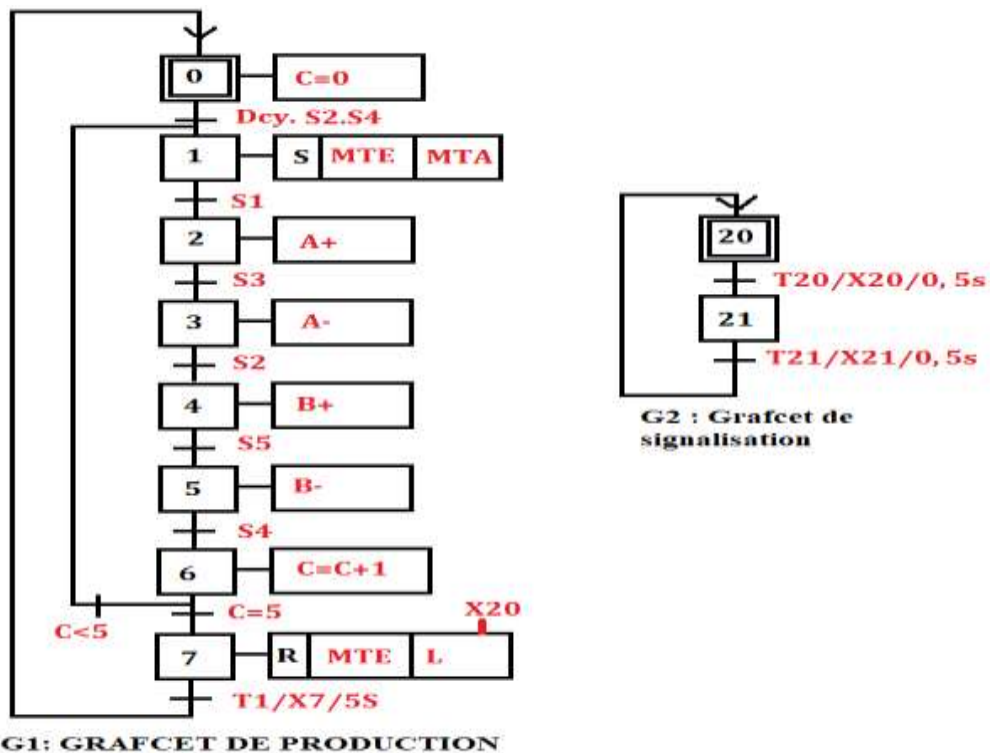
/4

<b>Entrées</b>	<b>Dcy</b>	<b>S1</b>	<b>S2</b>	<b>S3</b>	<b>S4</b>	<b>S5</b>	
<b>Adresses</b>	<b>E124.0</b>	<b>E124.1</b>	<b>E124.2</b>	<b>E124.3</b>	<b>E124.4</b>	<b>E124.5</b>	
<b>Sorties</b>	<b>A+</b>	<b>A-</b>	<b>B+</b>	<b>B-</b>	<b>KMTE</b>	<b>KMTA</b>	<b>L</b>
<b>Adresses</b>	<b>A124.0</b>	<b>A124.1</b>	<b>A124.2</b>	<b>A124.3</b>	<b>A124.4</b>	<b>A124.5</b>	<b>A124.6</b>

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



Filière	ESA	Variante	2	Page	Page 10 sur 11
Examen	Fin de Formation	Nbr de page	10		

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

/2

**CAX<sub>i</sub>** : Condition d'activation de l'étape **X<sub>i</sub>**.

**CDX<sub>i</sub>** : Condition de désactivation de l'étape **X<sub>i</sub>**.

Etape <b>X<sub>i</sub></b>	<b>CAX<sub>i</sub></b>	<b>CDX<sub>i</sub></b>
<b>X<sub>1</sub></b>	<b><math>X_0 \cdot S_2 \cdot S_4 + X_6 \cdot C &lt; 5</math></b>	<b>X<sub>2</sub></b>
<b>X<sub>4</sub></b>	<b><math>X_3 \cdot S_2</math></b>	<b>X<sub>5</sub></b>
<b>X<sub>6</sub></b>	<b><math>X_5 \cdot S_4</math></b>	<b><math>X_7 + X_1</math></b>
<b>X<sub>7</sub></b>	<b><math>X_6 \cdot C = 5</math></b>	<b>X<sub>0</sub></b>

<b>Filière</b>	<b>ESA</b>	<b>Variante</b>	<b>2</b>	<b>Page</b>	<b>Page 11 sur 11</b>
<b>Examen</b>	<b>Fin de Formation</b>	<b>Nbr de page</b>	<b>10</b>		