

◀ Examen National de Fin de formation ▶
Session de Juin 2024

Examen de Fin de Formation (Epreuve de Synthèse)

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

Variante	1	Durée :	4h00	Barème	/100
-----------------	----------	----------------	-------------	---------------	-------------

Consignes et Précisions aux correcteurs :

Veuillez 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	Installation et réparation de moteurs à CA	/13points
SUJET 2	Installation, réparation, commande électronique de moteurs	/15points
SUJET 3	Transmissions mécaniques	/12points
		/40points
Partie Pratique		
SUJET 4	Circuits hydrauliques	/20points
SUJET 5	Installation et réparation de moteurs à CA	/20points
SUJET 6	Automates programmables	/20points
		/60points
Total Général		/100points

Filière	ESA	Variante	1	Page	Page 1 sur 13
Corrigé	Examen Fin de Formation	Session	Juin 2024		

Partie théorique :SUJET 1 :

...../ 13

Sur la plaque signalétique d'un moteur triphasé asynchrone M , on relève les indications suivantes :

1,5 kW

230 V / 400 V

6,3 A / 3,6 A

1440 tr.min⁻¹cos φ = 0,84

L'alimentation du moteur est assurée par un réseau triphasé 400 V-50 Hz.

1- Quelle est la signification de ces différentes indications ?

/3,5

Indication	Signification
1,5 kW	
230 V	
400 V	
6,3 A	
3,6 A	
1440 tr.min ⁻¹	
0,84	

2- Déterminer le couplage. Justifier votre réponse.

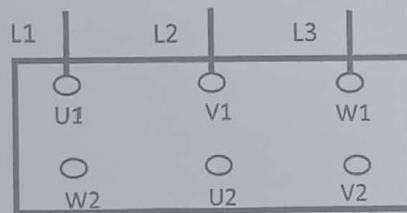
/2

.....

.....

3- Représenter la position des barrettes sur la plaque à bornes.

/1,5



4- Calculer la puissance absorbée P_a par le moteur dans les conditions nominales de fonctionnement.

/1

.....

.....

.....

5- Déterminer le moment du couple utile nominal du moteur T_{un} .

/1

.....

.....

.....

Sachant que les pertes fer dans le stator et les pertes mécaniques sont négligeables

6- Calculer en fonctionnement nominale la puissance transmise P_{tr} .

/1

.....

.....

.....

7- Calculer les pertes joules statoriques P_{js} .

/2

.....

.....

Filière	ESA	Variante	1	Page	Page 2 sur 13
Examen	Fin de Formation	Session	Juin 2024		

8- Dédurre de la question 7 la valeur de la résistance R de chaque enroulement.

SUJET 2 :

...../ 15

Pour faire varier la vitesse de rotation du moteur M , nous sommes amenés à choisir un variateur de vitesse.

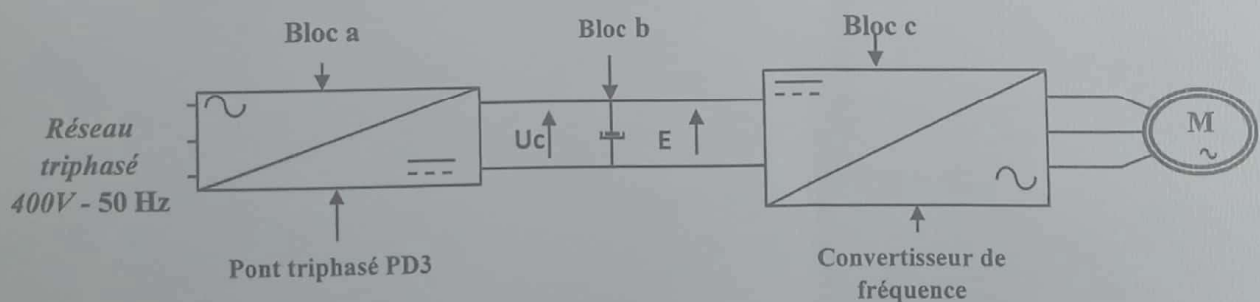
CHOIX DU VARIATEUR									
Réseau			Moteur		ALTIVAR 18			Référence	Masse
Tension d'alimentation U1...U2	Courant de ligne (1)		Puissance indiquée sur plaque		Courant de sortie permanent	Courant Transitoire maxi (2)	Puissance dissipée à la charge nominale		
	à U1	à U2							
V	A	A	kW	HP	A	A	W		kg
200 ... 240 50/60 Hz Monophasé	4,4	3,9	0,37	0,5	2,1	3,1	23	ATV-18U09M2	1,5
	7,6	6,8	0,75	1	3,6	5,4	39	ATV-18U18M2	1,5
	13,9	12,4	1,5	2	6,8	10,2	60	ATV-18U29M2	2,1
	19,4	17,4	2,2	3	9,6	14,4	78	ATV-18U41M2	2,8
200 ... 230 50/60 Hz Triphasé	16,2	14,9	3	-	12,3	18,5	104	ATV-18U54M2	3,3
	20,4	18,8	4	5	16,4	24,6	141	ATV-18U72M2	3,3
	28,7	26,5	5,5	7,5	22	33	200	ATV-18U90M2	7,8
	38,4	35,3	7,5	10	28	42	264	ATV-18D12M2	7,8
380 ... 460 50/60 Hz Triphasé	2,9	2,7	0,75	1	2,1	3,2	24	ATV-18U18N4	2
	5,1	4,8	1,5	2	3,7	5,6	34	ATV-18U29N4	2,1
	6,8	6,3	2,2	3	5,3	8	49	ATV-18U41N4	3,1
	9,8	8,4	3	-	7,1	10,7	69	ATV-18U54N4	3,3
	12,5	10,9	4	5	9,2	13,8	94	ATV-18U72N4	3,3
	16,9	15,3	5,5	7,5	11,8	17,7	135	ATV-18U90N4	8
	21,5	19,4	7,5	10	16	24	175	ATV-18D12N4	8
	31,8	28,7	11	15	22	33	261	ATV-18D16N4	12
	42,9	38,6	15	20	29,3	44	342	ATV-18D23N4	12

- 1- Choisir la référence du variateur de vitesse compatible avec le moteur M , d'après le tableau ci-dessous ;
Sachant que le moteur M est alimenté par un réseau triphasé de 400 V et sa puissance est égale à 1,5 kW.

- Référence variateur de vitesse :

/2

La figure ci-dessous représente le schéma fonctionnel simplifié d'un variateur de vitesse pour moteur asynchrone triphasé.

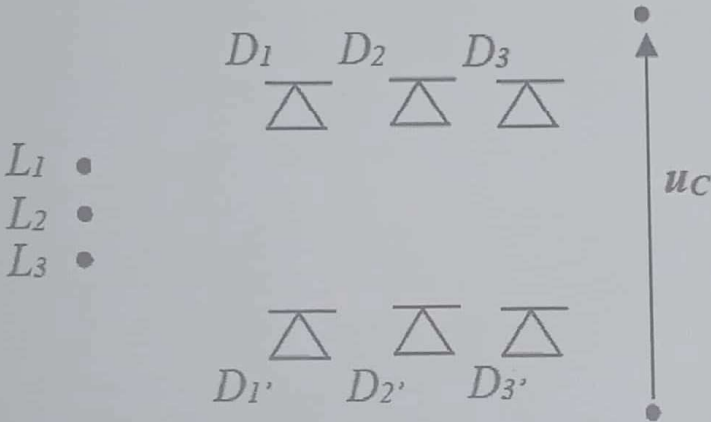


Filière	ESA	Variante	1	Page	Page 3 sur 13
Examen	Fin de Formation	Session	Juin 2024		

2- Préciser les fonctions des blocs *a*, *b* et *c* du schéma fonctionnel simplifié d'un variateur de vitesse pour un moteur asynchrone triphasé. /1,5

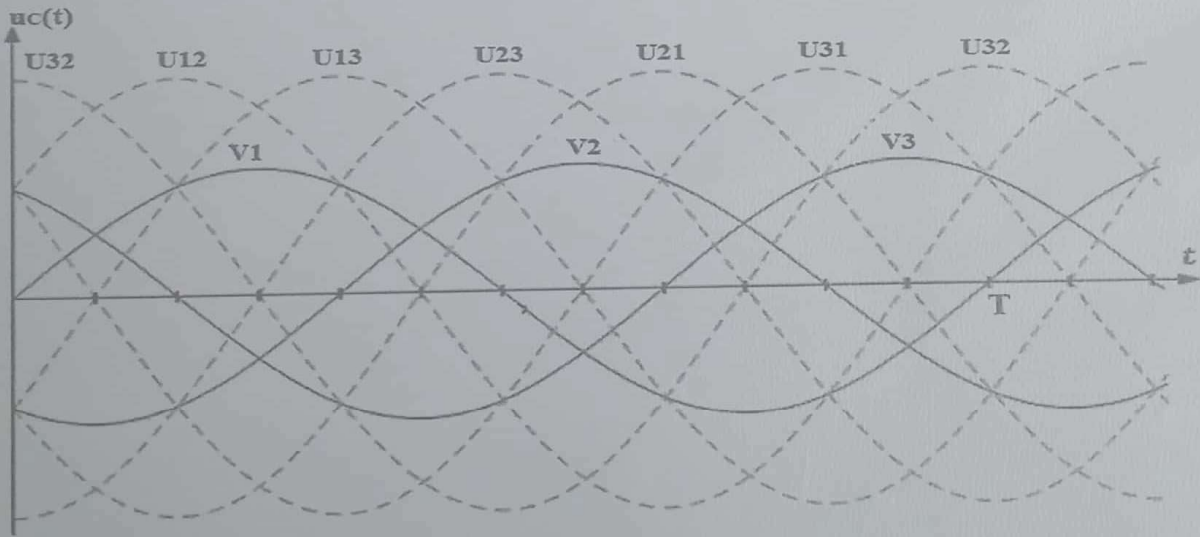
Bloc	Fonction
a)	
b)	
c)	

3- Sachant que le bloc *a* est un pont triphasé PD3 (6 diodes) ; Compléter son schéma de montage. /1,5



u_c

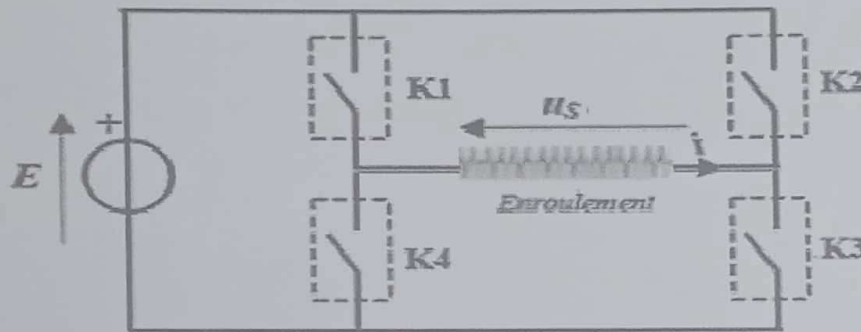
4- Représenter, en fonction du temps, pour une période *T*, le graphe de la tension *u_c(t)*. /3



5- Déterminer la fréquence *f'* de la tension *u_c(t)*. /1

Filière	ESA	Variante	1	Page	Page 4 sur 13
Examen	Fin de Formation	Session	Juin 2024		

- La tension du réseau ainsi redressée est ensuite filtrée pour devenir quasiment continue de valeur E à l'entrée de l'onduleur (bloc c).
- Le convertisseur de fréquence est un onduleur autonome triphasé. Dans cette partie, on s'intéressera à l'étude de l'alimentation d'un enroulement du moteur dont le schéma de montage est représenté par la figure ci-contre :
- Les interrupteurs $K1$, $K2$, $K3$ et $K4$ sont supposés parfaits.
- La commande des interrupteurs $K1$, $K2$, $K3$ et $K4$ est effectuée électroniquement.
- La période T de la commande est égale à 20 ms .
- Commande des interrupteurs :
 - ❖ $0 < t \leq 10\text{ ms}$, $K1$ et $K3$ sont fermés, $K2$ et $K4$ sont ouverts.
 - ❖ $10\text{ ms} < t \leq 20\text{ ms}$, $K2$ et $K4$ sont fermés, $K1$ et $K3$ sont ouverts.



6- Quel type de commande est utilisé dans cet onduleur ? cocher la bonne réponse. /1

☐ Commande symétrique

☐ Commande décalée

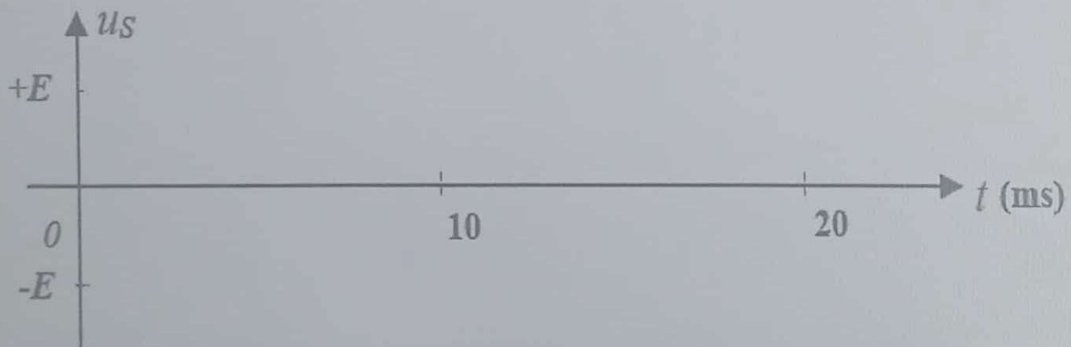
7- Citer un composant électronique permettant de réaliser un des interrupteurs. /1

.....

.....

.....

8- Représenter, en fonction du temps, pour une période T , le graphe de la tension $u_s(t)$. /2



9- Donner la valeur efficace U_s de la tension $u_s(t)$ en fonction E . /1

.....

.....

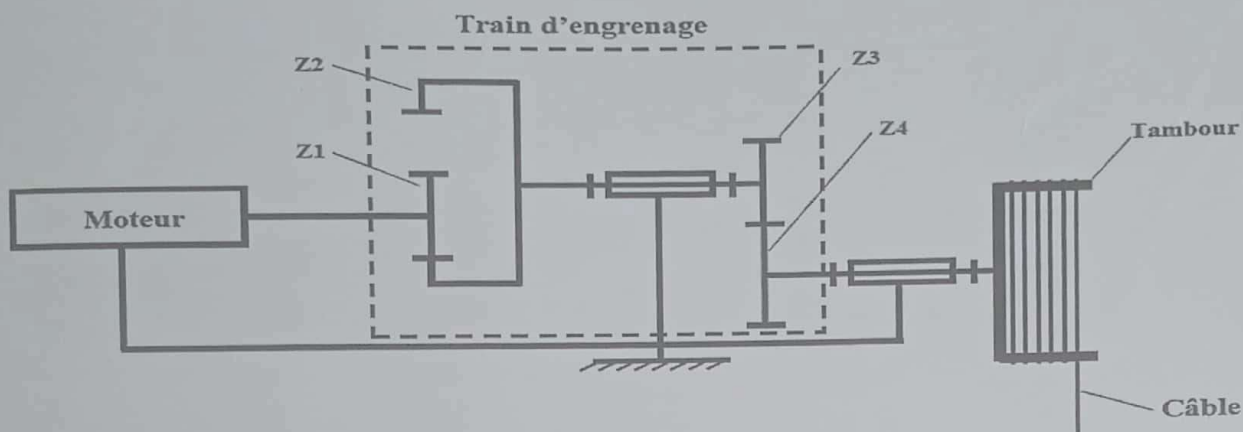
10- Déterminer la fréquence f de la tension délivrée par l'onduleur. /1

.....

.....

Filière	ESA	Variante	1	Page	Page 5 sur 13
Examen	Fin de Formation	Session	Juin 2024		

La figure ci-dessous représente un système de rotation d'un **tambour** assurée par un système (**moteur + train d'engrenage**) :



Données et Notations :	
$N_m = 1410 \text{ tr/min}$: vitesse de rotation du moteur	$Z_3 = 30 \text{ dents}$: nombre de dents du pignon
$Z_1 = 40 \text{ dents}$: nombre de dents du pignon moteur	$Z_4 = 105 \text{ dents}$: nombre de dents de la roue
$Z_2 = 90 \text{ dents}$: nombre de dents de la couronne	

1- Cocher les **avantages** de la transmission par engrenage parmi les propositions données. /2

- ☐ Nécessite la lubrification.
 ☐ Rendement très élevé.
 ☐ Rapport de vitesse constant.
 ☐ Nécessite un ajustement précis entre les axes.

2- Citer la condition d'engrènement entre un pignon et une roue dans un système d'engrenage. /2

3- Vérifier que le rapport de vitesse $r = 0,126$ entre l'arbre d'entrée du moteur et l'arbre de sortie du tambour. /2

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

5- Calculer la vitesse de rotation N_s du tambour (en tr/min). /2

6- Calculer la vitesse angulaire Ω_s du tambour (en rad/s). /2

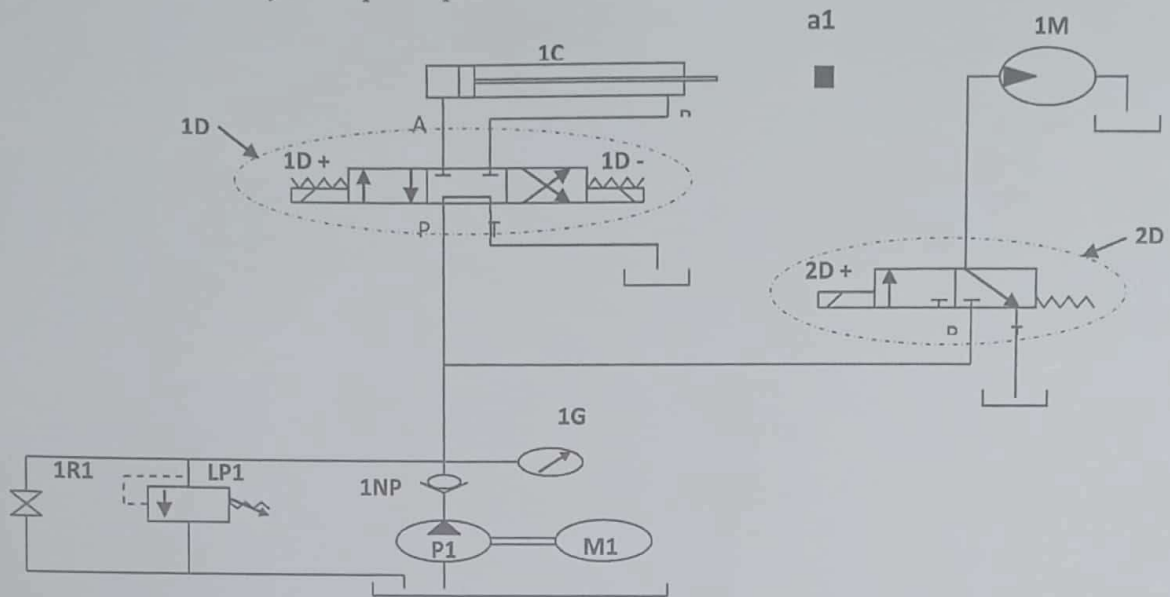
Filière	ESA	Variante	1	Page	Page 6 sur 13
Examen	Fin de Formation	Session	Juin 2024		

Partie pratique :

Document à rendre

SUJET 4 : / 20

Soit le schéma du circuit hydraulique de puissance ci-dessous.



1- Compléter le tableau ci-dessous.

/8

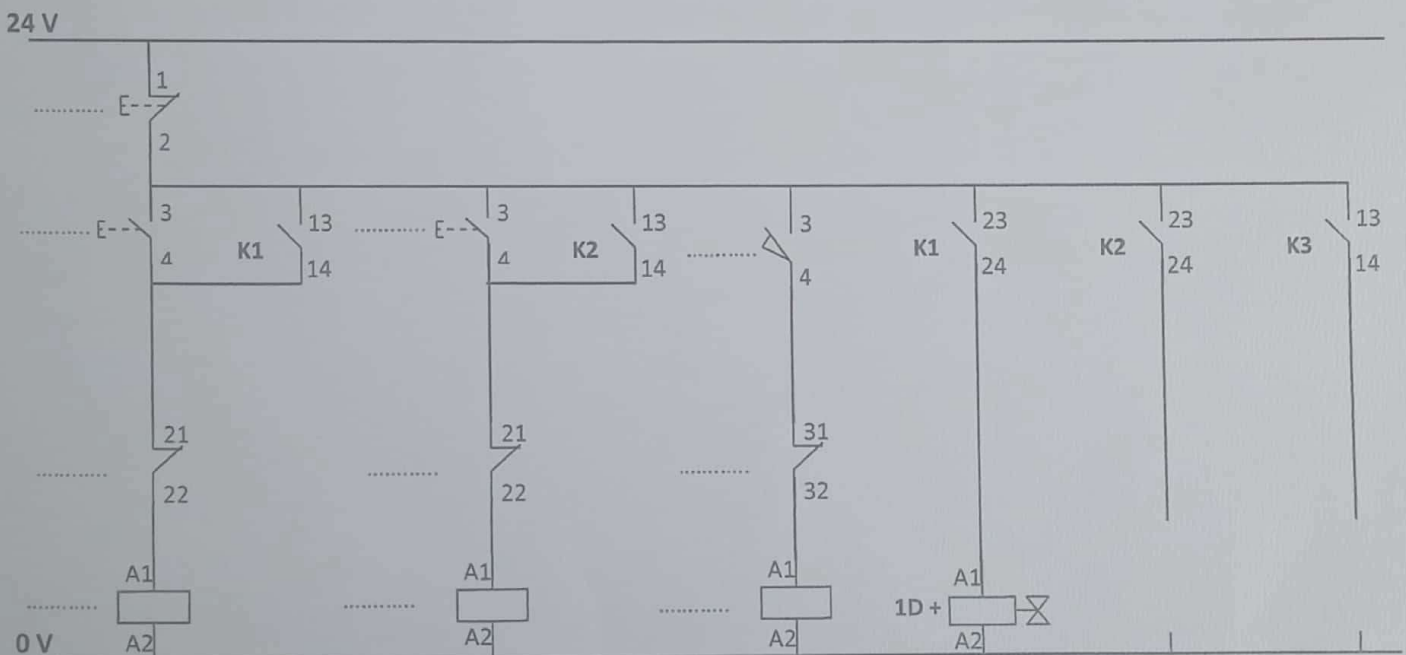
Repère	Nom	Fonction
1C		Transformer l'énergie hydraulique en énergie mécanique (translation)
1M		Transformer l'énergie hydraulique en énergie mécanique (rotation)
1D		Commuter (distribuer) l'énergie hydraulique
2D	Distributeur 3/2 à commande électrique monostable	
LP1	Limiteur de pression réglable	
1G	Manomètre	

Filière	ESA	Variante	1	Page	Page 7 sur 13
Examen	Fin de Formation	Session	Juin 2024		

P1	Pompe hydraulique	
M1	Moteur électrique	

2- Compléter le schéma du circuit électrique de commande du système hydraulique, sachant que : /6

- L'appui sur un bouton poussoir **S1** fait sortir la tige du vérin.
- Lorsque la tige arrive à sa limite de course **en actionnant un fin de course a1**, le moteur se met à tourner (**le moteur tourne dans un seul sens**).
- L'appui sur un bouton poussoir **S2** fait rentrer la tige du vérin à sa position initiale et arrêter le moteur de tourner.
- L'appui sur un bouton poussoir **AG** fait arrêter le circuit électrique de commande du système hydraulique.



- Sur la plaque signalétique de la pompe hydraulique, on relève les indications suivantes :

$P = 150$ bars : Pression de la pompe.

$Q = 5 \text{ L / min}$: Débit de la pompe.

N = 1420 tr/min : Vitesse de rotation de la pompe

3- Citer deux paramètres à prendre en considération pour le choix d'une pompe. /2

Filière	ESA	Variante	1	Page	Page 8 sur 13
Examen	Fin de Formation	Session	Juin 2024		

4- Calculer la cylindrée de la pompe Cyl en (cm^3/tr).

/2

5- Calculer la puissance hydraulique P_{hyd} de la pompe en kW.

/2

SUJET 5 : / 20

Une machine est équipée d'un moteur asynchrone triphasé à cage commandé par un discontacteur tripolaire inverseur (démarrage direct 2 sens de rotation). (KM1 sens avant .KM2 sens arrière).

- La mise sous tension du moteur est commandée par un bouton poussoir marche **S2** ; tandis que la marche en sens avant ou en sens arrière est sélectionnée par un commutateur à deux positions (**S3**).
- A n'importe quel moment on peut arrêter le moteur par une action sur le bouton poussoir arrêt **S1**.
- On peut changer le sens de rotation à l'aide du commutateur à deux positions (**S3**) sans arrêter le moteur.
- Le moteur est protégé contre les courts-circuits et les surcharges.
- Une lampe **H1** signale la marche en sens avant.
- Une lampe **H2** signale la marche en sens arrière.
- Une lampe **H3** signale l'arrêt normal du moteur.
- Une sonnerie **H4** signale l'arrêt par défaut thermique du moteur.

1- Compléter le schéma du circuit de puissance.

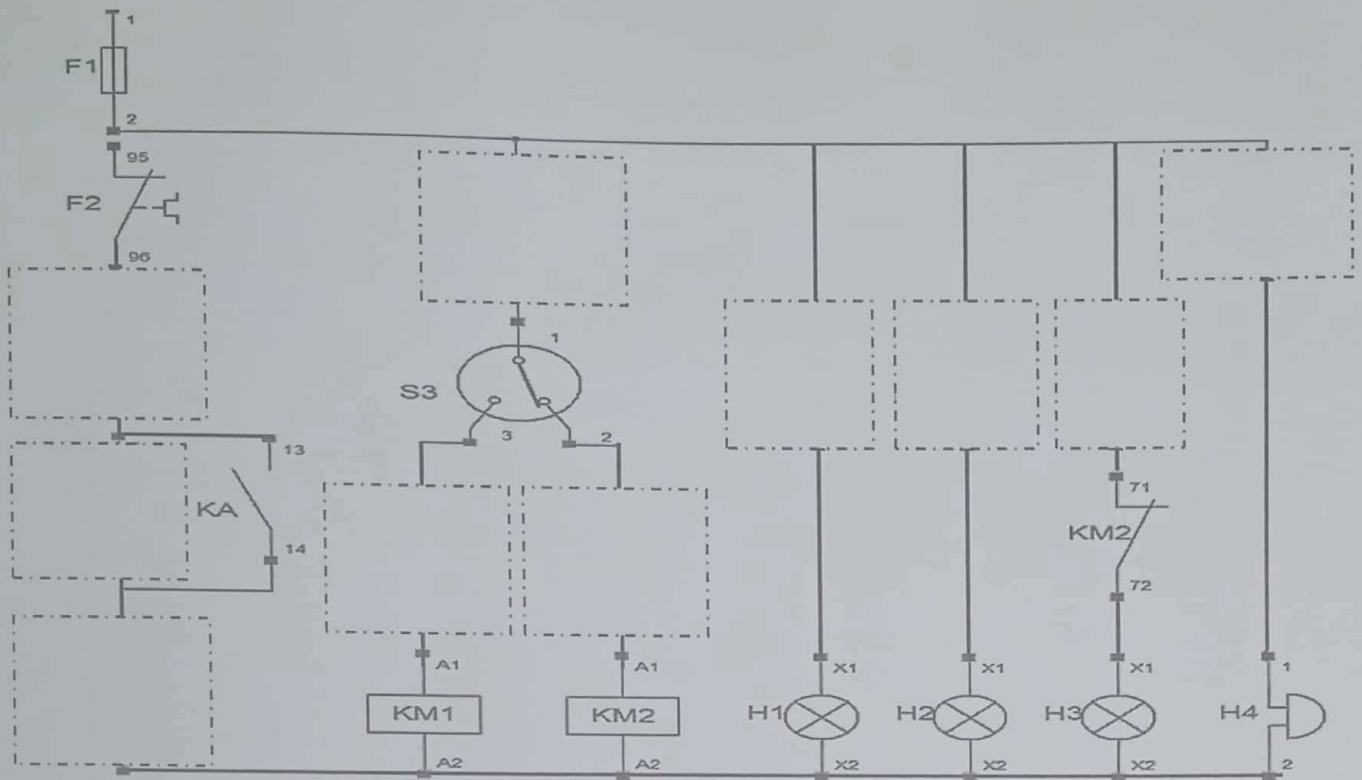
/6



Filière	ESA	Variante	1	Page	Page 9 sur 13
Examen	Fin de Formation	Session	Juin 2024		

2- Compléter le schéma de commande avec signalisation.

/8



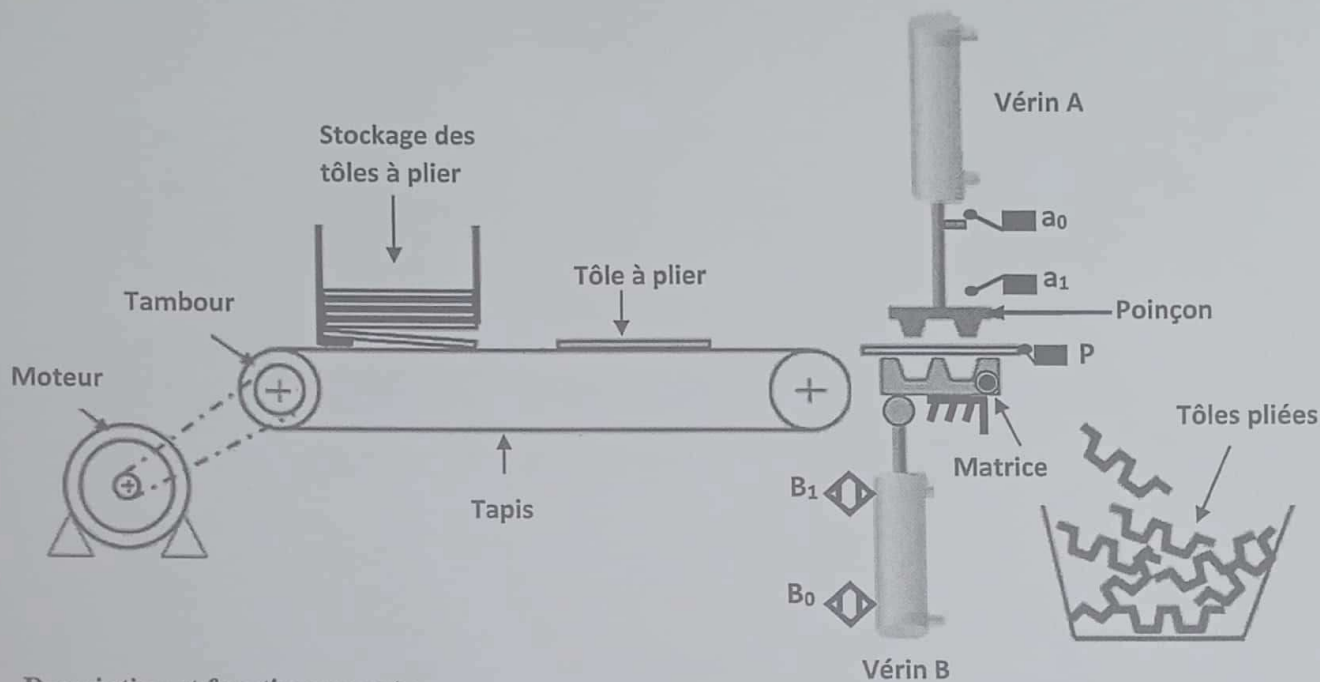
3- Donner la liste de matériel pour réaliser les circuits de puissance, commande et de signalisation.

/6

liste de matériel	Quantité
.....	
.....	
.....	
.....	
.....	
.....	
.....	
.....	
.....	
.....	
.....	
.....	
.....	
.....	

Filière	ESA	Variante	1	Page	Page 10 sur 13
Examen	Fin de Formation	Session	Juin 2024		

La figure ci-dessous présente une poste industrielle de mise en forme de tôles.



Description et fonctionnement :

Une action sur le bouton poussoir S de mise en marche provoque le départ du cycle suivant :

- Transfert de la pièce en tôle par le tapis entraîné par le moteur M jusqu'à la position détectée par le capteur p.
- Pliage de la pièce en tôle par la descente et la montée du poinçon entraîné par le vérin A.
- Evacuation de la pièce en tôle par la rotation de la matrice autour de son axe d'articulation par la sortie et la rentrée du vérin B.
- Après avoir effectué 20 cycles, une lampe s'allume 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 S.
- **Remarques :** *** Les vérins sont commandés par des distributeurs bistables. (A+ et A- pour le vérin A . B+ et B- Pour le vérin B) .

***Les deux vérins sont rentrés à l'état initiales.

Travail demandé :

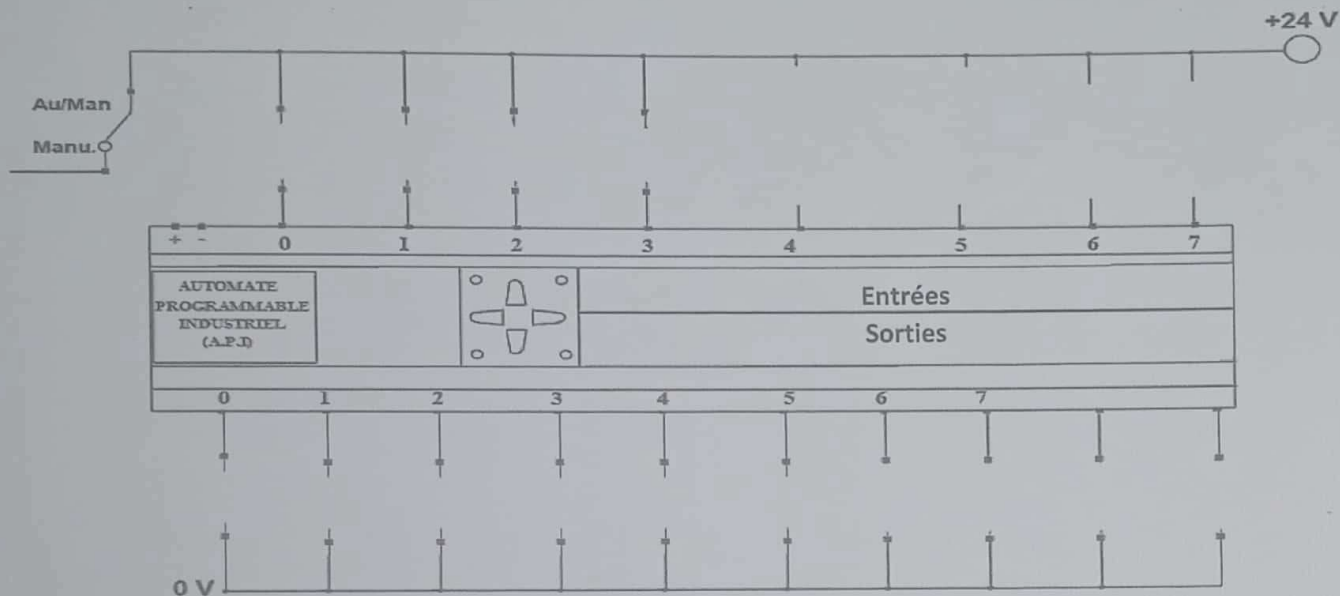
- 1) Identifier les entrées et les sorties en leurs accordant les adresses correspondantes.

/3

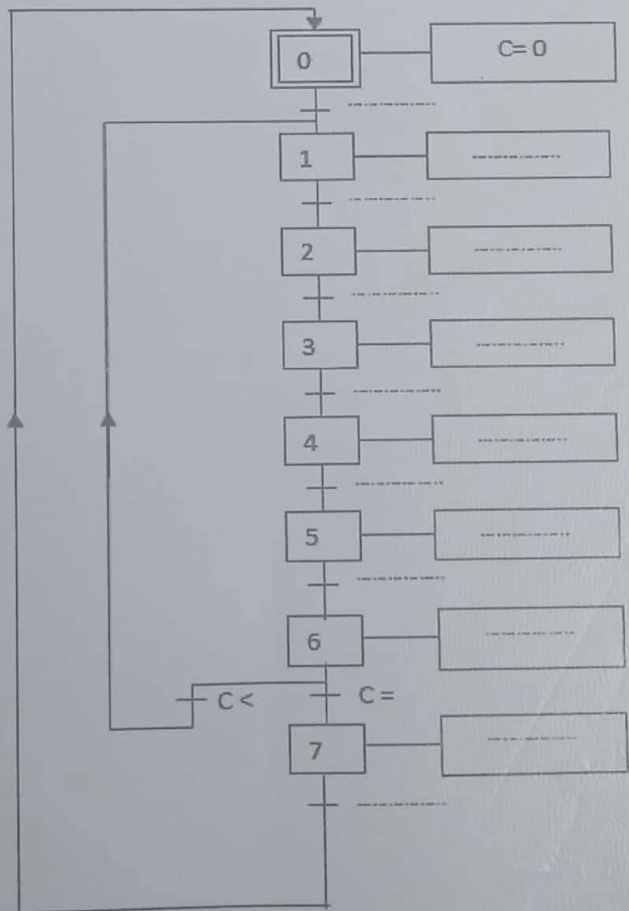
Entrées						
Adresses						
Sorties						
Adresses						

Filière	ESA	Variante	1	Page	Page 11 sur 13
Examen	Fin de Formation	Session	Juin 2024		

2) Compléter le schéma du câblage de l'API en respectant l'adressage que vous avez proposé dans le tableau (Question N°1). /3



3) Compléter le grafcet ci-dessous. /7



Filière	ESA	Variante	1	Page	Page 12 sur 13
Examen	Fin de Formation	Session	Juin 2024		

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

/7

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_0	$X_7 T +INIT$	X_1
X_1		
X_2		
X_3		
X_4		
X_5		
X_6		
X_7		