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 2026
Examen de Fin de Formation (Epreuve de Synthèse)

Secteur :	**Génie Electrique**	**Niveau :**	**Technicien Spécialisé**
Filière :	**Génie Electrique option Electromécanique des Systèmes Automatisés**		

Variante	**2**	**Durée :**	**4H00**	**Barème**	**/100**

Consignes et Conseils aux candidats :

- **Le sujet comporte 2 parties :**
  - **PARTIE : THEORIQUE (40 pts)**
  - **PARTIE : PRATIQUE (60 pts)**
- **Les sujets des 2 parties sont indépendants et peuvent être traités dans un ordre quelconque.**
- **Toutes les réponses doivent être rédigées sur les documents réponses [Document à rendre].**
- **Toutes les pages portant en haut la mention [Document à rendre] doivent être obligatoirement codées et jointes à la copie du candidat même si elles ne comportent aucune réponse.**
- **Aucun document n'est autorisé.**
- **Toutes les réponses devront être justifiées avec le détail des calculs qui doit être indiqué sur la copie ;**
- **Si l'espace réservé à la réponse à une question vous est insuffisant, utilisez votre feuille de rédaction en y indiquant le numéro de la question concernée.**

Détail du Barème :

N° Des Dossiers	Travaux à réaliser	Barème
	Partie Théorique	
SUJET 1	Installation et réparation de moteurs à CA	**/15 points**
SUJET 2	Convertisseurs statiques	**/13 points**
SUJET 3	Transformateur triphasé	**/12 points**
		/40 points
	Partie Pratique	
Dossier 1	Automates programmables	**/25 points**
Dossier 2	Électrotechnique	**/22 points**
Dossier 3	Gestion de la maintenance	**/13 points**
		/60 points
	Total Général	**/100 points**

Scanné avec CamScanner

Partie Théorique / 40 pts

SUJET 1 : Installation et réparation de moteurs à CA / 15 pts

Un moteur asynchrone triphasé est alimenté par un réseau électrique triphasé 400 V– 50 Hz.
Pour le fonctionnement nominal, les caractéristiques du moteur, sont données ci-dessous :

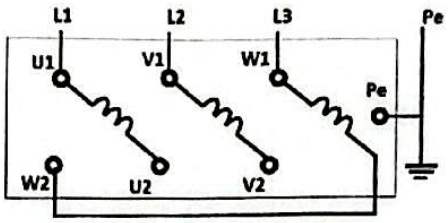
230 V / 400 V 60 A / 35 A	50 Hz	1427 tr/min	17 kW	cos φ = 0,88

❖ **Remarque : les résultats des calculs seront arrondis à 2 chiffres après la virgule**

1. Déterminer le couplage des enroulements du stator ; Justifier votre réponse. /2

.....
.....
.....
.....

2. Représenter la position des barrettes sur la plaque à bornes. /2



3. Déterminer le nombre de pôles du moteur. /2

.....
.....
.....

4. En déduire le glissement g en %. /1

.....
.....
.....

5. Calculer la puissance absorbée **Pa** par le moteur dans les conditions nominales de fonctionnement. /2

.....
.....
.....

6. Calculer le moment du couple utile **Cu**. /2

.....
.....
.....

La caractéristique mécanique **Cu (n)** du moteur est assimilable, dans sa partie utile, à une portion de droite

7. Montrer que son équation s'exprime sous la formule suivante : $Cu\ (n) = -1{,}55.\ n + 2325$ /2

.....
.....
.....
.....
.....
.....

Scanné avec CamScanner

Le moteur entraîne une machine présentant un couple résistant indépendant de la vitesse et de moment $C_R = 60$ Nm.

8. Quelle est la vitesse de rotation du moteur ? /1

.....

.....

.....

.....

.....

.....

9. Calculer la puissance utile que doit fournir le moteur. /1

.....

.....

.....

.....

.....

.....

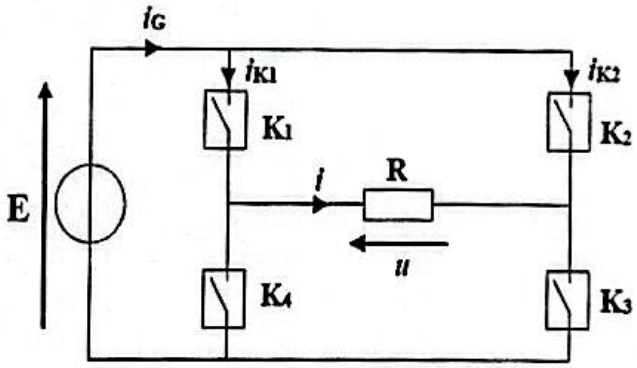
.....

.....

.....

SUJET 2 : Convertisseurs statiques / 13 pts

Un onduleur est constitué de quatre interrupteurs électroniques commandés (K1, K2, K3 et K4) supposés parfaits. E = 160 V est une source de tension continue. La charge est une résistance de valeur R = 20 Ω.



Le tableau ci-dessous indique les états de conduction des interrupteurs électroniques commandés.

	Etat 1	Etat 2	Etat 3	Etat 4
	$0 < t < \frac{T}{8}$	$\frac{T}{8} < t < \frac{T}{2}$	$\frac{T}{2} < t < \frac{5T}{8}$	$\frac{5T}{8} < t < T$
K1	Fermé	Fermé	Ouvert	Ouvert
K2	Ouvert	Fermé	Fermé	Ouvert
K3	Fermé	Ouvert	Ouvert	Fermé
K4	Ouvert	Ouvert	Fermé	Fermé

1. Quel type de conversion réalise un onduleur ? /1

.....

.....

2. Quels composants électroniques peut-on utiliser pour réaliser les interrupteurs ? /2

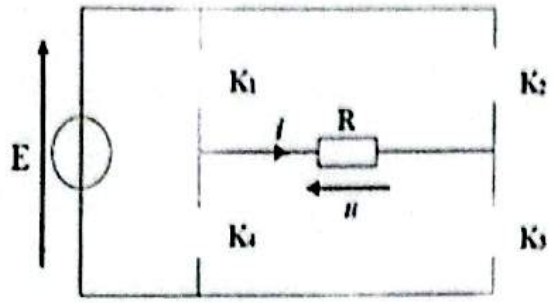
.....

.....

Scanné avec CamScanner

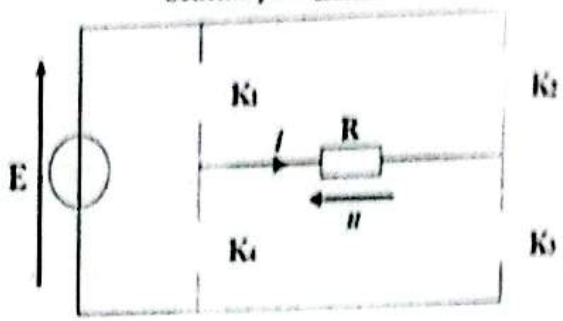
3. Compléter les schémas équivalents du montage pour les **états 1 et 3** et exprimer les tensions **u(t)** en fonction de la tension E. /3

Schéma pour **Etat 1**



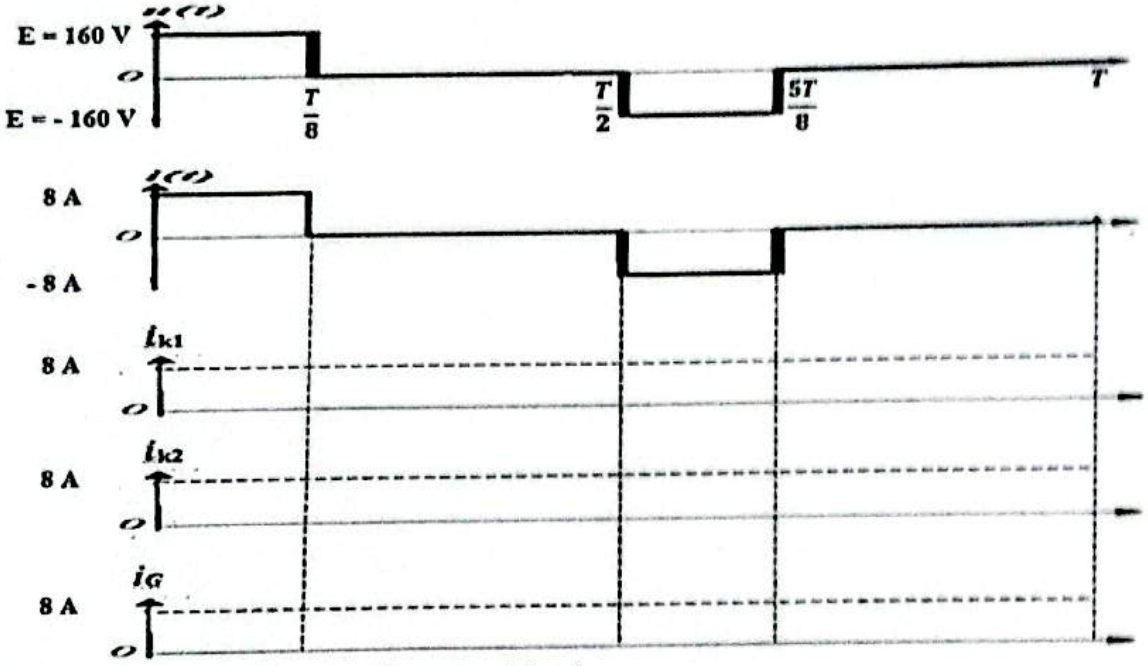
u = ...

Schéma pour **Etat 3**



u = ...

4. La figure ci-dessous représente en fonction du temps la tension *u(t)* aux bornes de la charge et le courant *i(t)* circulant dans celle-ci. Tracer les chronogrammes des courants i_{k1}, i_{k2} et i_G. /3



5. Quel type de commande est utilisé dans cet onduleur ? /1

☐ **Commande symétrique** ☐ **Commande décalée** ☐ **Commande MLI**

6. Calculer la valeur efficace u_{eff} de la tension **u(t)**. /2

.....

.....

.....

.....

.....

.....

7. Calculer la valeur efficace I_{eff} du courant **i(t)**. /1

.....

.....

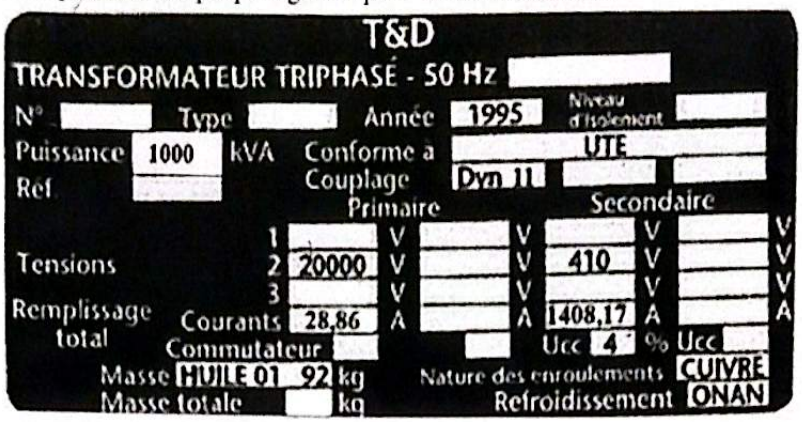
.....

.....

Scanné avec CamScanner

SUJET 3 : Transformateur triphasé / 12 pts

La figure ci-dessous représente une plaque signalétique d'un transformateur.



1. A partir de la plaque signalétique du transformateur, compléter le tableau ci-dessous. /2

Type de phase	.....	Puissance apparente S	.....
Tension primaire U_{1n}	.....	Tension secondaire à vide U_{20}	.....
Courant primaire I_{1n}	.....	Courant secondaire I_{2n}	.....
Refroidissement	.....	Type d'isolation	.....

2. Calculer le rapport de transformation M entre les tensions composées. /2

.....

.....

.....

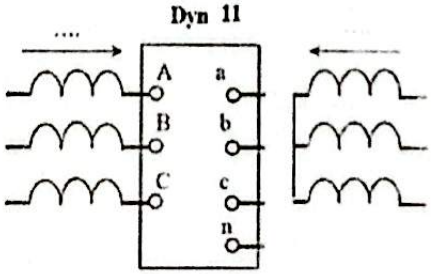
3. Calculer la puissance apparente S du transformateur. /1

.....

.....

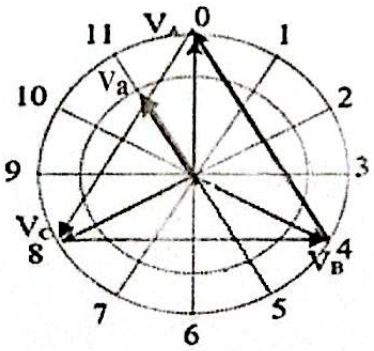
.....

4. Compléter les connexions des enroulements et indiquer les tensions sur le schéma proposé. /3



5. Donner l'indice horaire et compléter le diagramme des tensions secondaires du transformateur. /2

L'indice horaire : .....



6. Déterminer le déphasage θ qui existe entre la tension simple primaire V_A et son homologue au secondaire Va. /2

.....

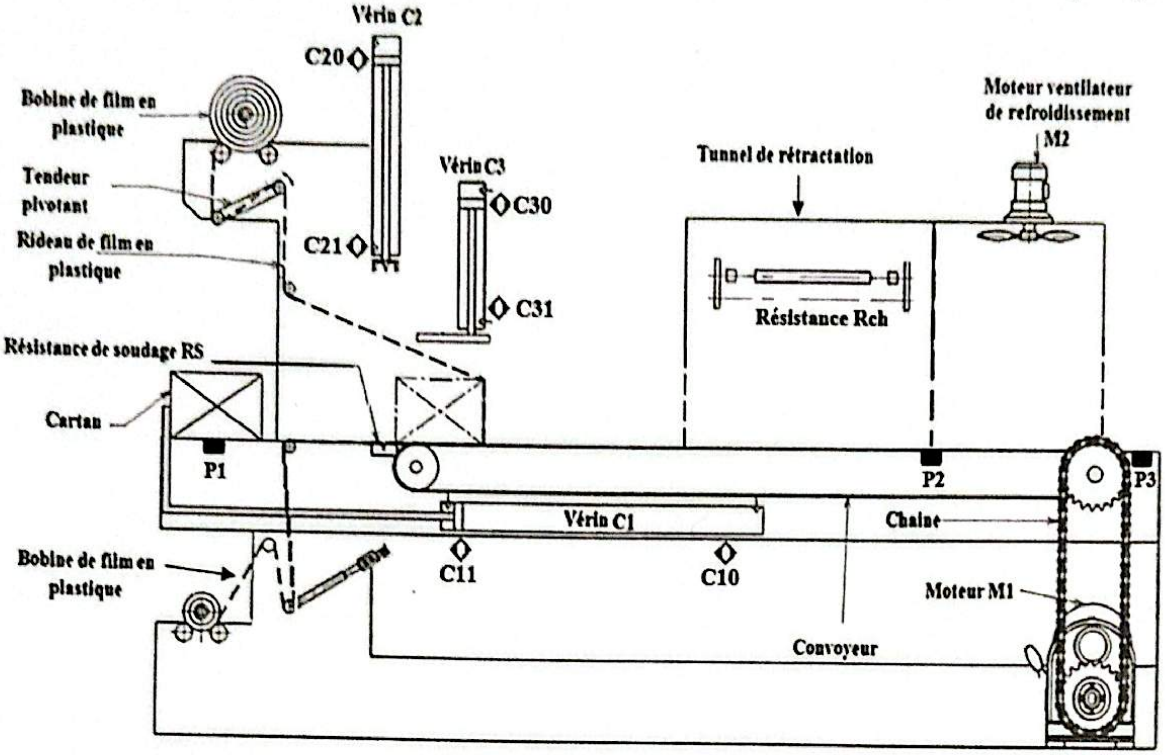
Scanné avec CamScanner

Document à rendre

Partie Pratique / 60 pts

Les Dossiers 1, 2 et 3 sont indépendants et peuvent être traités dans un ordre quelconque après lecture de la présentation et du fonctionnement du système.

- **Présentation :** La fardeleuse est une machine utilisée pour emballer des cartons avec un film plastique.



Fonctionnement :

Dès la mise sous tension de la fardeleuse par le bouton poussoir **Dcy**

- Le tunnel de rétractation est chauffé grâce à une résistance de chauffe **Rch** commandée par un relais **KA1** statique.
- La détection d'un carton par le capteur **P1** permet la rentrée de la tige du vérin **C1** en transférant le carton vers le convoyeur jusqu'à l'action du capteur **C10,** après elle sort jusqu'à l'activation du capteur **C11.**
- La tige du vérin de maintien **C3** sort pour fixer l'ensemble carton-film.
- La tige du vérin de pressage **C2** sort pour assurer le contact des deux couches du film plastique.
- Un relais **KA2** est excité pendant **6 secondes** pour alimenter la résistance de soudage **RS**, afin de souder et couper le film.
- Les tiges des vérins **C2** et **C3** rentrent en même temps.
- Le moteur **M1** du convoyeur tourne pour transférer le carton vers le tunnel de rétractation jusqu'à l'activation du capteur **P2.**
- Après la détection du capteur **P2** le moteur **M2** du ventilateur de refroidissement démarre et le moteur **M1** reste en marche.
- La détection du capteur **P3** provoque **l'arrêt des moteurs M1 , M2 et la désactivation du relais KA1.**

Scanné avec CamScanner

Document à rendre

- **Remarque :**

Actionneurs	Pré actionneurs			Capteurs
Vérin pneumatique à double effet C1	C1+	Sortie	Les vérins sont commandés par des distributeurs bistables	C_{11}
	C1-	Rentrée		C_{10}
Vérin pneumatique à double effet C2	C2+	Sortie		C_{21}
	C2-	Rentrée		C_{20}
Vérin pneumatique à double effet C3	C3+	Sortie		C_{31}
	C3-	Rentrée		C_{30}
Moteur asynchrone triphasé M1	Contacteur KM1			
Moteur asynchrone triphasé M2	Contacteur KM2			
Résistance de chauffe Rch	Un relais KA1			
Résistance de soudage Rs	Un relais KA2			

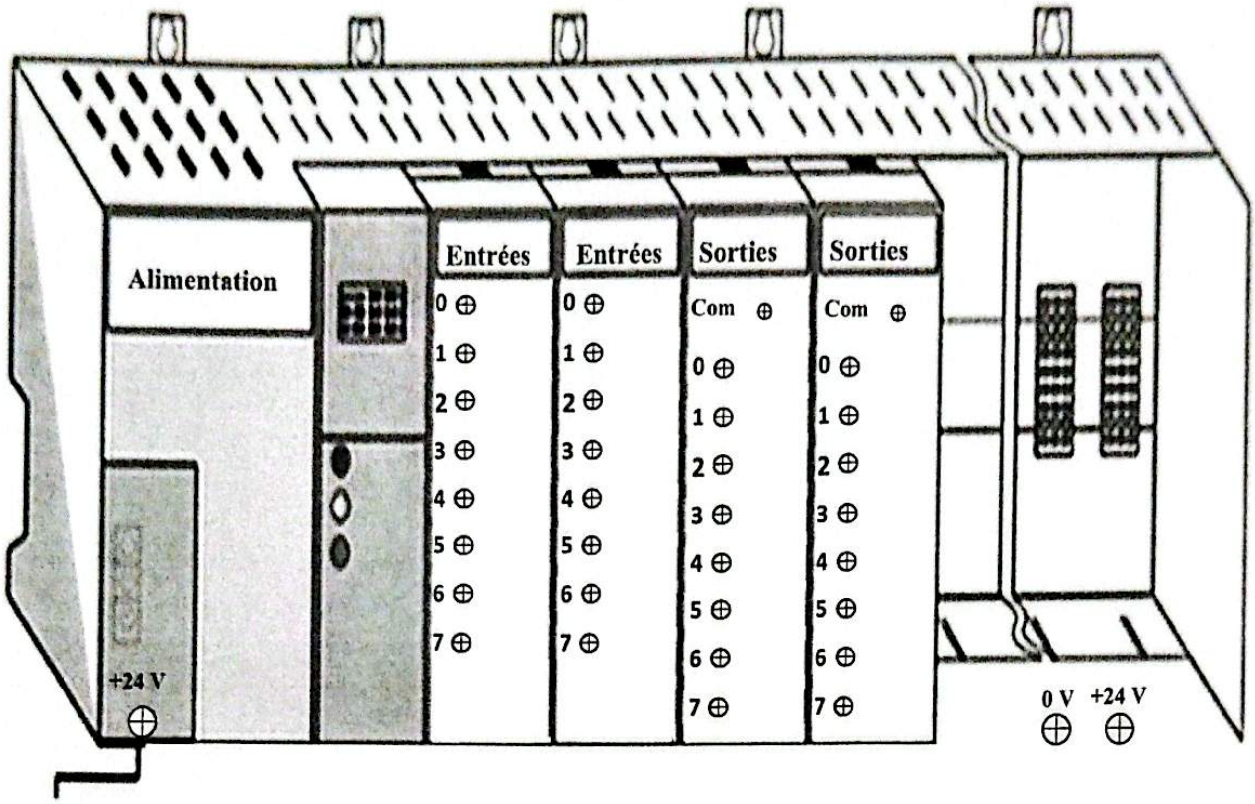
Dossier 1 : Automates programmables / 25 pts

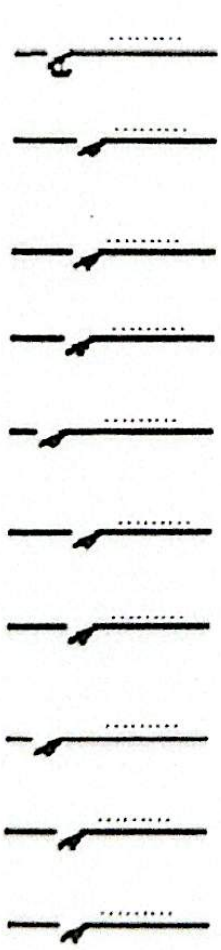
1. Identifier les entrées et les sorties en leurs accordant les adresses correspondantes **(Adressage selon l'API étudié).** /5

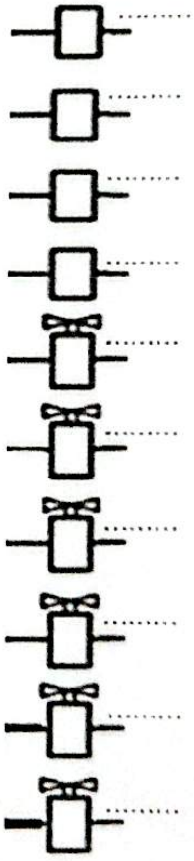
Entrées	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
Adresses	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
Sorties	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
Adresses	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....

2. Compléter le schéma du câblage de l'API **(en respectant l'adressage que vous avez proposé dans le tableau Question N°1).** /5

Scanné avec CamScanner

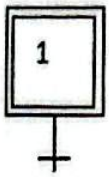






Scanné avec CamScanner

3. Etablir le grafcet de commande de cette machine (Niveau 2). /10



Scanné avec CamScanner

4. Donner les équations d'activation et de désactivation des étapes suivantes. /5

Etape	Condition d'activation de l'étape	Condition de désactivation de l'étape
X1	.....	.....
X2	.....	.....
X3	.....	.....
X4	.....	.....
X5	.....	.....

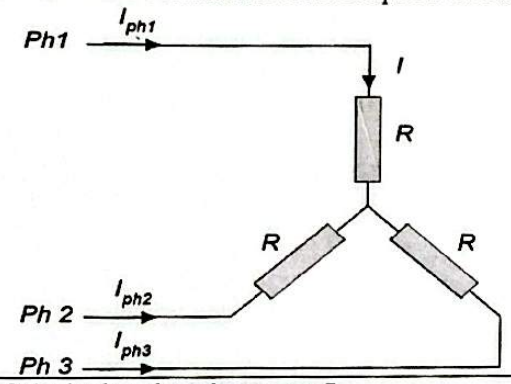
Dossier 2 : Électrotechnique / 22 pts

Dans le but de comprendre le comportement énergétique du tunnel de chauffe, on propose d'étudier son fonctionnement dans les deux modes : étoile et triangle.

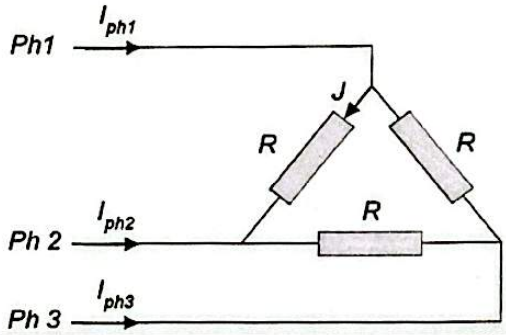
Les trois résistances identiques ($R = 300\Omega$) du tunnel de chauffe peuvent être montées en étoile ou en triangle.

On dispose d'une source triphasée **400V - 50 Hz.**

1er cas : Les résistances sont couplées en étoile



2ème cas : Les résistances sont couplées en triangle



1. Calculer la valeur du courant **I**. /1

.....

.....

.....

2. Déterminer le courant **Iph3** dans la phase 3. /1

.....

.....

.....

3. Calculer la puissance $P_{étoile}$ consommée par l'ensemble des résistances chauffantes. /1

.....

.....

.....

.....

4. Calculer la valeur du courant **J**. /1

.....

.....

.....

5. Déterminer le courant **Iph3** dans la phase 3. /1

.....

.....

.....

6. Calculer la puissance $P_{triangle}$ consommée par l'ensemble des résistances chauffantes. /1

.....

.....

.....

.....

7. Déterminer le rapport $\frac{P_{triangle}}{P_{étoile}}$. Conclure. /1

.....

.....

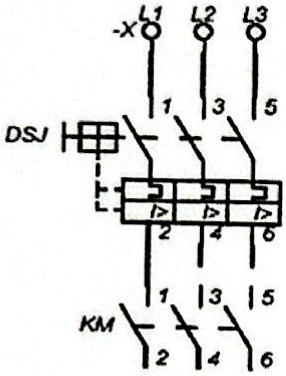
.....

Scanné avec CamScanner

Le passage du couplage en étoile au couplage en triangle est assuré par le cahier de charge ci-dessous.

- La mise sous tension du tunnel de chauffe est commandée par un bouton poussoir marche S1 ; tandis que le couplage en étoile ou le couplage en triangle est sélectionnée par un commutateur à deux positions (S2).
- A n'importe quel moment on peut arrêter la chauffe du tunnel par une action sur le bouton poussoir arrêt S0.
- Les résistances sont protégées contre les courts-circuits.

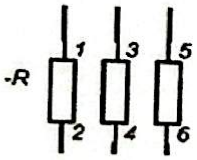
8. Compléter le schéma du circuit de puissance. /5

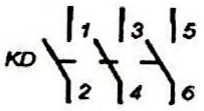


KM : contacteur de ligne pour les résistances

KD : contacteur couplage Triangle

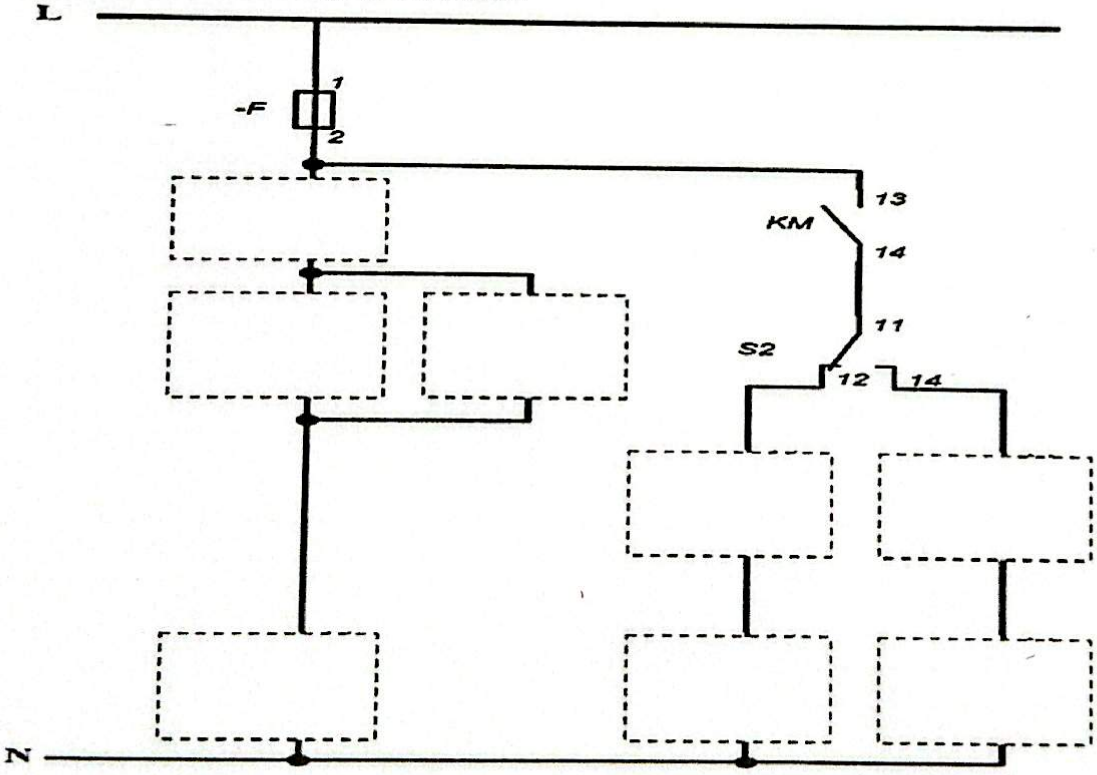
KY : contacteur couplage Etoile







9. Compléter le schéma du circuit de commande. /6



Scanné avec CamScanner

Document à rendre

10. Donner la liste de matériel pour réaliser les circuits de puissance et de commande. /4

Liste de matériel	Quantité
.....	
.....	
.....	
.....	
.....	
.....	
.....	
.....	

Dossier 3 : Gestion de la maintenance / 13 pts

Le service de maintenance a mis en place un plan de surveillance afin de pouvoir adapter une politique de maintenance efficace.

Pour cela, il fait appel à l'historique des pannes durant une année dans le tableau suivant :

Repère	Types de matériels	Nombre de pannes	Temps de réparation (min)
a	Compresseur pneumatique	2	100
b	Vérin pneumatique	10	85
c	Tapis roulant + tambour	6	175
d	Moteur électrique	2	145
e	Vanne manuelle	7	60
f	Filtre d'huile	6	52
g	Distributeur pneumatique	6	36
h	Accouplement	2	200
i	Fin de course	20	12
j	Pignon roue dentée et Chaînes à rouleaux	5	250

1. Citer une méthode d'analyse pour classer ces types de matériels par ordre d'importance. /2

.....

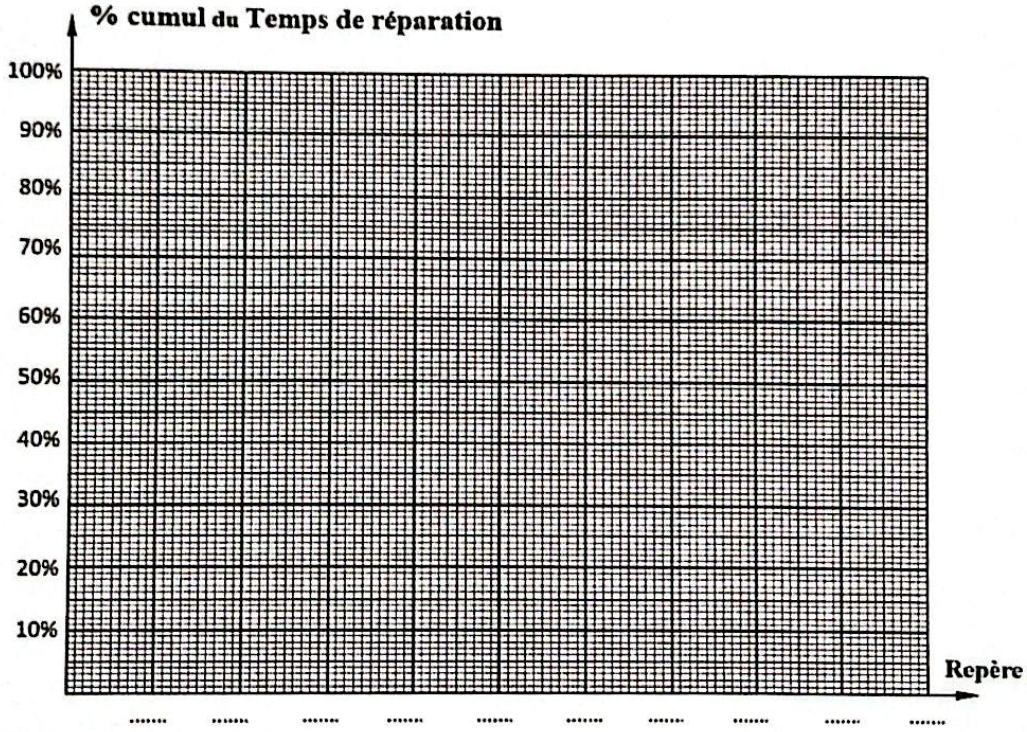
.....

Scanné avec CamScanner

2. Compléter le tableau en effectuant le classement des types de matériels par ordre décroissant du critère **Temps de réparation**. /5

Repère	Temps de réparation dans l'ordre décroissant (min)	Cumul du Temps de réparation	% cumul du Temps de réparation)
.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....

3. Tracer le graphe du % cumul du Temps de réparation en fonction de repère et déterminer les types de matériels à étudier en priorité. /5



- **Types de matériel à étudier en priorité :** /1

.....

.....

.....

.....

Scanné avec CamScanner