

الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا
المسالك المهنية
الدورة العادية 2022
- الموضوع -

PPPPPPPPPPPPPPPPPP-PP

NS 211A

المملكة المغربية
وزارة التربية الوطنية
والتعليم الأولي والرياضة
المركز الوطني للتقويم والامتحانات



المملكة المغربية
وزارة التربية الوطنية
والتعليم الأولي والرياضة
المركز الوطني للتقويم والامتحانات

4	مدة الإنجاز	اختبار توليقي في المواد المهنية - الجزء الأول	المادة
10	المعامل	شعبة الهندسة الكهربائية : مسلك الإلكترونيات وأجهزة التواصل	الشعبة أو المسلك

SYSTEME DE REMPLISSAGE DE RECIPIENTS

☞ Le sujet comporte au total 17 pages.

☞ Le sujet comporte 2 types de documents :

▪ Pages 02 à 07 : Socle du sujet comportant les parties à évaluer (Couleur Jaune).

▪ Pages 08 à 16 : Documents réponses portant la mention **DREP XX** (Couleur Blanche).

☞ Pages 17 : Barème de notation (Couleur Blanche).

Le sujet comporte 3 parties :

- A- Automate programmable industriel et acquisition (sur 25 points)
B- Force motrice et modulation. (sur 38 points)
C- Energie pneumatique (sur 7 points)

Les 3 parties sont indépendantes et peuvent être traitées dans un ordre quelconque après lecture des paragraphes I et II (pages 2 et 3).

☞ Toutes les réponses doivent être rédigées sur les documents réponses : **DREP XX**.

☞ Les pages portant en haut la mention **DREP XX** (Couleur Blanche) doivent être obligatoirement jointes à la copie du candidat même si elles ne comportent aucune réponse.

☞ Le sujet est noté sur 70 points.

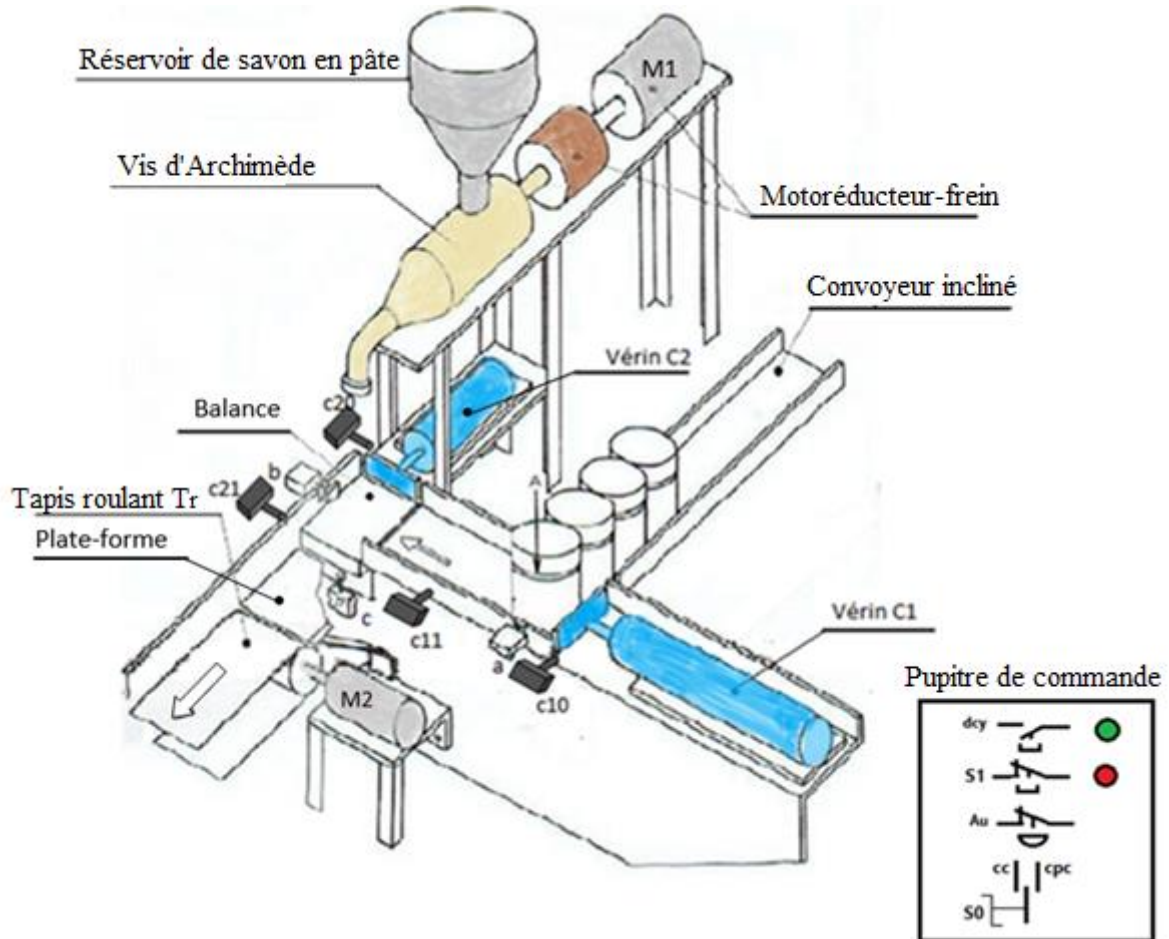
☞ Aucun document n'est autorisé.

☞ Sont autorisées les calculatrices non programmables.

Système de remplissage de récipients

I- Présentation et description du système

Le système objet d'étude est destiné à remplir des récipients en pâte de savon.



Il est constitué principalement de :

- Un convoyeur incliné ;
- Deux vérins double effet **C1** et **C2** ;
- Un dispositif de remplissage à vis d'Archimède commandé par un moteur **M₁** muni d'un réducteur et d'un frein ;
- Un tapis roulant **Tr**, entraîné par un moteur asynchrone triphasé **M₂**, permettant de dégager les récipients pleins ;
- Un capteur **a** pour la détection de présence du récipient ;
- Un capteur **b** pour la mise en position correcte du récipient sur la balance ;
- Un capteur **c** pour la détection de poids ;

- Deux capteurs **c10** et **c11** actionnés par le vérin **C1** ;
- Deux capteurs **c20** et **c21** actionnés par le vérin **C2**.

II- Fonctionnement :

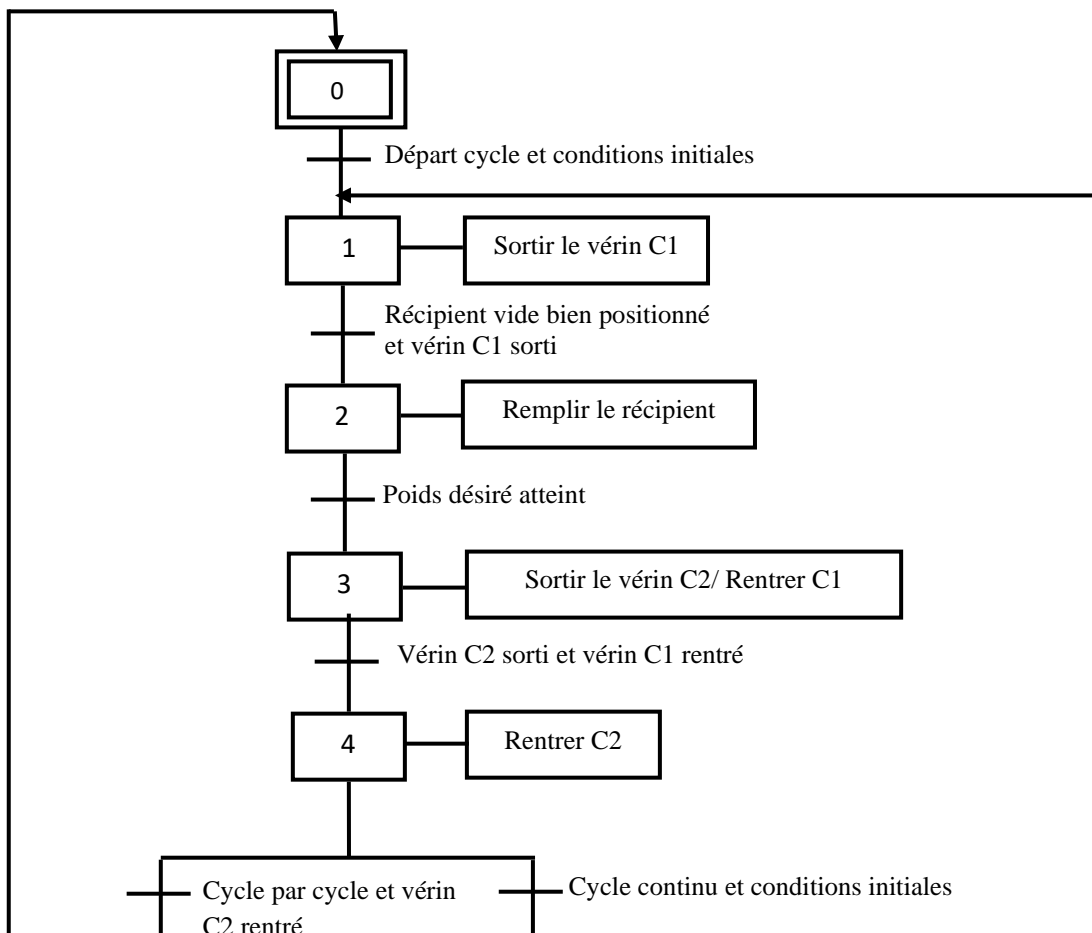
L'appui sur le bouton poussoir **dcy** déclenche le cycle suivant :

Le vérin **C1** pousse le récipient vide, amené par le convoyeur incliné et détecté par le capteur **a**, vers la balance pour qu'il soit rempli en pâte de savon.

Le bon positionnement du récipient vide sur la balance est détecté par le capteur **b**, alors le processus de remplissage est mis en action jusqu'à l'obtention du poids désiré détecté par le capteur **c**. Ensuite, le vérin **C2** transfère (à travers la plate-forme) le récipient plein de savon en pâte vers le tapis roulant **Tr** pour rejoindre l'unité d'emballage.

Nota : Le tapis roulant **Tr** se met en marche dès la mise sous tension de l'installation.

Grafctet de point de vue système :



Partie A : Automate programmable et acquisition (25 points).

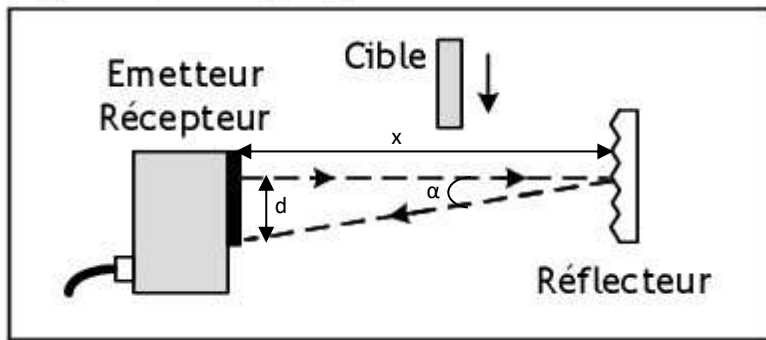
1. Compléter le **Grafset niveau 2** correspondant au fonctionnement du système. (3.00 pts)
2. Donner les équations d'activation et de désactivation des étapes représentées dans le tableau du **DREP 01** en utilisant les adresses convenables. (3.00 pts)

On vous donne le tableau des adresses suivant :

Entrée	Adresse	Sortie	Adresse	Etape	Adresse
c10	%I 0.0	C1 ⁺	%Q0.0	X0	%M0.0
c11	%I 0.1	C1 ⁻	%Q0.1	X1	%M0.1
c20	%I 0.2	C2 ⁺	%Q0.2	X2	%M0.2
c21	%I 0.3	C2 ⁻	%Q0.3	X3	%M0.3
a	%I 0.4	KM ₁	%Q0.4	X4	%M0.4
b	%I 0.5				
c	%I 0.6				
dcy	%I 0.7				
cc	%I 0.8				
cpc	%I 0.9				

3. Traduire les équations d'activation et de désactivation des étapes **X1** et **X3** en langage **Ladder**. (2.00 pts)
4. Donner les équations des sorties : **KM₁**, **C1⁺**, **C1⁻**, **C2⁺** et **C2⁻** en utilisant les adresses convenables. (5.00 pts)
5. Traduire les équations de ces cinq sorties en langage **Ladder**. (5.00 pts)
6. Compléter le schéma de câblage de l'**API** correspondant à l'installation. (3.50 pts)
7. On désire remplacer le capteur **a** (détecteur de présence du récipient) par un capteur optique type : « **REFLEX avec réflecteur** ».
 - a- Donner le symbole d'un détecteur photoélectrique ; (0.50 pt)
 - b- Préciser les composants électroniques utilisés pour l'émission et la réception de la lumière. (0.50 pt)
 - c- L'émetteur et le récepteur sont-ils placés dans le même boîtier ou dans des boîtiers différents ? ; (0.50 pt)

On donne ci-dessous le schéma de principe du montage type « réflex »



- d- Calculer la distance x pour $d = 40$ cm et $\alpha = \pi/40$. Conclure sur la portée x qui ne doit pas dépasser 10 m pour ce genre de capteur. (1.00 pt)

- e- Qu'appelle-t-on le type de capteur où on utilise la cible comme objet réflecteur ? compléter son schéma de principe. (1.00 pt)

Partie B : Force motrice et modulation d'énergie (38 points).

I - Étude du moteur M1 (13 points).

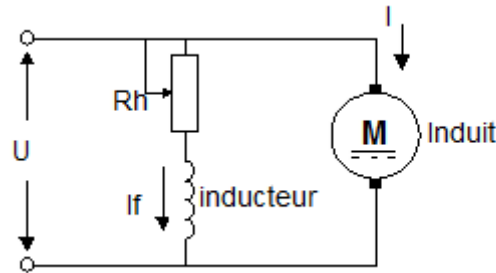
La vis d'Archimède du dispositif de remplissage des récipients en pâte de savon est entraînée par le moteur **M1** à courant continu à excitation shunt de caractéristiques :

- Tension d'alimentation $U = 220 \text{ V}$
- Résistance de l'induit $R = 0,2 \Omega$
- Vitesse nominale $N = 1500 \text{ tr/min}$.
- Les pertes constantes sont supposées négligeables.

On suppose que la force contre électromotrice du moteur **E** augmente proportionnellement à la vitesse de rotation **N**. Pour la vitesse $N = 1400 \text{ tr/min}$, **E** vaut 190 V .

1. Exprimer la relation entre **E** et **N**. (1.00 pt)
2. Préciser la valeur de **E** pour $N=1500 \text{ tr/min}$. (1.00 pt)

Le moteur à excitation shunt est modélisé par le schéma suivant :



3. Déterminer l'expression de **I** en fonction de **E**, **R** et **U**. (1.00 pt)
 4. Calculer le courant **I** pour $E=200 \text{ V}$. (1.00 pt)
 5. Calculer le courant d'excitation **If** pour $R_h = 50 \Omega$ et $r = 500 \Omega$; r étant la résistance de l'inducteur. (1.00 pt)
 6. Déterminer l'expression du couple électromagnétique **Cem** en fonction de **I**. (2.00 pts)
 7. Montrer que : $C_{em} = 1419 - 0,87.N$ (2.00 pts)
- En vous aidant des résultats vus précédemment
8. Calculer la vitesse de rotation **N** du moteur à vide. (1.00 pt)
 9. La charge du moteur est supposée fixe, le couple résistant $C_r = 80 \text{ Nm}$. Calculer alors la vitesse de rotation du moteur en charge. (1.00 pt)
 10. En déduire le courant d'induit **I** et la puissance utile **Pu** du moteur. (2.00 pts)

II - Étude du moteur M2 (14 points).

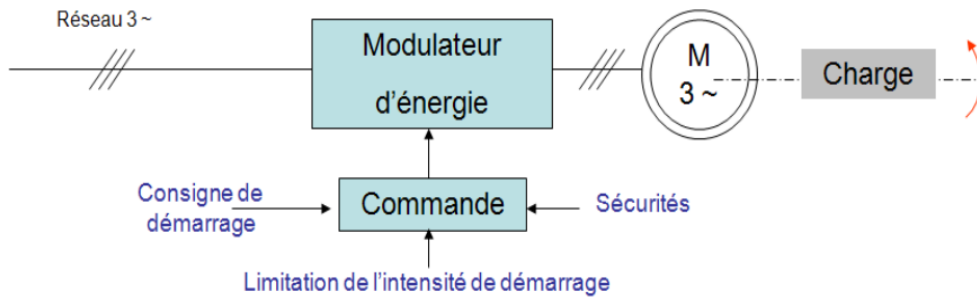
Le tapis roulant Tr est entraîné par un moteur asynchrone triphasé à cage d'écureuil M2 de caractéristiques :

230/400 V - 50 Hz ; $\cos\phi = 0,8$; 1450 tr/min ; $I_N = 4,6 \text{ A} / 7,97 \text{ A}$.

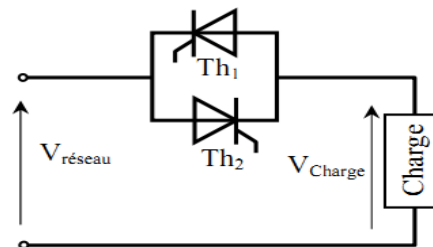
1. Sachant que le réseau est de **400 V – 50 Hz**, préciser le couplage des enroulements statoriques. Justifier votre réponse. (1.00 pt)
 2. Compléter le schéma de couplage des enroulements statoriques. (1.00 pt)
 3. Préciser la vitesse de synchronisme et le nombre de pôles. (1.00 pt)
- Calculer :**
4. le glissement g en fonctionnement nominal. (1.00 pt)
 5. La puissance absorbée P_a (1.00 pt)
 6. Les pertes joules statoriques P_{js} en fonctionnement nominal sachant que la résistance d'un enroulement statorique mesurée à chaud est $R=0,5 \Omega$. (1.00 pt)
 7. La puissance transmise sachant que les pertes fer statoriques sont de **100 W**. (1.00 pt)
 8. Les pertes joules rotoriques P_{jr} . (1.00 pt)
 9. Le moment du couple utile M_u sachant que les pertes mécaniques sont de **80 W**. (1.00 pt)
 10. Le rendement η du moteur. (1.00 pt)
 11. Compléter les schémas du **circuit de puissance** et du **circuit de commande** pour le moteur M2 (démarrage direct). (4.00 pts)

III - Modulation d'énergie (11 points).

L'équipe de maintenance de l'installation a décidé de remplacer le démarrage direct du moteur M_2 par un démarreur électronique permettant d'alimenter le stator progressivement par la tension du réseau.



La modulation d'énergie est assurée par un gradateur triphasé. Le schéma de principe du gradateur monophasé est le suivant :



La charge est supposée résistive.

On note α l'angle de retard à l'amorçage des thyristors. $0 < \alpha < \pi$.

1. Représenter la tension aux bornes de la charge pour $\alpha = \pi/4$. (1.00 pt)
 2. Calculer $\langle V_{\text{charge}} \rangle$ la valeur moyenne de la tension aux bornes de la charge. (1.00 pt)
- Sachant que :

$$V_{\text{Charge}} = V_{\text{réseau}} \cdot \sqrt{1 - \frac{\alpha}{\pi} + \frac{\sin 2\alpha}{2\pi}}$$

V_{Charge} et $V_{\text{réseau}}$ sont des valeurs efficaces.

3. Calculer V_{Charge} pour $V_{\text{réseau}} = 230 \text{ V}$ et $\alpha = \pi/2$. (1.00 pt)
4. Donner la relation entre V_{Charge} et la valeur maximale du réseau V_{rmax} pour $\alpha = \pi/2$. (1.00 pt)
5. Pour quelle valeur de α , V_{Charge} est maximale ? (1.00 pt)
6. Déterminer l'expression de la puissance P_{ch} dissipée dans la charge R_{ch} en fonction de $V_{\text{réseau}}$, R_{ch} et α . (1.00 pt)
7. Donner la valeur de P_{ch} pour $\alpha = \pi/2$, $R_{\text{ch}} = 20 \Omega$ et $V_{\text{réseau}} = 230 \text{ V}$. (1.00 pt)
8. Montrer que $P_{\text{ch}} / P_{\text{max}} = 1 - \frac{\alpha}{\pi} + \frac{\sin 2\alpha}{2\pi}$ (1.00 pt)
9. Calculer $P_{\text{ch}} / P_{\text{max}}$ pour $\alpha = 0^\circ, 60^\circ, 120^\circ$ et 180° . (2.00 pts)
10. Par quel composant peut-on remplacer les deux thyristors Th_1 et Th_2 ? (1.00 pt)

Partie C : Energie Pneumatique (7 points).

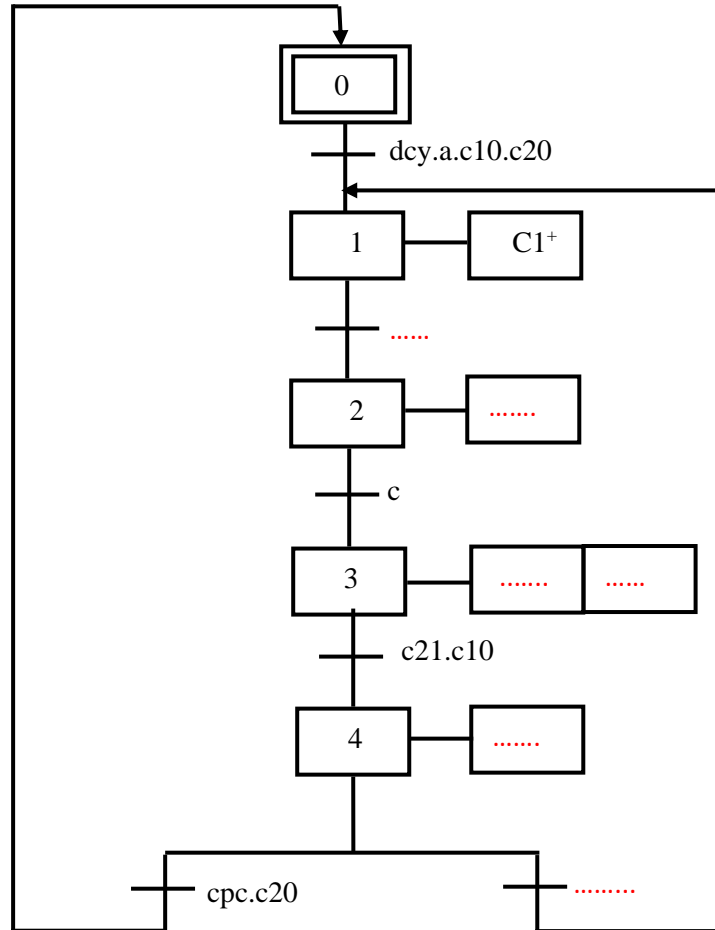
Les vérins **C1** et **C2** utilisés dans l'installation sont de type double effet.

1. Pour quelle raison, on a utilisé des vérins double effet ? (1.00 pt)
2. Donner les rôles du corps et du piston d'un vérin ; (1.00 pt)
3. Le vérin **C1** est composé d'un piston de diamètre $d_p = 50 \text{ mm}$, muni d'une tige de diamètre $d_T = 20 \text{ mm}$. La pression utilisée dans cette installation est de **4 bar**. Calculer la force de poussée F_S et la force d'attraction F_R de ce vérin. (2.00 pts)
4. Compléter le schéma du circuit de puissance pneumatique du vérin **C1** en respectant les consignes suivantes : (3.00 pts)
 - Utilisation d'un distributeur 5/2 bistable à commande électropneumatique ;
 - Réglage des vitesses pour l'entrée et pour la sortie de la tige.
 - Alimentation en air comprimé.

DREP 01

Partie A :

1-

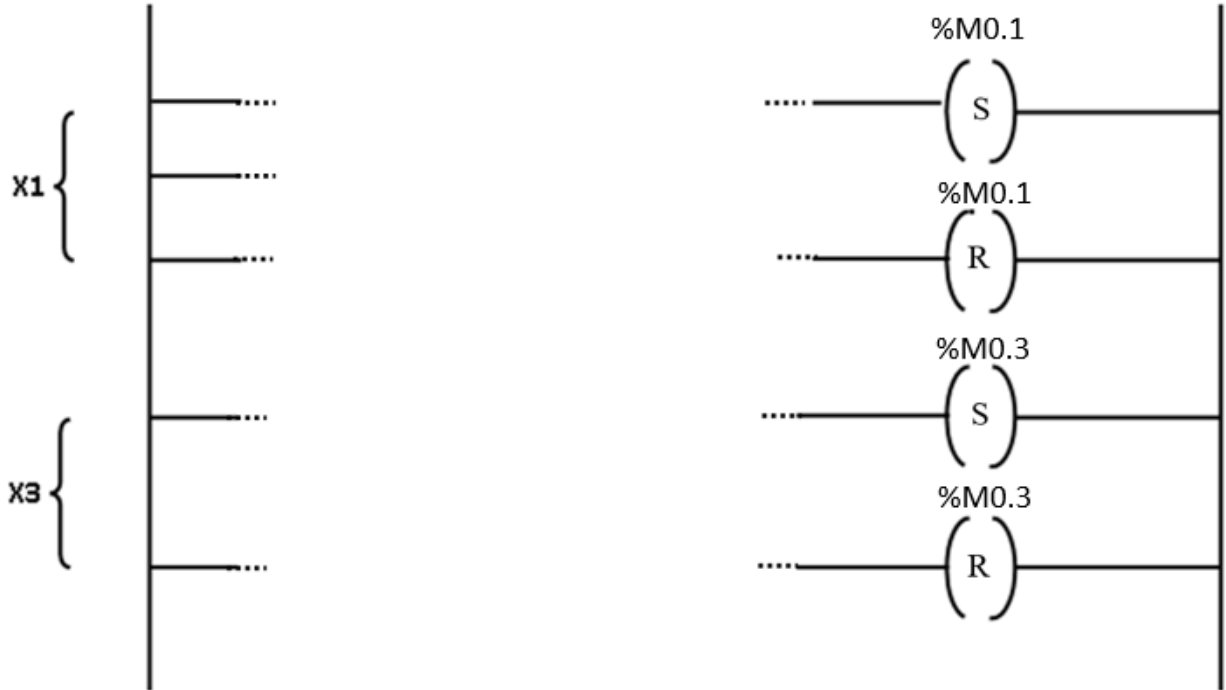


2-

<i>Etape</i>	Conditions d'activation	Conditions de désactivation
X₀
X₂
X₄

DREP 02

3-

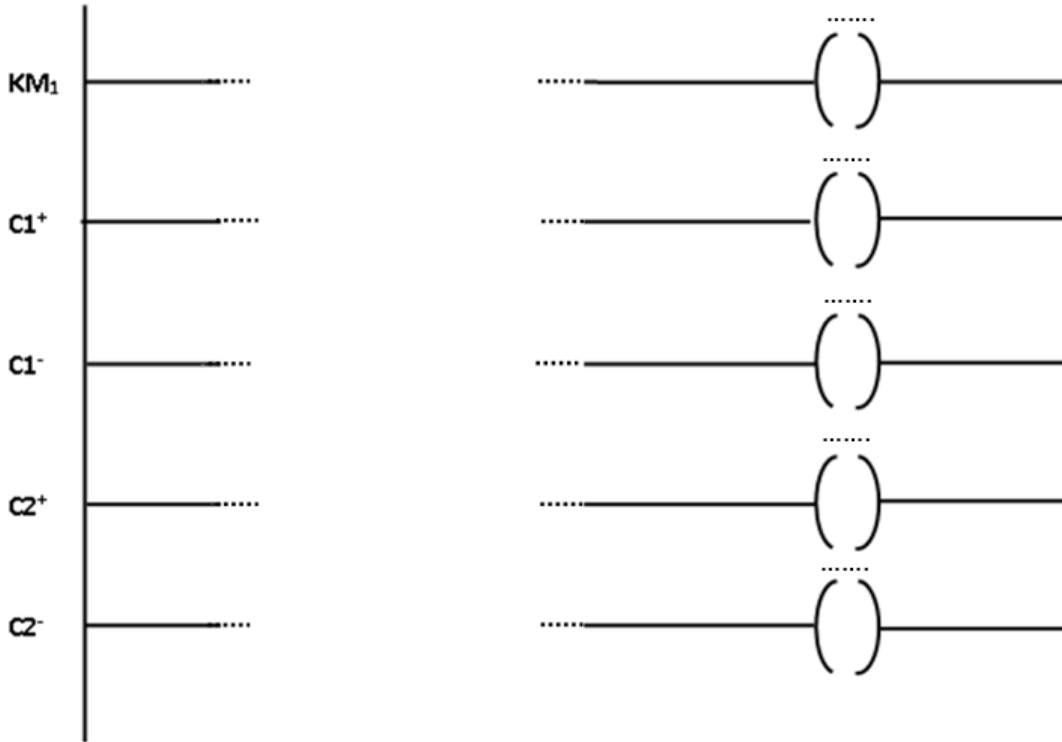


4-

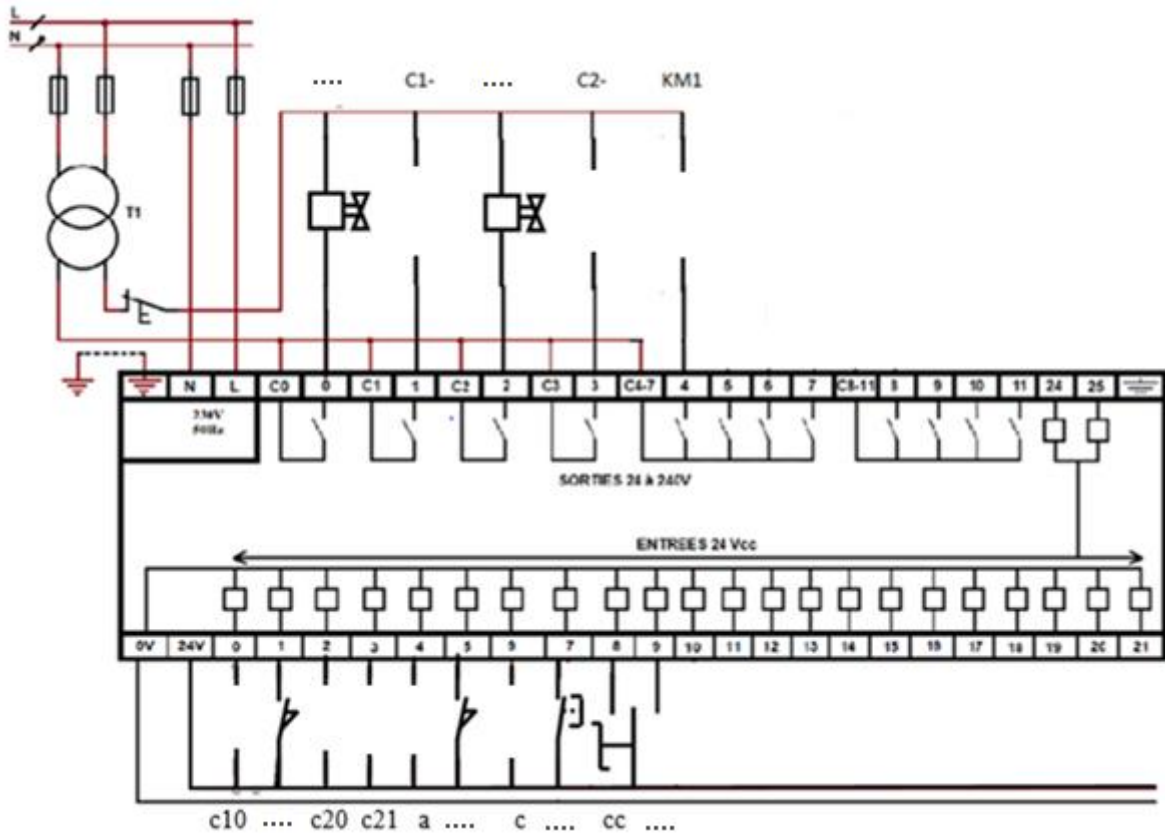
Sortie	Equation
KM ₁
C1 ⁺
C1 ⁻
C2 ⁺
C2 ⁻

DREP 03

5-



6-



DREP 04

7-

a.

.....

.....

.....

.....

b.

.....

c.

.....

d.

.....

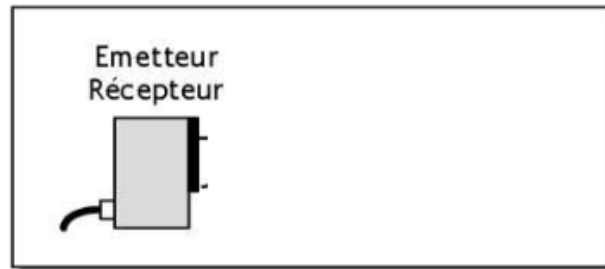
.....

.....

.....

e.

.....



Partie B :

I - Étude du moteur M1 :

1-

.....

.....

2-

.....

DREP 05

3-

4-

5-

6-

7-

8-

9-

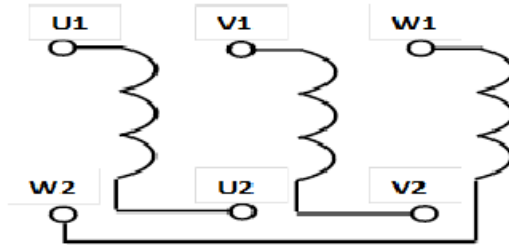
10-

DREP 06

II - Étude du moteur M2 :

1-

2-



3-

4-

5-

6-

7-

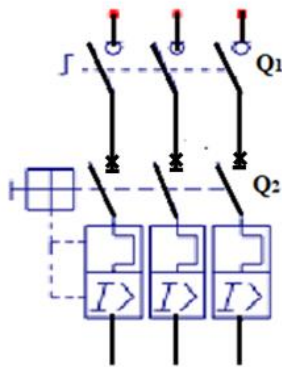
DREP 07

8-

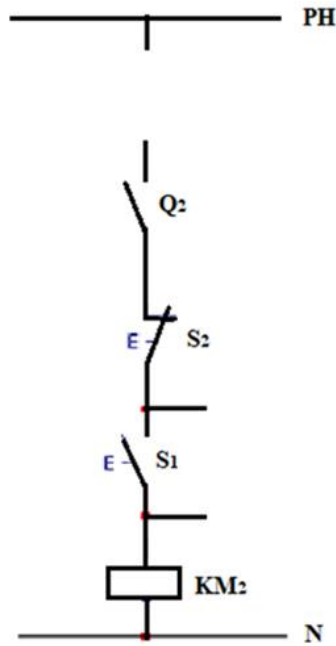
9-

10-

11-



Circuit de puissance

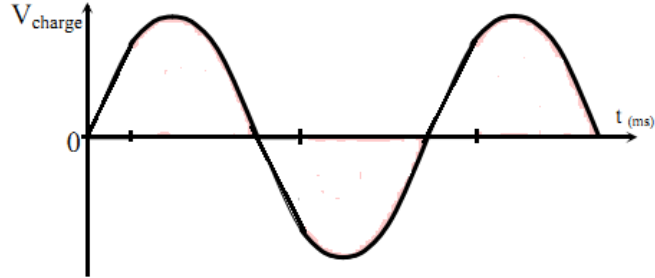


Circuit de commande

DREP 08

III - Modulation d'énergie :

1-



2-

3-

4-

5-

6-

7-

8-

DREP 09

9-

α°	0	60	120	180
Pch / Pmax

10-

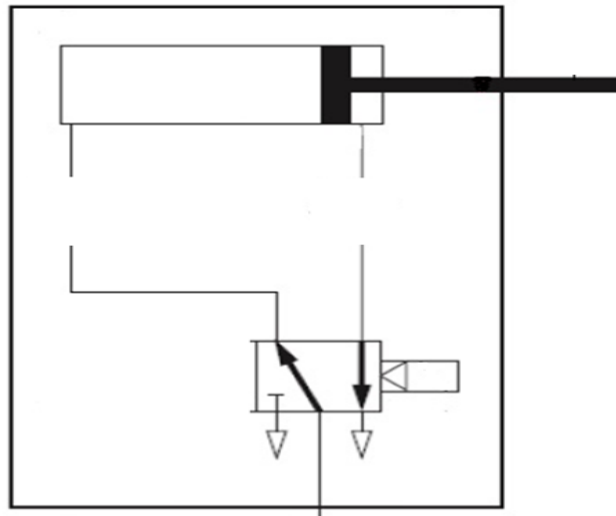
Partie C :

1-

2-

3-

4-



Barème de notation

Partie A : Automate programmable et acquisition (25 points).

1. : / 3.00 pts
2. : / 3.00 pts
3. : / 2.00 pts
4. : / 5.00 pts
5. : / 5.00 pts
6. : / 3.50 pts
7. :
- a- : / 0.50 pt
- b- : / 0.50 pt
- c- : / 0.50 pt
- d- : / 1.00 pt
- e- : / 1.00 pt

Partie B : Force motrice et modulation d'énergie (38 points).

I - Étude du moteur M1 (13 points).

1. : / 1.00 pt
2. : / 1.00 pt
3. : / 1.00 pt
4. : / 1.00 pt
5. : / 1.00 pt
6. : / 2.00 pts
7. : / 2.00 pts
8. : / 1.00 pt
9. : / 1.00 pt
10. : / 2.00 pts

II - Étude du moteur M2 (14 points).

1. : / 1.00 pt
2. : / 1.00 pt
3. : / 1.00 pt
4. : / 1.00 pt
5. : / 1.00 pt
6. : / 1.00 pt
7. : / 1.00 pt
8. : / 1.00 pt
9. : / 1.00 pt
10. : / 1.00 pt
11. : / 4.00 pts

III - Modulation d'énergie (11 points).

1. : / 1.00 pt
2. : / 1.00 pt
3. : / 1.00 pt
4. : / 1.00 pt
5. : / 1.00 pt
6. : / 1.00 pt
7. : / 1.00 pt
8. : / 1.00 pts
9. : / 2.00 pts
10. : / 1.00 pt

Partie C : Energie Pneumatique (7 points).

1. : / 1.00 pt
2. : / 1.00 pt
3. : / 2.00 pts
4. : / 3.00 pts

TOTAL SUR 70 POINTS

الصفحة : 1 على 8

الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا
المسالك المهنية
الدورة العادية 2022

المملكة المغربية
وزارة التربية الوطنية
والتعليم الأولي والرياضة
المركز الوطني للتقويم والامتحانات



PPPPPPPPPPPPPPPPPPPPPP

***I

- عناصر الإجابة -

NR 211A

10 المعامل

4

مدة
الإنجاز

اختبار توليفي في المواد المهنية - الجزء الأول
شعبة الهندسة الكهربائية : مسلك الإلكترونيات وأجهزة التواصل

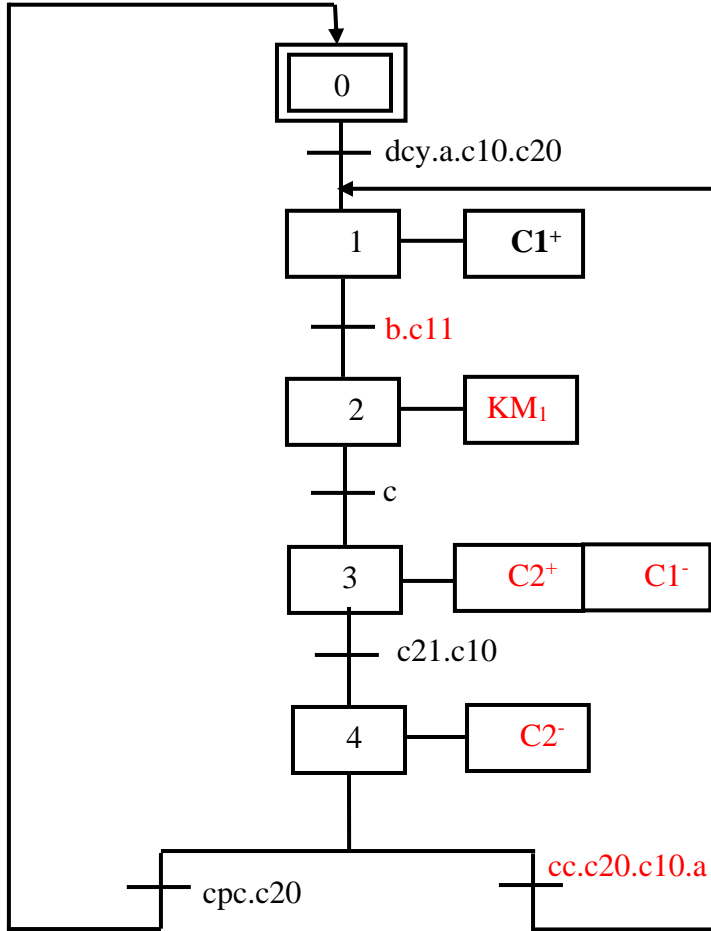
المادة
الشعبة والمسلك

SYSTEME DE REMPLISSAGE DE RECIPIENTS

ELEMENTS DE CORRIGE

Partie A (25 pts) :

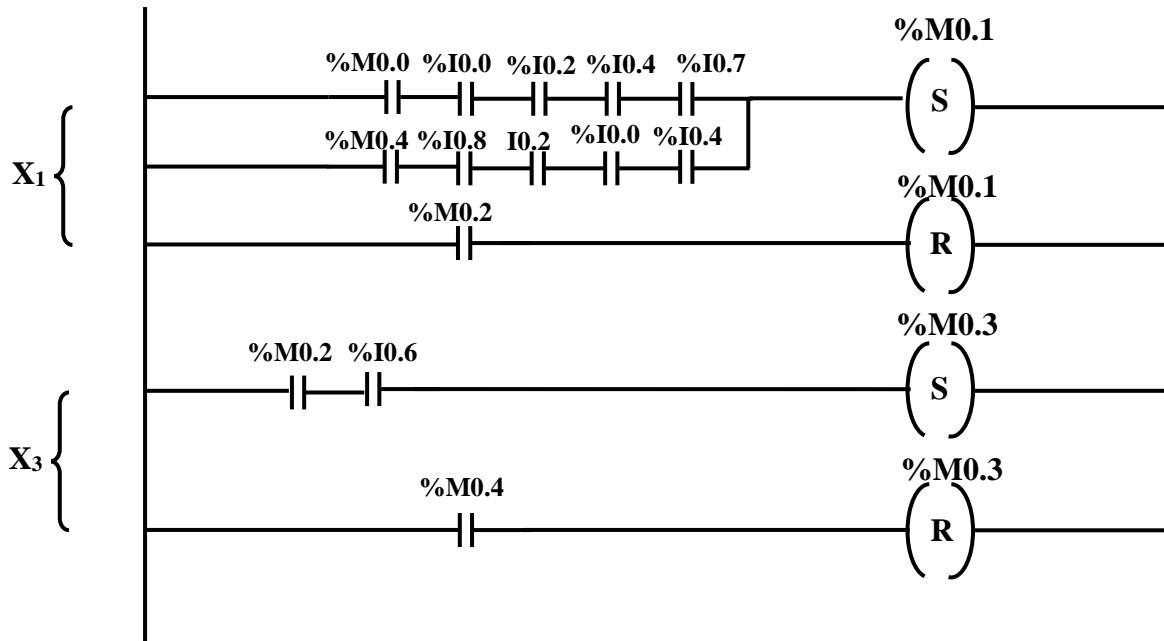
1. (6x0,5 pt)



2. (6x0,5 pt)

<i>Etape</i>	Conditions d'activation	Conditions de désactivation
X₀	X₄(cpc.c20 + cc.c20.c10.a)	X₁
X₂	X₁. b.c11	X₃
X₄	X₃.c21.c10	X₀+X₁

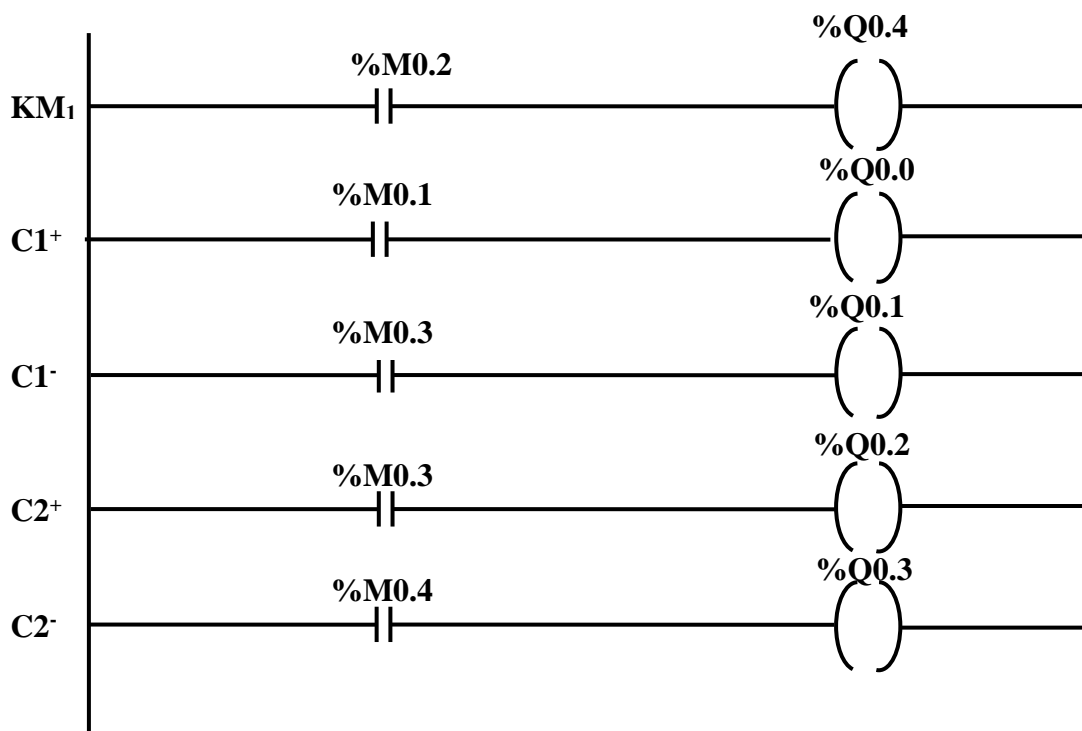
3. (2x1pt)



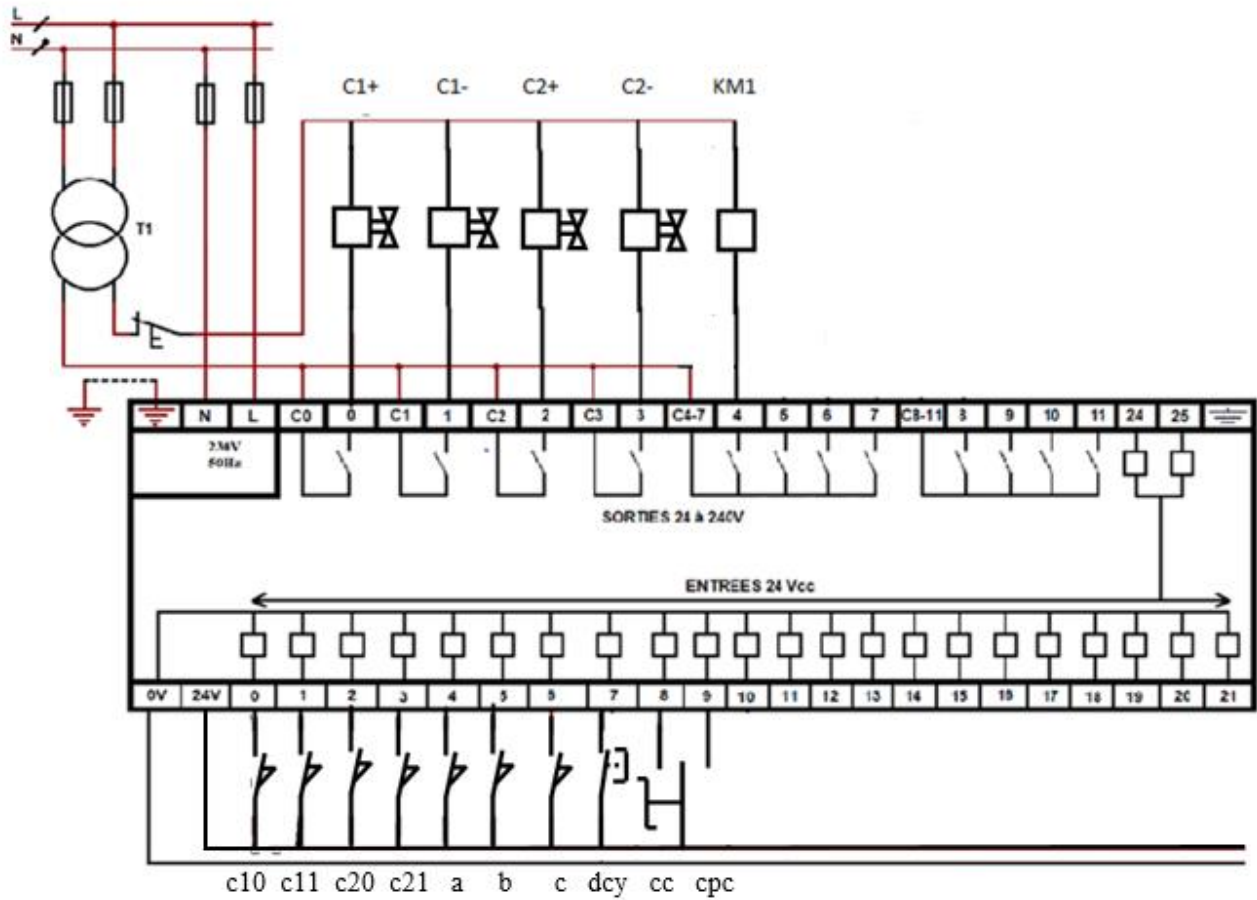
4. (5x1pt)

Sortie	Equation
KM ₁	X ₂
C1 ⁺	X ₁
C1 ⁻	X ₃
C2 ⁺	X ₃
C2 ⁻	X ₄

5. (5x1pt)



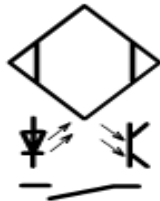
6. (14x0,25 pt)



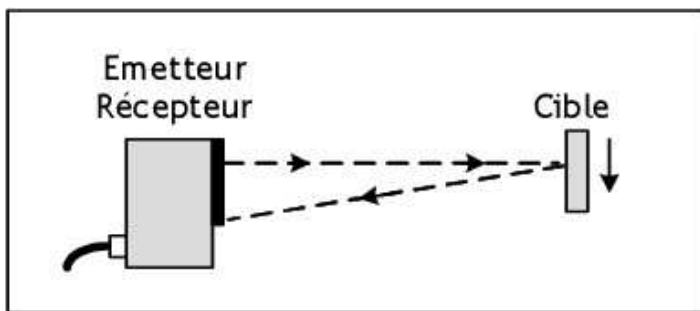
(7x0,5 pt)

a-

Symbole d'un détecteur photoélectrique



- b- Emetteur : **LED**, Récepteur : **Phototransistor**.
- c- L'émetteur et le récepteur sont placés dans le même boîtier.
- d- $Tang(\alpha) = d/x$. $x = d/Tan(\alpha)$ soit $x = 5,08$ m. Valeur acceptable : pour ce genre de capteur la portée x peut aller jusqu'à 10 m.
- e- **Capteur « REFLEX sans réflecteur ou de proximité »**



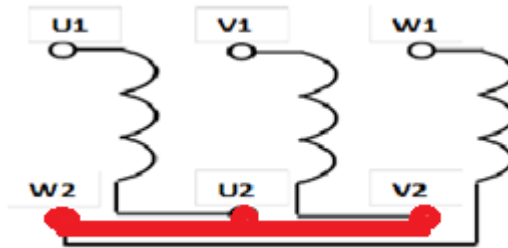
Partie B (39 pts) :

I- Étude du moteur M1 (13 points) :

1. $E = k.N$
2. Pour $n = 1500 \text{ tr/min}$, $E = (190 / 1400).1500 = 204 \text{ V}$.
3. $U = E + R.I$, $I = U/R - (1/R).E$ soit $I = 1100 - 5.E$.
4. Pour $E = 200 \text{ V}$, $I = 1100 - 5.200 = 100 \text{ A}$.
5. $I_f = 220 / 550 = 0,4 \text{ A}$.
6. $C_{em} = P_{em} / \Omega = E.I / \Omega = (k.N / 2.\pi.N / 60).I$;
 $C_{em} = (60 / 2.\pi).k.I = 1,3.I$.
7. On remplace I par son expression (question 1-3) :
 $C_{em} = 1,3.I = 1,3.(1100 - 5.E)$
 $C_{em} = 1430 - 0,88.N$.
8. A vide $I = 0$ donc $C_{em} = 0$.
 $N = - 1430 / - 0,88 = 1625 \text{ tr/ min}$.
9. $C_{em} = C_r = 80 = 1430 - 0,88 .N$ et donc $N = 1534 \text{ tr/min}$.
10. $80 = 1,3.I$, $I = 80 / 1,30 = 61,5 \text{ A}$.
 $E = U - R.I = 220 - 0,2.61,5 = 207,7 \text{ V}$.
 $P_u = 61,5.207,7 = 12,77 \text{ kW}$.

II- Étude du moteur M2 (14 points) :

1. Couplage étoile ; La plus grande tension du moteur correspond au couplage étoile.
- 2.



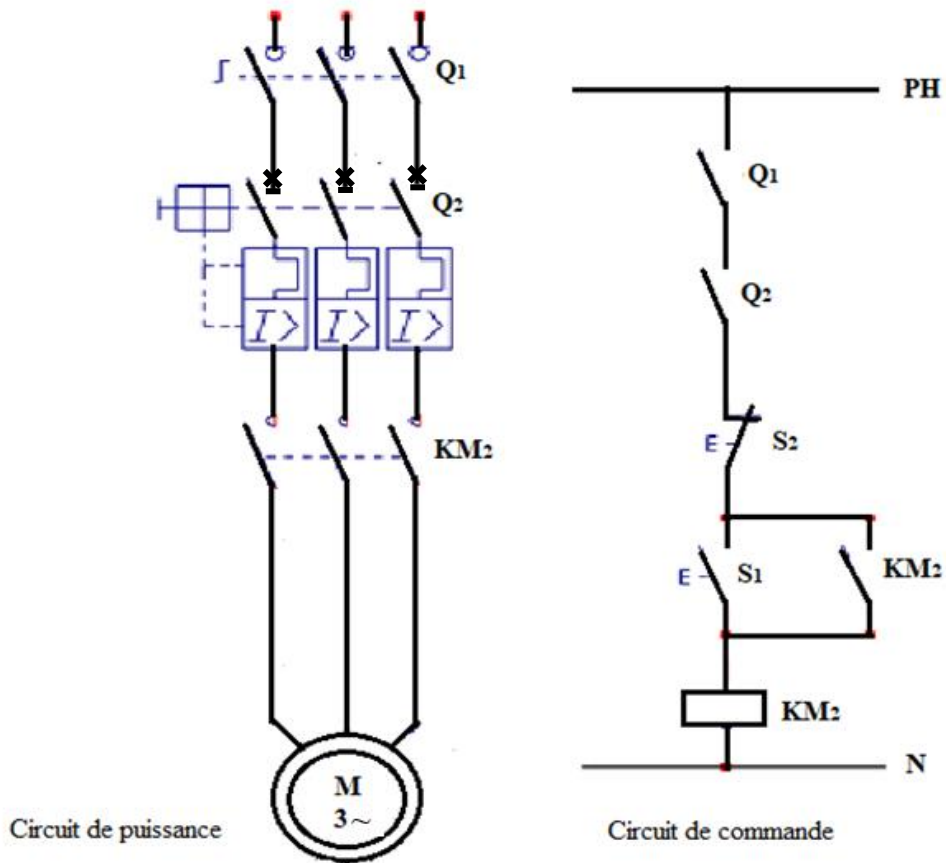
3. $N = 1450 \text{ tr/min}$ $n_s = 1500 \text{ tr/min}$. $P = f/n_s = 50/25 = 2$.
 Le nombre de pôles est 4.
4. $g \% = [(1500 - 1450)/1500] \times 100 = 3,33$.
5. $P_a = U.I.\sqrt{3}.\cos\phi = 400.4,6. \sqrt{3}.0,8 = 2,55 \text{ kW}$.
6. $P_{js} = 3.R.I^2 = 3.0,5.(4,6)^2 = 31,7 \text{ W}$.
7. $P_{tr} = P_a - P_{js} - P_f = 2550 - 31,7 - 100 = 2420 \text{ W}$.
8. $P_{jr} = g.P_{tr} = 0,033.2420 = 80,6 \text{ W}$.

9. $M_U = P_U / \Omega ; P_U = P_{tr} - P_{jr} - P_m = 2420 - 80,6 - 80 = 2,26 \text{ kW}.$

$M_U = 2260 / 1450.2.\pi / 60 = 14,9 \text{ Nm}.$

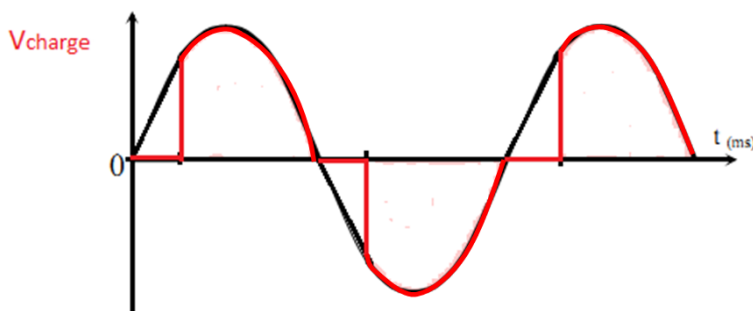
10. $\eta = P_u / P_a .100 = 2,26 / 2,55 .100 = 88,6 \%$.

11.



III - Modulation d'énergie (12 points):

1. :



2. : $\langle V_{Charge} \rangle = 0$

3. : $V_{Charge} = 230 / \sqrt{2} = 163 \text{ V}$

$$4. : V_{\text{Charge}} = V_{\text{réseau}} / \sqrt{2} = V_{\text{max}} / \sqrt{2} / \sqrt{2} = V_{\text{max}} / 2 .$$

$$5. : \alpha = 0$$

$$6. : P_{\text{ch}} = (V_{\text{Charge}})^2 / R_{\text{ch}} = ((V_{\text{réseau}})^2 / R_{\text{ch}}) \cdot \left(1 - \frac{\alpha}{\pi} + \frac{\sin 2\alpha}{2\pi} \right)$$

$$7. P_{\text{ch}} = ((230)^2 / 20) \cdot 0,5 = 1320 \text{ W}.$$

8.

$$P_{\text{ch}} = ((V_{\text{réseau}})^2 / R_{\text{ch}}) \cdot \left(1 - \frac{\alpha}{\pi} + \frac{\sin 2\alpha}{2\pi} \right)$$

$$P_{\text{max}} = (V_{\text{réseau}})^2 / R_{\text{ch}}$$

$$P_{\text{ch}} / P_{\text{max}} = 1 - \frac{\alpha}{\pi} + \frac{\sin 2\alpha}{2\pi}$$

9.

α°	0	60	120	180
Pch / Pmax	1	0,8	0,19	0

10. Les deux thyristors Th_1 et Th_2 peuvent être remplacés par un triac.

Partie C (7 points) :

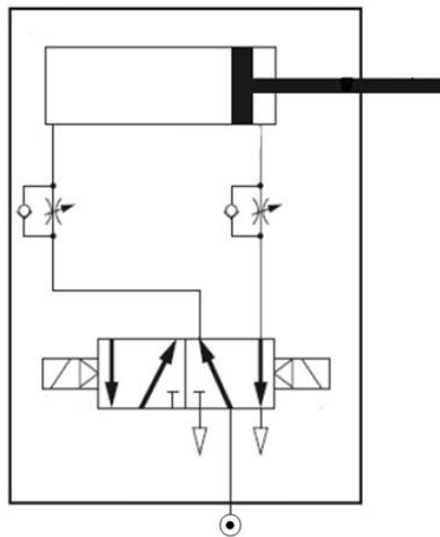
1. Le système nécessite deux positions stables .

2. Corps : chambre ; Piston : effecteur

3. $F_s = P.S = 4.100000.\pi.(50.0,001)^2/4 = 785 \text{ N}$

$F_r = P.S = 4.100000. \pi.((50.0,001)^2/4 - (20.0,001)^2/4) = 659,73 \text{ N}$

4.



Barème de notation

Partie A : Automate programmable et acquisition (25 points).

1. : / 3.00 pts
2. : / 3.00 pts
3. : / 2.00 pts
4. : / 5.00 pts
5. : / 5.00 pts
6. : / 3.50 pts
7. :
- a- : / 0.50 pt
- b- : / 0.50 pt
- c- : / 0.50 pt
- d- : / 1.00 pt
- e- : / 1.00 pt

Partie B : Force motrice et modulation d'énergie (38 points).

I - Étude du moteur M1 (13 points).

1. : / 1.00 pt
2. : / 1.00 pt
3. : / 1.00 pt
4. : / 1.00 pt
5. : / 1.00 pt
6. : / 2.00 pts
7. : / 2.00 pts
8. : / 1.00 pt
9. : / 1.00 pt
10. : / 2.00 pts

II- Étude du moteur M2 (14 points).

1. : / 1.00 pt
2. : / 1.00 pt
3. : / 1.00 pt
4. : / 1.00 pt
5. : / 1.00 pt
6. : / 1.00 pt
7. : / 1.00 pt
8. : / 1.00 pt
9. : / 1.00 pt
10. : / 1.00 pt
11. : / 4.00 pts

III - Modulation d'énergie (11 points).

1. : / 1.00 pt
2. : / 1.00 pt
3. : / 1.00 pt
4. : / 1.00 pt
5. : / 1.00 pt
6. : / 1.00 pt
7. : / 1.00 pt
8. : / 1.00 pts
9. : / 2.00 pts
10. : / 1.00 pt

Partie C : Energie Pneumatique (7 points).

1. : / 1.00 pt
2. : / 1.00 pt
3. : / 2.00 pts
4. : / 3.00 pts

TOTAL SUR 70 POINTS