

الصفحة 1 16 ***|	**الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا المسالك المهنية الدورة العادية 2023		المملكة المغربية وزارة التربية الوطنية والتعليم الأولي والرياضة المركز الوطني للتقويم والامتحانات
	PPPPPPPPPPPPPPPPPPPP-PPP	الموضوع	NS 211A
4h	مدة الإنجاز	اختبار توليقي في المواد المهنية (الجزء الأول) - الفترة الصباحية	المادة
10	المعامل	شعبة الهندسة الكهربائية مسلك الإلكترونيك وأجهزة التواصل	الشعبة أو المسلك

SYSTEME DE PEINTURE DE COFFRE POUR CONGELATEUR

☞ Le sujet comporte au total 16 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 15 : Documents réponses portant la mention **DREP XX** (Couleur Blanche).

▪ Page 16 : 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.

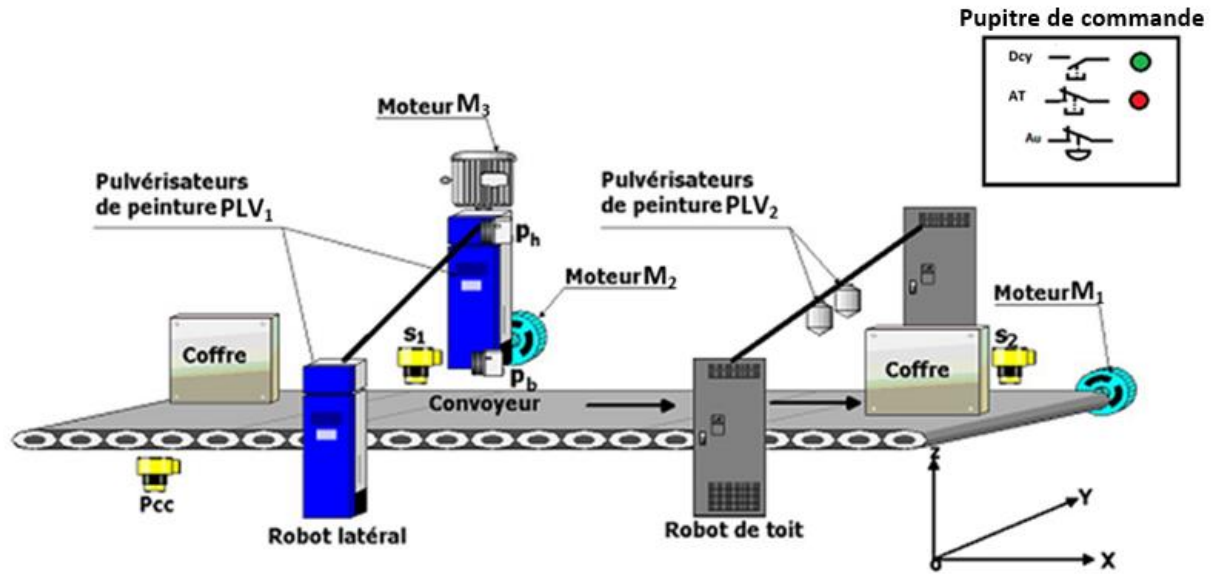
☞ Aucun document n'est autorisé.

☞ Sont autorisées les calculatrices non programmables.

SYSTEME DE PEINTURE DE COFFRE POUR CONGELATEUR

I- Présentation et description du système :

Le système objet d'étude est destiné à peindre les deux faces latérales et le toit de coffre pour congélateur.



Il est constitué principalement de :

- Un convoyeur entraîné par un moteur asynchrone triphasé M_1 muni d'un réducteur de vitesse ;
- Deux robots latéraux munis de pulvérisateurs PLV_1 pour peindre les côtés du coffre ;
- Un robot muni de pulvérisateurs PLV_2 pour peindre le toit du coffre ;
- Un moteur à courant continu shunt M_2 pour l'avance et le recul des pulvérisateurs latéraux PLV_1 suivant l'axe Y ;
- Un moteur à courant continu série M_3 muni d'un réducteur de vitesse pour la montée et la descente de PLV_1 suivant l'axe Z ;
- Deux moteurs à courant continu shunt MP_{v1} et MP_{v2} (non représentés) pour le pivotement de PLV_1 et PLV_2 suivant l'axe Y ;
- Deux électrovannes EV_1 et EV_2 pour pulvériser respectivement les produits de peinture de PLV_1 et de PLV_2 ;
- Un pupitre de commande et des Capteurs : chacun assure une fonction comme suit :

Désignation	Fonction	Désignation	Fonction
Dcy	Départ cycle de peinture	p_a et p_r	Détecter les positions avant et arrière du pulvérisateur PLV_1
s_1	Détecter un coffre devant robots latéraux	p_h et p_b	Détecter les positions haute et basse du pulvérisateur PLV_1
s_2	Détecter un coffre au-dessous du robot de toit	p_{cc}	Détecter la présence du coffre sur le convoyeur

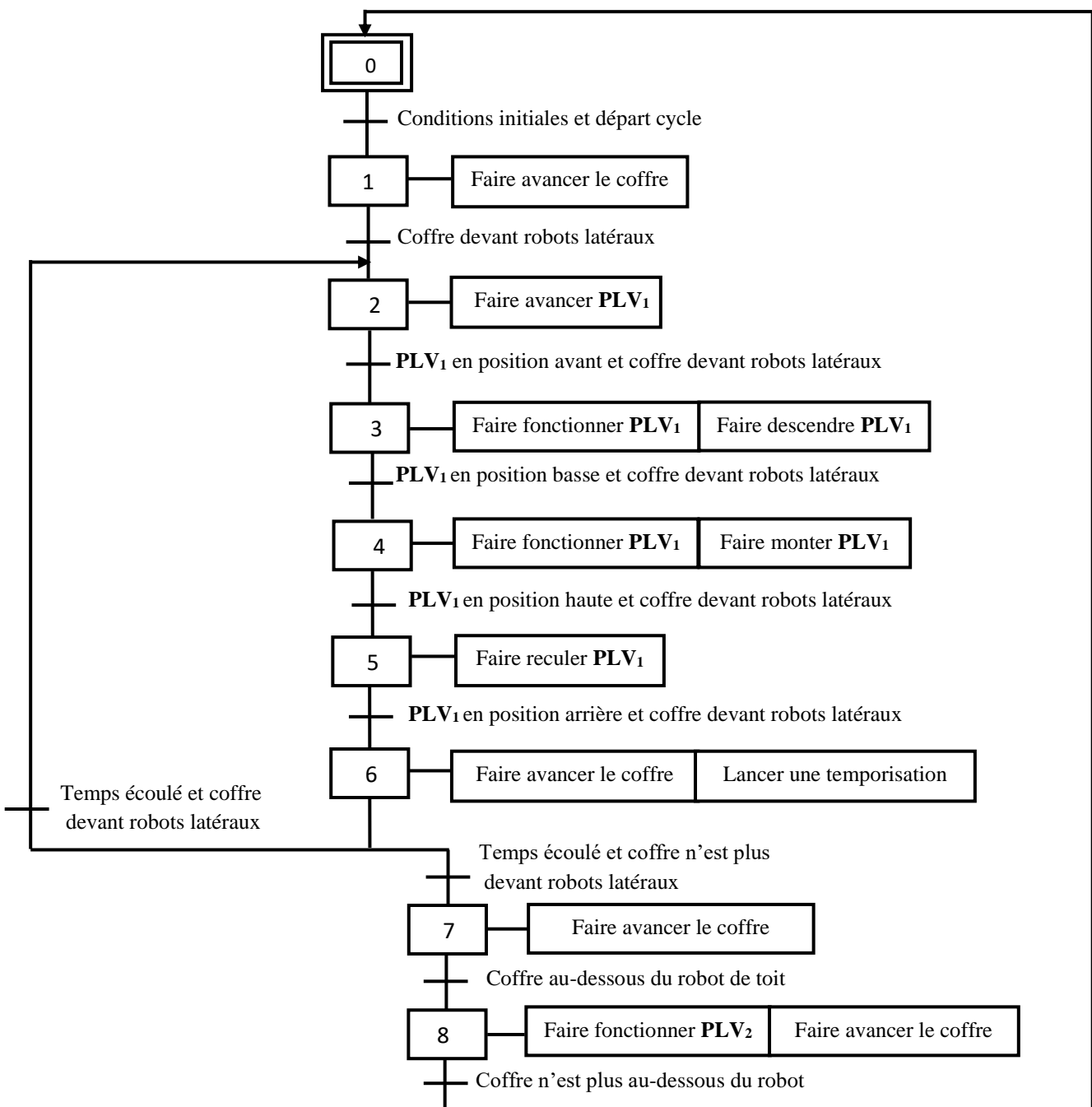
- Les pré-actionneurs sont affectés comme suit :

Désignation	Fonction	Désignation	Fonction
KM ₁	Mettre en marche M ₁	KM ₃₁	Faire descendre PLV ₁
KM ₂₁	Faire avancer PLV ₁	KM ₃₂	Faire monter PLV ₁
KM ₂₂	Faire reculer PLV ₁		

II- Fonctionnement :

Au début, les pulvérisateurs PLV₁ sont en position haute et arrière et un coffre est présent sur le convoyeur. Le **Grafcet** ci-dessous décrit le fonctionnement du système.

Grafcet niveau 1 :



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

1. Compléter le **Grafcet niveau 2** correspondant au fonctionnement du système. (3.00 pts)
2. Donner les conditions d'activation et de désactivation des étapes représentées dans le tableau du **DREP 02** en utilisant les adresses convenables. (3.00 pts)

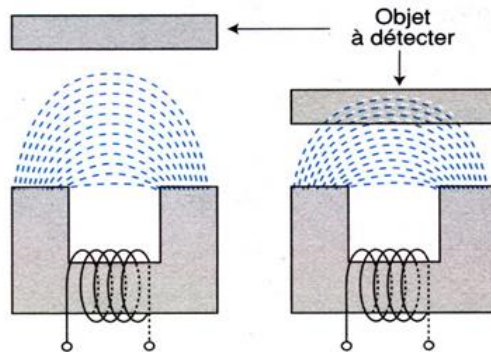
On vous donne le tableau des adresses suivant :

Entrée	Adresse	Sortie	Adresse	Etape	Adresse
Dcy	%I 1.4	KM ₁	%Q4.1	X ₀	%M0.0
s ₁	%I 1.3	KM ₂₁	%Q4.2	X ₁	%M0.1
s ₂	%I 1.2	KM ₂₂	%Q2.1	X ₂	%M0.2
p _a	%I 1.1	KM ₃₁	%Q2.3	X ₃	%M0.3
p _r	%I 1.0	KM ₃₂	%Q2.4	X ₄	%M0.4
p _h	%I 3.5	EV ₁	%Q4.0	X ₅	%M0.5
p _b	%I 3.0	EV ₂	%Q2.6	X ₆	%M0.6
p _{cc}	%I 3.3	X ₈	%M1.0	X ₇	%M0.7

3. Compléter le programme **Ladder** des étapes X₃ et X₆. (2.00 pts)
4. Donner les équations des sorties : EV₁, KM₂₁, KM₃₂ et EV₂ en utilisant les adresses convenables. (5.00 pts)
5. Traduire les équations de ces sorties en langage **Ladder**. (5.00 pts)
6. Compléter le schéma de câblage de l'**API** correspondant à l'installation. (3.50 pts)
7. La présence des coffres sur le convoyeur est détectée par un capteur de proximité inductif p_{cc} :



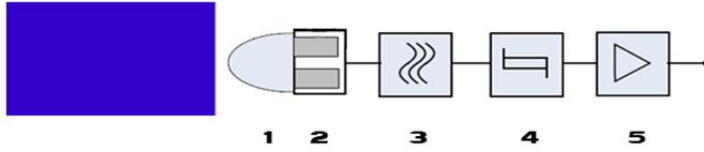
Détecteur inductif



- a. Donner le symbole d'un détecteur inductif à deux fils ;

(0.50 pt)

En fait, un tel capteur est composé de cinq parties :



- b. Compléter le tableau en plaçant les repères dans les cases convenables. (1.00 pt)
- c. Préciser la marge de fréquences pour l'oscillateur. (1.00 pt)
- d. Quand les objets métalliques s'approchent du capteur, les oscillations augmentent-elles ou diminuent-elles ? Justifier votre réponse. (1.00 pt)

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

I - Étude du moteur M₃ (14 points).

La montée et la descente des pulvérisateurs latéraux sont assurées par le moteur M₃ à courant continu à excitation série de caractéristiques :

- Tension d'alimentation $U = 230 \text{ V}$.
- Résistance de l'induit $R = 0,2 \text{ Ohms}$.
- Résistance des inducteurs $r = 0,8 \text{ Ohms}$.
- Vitesse nominale $N = 1000 \text{ tr/min}$.
- Les pertes fer P_f sont supposées négligeables.
- Le courant $I = 10 \text{ A}$.

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



Calculer :

1. La force contre électromotrice E' (1.00 pt)
2. Les pertes joule P_{ji} au niveau de l'induit. (1.00 pt)
3. Les pertes joule P_{jc} au niveau de l'inducteur. (1.00 pt)
4. La puissance électromagnétique P_{em} (1.00 pt)
5. La puissance utile du moteur P_u sachant que les pertes mécaniques P_m sont évaluées à 40 Watt. (1.00 pt)
6. Le rendement η du moteur. (1.00 pt)
7. Les pertes mécaniques P_m sont supposées négligeables, montrer que le couple moteur utile $M_u = K \cdot I^2$. (2.00 pts)
8. En négligeant toutes les pertes, montrer que le couple moteur utile $M_u = K' / \Omega^2$. (2.00 pts)
9. Calculer alors K' . (2.00 pts)

10. Le couple résistant des pulvérisateurs latéraux est supposé constant et évalué à 22 Nm , en déduire la vitesse de rotation de l'ensemble (moteur + charge) ; On prendra $K' = 2,5 \cdot 10^5 \text{ V/rd.A.s}$ quelque soit le résultat de la question précédente. En déduire la puissance utile P_u du moteur. (2.00 pts)

II - Étude du moteur M_1 (16 points).

Le convoyeur est entraîné par un moteur asynchrone triphasé à cage d'écureuil M_1 de caractéristiques :

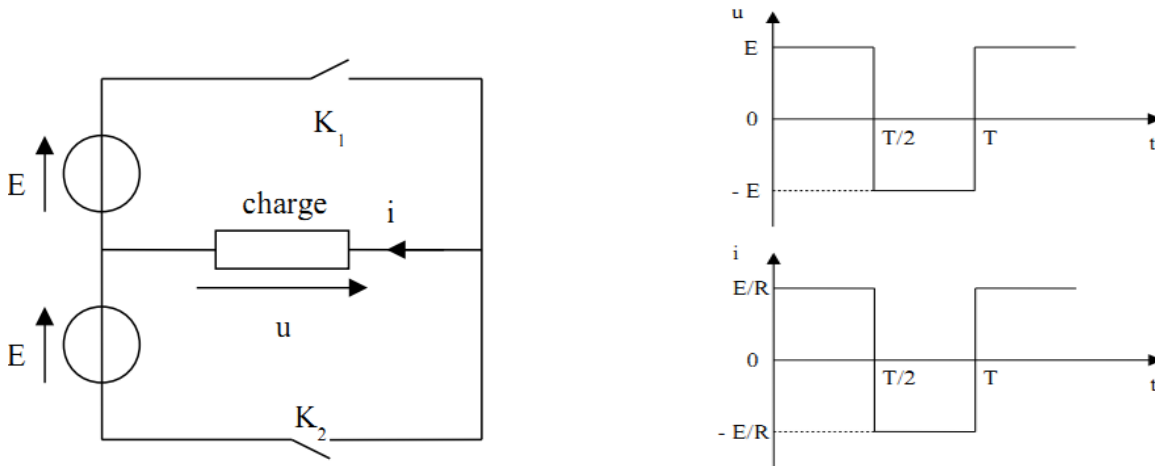
Tétrapolaire ; 400/660 V - 50 Hz ; $\cos\phi = 0,8$; 1470 tr/min ; $P_u = 3 \text{ kW}$; le rendement $\eta = 79 \%$.

- Sachant que le réseau est de $400 \text{ V} - 50 \text{ Hz}$, quel doit-être le couplage des enroulements statoriques ? Justifier votre réponse. (1.00 pt)
- Calculer :
- La vitesse de synchronisme N_s . (1.00 pt)
- Le glissement nominal g_n en %. (1.00 pt)
- Le courant J dans un enroulement statorique (2.00 pts)
- Les pertes joules statoriques P_{js} sachant que la puissance transmise P_{tr} au rotor représente 90% de la puissance absorbée et que les pertes fer statoriques P_{fs} sont évaluées à 80 W en fonctionnement nominal. (1.00 pt)
- Les pertes joules rotoriques P_{jr} . (1.00 pt)
- Le moment du couple utile M_u . (1.00 pt)
- Peut-on exécuter le démarrage étoile-triangle pour le moteur M_1 ? Justifier votre réponse. (2.00 pts)
- On admet que le démarrage étoile-triangle est possible pour le moteur M_1 , compléter alors les schémas du circuit de puissance et du circuit de commande. (6.00 pts)

III - Modulation d'énergie (8 points).

Dans le but de moderniser l'installation, on a décidé de remplacer le démarrage étoile-triangle par un démarrage électronique à base d'un onduleur.

Le schéma de principe de l'onduleur autonome monophasé est le suivant :

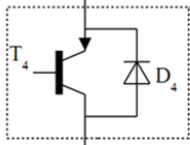


- E est une tension continue.
- K_1 et K_2 sont deux interrupteurs électroniques commandés à l'ouverture et à la fermeture.
- On appelle u la tension aux bornes de la charge et i l'intensité du courant dans la charge. On considère les oscillogrammes de la tension $u(t)$ et du courant $i(t)$.

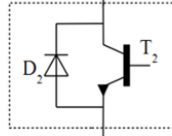
- Préciser la nature de la tension $u(t)$: – alternative, – sinusoïdale, – continue (1.00 pt)
- Donner sa valeur moyenne U_{moy} . (1.00 pt)
- Exprimer sa valeur efficace U en fonction de E . (1.00 pt)
- Calculer la valeur de la fréquence f de cette tension sachant que $T/2 = 10 \text{ ms}$. (1.00 pt)

5. Compléter le tableau des conceptions des interrupteurs. (1.00 pt)
6. Compléter le montage à pont (4 interrupteurs) alimenté par une seule source de tension E pour avoir une tension $u(t)$ de valeur efficace égale à E . Les interrupteurs sont commandés périodiquement deux par deux de façon que, $K1$ et $K3$ sont fermés de 0 à $T/2$ et $K2$ et $K4$ sont fermés de $T/2$ à T . (1.00 pt)

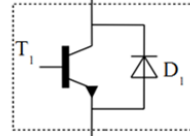
En fait, les interrupteurs sont constitués par les composants électroniques suivants :



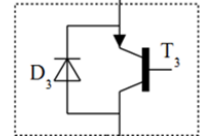
bloc 1



bloc 2



bloc 3

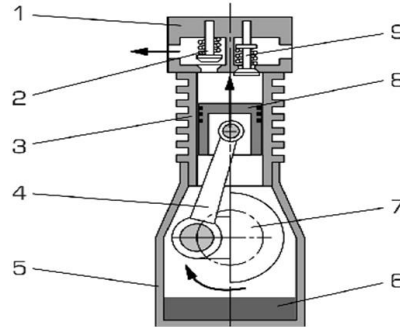


bloc 4

7. Compléter le schéma de principe de l'onduleur en remplaçant chaque interrupteur par le bloc convenable. (1.00 pt)
8. Préciser le rôle des diodes D_1 , D_2 , D_3 , et D_4 . (1.00 pt)

Partie C : Energie Pneumatique (7 points).

L'alimentation des pulvérisateurs en air comprimé est assurée par un compresseur d'air type pompe à piston.



1. Compléter le tableau du **DREP 08** (1.50 pt)
2. Par quoi la pièce 7 est-elle entraînée ? (1.00 pt)
3. Le réservoir d'air comprimé doit être relié à la pièce 2 ou à la pièce 9 ? Justifier votre réponse (1.00 pt)

On se propose de calculer le volume d'air V_1 à extraire pour que la pression P_2 atteigne **4 bar** dans le réservoir supposé plein sachant que :

- La température de l'air ambiant T_1 est de 24°C
- La température de l'air comprimé T_2 est de 37°C
- La pression atmosphérique $P_1 = 101 \text{ kPa}$
- Le volume du réservoir $V_2 = 2,5 \text{ m}^3$

On rappelle que la relation générale reliant le volume, la pression et la température pour un gaz quelconque parfait est donnée par la formule ci-contre :

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$$

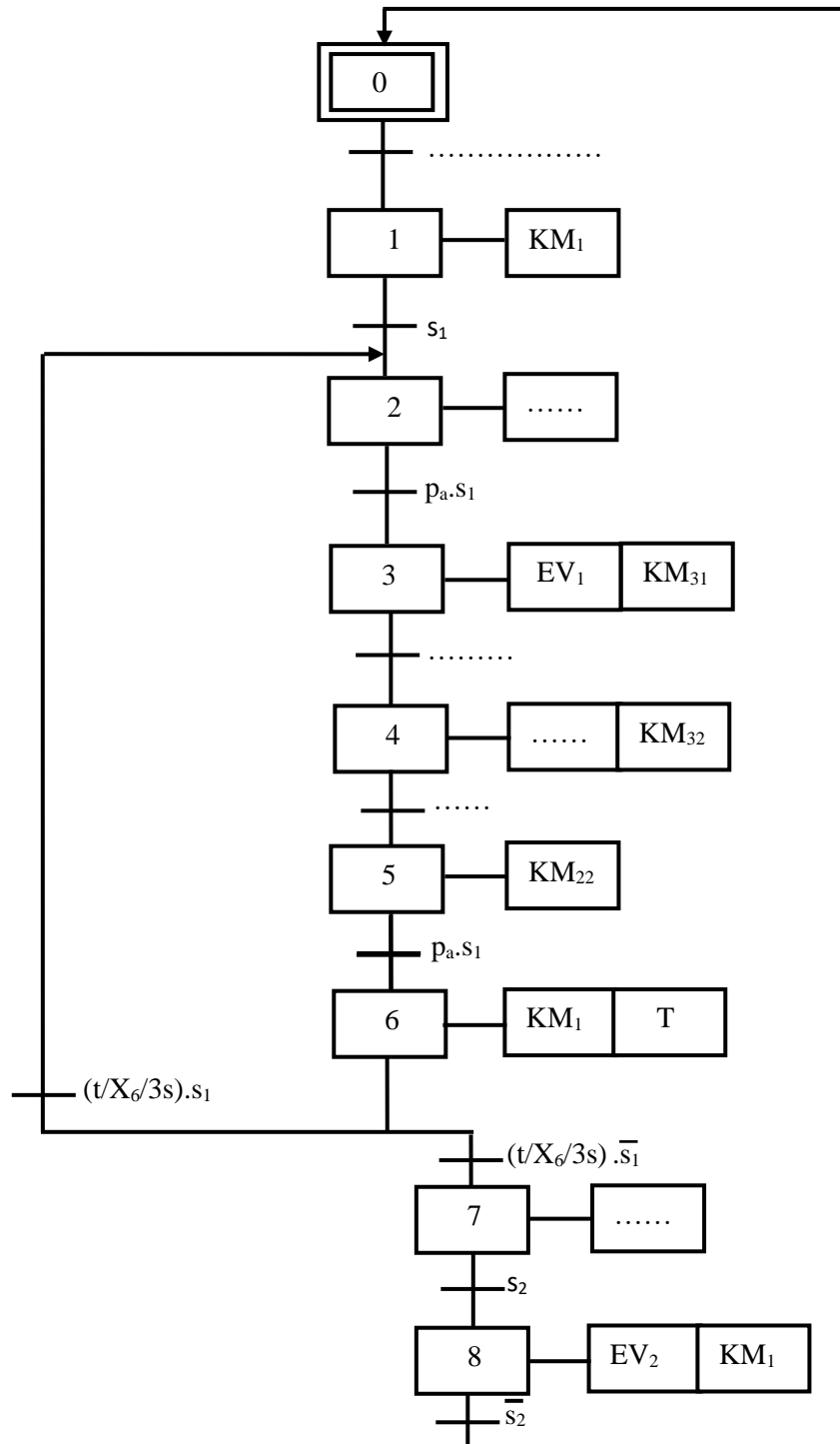
- P_1, P_2 : étant les pressions du gaz respectivement aux températures T_1 et T_2
- V_1 et V_2 : étant les volumes du gaz respectivement aux températures T_1 et T_2
- Les volumes sont exprimés en m^3 , les pressions en **Pa** ($1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$) et les températures en degré Kelvin (0°C correspond à 273 K).

4. Donner P_2 en **Pa** (0.50 pt)
5. Donner T_1 et T_2 en $^\circ \text{K}$ (1.00 pt)
6. Calculer alors en m^3 le volume d'air V_1 . (2.00 pts)

DREP 01

Partie A :

1-

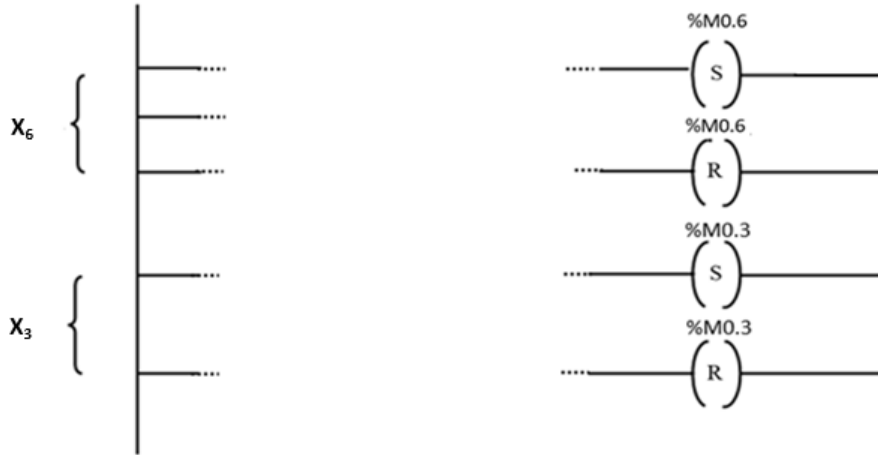


DREP 02

2-

Etape	Conditions d'activation	Conditions de désactivation
X ₀
X ₂
X ₇

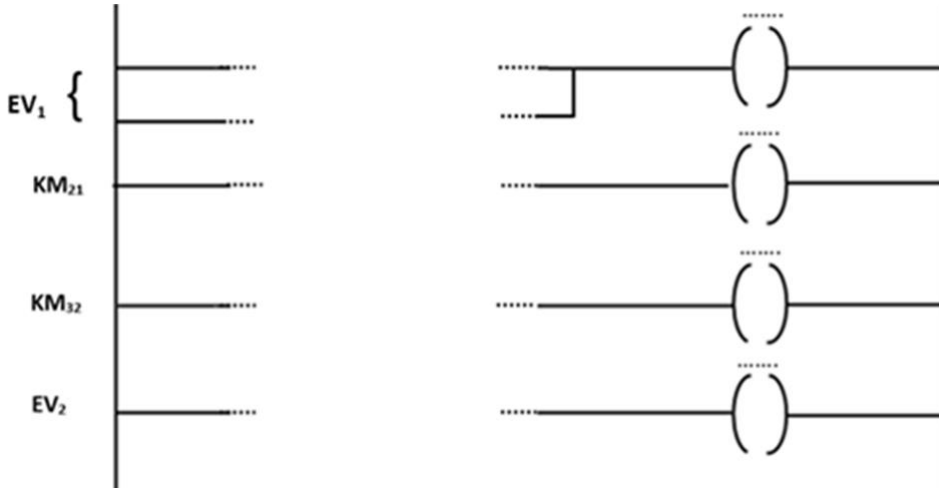
3-



4-

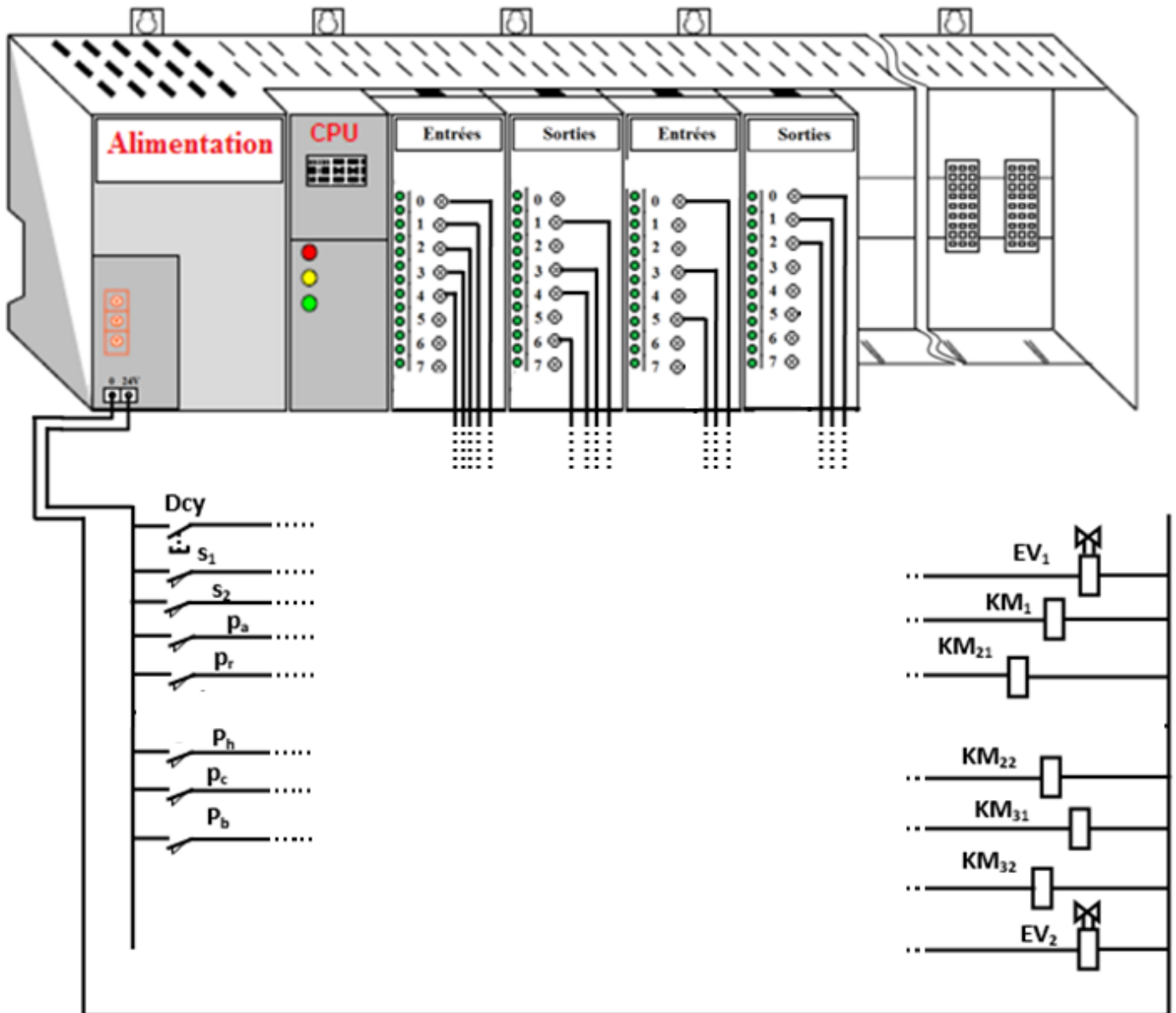
Sortie	Equation
EV ₁
KM ₂₁
KM ₃₂
EV ₂

5-



DREP 03

6-



7-

a.

b.

Repère	-----	-----	-----	④	-----
Désignation	Amplification du signal	Oscillateur	Bobinage	Traitement du signal	Champ magnétique

DREP 04

c. Cocher la bonne réponse

 0 à 1 Hz 100 à 600 kHz 1 à 10 Hz

d.

Partie B :

I. Étude du moteur M_3 :

1-

2-

3-

4-

5-

6-

7-

8-

DREP 05

9-

10-

II. Étude du moteur M_1 :

1-

2-

3-

4-

5-

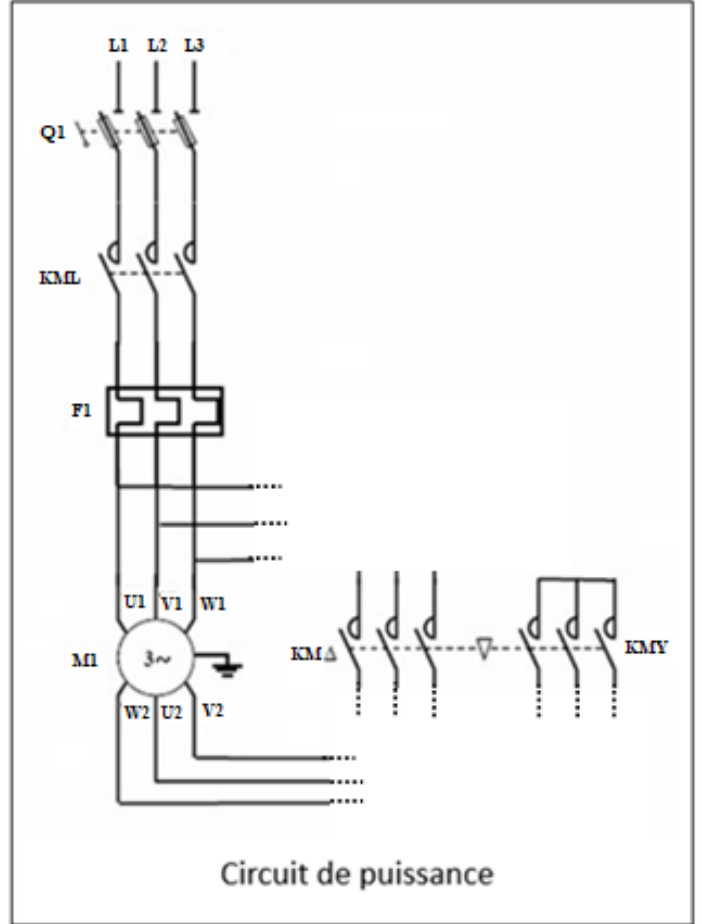
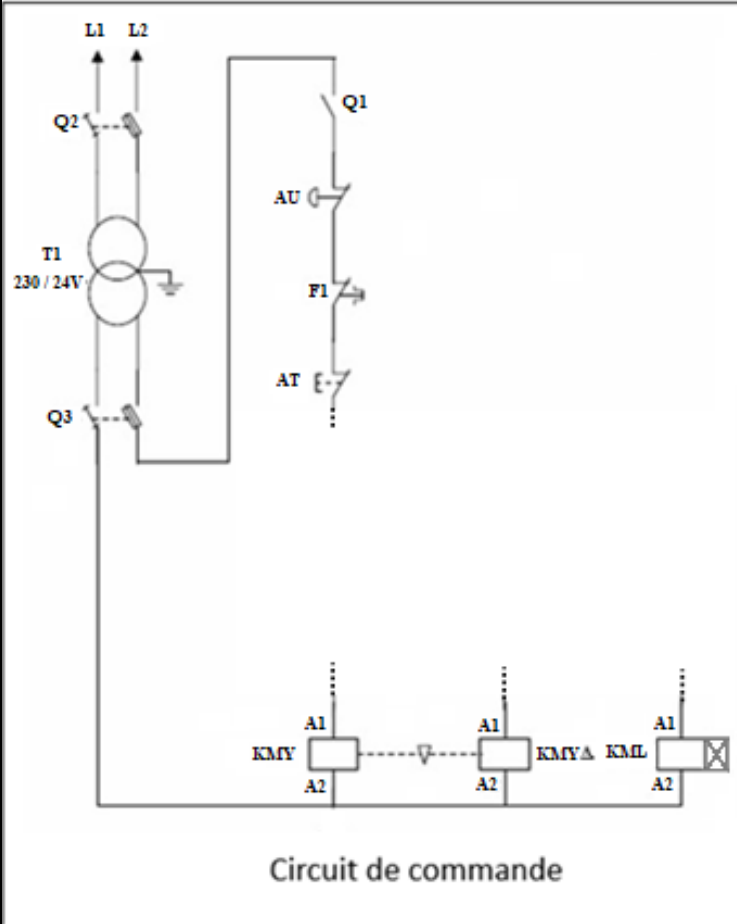
6-

7-

DREP 06

8-

9-



III. Modulation d'énergie :

1-

Cocher la bonne réponse

continue

alternative

sinusoïdale

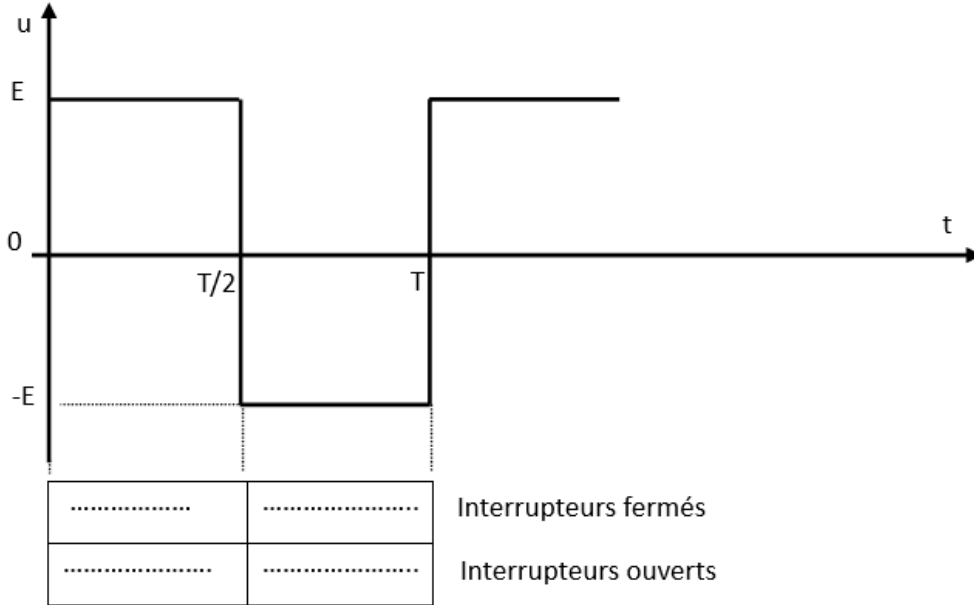
2-

3-

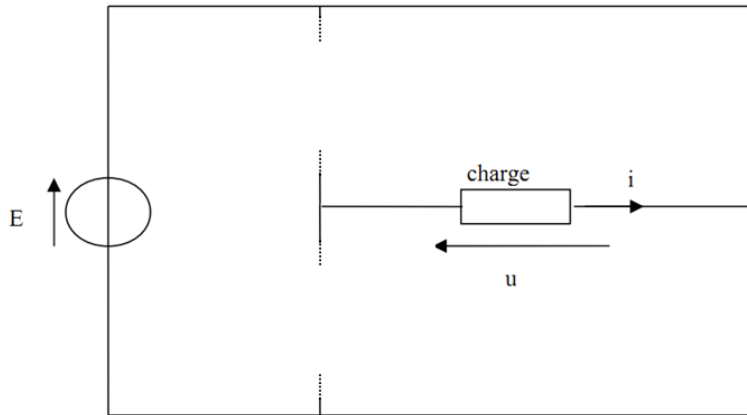
4-

DREP 07

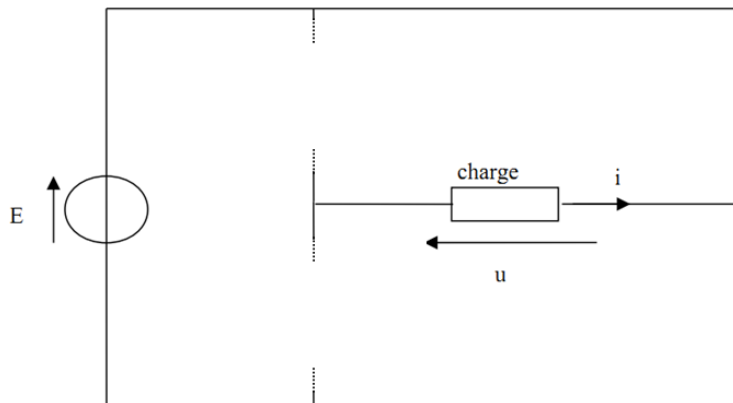
5-



6-



7-



DREP 08

8-

Partie C :

1-

Repère	1	2	3	4	7	8	9
Désignation	Culasse	Soupape de refoulement	.....	Bielle	.....	Piston	.....
Rôle	Pièce moulée destinée à recouvrir le haut du cylindre	..... ..... ..... ..... .....	Guider le mouvement du piston	..... ..... ..... ..... .....	Transformer le mouvement de rotation en mouvement de translation	..... ..... ..... ..... .....	Aspirer l'air dans le cylindre

2-

3-

4-

5-

6-

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- : / 1.00 pt
- c- : / 1.00 pt
- d- : / 1.00 pt

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

I - Étude du moteur M₃ (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. : / 2.00 pts
8. : / 2.00 pts
9. : / 2.00 pts
10. : / 2.00 pts

II- Étude du moteur M₁ (16 points).

1. : / 1.00 pt
2. : / 1.00 pt
3. : / 1.00 pt
4. : / 2.00 pts
5. : / 1.00 pt
6. : / 1.00 pt
7. : / 1.00 pt
8. : / 2.00 pts
9. : / 6.00 pts

III - Modulation d'énergie (8 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

Partie C : Energie Pneumatique (7 points).

1. : / 1.50 pt
2. : / 1.00 pt
3. : / 1.00 pt
4. : / 0.50 pt
5. : / 1.00 pt
6. : / 2.00 pts

TOTAL SUR 70 POINTS

الصفحة

1

9

***I

الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا
المسالك المهنية
الدورة العادية 2023

المملكة المغربية
وزارة التربية الوطنية
والتعليم الأول والثالث
والرياضة
المركز الوطني للتقويم والامتحانات

PPPPPPPPPPPPPPPPPPPP-PPP

مناصر الإجابة

NR 211A

4h

مدة الإنجاز

اختبار توليفي في المواد المهنية (الجزء الأول) - الفترة الصباحية

المادة

10

المعامل

شعبة الهندسة الكهربائية مسلك الإلكترونيك وأجهزة التواصل

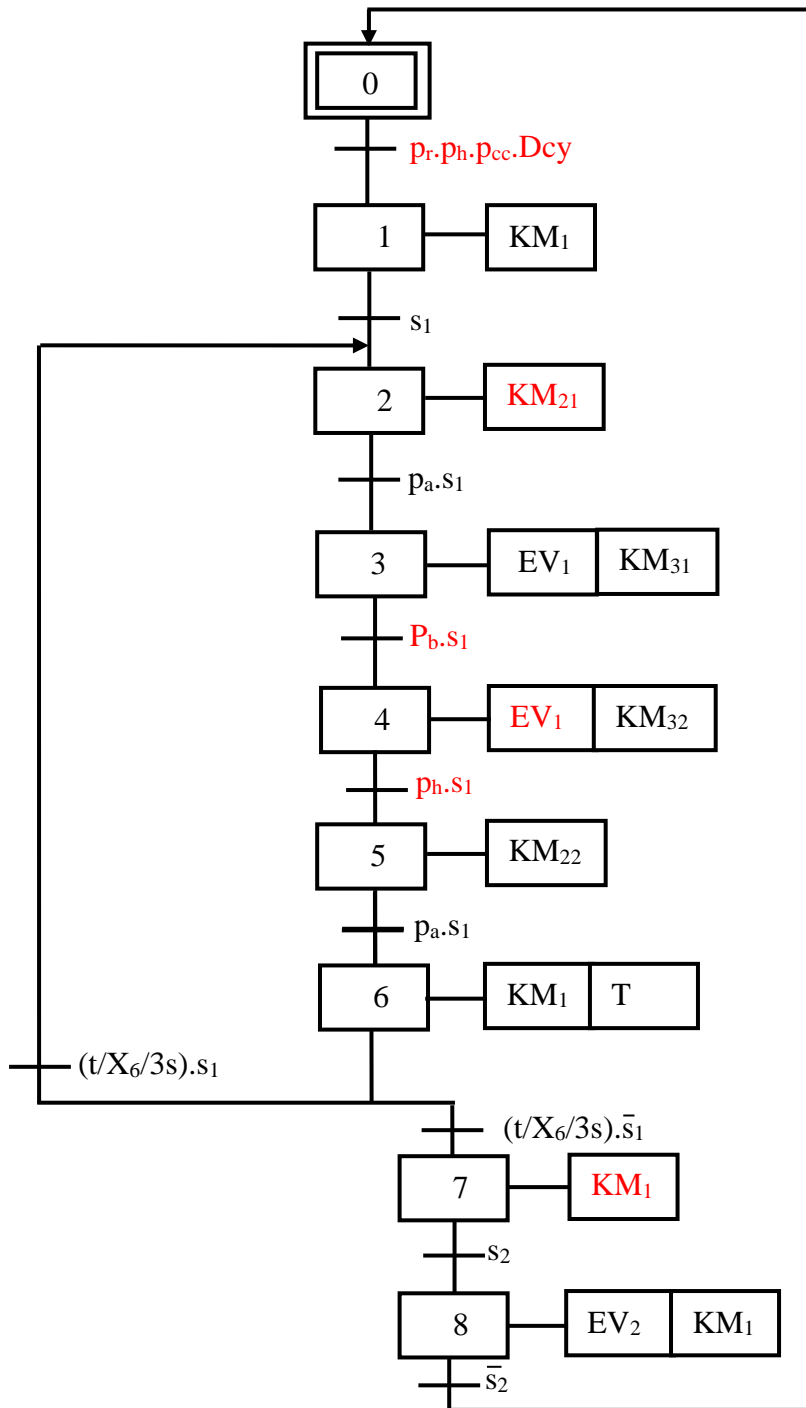
الشعبة أو المسلك

SYSTEME DE PEINTURE DE COFFRE POUR CONGELATEUR

ELEMENTS DE CORRIGE

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

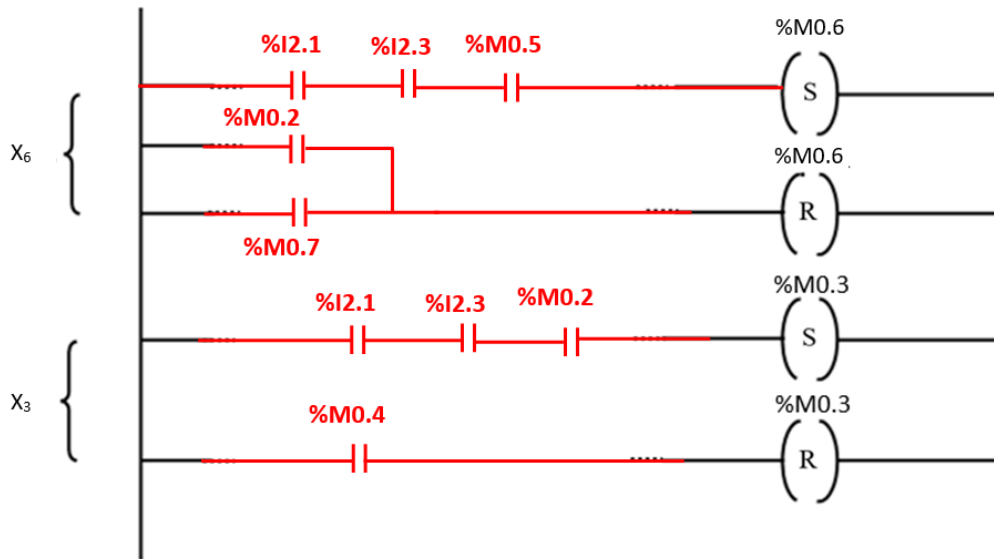
1. : 6 x 0.5 pt



2. 6 x 0,5 pt

Etape	Conditions d'activation	Conditions de désactivation
X0	$X_8.\bar{s}_2$	X1
X2	$s_1.(X_1 + X_6. (t/X_6/3s))$	X3
X7	$\bar{s}_1.X_6. (t/X_6/3s)$	X8

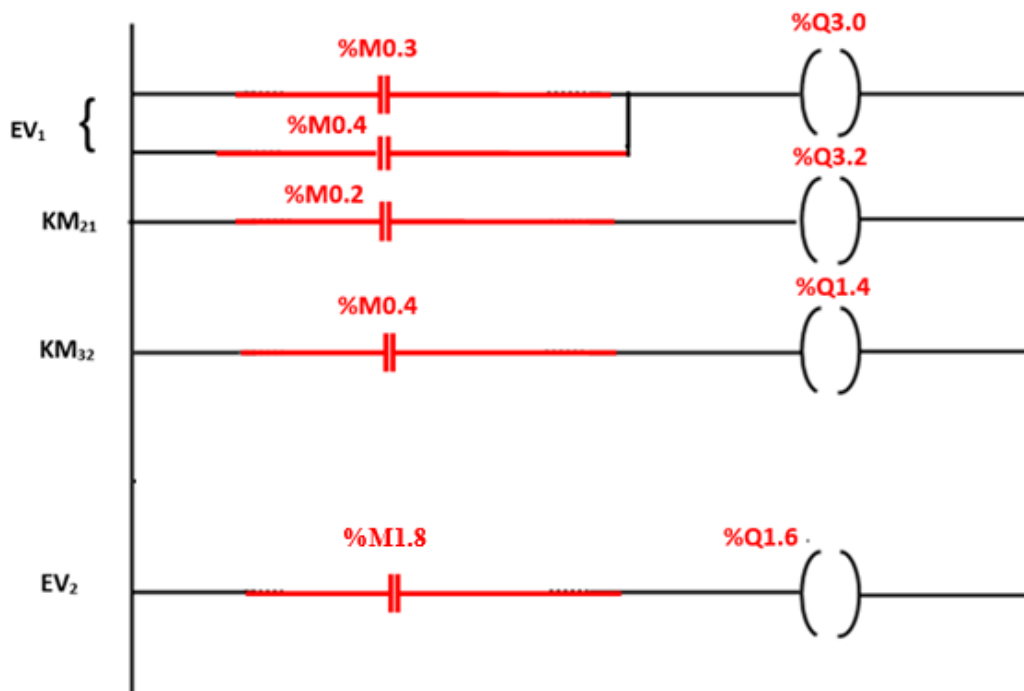
3. 4 x 0,5 pt



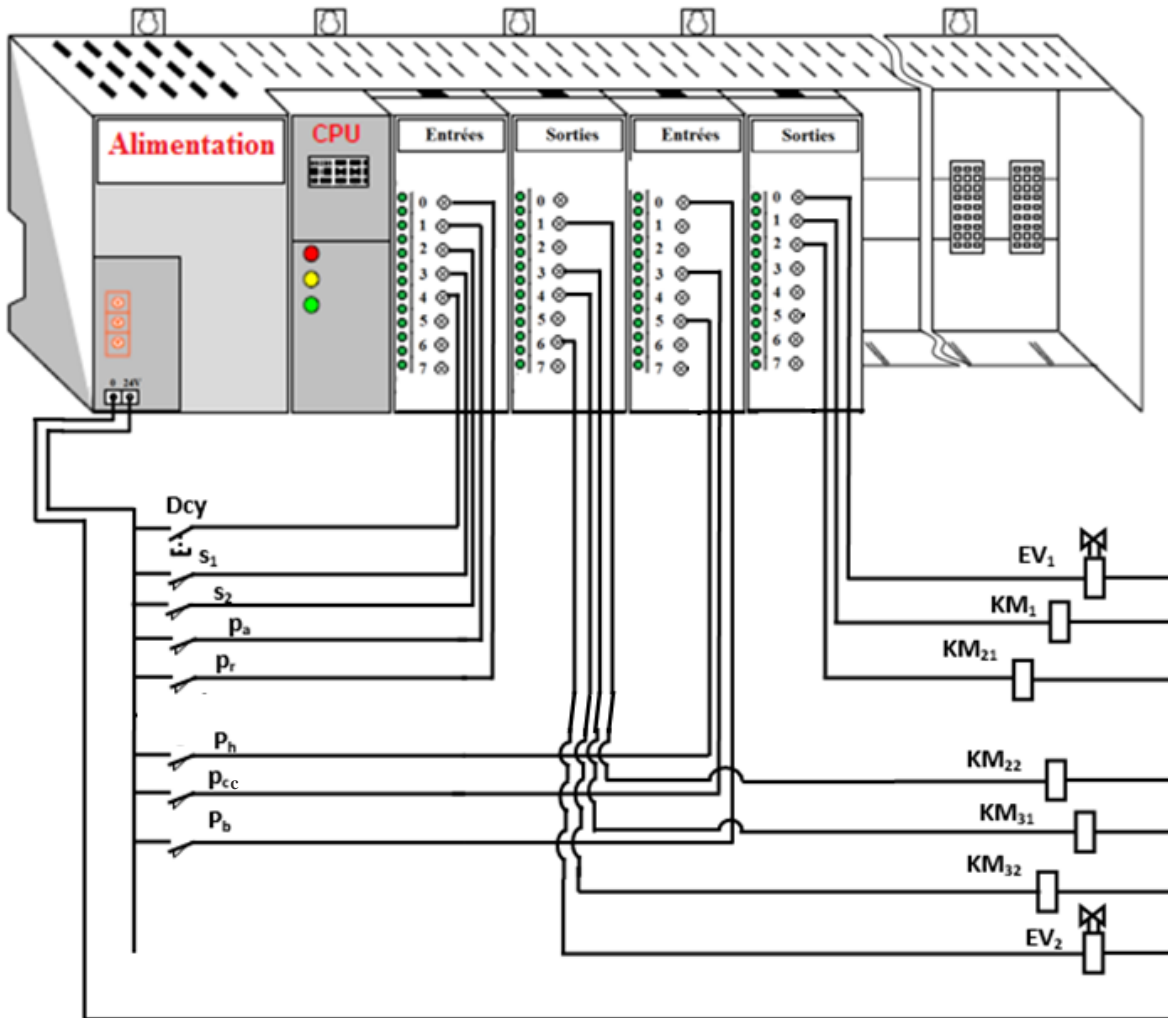
4. 5 x 1 pt

Sortie	Equation
EV ₁	$X_3 + X_4$
KM ₂₁	X_2
KM ₃₂	X_4
EV ₂	X_8

5. 5 x 1pt

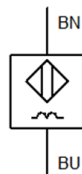


6. 3,5 pts



7.

a. 0,5 pt



b. 4 x 0,25 pt

Repère	5	3	2	4	1
Désignation	Amplification du signal	Oscillateur	Bobinage	Traitement du signal	Champ magnétique

c. 1 pt

☒ 100 à 600 kHz

d. 2 x 0,5 pt

Les oscillations diminuent jusqu'à ce que le contact associé au détecteur puisse se fermer ou s'ouvrir.

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

I. Étude du moteur M₃ (14 points)

1. 1 pt

$$E' = U - (r + R) \cdot I = 230 - (0,2 + 0,8) \cdot 10 = 220 \text{ V.}$$

2. 1 pt

$$P_{ji} = R \cdot I^2 = 0,2 \cdot 10^2 = 20 \text{ W.}$$

3. 1 pt

$$P_{jc} = r \cdot I^2 = 0,8 \cdot 10^2 = 80 \text{ W.}$$

4. 1 pt

$$P_{\text{elc}} = E' \cdot I = 220 \cdot 10 = 2200 \text{ W.}$$

5. 1 pt

$$P_u = (P_{\text{elc}} - P_m) = 2200 - 40 = 2160 \text{ W.}$$

6. 1 pt

$$\eta = P_u / P_a = 2160 / 2300 ; \text{ soit } \eta\% = 93,91.$$

7. 2 pts

$$P_{\text{elc}} = E' \cdot I = M_u \cdot \Omega.$$

$$M_u = E' \cdot I / \Omega = K \cdot \Omega \cdot I / \Omega = K \cdot I.$$

8. 2 pts

$$M_u = K \cdot I^2 ; P_u = E' \cdot I ; I = P_u / E'.$$

$$M_u = K \cdot P_u^2 / E'^2 = K \cdot P_u^2 / K^2 \cdot \Omega^2 \cdot I^2 = K \cdot U^2 \cdot I^2 / K^2 \cdot \Omega^2 \cdot I^2 = K' / \Omega^2 ; K' = U^2 / K.$$

9. 2 pts

$$K' = U^2 / K.$$

Calculons K

$$M_u = K \cdot I^2 = P_u / \Omega = U \cdot I / \Omega ; K = U / \Omega \cdot I.$$

$$\text{Pour } N = 1000 \text{ tr/min, } I = 10 \text{ A d'où } K = 230 / 10 \cdot 2 \cdot \pi \cdot N / 60 = 0,22 \text{ V/A} \cdot \text{rd/s.}$$

$$K' = U^2 / K.$$

$$K' = 230^2 / 0,22 = 2,4 \cdot 10^5 \text{ V/A} \cdot \text{rd/s.}$$

10. 2 pts

$$M_u = M_r = K' / \Omega^2 = 22 \text{ Nm.}$$

$$\Omega^2 = K' / 22 = 2,5 \cdot 10^5 / 22 = 1,14 \cdot 10^4 ; \Omega = 107 \text{ rd/s, soit } N = 1020 \text{ tr/min.}$$

$$P_u = M_u \cdot \Omega = 22 \cdot 107 = 2350 \text{ W.}$$

II. Etude du moteur M₁(16 points) :

1. 1 pt

Couplage triangle. Car, la tension du réseau correspond à la plus petite tension du moteur.

2. 1 pt

$N = 1428 \text{ tr/min}$ $N_s = 1500 \text{ tr/min}$ ou $N_s = f/P = 50/2 = 25 \text{ tr/s}$ soit $N_s = 1500 \text{ tr/min}$.

3. 1 pt

$g \% = [(1500 - 1470)/1500] \times 100 = 2$.

4. 2 pts

$P_a = U \cdot I \cdot \sqrt{3} \cdot \cos\phi = P_u / \eta$ $I = P_u / \eta \cdot U \cdot \sqrt{3} \cdot \cos\phi = 3000 / 0,79 \cdot 400 \cdot \sqrt{3} \cdot 0,8 = 6,85 \text{ A}$.

$J = I / \sqrt{3} = 3,95 \text{ A}$

5. 1 pt

$P_{js} = P_a - P_{tr} - P_{fs} = 0,1 \cdot P_a - P_{fs} = 300 \text{ W}$

6. 1 pt

$P_{jr} = g \cdot P_{tr} = 0,02 \cdot 0,9 \cdot P_a = 68,3 \text{ W}$.

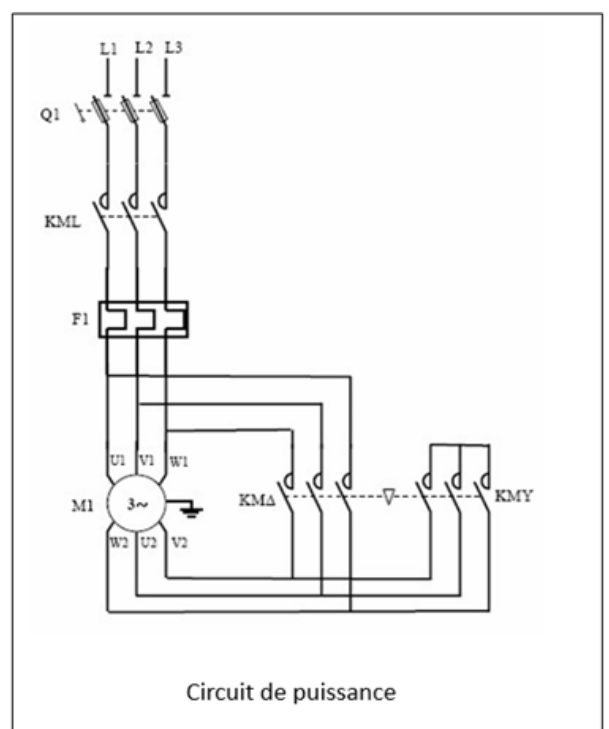
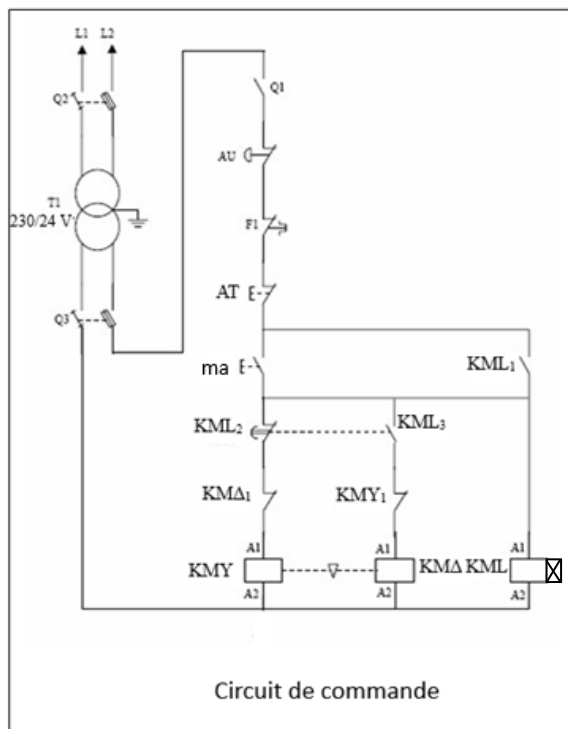
7. 1 pt

$M_u = P_u / \Omega = 3000 / 2 \cdot \pi \cdot 1470 / 60 = 19,5 \text{ Nm}$.

8. 2 pts

Oui, car pendant le couplage étoile, un enroulement du stator sera soumis à $400/\sqrt{3} = 230 \text{ V}$, alors qu'il est prévu pour supporter 400 V en couplage triangle.

9. 2 x 3 pts



III. Modulation d'énergie :

1- 1 pt

continue

alternative

sinusoïdale

2- 1 pt

$$U_{moy} = 0$$

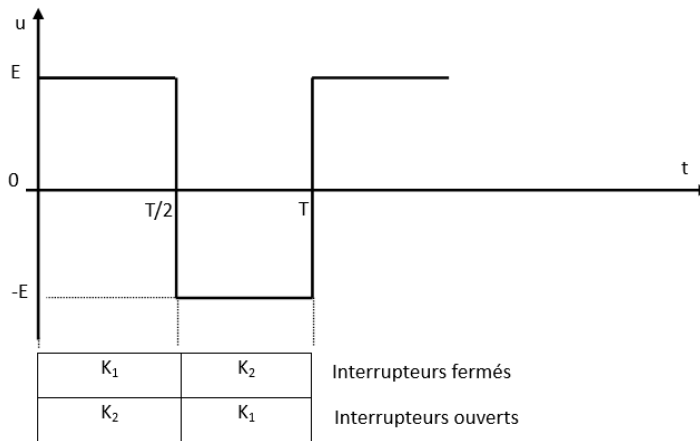
3- 1 pt

$$U = E$$

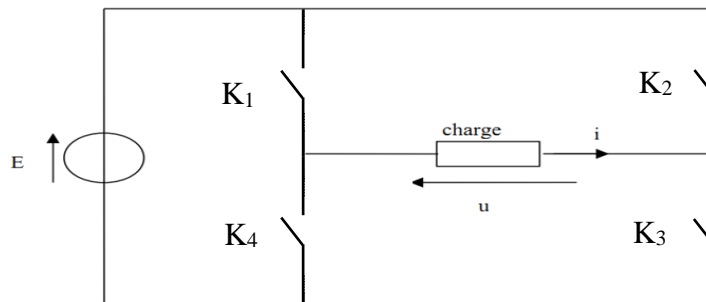
4- 1 pt

$$f = 1/T = 1/20 \cdot 10^{-3}; \text{ soit } f = 50 \text{ Hz.}$$

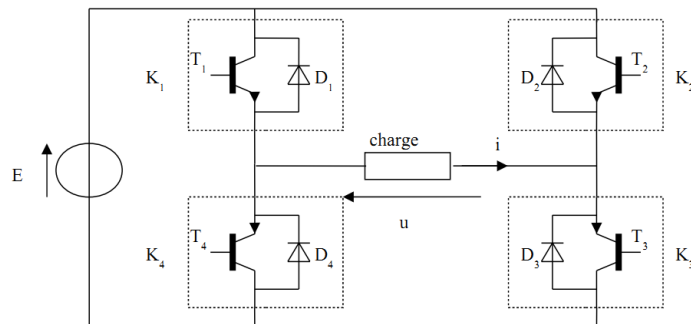
5- 4 x 0,25 pt



6- 1 pt



7- 1 pt



8- 1 pt

Les diodes assurent la continuité du passage du courant dans la charge (inductive), lorsque les transistors sont bloqués.

Partie C : Energie Pneumatique (7 points).

1. 6 x 0,25 pt

Repère	1	2	3	4	7	8	9
Désignation	Culasse	Soupape de refoulement	cylindre	Bielle	Vilebrequin	Piston	Soupape d'aspiration
Rôle	Pièce moulée destinée à recouvrir le haut du cylindre	Refouler l'air comprimé dans le réservoir	Guider le mouvement du piston	Relier le piston au vilebrequin	Transformer le mouvement de rotation en mouvement de translation	Coulisser dans le cylindre pour comprimer l'air	Aspirer l'air dans le cylindre

2. 1 pt

Le moteur électrique.

3. 1 pt

Le réservoir doit être relié à la pièce 2 permettant de refouler l'air comprimé issu du cylindre.

4. 0,5 pt

$$P_2 = 4.10^5 \text{ Pa}$$

5. 2 x 0,5 pt

$$T_1 = 297^\circ \text{ K} \quad T_2 = 310^\circ \text{ K}$$

6. 2 pts

$$V_1 = (297/310).(4.10^5 / 101.10^3).2,5 = 9,49 \text{ m}^3.$$

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- : / 1.00 pt
- c- : / 1.00 pt
- d- : / 1.00 pt

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

I - Étude du moteur M₃ (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. : / 2.00 pts
- 8. : / 2.00 pts
- 9. : / 2.00 pts
- 10. : / 2.00 pts

II- Étude du moteur M₁ (16 points).

- 1. : / 1.00 pt
- 2. : / 1.00 pt
- 3. : / 1.00 pt
- 4. : / 2.00 pts
- 5. : / 1.00 pt
- 6. : / 1.00 pt
- 7. : / 1.00 pt
- 8. : / 2.00 pts
- 9. : / 6.00 pts

III - Modulation d'énergie (8 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

Partie C : Energie Pneumatique (7 points).

- 1. : / 1.50 pt
- 2. : / 1.00 pt
- 3. : / 1.00 pt
- 4. : / 0.50 pt
- 5. : / 1.00 pt
- 6. : / 2.00 pts

TOTAL SUR 70 POINTS