

الصفحة	الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا الدورة العادية 2024 - الموضوع -	المملكة المغربية وزارة التربية الوطنية والتعليم الأولي والرياضة المركز الوطني للتقويم والامتحانات
1		
16		
***	PPPPPPPPPPPPPPPPPPPP-PPPP	NS 214A

4h	مدة الإنجاز	اختبار توليفي في المواد المهنية (الجزء الأول) - الفترة الصباحية	المادة
10	المعامل	شعبة الهندسة الكهربائية مسلك الصيانة الصناعية	الشعبة والمسلك

Portique de lavage de voitures sans contact

☞ Le sujet comporte au total 16 pages.

☞ Le sujet comporte :

- Pages 02 à 10 (feuilles jaunes) : Socle du sujet et Documents ressources ;
- Pages 11 à 16 (feuilles blanches) : Documents réponses.

☞ Le sujet traite 2 domaines principaux :

A- DOMAINE PRINCIPAL D'AUTOMATISME (sur 10 points) :

- Systèmes Automatisés.
- Programmation des API.

B- DOMAINE PRINCIPAL D'ÉLECTROTECHNIQUE (sur 30 points) :

- Moteurs à C.A. et à C.C.
- Commande électronique des moteurs.

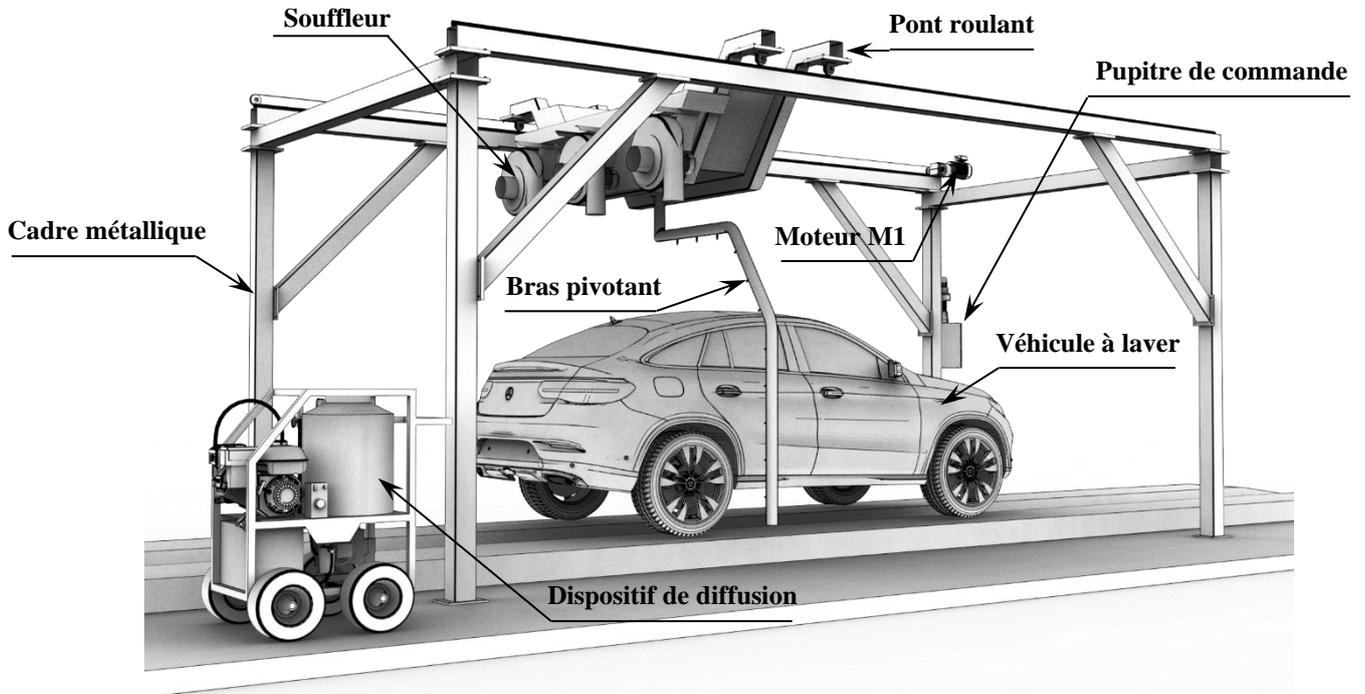
☞ N.B :

- ☞ Les domaines A et B sont indépendants et peuvent être traités dans un ordre quelconque après lecture de la présentation et de la description du système (page 2).
- ☞ La numérotation des questions est continue : de la question 1 (Q1) à la question 28 (Q28).
- ☞ Toutes les réponses doivent être rédigées sur les documents réponses.
- ☞ 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.

- Les pages portant en haut la mention document réponses doivent être obligatoirement jointes à la copie du candidat même si elles ne comportent aucune réponse ;
- Le sujet est noté sur 40 points ;
- Aucun document n'est autorisé ;
- Sont autorisées les calculatrices non programmables.

1. PRÉSENTATION DU SYSTÈME

Le support de l'épreuve est un portique de lavage de voitures de type « sans contact » (Touchless ou Touch free), c'est un système qui permet de laver un véhicule sans contact physique avec la surface à laver. Le lavage s'effectue à l'aide d'un jet d'eau, à haute pression, dirigé vers la surface du véhicule.



2. DESCRIPTION DU SYSTÈME

Le portique de lavage sans contact, objet de l'épreuve, est constitué des éléments suivants :

- Un **cadre métallique**, ou structure de support, soutient les différents composants du portique ;
- Un **pont roulant** monté sur des rails, supportant un dispositif de séchage du véhicule et un bras pivotant. Le pont est entraîné par un moteur à courant alternatif **M1** à deux sens de marche : avant et arrière ;
- Un **bras pivotant**, équipé de buses de pulvérisation qui projettent de l'eau ou du savon liquide sur la surface du véhicule. Ce bras est entraîné en rotation par un moteur électrique à courant continu **M4** ;
- Un **dispositif de séchage** du véhicule, constitué de trois souffleurs, situé sur la partie haute du portique. Chaque souffleur comporte un turbo ventilateur et 3 résistances chauffantes ;
- Deux **dispositifs de diffusion**, le premier est constitué d'une motopompe **M2**, permet d'arroser le véhicule avec de l'eau (prélever ou rincer) ; le deuxième est constitué d'une motopompe **M3**, permet d'arroser le véhicule avec du savon liquide (savonner) ;
- Des capteurs **TOR** pour détecter la présence du véhicule à laver (**P**), les positions avant et arrière du pont roulant (**Av, Ar**) ;
- Un capteur à tige à deux contacts, placé sur l'axe de rotation du bras pour détecter les positions droite et gauche du bras (**Bd, Bg**) ;
- Un **pupitre de commande** (bouton de départ cycle **Dcy**, bouton d'initialisation **Init**, voyant **V** ...) ;
- Un Automate **Programmable Industriel** gère le fonctionnement du système.

A- DOMAINE PRINCIPAL D'AUTOMATISME (sur 10 points)

FONCTIONNEMENT DU SYSTEME

Le cycle de fonctionnement du système est décrit par le grafcet du point de vue système ci-contre :

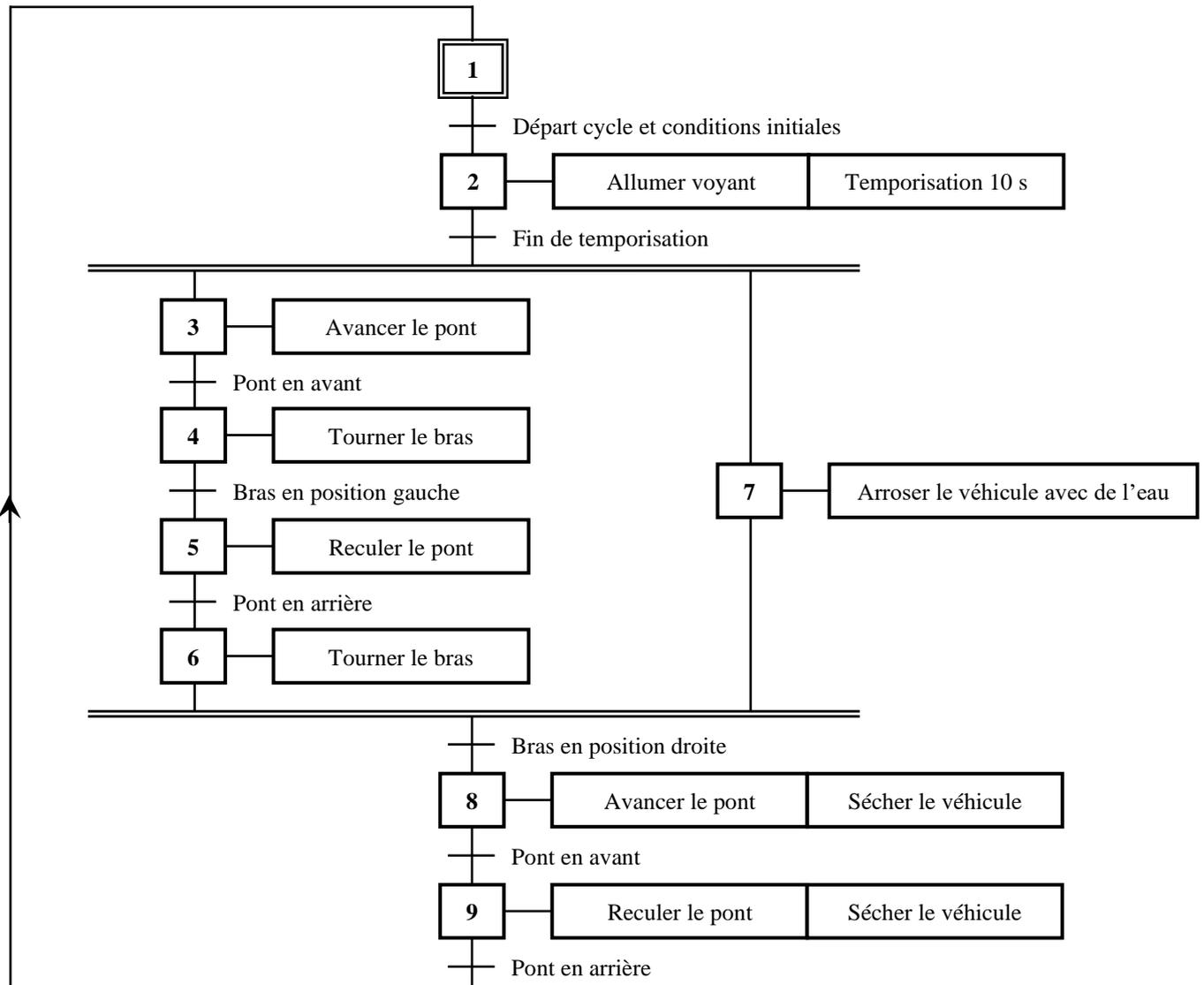
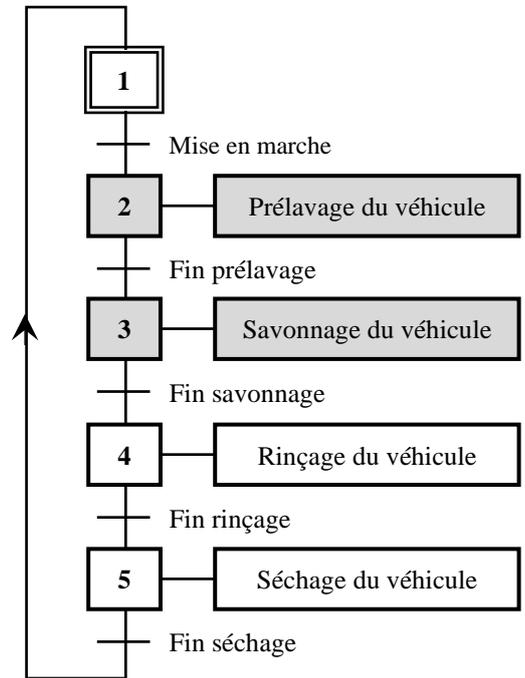
Conditions initiales :

- Pont en position arrière (**Ar** actionné) ;
- Bras en position droite (**Bd** actionné) ;
- Présence du véhicule à laver (**P** actionné).

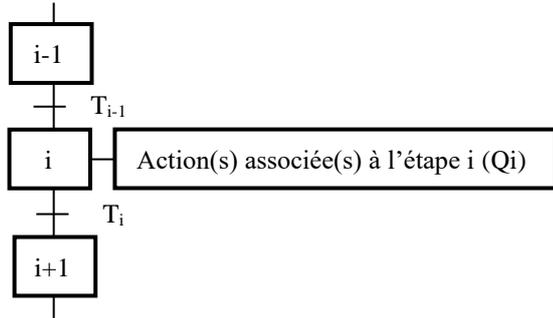
L'étude sera limitée à la phase de rinçage et à la phase de séchage du véhicule.

L'action sur le bouton poussoir **Dcy** lance le cycle de lavage du véhicule.

Ce cycle réduit est décrit par le grafcet du point de vue partie opérative suivant :



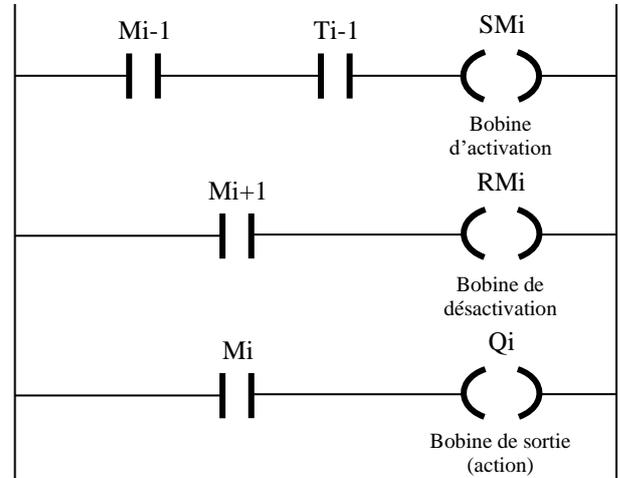
RAPPEL DU PRINCIPE DE TRADUCTION D'UN GRAFCET EN LADDER



L'étape **i** est matérialisée par une case mémoire **Mi**.

L'étape **i** est :

- **Activée** par l'étape **i-1** et la réceptivité **Ti-1** ;
- **Désactivée** par l'étape **i+1**.



BLOC TEMPORISATEUR

À chaque temporisateur sont associées 2 bobines **TTx** et **RTx** et un contact **Tx** :

- Bobine **TTx** : entrée de déclenchement de la temporisation numéro x (x = 1 ou 2 ou 3...) ;
- Bobine **RTx** : entrée de remise à zéro ;
- Contact **Tx** : sortie de fin de temporisation.

Le temporisateur **1** est paramétré à **10 s** donc le contact associé **T1** change d'état **10 s** après le déclenchement de la temporisation.

En vous aidant :

- Du Grafcet du point de vue partie opérative du système donné en page **03** ;
- De la configuration matérielle de l'**A.P.I.** donnée en **document ressources N° 01** (page **09**) ;
- Des tableaux des affectations des entrées/sorties donnés en **document ressources N° 01** (page **09**) ;
- De la démarche de traduction d'un Grafcet en langage LADDER donnée en page **04**.

Q1- Compléter le Grafcet point de vue **commande** du système.

2,5 pts

Q2- Compléter le Grafcet point de vue **API**.

2,5 pts

Q3- Compléter le programme **Ladder** correspondant :

5 pts

- Aux étapes **2, 3, 7 et 8** ;
- Aux actions **Q6 et Q7**.

B- DOMAINE PRINCIPAL D'ÉLECTROTECHNIQUE (sur 30 points)

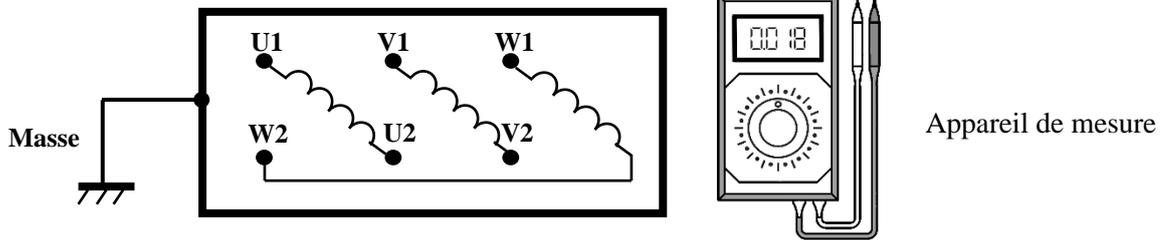
B.1-Dispositif de séchage

Le dispositif de séchage des véhicules contient trois souffleurs d'air chaud, chacun composé d'un turbo ventilateur entraîné par un moteur asynchrone triphasé et d'une unité de séchage par résistances chauffantes.

L'étude va porter sur un seul souffleur.

I- Étude du moteur de soufflage

Le moteur asynchrone triphasé peut présenter des défauts, notamment des défauts de continuité ou d'isolement des enroulements. Le contrôle de l'état du bobinage statorique s'effectue depuis la plaque à bornes à l'aide d'un appareil de mesure.



Le test de continuité consiste à mesurer la résistance de chacun des enroulements statoriques.

Le test d'isolement consiste à mesurer la résistance d'isolement entre enroulements et entre enroulements et carcasse du moteur.

Q4- Lors d'un test de continuité d'un enroulement, 3 situations peuvent se présenter. Indiquer, pour chacune d'elles, la déduction à faire (**court-circuit**, **coupure** ou **sans défaut**). **0,75 pt**

Q5- On a effectué un test d'isolement électrique du premier enroulement. Donner, pour chaque mesure, l'indication (**quelques Ω** ou **plusieurs centaines de $M\Omega$**) de l'appareil de mesure lorsque l'enroulement est **sans défaut**. **1 pt**

Le moteur qui entraîne le ventilateur est de type asynchrone triphasé bipolaire (**2 pôles**) ; sur sa plaque signalétique, on lit les indications suivantes :

$$230 \text{ V}/400 \text{ V} - 50 \text{ Hz} \quad \cos \varphi = 0,8$$

La tension du réseau d'alimentation est **U = 400 V** entre phases.

Q6- Calculer la vitesse de synchronisme **ns** en **tr/min**. **0,75 pt**

Les enroulements du stator sont couplés en **étoile**. Lors d'un essai à vide, on a relevé :

- Puissance absorbée à vide : **$P_{a0} = 186 \text{ W}$** ;
- Courant absorbé à vide : **$I_0 = 1,3 \text{ A}$** .

On admet que le moteur tourne à sa vitesse de synchronisme.

Q7- Pourquoi les **pertes Joule rotoriques** sont négligeables à vide (Cocher la bonne réponse). **0,5 pt**

Q8- Calculer les pertes Joule statoriques à vide **P_{js0}** (en **W**) sachant que la résistance d'un enroulement statorique est **$R = 1 \Omega$** . **1 pt**

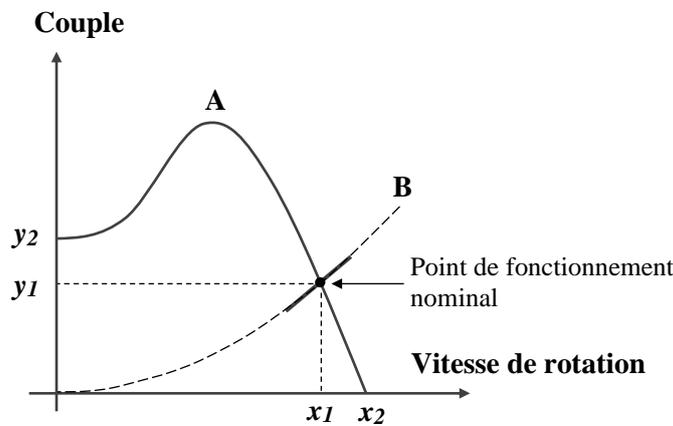
Q9- En déduire les pertes fer statoriques P_{fs} (en W) si les pertes mécaniques sont $P_m = 90$ W. **1,5 pt**

Le moteur, est maintenant couplé au ventilateur et fonctionne en son régime nominal. La partie utile de la caractéristique mécanique du moteur est une droite d'équation :

$$C_u(n) = -0,041.n + 123 \text{ (avec } n \text{ en tr/min et } C_u \text{ en N.m).}$$

Autour du point de fonctionnement, la caractéristique mécanique du ventilateur peut être assimilée à une droite d'équation : $C_r(n) = 0,0033.n - 4,562$ (avec n en tr/min et C_r en N.m).

Le point de fonctionnement se trouve au point d'intersection des deux caractéristiques (figure suivante).



Q10- Que représentent les courbes A et B et les points x_1 , x_2 , y_1 et y_2 ? **1,5 pt**

Q11- Calculer la vitesse de rotation n (en tr/min) et le couple utile du moteur C_u (en N.m) au point de fonctionnement. **2 pts**

Pour les questions 12 et 13, prendre $n = 2880$ tr/min et $C_u = 4,94$ N.m.

Q12- Calculer le glissement g en %. **1 pt**

Q13- Calculer la puissance utile du moteur P_u (en W). **1 pt**

En ce point de fonctionnement nominal, le moteur absorbe un courant de ligne $I = 3,2$ A.

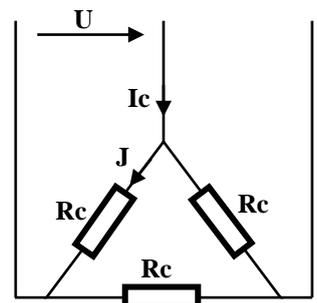
Q14- Calculer la puissance active absorbée P_a (en W) et la puissance réactive absorbée Q_a (en VAR). **1,5 pt**

Q15- Calculer le rendement η en % du moteur. **1 pt**

II- Étude de l'unité de chauffage de l'air ventilé

L'énergie thermique de séchage est produite par trois résistances chauffantes identiques montées en triangle (figure ci-contre), chacune d'elles ayant une résistance $R_c = 160 \Omega$.

La tension d'alimentation est $U = 400$ V.



Q16- Calculer le courant J (en A) qui parcourt une résistance, en déduire le courant de ligne I_c (en A). **1,5 pt**

Q17- Calculer la puissance totale P_c (en W) de cette unité de séchage. **1 pt**

III- Bilan énergétique du dispositif de séchage

Dans le but d'estimer la consommation électrique d'un souffleur (moteur de soufflage + unité de séchage) et celle du dispositif de séchage (les trois souffleurs), on établit un bilan de puissances.

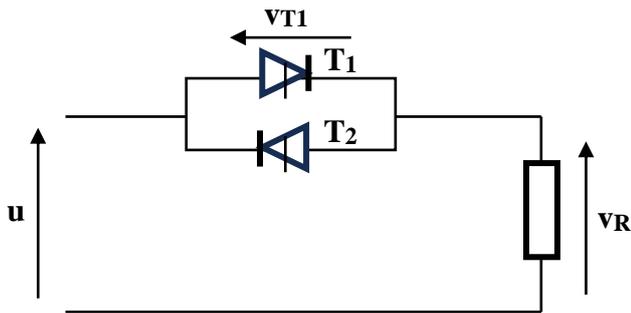
Q18- Compléter le tableau des puissances. **1,75 pt**

IV- Commande électronique de l'unité de séchage

La commande des éléments chauffants se fait par un gradateur triphasé afin de permettre le contrôle de la puissance thermique délivrée.

Pour des raisons de simplification, on se limitera à étudier la commande d'une seule résistance chauffante par un gradateur monophasé.

Le schéma est le suivant :



- $u(t) = U\sqrt{2} \cdot \sin(\omega t)$ et $U = 400 \text{ V}$
- Type de commande : gradateur à angle de phase
- Les thyristors T_1 et T_2 , supposés parfaits, sont amorcés avec un angle de retard α par rapport au zéro de la tension :
 - T_1 est amorcé à l'angle α
 - T_2 est amorcé à l'angle $\alpha + \pi$

Q19- Le tableau proposé regroupe les valeurs prises par $v_R(\theta)$ et $v_{T1}(\theta)$ en fonction des états de conduction des thyristors. Compléter ce tableau. **0,75 pt**

Q20- Pour $\alpha = \frac{\pi}{2}$, compléter le tracé des courbes $v_R(\theta)$ et $v_{T1}(\theta)$. **2 pts**

Q21- Calculer la valeur efficace V_R de la tension $v_R(t)$ pour $\alpha = \frac{\pi}{2}$ (on donne $V_R = U \cdot \sqrt{1 - \frac{\alpha}{\pi} + \frac{\sin(2\alpha)}{2\pi}}$) **0,5 pt**

Q22- Quel type de **conversion** effectue un gradateur de tension et comment **module-t-il** la puissance dissipée par la résistance ? (Cocher les réponses correctes). **1 pt**

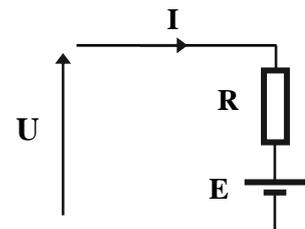
B.2- Commande du bras pulvérisateur

Le bras pivotant de pulvérisation est entraîné par un moteur à courant continu **M4** à excitation indépendante constante.

La résistance de l'induit est $R = 0,5 \Omega$.

La tension d'alimentation est $U = 48 \text{ V}$.

En fonctionnement nominal, le moteur tourne à $n = 2650 \text{ tr/min}$ et absorbe un courant induit $I = 4,5 \text{ A}$.



Modèle équivalent de l'induit du moteur

Q23- Calculer la force contre-électromotrice E .

0,75 pt

Q24- Calculer le couple électromagnétique Cem .

1 pt

A charge réduite, le moteur absorbe un courant induit $I_1 = 3 \text{ A}$.

Q25- Calculer E_1 , la nouvelle valeur de la force contre-électromotrice. En déduire la nouvelle valeur de la vitesse de rotation n_1 (on rappelle qu'à flux constant $E = K.n$).

2 pts

B.3- Commande semi-automatique de l'entraînement du pont roulant

Le moteur **M1** d'entraînement du pont roulant est commandé en **deux sens de marche** (avant et arrière). Il démarre sous tension réduite (**démarrage étoile-triangle**) afin de limiter l'appel du courant.

En mode semi-automatique (schéma du **document ressources N° 02** page 10), les séquences de fonctionnement sont les suivantes :

- Une impulsion sur le bouton poussoir **S2** provoque le déplacement du pont roulant vers l'avant (contacteur **KM1**) ; il s'arrête dès que le capteur de fin de course **Av** est actionné.
- Une impulsion sur le bouton poussoir **S3** (non repéré) provoque le déplacement du pont roulant vers l'arrière (contacteur **KM2**) ; il s'arrête dès que le capteur de fin de course **Ar** est actionné.
- Une impulsion sur le bouton poussoir **S1** provoque l'arrêt.

⇒ **KM3** et **KM4** sont les contacteurs de couplage étoile-triangle.

⇒ Les trois fonctionnalités suivantes sont prévues dans le circuit de commande :

- Le **verrouillage** électrique des contacteurs de ligne **KM1** et **KM2** ;
- Le **verrouillage** électrique des contacteurs de couplage **KM3** et **KM4** ;
- Des **signalisations** par voyants.

En utilisant le **document ressources N° 02** (page 10) :

Q26- Distinguer les contacteurs du couplage **étoile** et **triangle** d'après le circuit de puissance.

0,5 pt

Q27- Indiquer l'état de fonctionnement signalé par chacun des voyants **H1**, **H2** et **H3**.

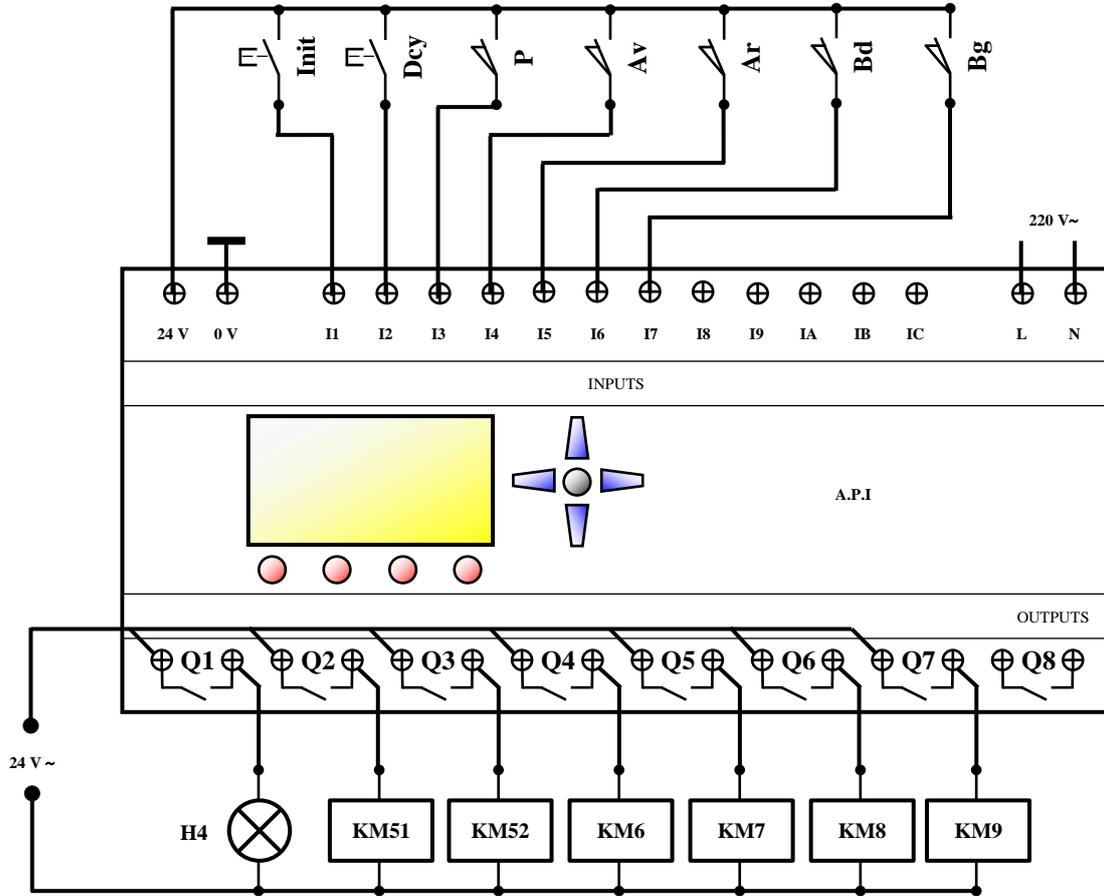
0,75 pt

Q28- Compléter le **schéma** du circuit de commande.

3 pts

Configuration matérielle de l'A.P.I

Document ressources N°01



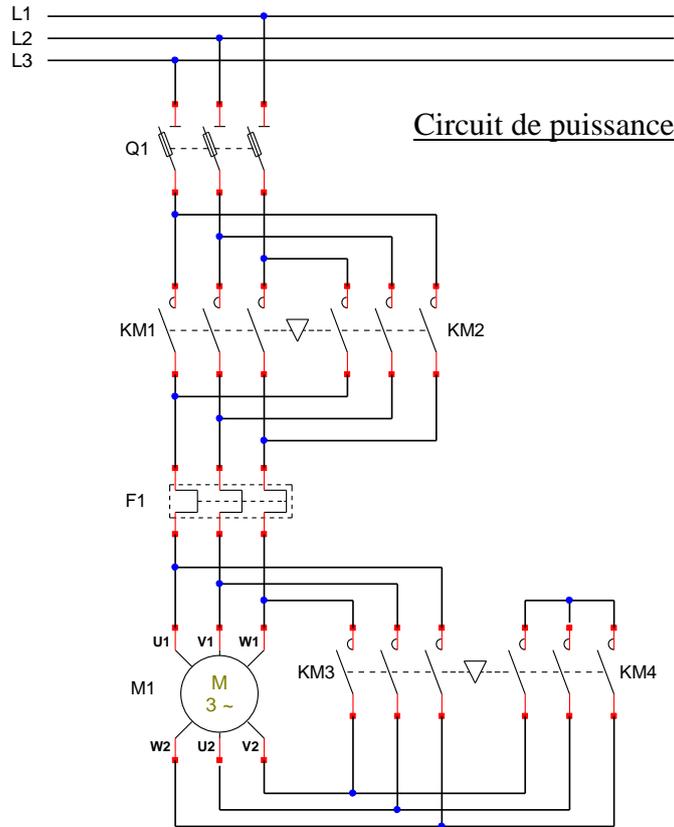
Identification et affectation des sorties

Actions	Actionneurs	Préactionneurs	Sorties API
Allumer voyant	Voyant H4		H4 Q1
Avancer le pont	Moteur M1	Contacteur inverseur	KM51 Q2
Reculer le pont			KM52 Q3
Arroser le véhicule avec de l'eau	Moteur M2	Contacteur	KM6 Q4
Arroser le véhicule avec de l'eau savonnée	Moteur M3	Contacteur	KM7 Q5
Tourner le bras	Moteur M4	Contacteur	KM8 Q6
Sécher le véhicule	Dispositif de séchage	Contacteur	KM9 Q7
Temporisation 10 s	Temporisateur interne n°1 de l'API	T	TT1

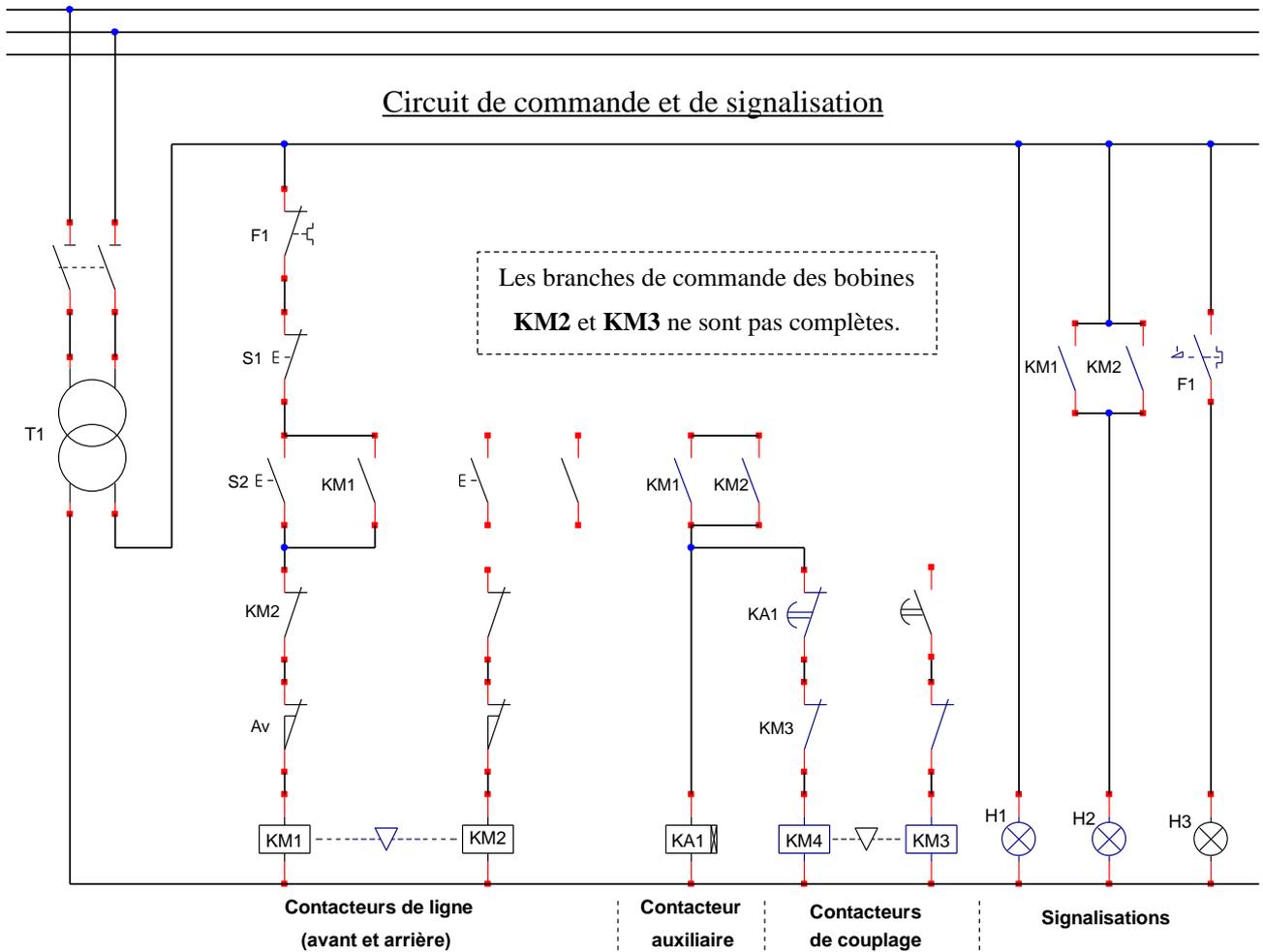
Identification et affectation des entrées :

Consignes/Comptes rendus	Boutons/Capteurs		Entrées API
Initialisation	Bouton poussoir	Init	I1
Départ cycle	Bouton poussoir	Dcy	I2
Présence véhicule	Détecteur mécanique à levier	P	I3
Pont en avant	Détecteur mécanique à levier	Av	I4
Pont en arrière	Détecteur mécanique à levier	Ar	I5
Bras en position droite	Capteur à tige à 2 contacts	Bd	I6
Bras en position gauche		Bg	I7
Fin de temporisation 10 s	Contact interne T1 du temporisateur 1		T1

Commande semi-automatique du moteur M1

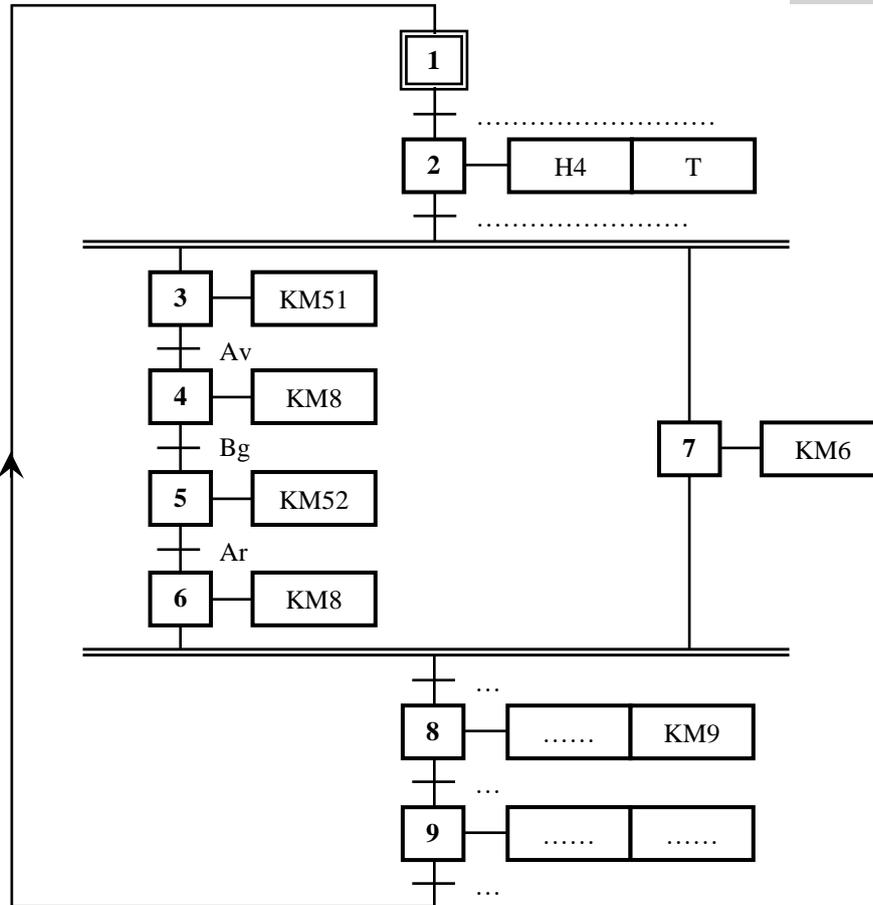


Circuit de commande et de signalisation

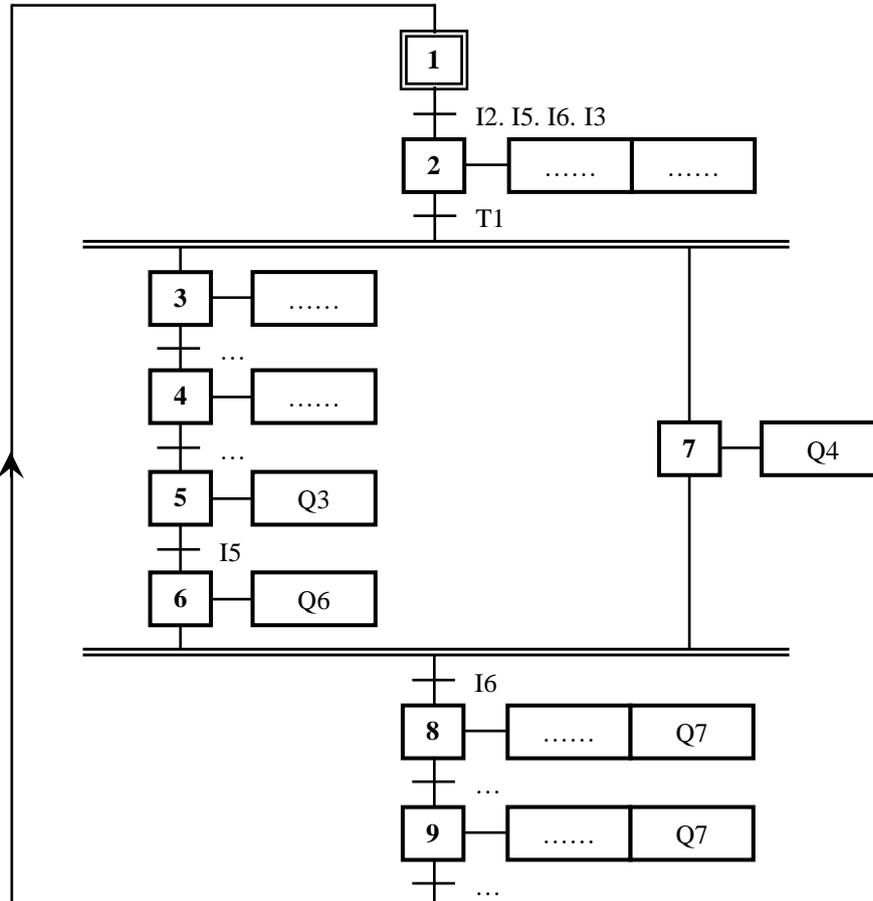


Q1- [2,5 pts]

Document réponses N° 01

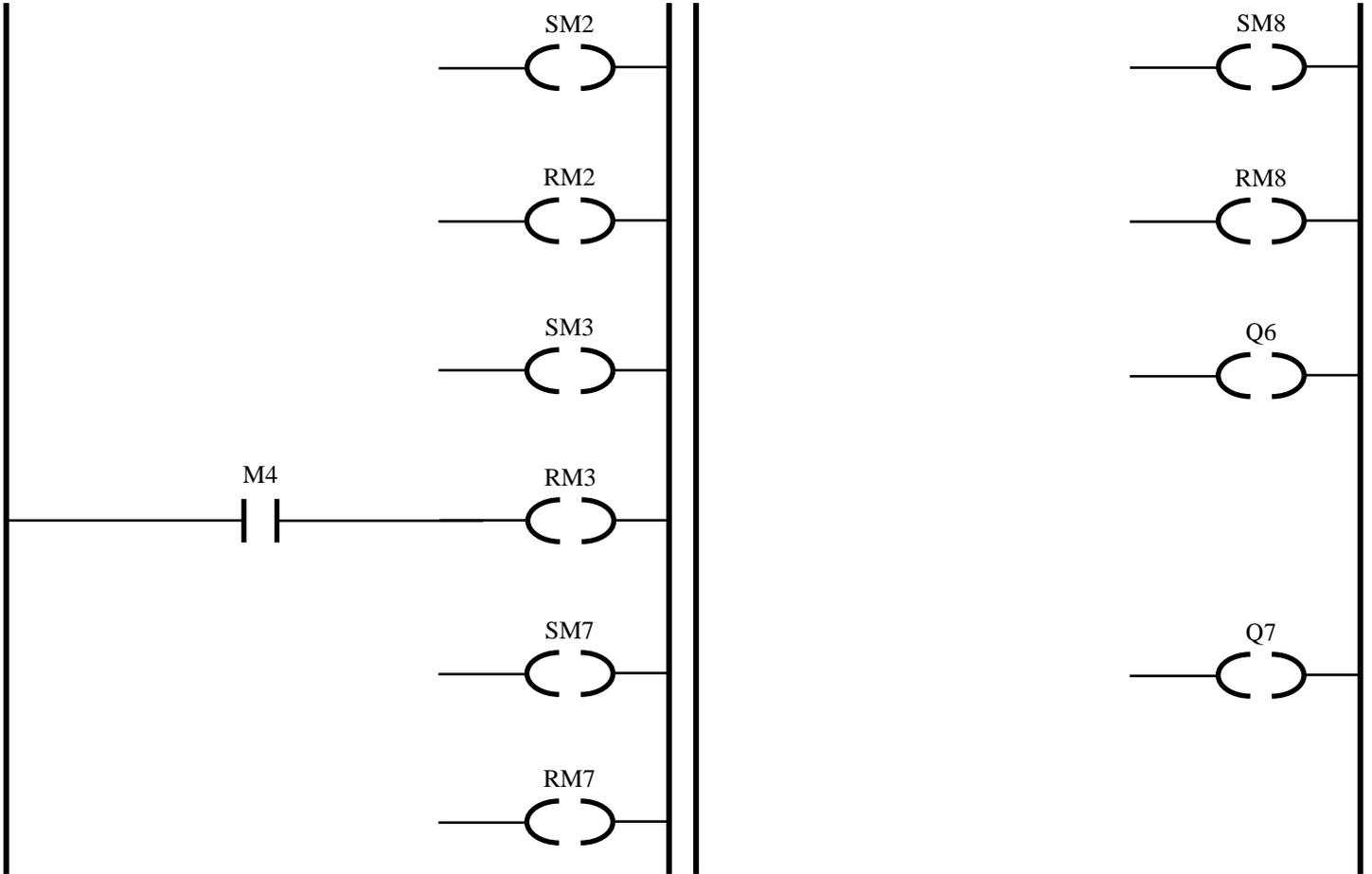


Q2- [2,5 pts]



Q3- [5 pts]

Document réponses N° 02



Q4- [0,75 pt]

Indication de l'appareil de mesure	Déduction
Valeur de quelques Ω
Valeur infinie
Valeur nulle ou presque nulle

Q5- [1 pt]

Entre U1 et U2
Entre U1 et V1
Entre U1 et W1
Entre U1 et Masse

Q6- [0,75 pt]

.....

.....

.....

Q7- [0,5 pt]

Document réponses N° 03

Le glissement est presque égal à 1	...
La tension d'alimentation est constante	...
Le glissement est presque nul	...

Q8- [1 pt]

.....

.....

.....

Q9- [1,5 pt]

.....

.....

.....

Q10- [1,5 pt]

Compléter par **A** et **B** :

- Caractéristique mécanique du moteur :
- Caractéristique mécanique de la charge (ventilateur) :

Compléter par **x₁**, **x₂**, **y₁** et **y₂** :

- Vitesse de synchronisme :
- Vitesse nominale :
- Couple de démarrage :
- Couple nominal :

Q11- [2 pts]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Q12- [1 pt]

.....

.....

.....

Q13- [1 pt]

Document réponses N° 04

Q14- [1,5 pt]

Q15- [1 pt]

Q16- [1,5 pt]

Q17- [1 pt]

Q18- [1,75 pt]

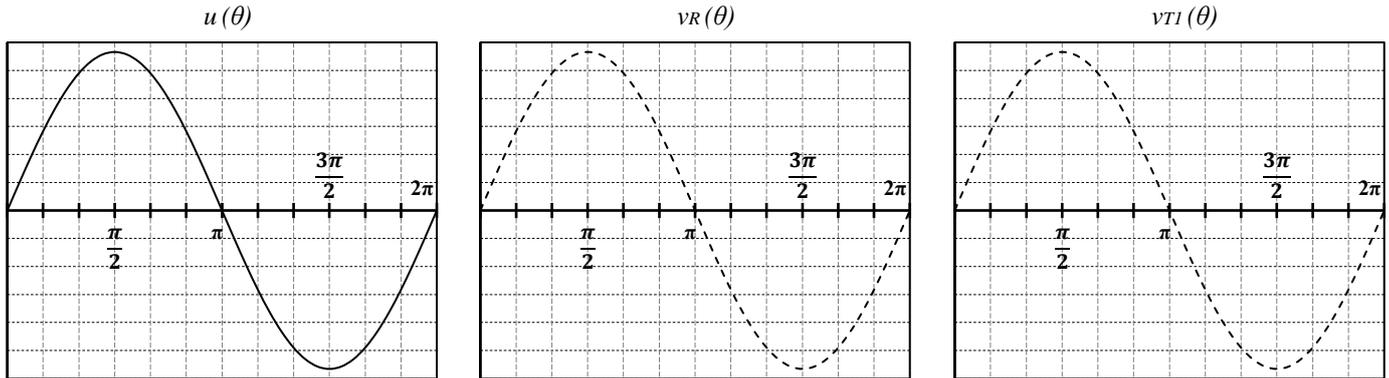
	Puissance active (en W)	Puissance réactive (en VAR)
Moteur de soufflage	$P_a = 1773,62$	$Q_a = 1330,21$
Unité de séchage	$P_c = 3000$	$Q_c = \dots\dots\dots$
Un seul souffleur	$P = \dots\dots\dots$	$Q = \dots\dots\dots$
Dispositif de séchage	$P_t = \dots\dots\dots$	$Q_t = \dots\dots\dots$

Q19- [0,75 pt]

Document réponses N° 05

	v_R	v_{T1}
T1 ou T2 conduisent
T1 et T2 bloqués	u

Q20- [2 pts]



Q21- [0,5 pt]

.....

.....

.....

Q22- [1 pt]

Type de conversion :

Conversion alternatif-continu	...	Conversion alternatif-alternatif	...
Conversion continu-continu	...	Conversion continu-alternatif	...

Modulation d'énergie :

Par action sur la valeur efficace de la tension $v_R(\theta)$...
Par action sur la fréquence de la tension $v_R(\theta)$...
Par action sur la phase de la tension $v_R(\theta)$...

Q23- [0,75 pt]

.....

.....

.....

Q24- [1 pt]

.....

.....

.....

Q25- [2 pts]

Document réponses N° 06

Q26- [0,5 pt]

Compléter par **KM3** ou **KM4** :

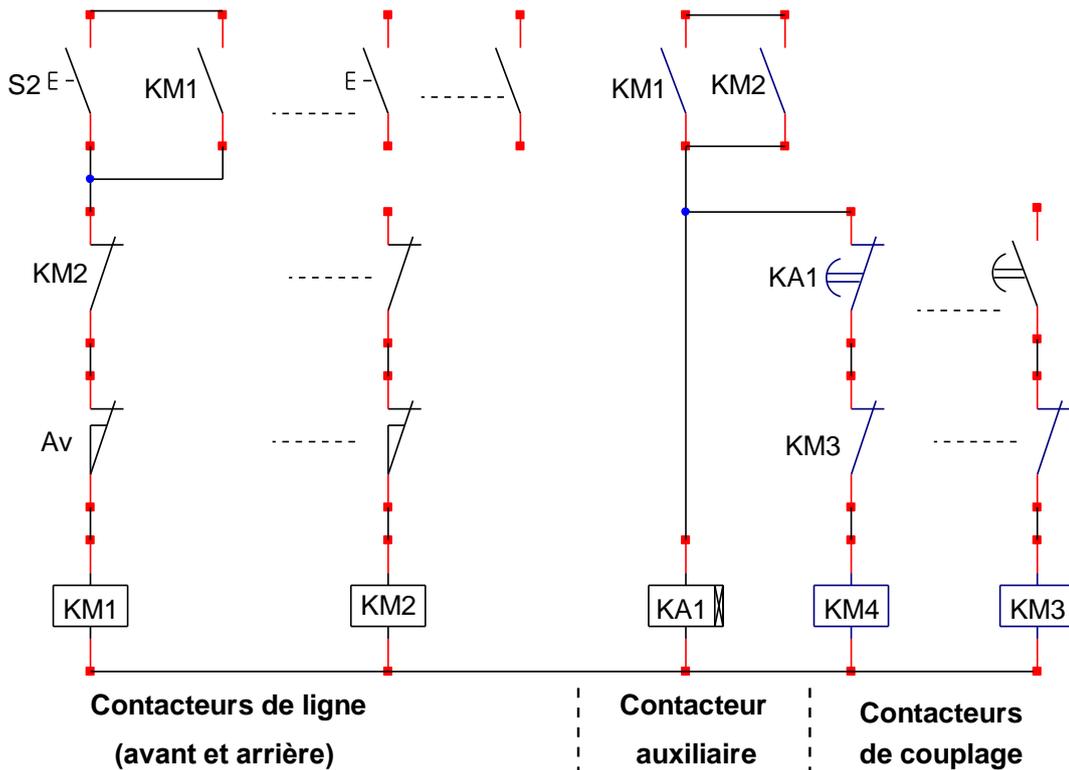
- Contacteur du couplage étoile :
- Contacteur du couplage triangle :

Q27- [0,75 pt]

Compléter par : **Défaut moteur**, **Présence tension** ou **Moteur en marche** :

- H1 :
- H2 :
- H3 :

Q28- [3 pts]



الصفحة

1

7

***|

الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا
المسالك المهنية
الدورة العادية 2024

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

PPPPPPPPPPPPPPPPPPPP-PPPP

مخاض الإجابة

NR 214A

4h

مدة الإنجاز

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

المادة

10

المعامل

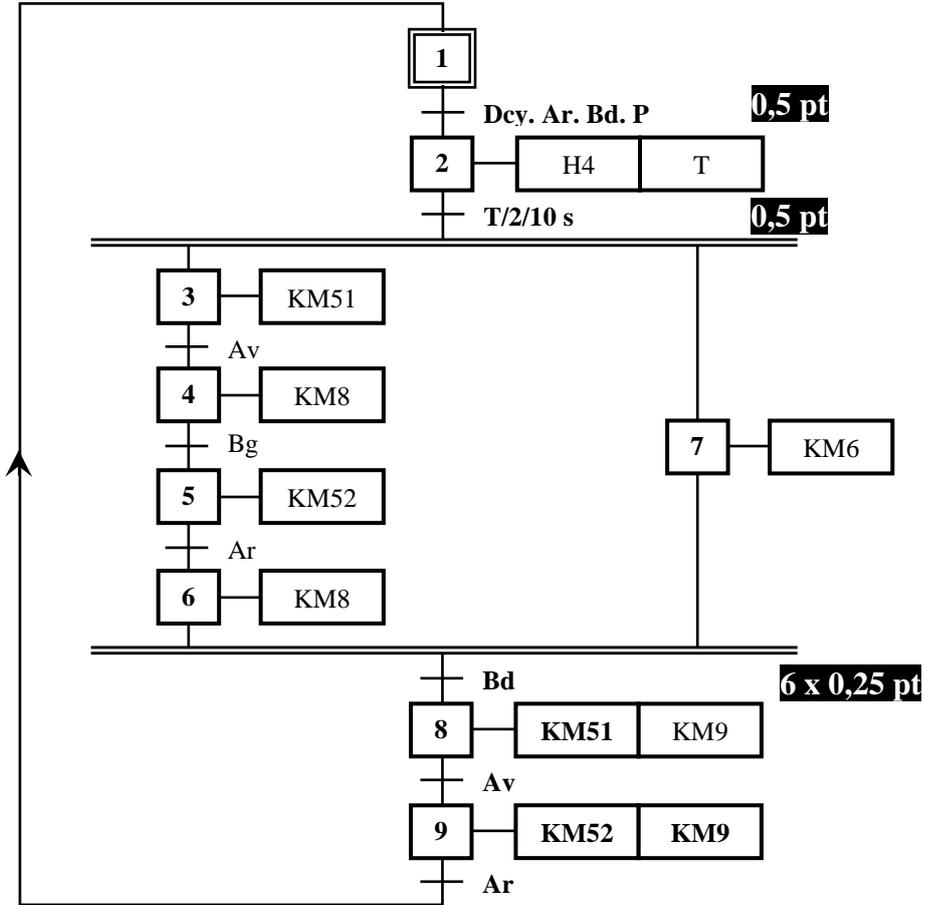
شعبة الهندسة الكهربائية مسلك الصيانة الصناعية

الشعبة والمسلك

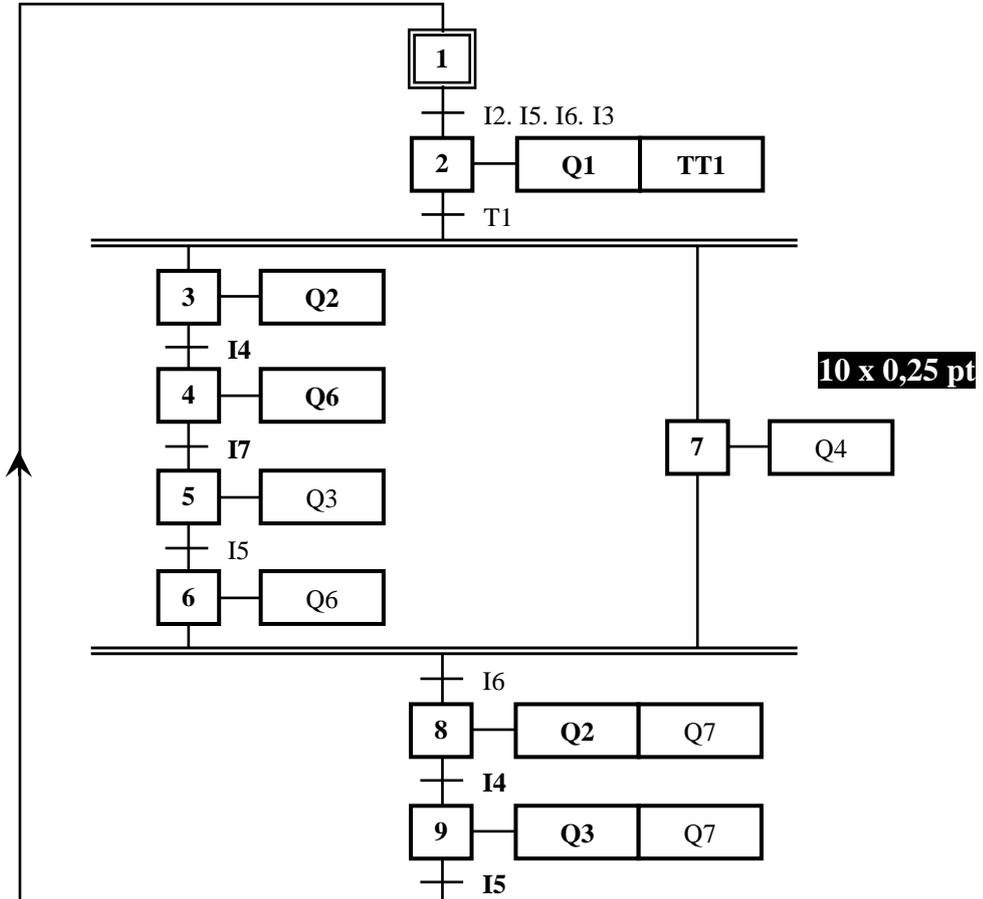
Portique de lavage de voitures sans contact

Éléments de
correction

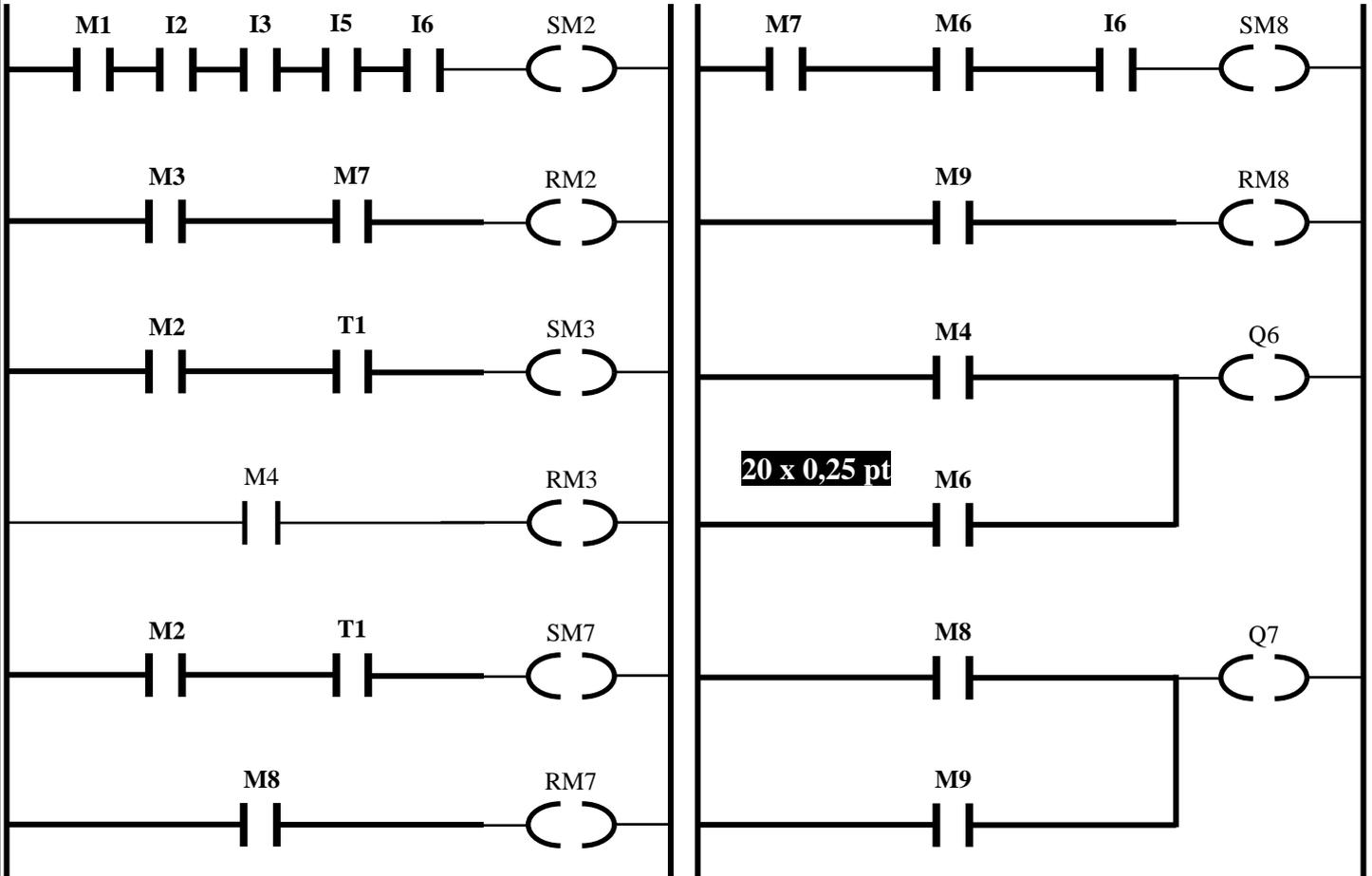
Q1-



Q2-



Q3- [5 pts]



Q4-

Indication de l'appareil de mesure	Déduction	
Valeur de quelques Ω	Sans défaut	0,25 pt
Valeur infinie	Coupure	0,25 pt
Valeur nulle ou presque nulle	Court-circuit	0,25 pt

Q5-

Entre U1 et U2	Quelques Ω	0,25 pt
Entre U1 et V1	Plusieurs centaines de $M\Omega$	0,25 pt
Entre U1 et W1	Plusieurs centaines de $M\Omega$	0,25 pt
Entre U1 et Masse	Plusieurs centaines de $M\Omega$	0,25 pt

Q6-

$$n_s = \frac{60.f}{p} \quad \text{A.N:} \quad n_s = \frac{3000}{1} \quad 0,5 \text{ pt}$$

$$\rightarrow n_s = 3000 \text{ tr/min} \quad 0,25 \text{ pt}$$

Q7-

Le glissement est presque égal à 1	
La tension d'alimentation est constante	
Le glissement est presque nul	X

0,5 pt

Q8-

$$P_{js_0} = 3 \cdot R \cdot I_0^2 \quad \mathbf{0,75 \text{ pt}}$$

$$\text{A.N: } P_{js_0} = 3 \cdot 1 \cdot 1,3^2$$

$$\rightarrow P_{js_0} = 5,07 \text{ W} \quad \mathbf{0,25 \text{ pt}}$$

Q9-

$$P_{fs} = P_{a_0} - P_{js_0} - P_m \quad \mathbf{1 \text{ pt}}$$

$$\text{A.N: } P_{fs} = 186 - 5,07 - 90$$

$$\rightarrow P_{fs} = 90,93 \text{ W} \quad \mathbf{0,5 \text{ pt}}$$

Q10-

Compléter par A et B :

- Caractéristique mécanique du moteur : A $\mathbf{0,25 \text{ pt}}$
- Caractéristique mécanique de la charge (ventilateur) : B $\mathbf{0,25 \text{ pt}}$

Compléter par x_1 , x_2 , y_1 et y_2 :

- Vitesse de synchronisme : x_2 $\mathbf{0,25 \text{ pt}}$
- Vitesse nominale : x_1 $\mathbf{0,25 \text{ pt}}$
- Couple de démarrage : y_2 $\mathbf{0,25 \text{ pt}}$
- Couple nominal : y_1 $\mathbf{0,25 \text{ pt}}$

Q11-

Au point de fonctionnement $C_u = C_r \Rightarrow$

$$- 0,041 \cdot n + 123 = 0,0033 \cdot n - 4,562 \quad \mathbf{0,5 \text{ pt}}$$

$$\text{Donc } n = \frac{123 + 4,562}{0,0033 + 0,041} \rightarrow n = 2879,5 \text{ tr/min} \quad \mathbf{0,75 \text{ pt}}$$

$$C_u = - 0,041 \cdot 2879,5 + 123 \rightarrow C_u = 4,94 \text{ N.m} \quad \mathbf{0,75 \text{ pt}}$$

Q12-

$$g = \frac{ns - n}{ns} \quad \mathbf{0,75 \text{ pt}}$$

$$\text{A.N: } g = \frac{3000 - 2880}{3000}$$

$$\rightarrow g = 0,04 = 4 \% \quad \mathbf{0,25 \text{ pt}}$$

Q13-

$$P_u = C_u \cdot \Omega \rightarrow P_u = C_u \cdot \frac{\pi \cdot n}{30} \quad \mathbf{0,75 \text{ pt}}$$

$$\text{A.N: } P_u = 4,94 \cdot \frac{\pi \cdot 2880}{30} \rightarrow P_u = 1489,86 \text{ W} \quad \mathbf{0,25 \text{ pt}}$$

Q14-

$$P_a = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos\varphi \quad \mathbf{0,5 \text{ pt}}$$

$$\text{A.N: } P_a = \sqrt{3} \cdot 400 \cdot 3,2 \cdot 0,8 \rightarrow P_a = 1773,62 \text{ W} \quad \mathbf{0,25 \text{ pt}}$$

$$Q_a = P_a \cdot \tan\varphi \quad \mathbf{0,5 \text{ pt}}$$

$$\text{A.N: } Q_a = 1773,62 \cdot \tan(\cos^{-1}(0,8)) \rightarrow Q_a = 1330,21 \text{ VAR} \quad \mathbf{0,25 \text{ pt}}$$

Q15-

$$\eta = \frac{P_u}{P_a} \quad \mathbf{0,75 \text{ pt}}$$

$$\text{A.N: } \eta = \frac{1489,86}{1773,62} \rightarrow \eta = 84 \% \quad \mathbf{0,25 \text{ pt}}$$

Q16-

$$J = \frac{U}{R_c} \quad \mathbf{0,5 \text{ pt}}$$

$$\text{A.N: } J = \frac{400}{160} \rightarrow J = 2,5 \text{ A} \quad \mathbf{0,25 \text{ pt}}$$

$$I_c = \sqrt{3} \cdot J \quad \mathbf{0,5 \text{ pt}}$$

$$\text{A.N: } I_c = \sqrt{3} \cdot 2,5 \rightarrow I_c = 4,33 \text{ A} \quad \mathbf{0,25 \text{ pt}}$$

Q17-

$$P_c = 3 \cdot R_c \cdot J^2 \quad \mathbf{0,75 \text{ pt}}$$

$$\text{A.N: } P_c = 3 \cdot 160 \cdot 2,5^2$$

$$\rightarrow P_c = 3000 \text{ W} \quad \mathbf{0,25 \text{ pt}}$$

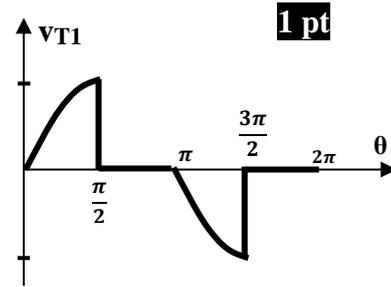
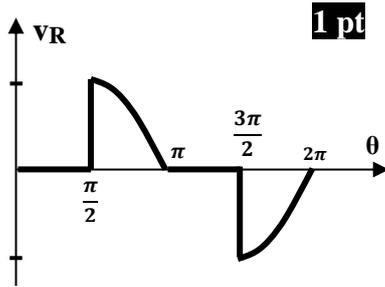
Q18-

	Puissance active (en W)	Puissance réactive (en VAR)
Moteur de soufflage	$P_a = 1773,62$	$Q_a = 1330,21$
Unité de chauffage	$P_c = 3000$	$Q_c = 0 \quad \mathbf{0,25 \text{ pt}}$
Un seul souffleur	$P = 4773,62 \quad \mathbf{0,25 \text{ pt}}$	$Q = 1330,21 \quad \mathbf{0,25 \text{ pt}}$
Dispositif de séchage	$P_t = 14\,320,86 \quad \mathbf{0,5 \text{ pt}}$	$Q_t = 3990,63 \quad \mathbf{0,5 \text{ pt}}$

Q19-

	v_R	v_{T1}
T1 ou T2 conduisent	u 0,25 pt	0 0,25 pt
T1 et T2 bloqués	0 0,25 pt	u

Q20-



Q21-

$$V_R = U \cdot \sqrt{1 - \frac{\alpha}{\pi} + \frac{\sin(2\alpha)}{2\pi}} \quad \text{A.N: } V_R = 400 \cdot \sqrt{1 - \frac{1}{2} + \frac{\sin(\pi)}{2\pi}}$$

$$\rightarrow V_R = 282,84 \text{ V} \quad \mathbf{0,5 pt}$$

Q22-

Type de conversion :

Conversion alternatif-continu	...
Conversion continu-continu	...

Conversion alternatif-alternatif	X
Conversion continu-alternatif	...

0,5 pt

Modulation d'énergie :

Par action sur la valeur efficace de la tension $v_R(\theta)$	X
Par action sur la fréquence de la tension $v_R(\theta)$...
Par action sur la phase de la tension $v_R(\theta)$...

0,5 pt

Q23-

$$E = U - R \cdot I \quad \mathbf{0,5 pt}$$

$$\text{A.N: } E = 48 - 0,5 \cdot 4,5 \rightarrow E = 45,75 \text{ V} \quad \mathbf{0,25 pt}$$

Q24-

$$C_{em} = \frac{EI}{\Omega} \rightarrow C_{em} = \frac{30}{\pi} \cdot \frac{EI}{n} \quad \mathbf{0,75 pt}$$

$$\text{A.N: } C_{em} = \frac{30}{\pi} \cdot \frac{45,75 \cdot 4,5}{2650}$$

$$\rightarrow C_{em} = 0,74 \text{ N.m} \quad \mathbf{0,25 pt}$$

Q25-

$$E_1 = U - R \cdot I_1 \quad \mathbf{0,25 \text{ pt}}$$

$$\text{A.N: } E_1 = 48 - 0,5 \cdot 3$$

$$\rightarrow E_1 = 46,5 \text{ V} \quad \mathbf{0,25 \text{ pt}}$$

$$E = K \cdot n ; \text{ on peut \u00e9crire } k = \frac{E}{n} = \frac{E_1}{n_1} \text{ donc } n_1 = n \cdot \frac{E_1}{E} \quad \mathbf{1 \text{ pt}}$$

$$\text{A.N: } n_1 = 2650 \cdot \frac{46,5}{45,75} \rightarrow n_1 = 2693,44 \text{ tr/min} \quad \mathbf{0,5 \text{ pt}}$$

Q26-

Compl\u00e9ter par **KM3** et **KM4** :

- Contacteur du couplage \u00e9toile : **KM4** $\mathbf{0,25 \text{ pt}}$
- Contacteur du couplage triangle : **KM3** $\mathbf{0,25 \text{ pt}}$

Q27-

Compl\u00e9ter par : **D\u00e9faut moteur**, **Pr\u00e9sence tension** ou **Moteur en marche** :

- H1 : **Pr\u00e9sence tension** $\mathbf{0,25 \text{ pt}}$
- H2 : **Moteur en marche** $\mathbf{0,25 \text{ pt}}$
- H3 : **D\u00e9faut moteur** $\mathbf{0,25 \text{ pt}}$

Q28-

