

الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا
المسالك المهنية
الدورة الاسترجاعية 2023

PPPPPPPPPPPPPPPPPPPP-PPP

الموضوع

RS 214A

4h

مدة الإنجاز

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

المادة

10

المعامل

شعبة الهندسة الكهربائية مسلك الصيانة الصناعية

الشعبة والمسالك

BANDEROLEUSE DE PALETTES

☞ *Le sujet comporte au total 16 pages et 2 types de documents :*

- Pages 02 à 10 (feuilles **Jaunes**) : Socle du sujet et documents ressources [Document ressources : N° X].
- Pages 11 à 16 (feuilles **Blanches**) : Documents réponses [Document réponses : N° X].

Le sujet traite 2 domaines principaux :

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

B- DOMAINE D'ÉLECTROTECHNIQUE (sur 30 points)

Les domaines A et B sont indépendants et peuvent être traités dans un ordre quelconque après lecture de la présentation, de la description et du fonctionnement (pages 2, 3, 4 et 5).

La numérotation des questions est continue : de la question N° 1 (Q01.) à la question N° 28 (Q28.).

Toutes les réponses doivent être rédigées sur les documents réponses : [Document réponses : N° X].

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 : N° X] (feuilles Blanches) 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.*

BANDEROLEUSE DE PALETTES

I. Présentation

Le support, objet de l'étude, est une unité de banderolage automatique de palettes à bras tournant. Elle permet d'envelopper des palettes, chargées de caisses, par un film en plastique afin de les protéger et de faciliter leur transport.

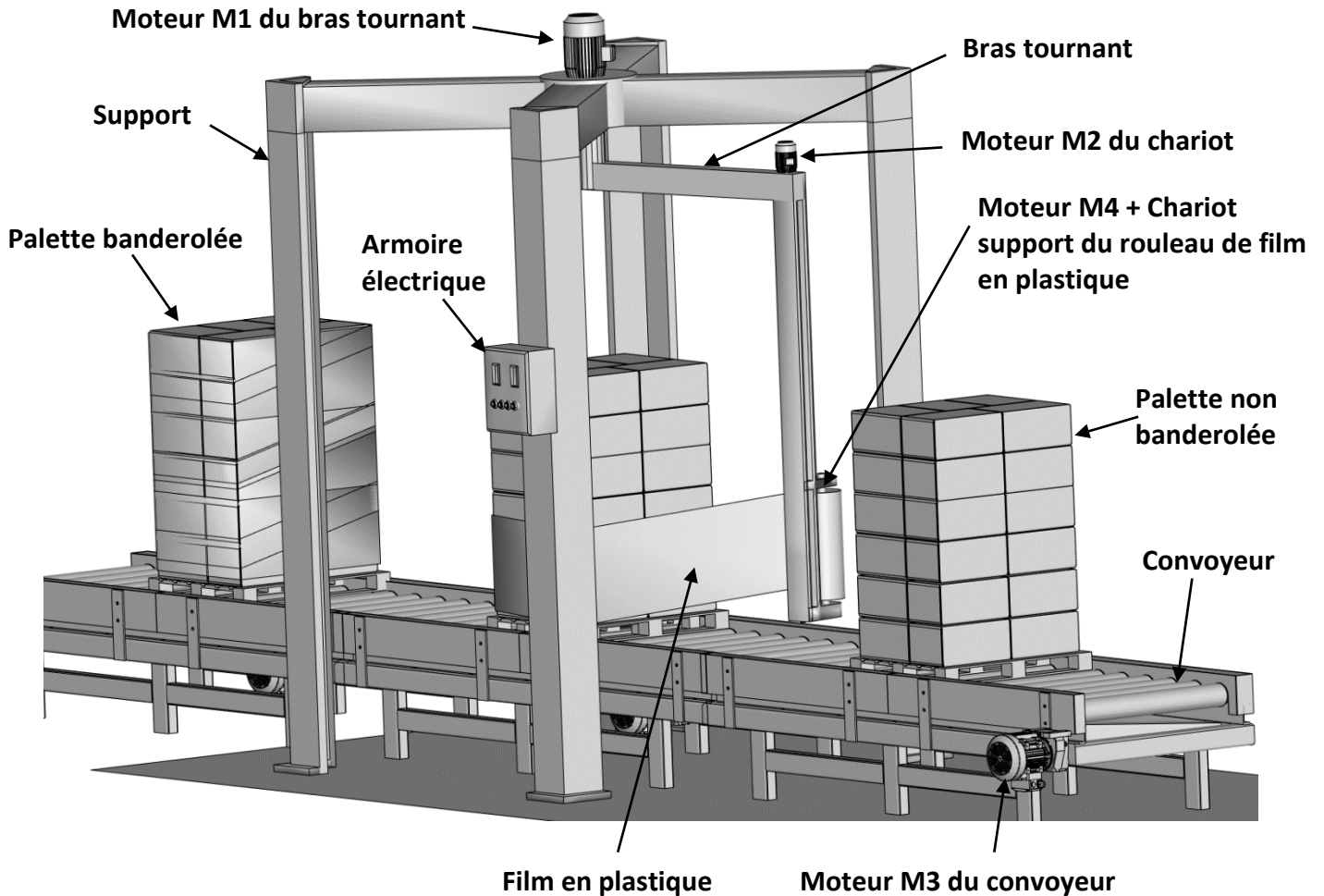
II. Description (Voir le schéma descriptif de l'unité de banderolage en page 3)

II-1. Composition

L'unité de banderolage est composée de :

- Un convoyeur, entraîné par le moteur **M3** asynchrone triphasé, qui transporte les palettes chargées de caisses ;
- Une banderoleuse constituée de :
 - Un support (Bâti) ;
 - Un bras tournant autour de l'axe central de la banderoleuse entraîné par le moteur **M1** asynchrone triphasé associé à un réducteur ;
 - Un chariot qui porte le rouleau du film en plastique. Le chariot est entraîné verticalement le long du bras tournant par le moteur **M2** asynchrone triphasé associé à un réducteur et un système vis-écrou qui transforme le mouvement de rotation en un mouvement de translation ;
 - Un moteur **M4** à courant continu (voir paragraphe **II-3**) assure le déroulement du film plastique ;
 - Un mécanisme (non représenté) d'accrochage de l'extrémité du film plastique à la palette au début du cycle de banderolage d'une palette et de coupe du film à la fin de l'opération.
 - Capteurs de type TOR (Tout Ou Rien) :
 - Un capteur **P**, de proximité inductif, détecte la présence d'une palette au centre de la banderoleuse ;
 - Un capteur **C**, de proximité inductif, détecte la position initiale du bras tournant ;
 - Deux capteurs mécaniques fin-de-course **R_{Ch}** et **R_{Cb}** limitent la course du chariot porte-rouleau (**R_{Ch}** : fin-de-course haut et **R_{Cb}** : fin-de-course bas) ;
 - L'unité de banderolage est gérée par un automate programmable industriel (API) ;
 - Une armoire électrique qui contient les appareils de commande et de protection ;
 - Les moteurs **M2**, **M3** et **M4** sont commandés par des variateurs de vitesse paramétrables ;
 - Le moteur **M1** est commandé par un démarreur progressif électronique (gradateur de tension).

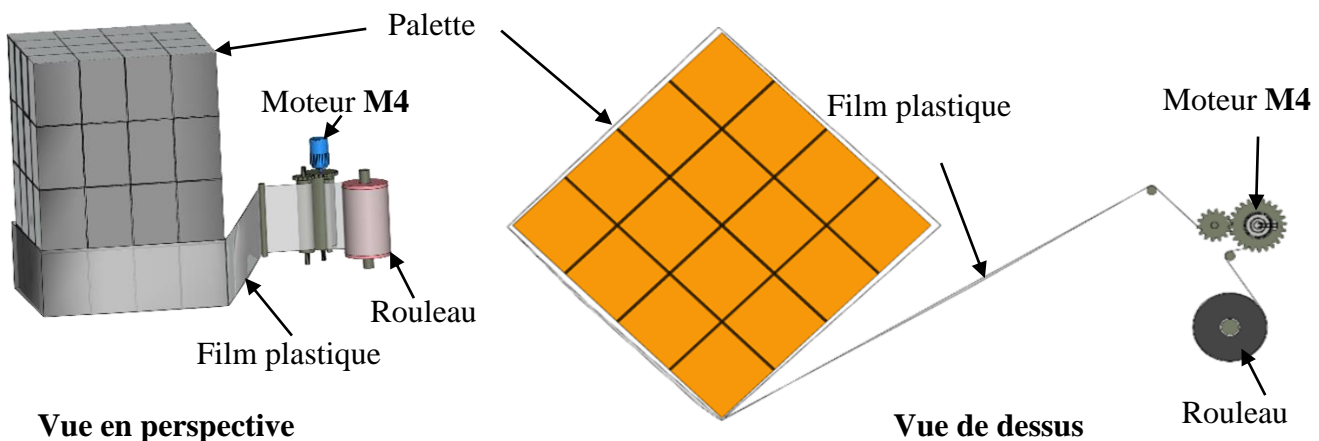
II-2. Schéma descriptif de l'unité de banderolage



II-3. Principe de déroulement du film plastique

Le chariot est muni d'un moteur **M4** à courant continu, asservi en vitesse, qui permet de dérouler le film plastique à une vitesse de telle sorte que ce dernier reste tendu lors de l'opération de banderolage.

Le principe de déroulement du film plastique est représenté par les deux vues ci-dessous.



III. Fonctionnement de l'unité de banderolage

L'unité de banderolage possède deux modes de fonctionnement : **automatique** et **manuel**.

On adopte dans l'épreuve un cycle de fonctionnement simplifié en mode automatique.

Les éléments suivants sont exclus de l'étude :

- Le mécanisme d'accrochage du film plastique à la palette au début du banderolage et la coupe du film à la fin de cette opération ;
- Le paramétrage des variateurs de vitesse et du démarreur.

III-1. Fonctionnement en mode « Automatique »

Le bras tournant étant en position initiale et le chariot porte-rouleau en position basse :

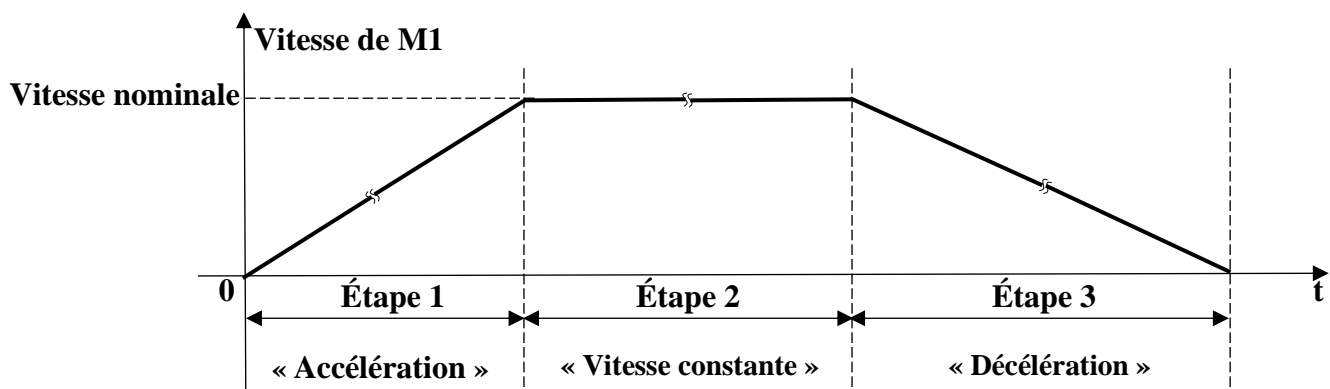
a) Cycle de fonctionnement :

- L'opérateur lance le cycle par action sur le bouton poussoir départ cycle **Dcy** ;
- Arrivée d'une palette chargée au centre de la banderoleuse, détectée par le capteur **P** ;
- Rotation du bras tournant ;
- Compter **N1** tours du bras ;
- Montée du chariot et rotation du bras tournant ;
- Arrivé en position haute, le chariot s'arrête et on compte **N2** tours du bras ;
- Descente du chariot et rotation du bras tournant ;
- Arrivée en position basse du chariot, le bras tourne jusqu'à sa position initiale et s'arrête ;
- Dégager la patette banderolée.

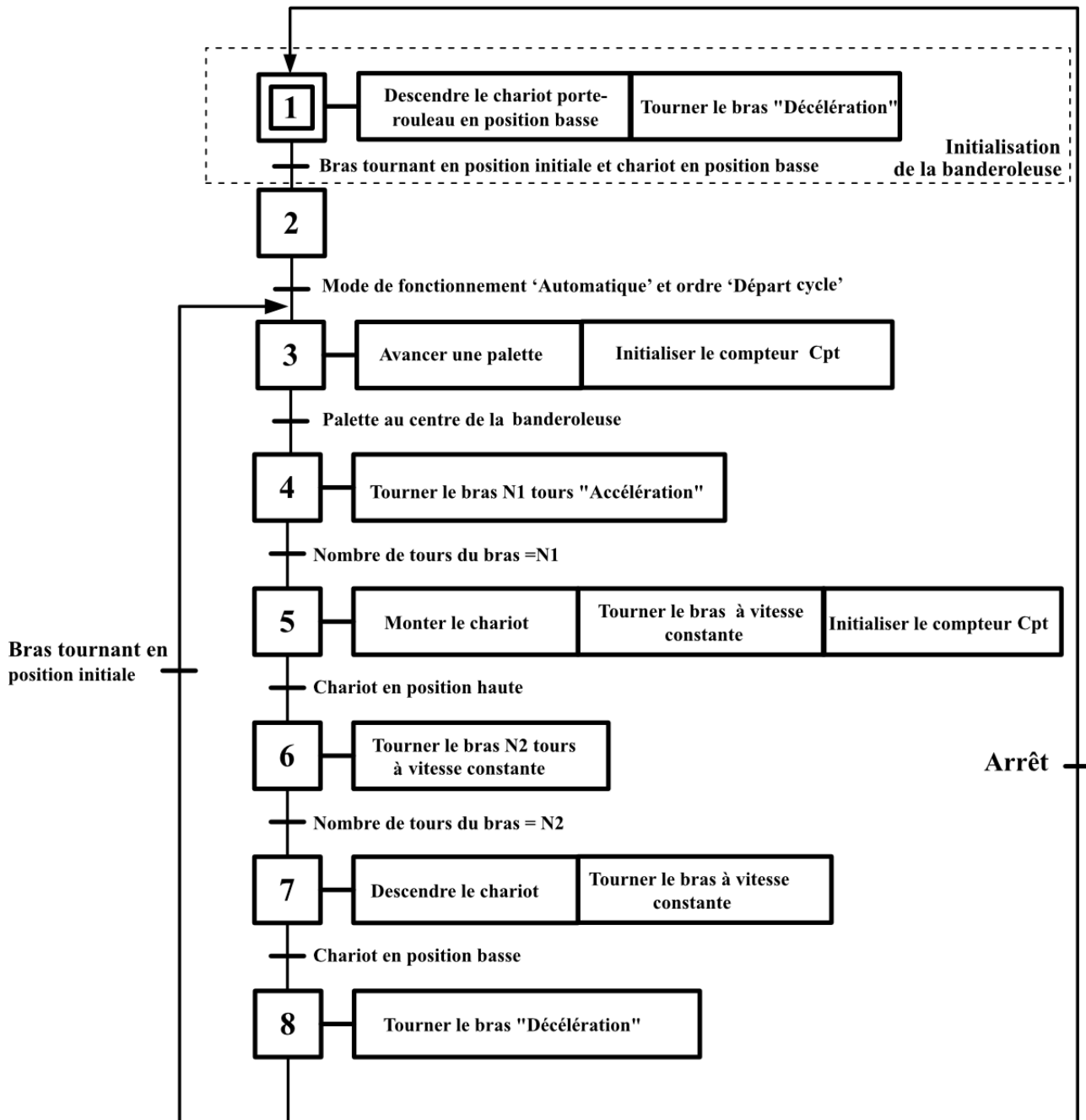
b) Les étapes de fonctionnement du bras tournant :

Le moteur **M1** qui entraîne le bras tournant est alimenté par le démarreur. Le fonctionnement du moteur **M1** (du bras tournant), pendant un cycle, se fait en trois étapes (voir courbe ci-dessous) :

- **Étape 1 « Accélération »** : Le moteur démarre progressivement jusqu'à atteindre sa vitesse nominale ;
- **Étape 2 « Vitesse constante »** : Le moteur tourne à sa vitesse nominale ;
- **Étape 3 « Décélération »** : Le moteur ralentit jusqu'à l'arrêt.



Le Grafcet ci-dessous décrit le fonctionnement simplifié, en mode automatique, de la banderoleuse :



III-2. Fonctionnement en mode « Manuel » :

L'opérateur commande les trois moteurs **M1**, **M2** et **M3** par action sur des boutons poussoirs.

- Une **impulsion** sur le bouton poussoir **Mp** ramène une palette au centre de la banderoleuse.
- Une **impulsion** sur le bouton poussoir **M_{AB}** fait tourner le bras tournant et l'action sur **AT_B** l'arrête mais uniquement lorsqu'il aurait atteint sa position initiale (action du capteur **C**).
- Une **action continue** sur le bouton poussoir **M_{ch}** fait monter le chariot qui s'arrête lorsque le fin-de-course **R_{ch}** est actionné ou si **M_{ch}** est relâché ;
- Une **action continue** sur le bouton poussoir **D_{ch}** fait descendre le chariot qui s'arrête lorsque le fin-de-course **R_{cb}** est actionné ou si **D_{ch}** est relâché.

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

En se référant au Grafct de la **page 5** décrivant le fonctionnement simplifié, en mode automatique, de la banderoleuse et au document ressources [Document ressources : N° 1] **page 10** :

Les opérations d'incrémentation du compteur ne sont pas prises en compte dans les Grafct.

Q01. Compléter le Grafct du point de vue commande ;

3pts

Q02. Compléter le Grafct du point de vue API ;

3pts

Q03. Compléter le programme LADDER des étapes 1 et 3 et de la sortie Q1.

4pts

B- DOMAINE D'ÉLECTROTECHNIQUE (sur 30 points)

Moteur M2 d'entraînement du chariot.

Le moteur **M2** d'entraînement du chariot est un moteur asynchrone triphasé à **2 paires** de pôles fonctionne à vitesse variable. On relève sur sa plaque signalétique les indications suivantes :

1,5 kW; 1440 tr/min; 50 Hz; 400 V; 4 A; $\cos \varphi = 0,82$.

Étude du moteur alimenté à U/f constant.

Le moteur est alimenté par un variateur qui permet de régler la fréquence en maintenant le rapport U/f constant. Pour $f = 50 \text{ Hz}$, la valeur efficace de la tension entre deux phases du moteur est $U = 400 \text{ V}$.

La vitesse de déplacement v_b du chariot (montée descente) est proportionnelle à la vitesse de rotation n du moteur. Pour une vitesse de rotation du moteur $n = 1440 \text{ tr/min}$, la vitesse v_b du chariot est $v_b = 0,4 \text{ m/s}$.

Q04. Calculer la vitesse de synchronisme n_s en tr/min ;

0.5pt

Q05. Calculer le couple utile T_u en Nm .

1pt

On a représenté la partie utile de la caractéristique (mécanique) $T_u = f(n)$ du moteur à $f = 50 \text{ Hz}$.

On rappelle que dans un fonctionnement à U/f constant, cette caractéristique se déplace parallèlement à elle-même lorsque la fréquence varie.

Le moment du couple résistant noté T_R est constant avec : $T_R = 9 \text{ N.m}$.

Pour une fréquence $f' = 25 \text{ Hz}$:

Q06. Déterminer la nouvelle vitesse de synchronisme n_s' en tr/min du moteur ;

1pt

Q07. Tracer la partie utile de la caractéristique mécanique $T_u = f(n)$ pour une fréquence $f' = 25 \text{ Hz}$.

1pt

Q08. En déduire à partir du graphe la nouvelle vitesse de rotation n' en tr/min du moteur ;

1pt

Q09. Pour $n' = 690 \text{ tr/min}$, calculer la nouvelle vitesse v'_b en m/s du chariot ;

1pt

Q10. Calculer dans ce cas la valeur efficace U' de la tension entre deux phases du moteur.

1pt

Étude du circuit de commande manuelle du moteur M2

Le fonctionnement du chariot en mode manuel se fait à vitesse nominale et se déroule de la manière suivante :

- **Une action continue** sur le bouton poussoir M_{Ch} fait monter le chariot qui s'arrête lorsque le fin-de-course R_{Ch} est actionné ou M_{Ch} relâché ;
- **Une action continue** sur le bouton poussoir D_{Ch} fait descendre le chariot qui s'arrête lorsque le fin-de-course R_{Cb} est actionné ou D_{Ch} relâché.
- Deux contacteurs **KM21** et **KM31** commandent le sens de rotation du moteur : **KM21** pour la montée et **KM31** pour la descente.
- Le circuit de commande est muni d'un verrouillage électrique entre **KM21** et **KM31**.

Q11. Compléter le circuit de commande manuelle.

3,5pts

Moteur M1 d'entraînement du bras tournant.

Étude des circuits de puissance et de commande en mode manuel

Le fonctionnement du bras tournant en mode manuel se fait à vitesse nominale et se déroule de la manière suivante :

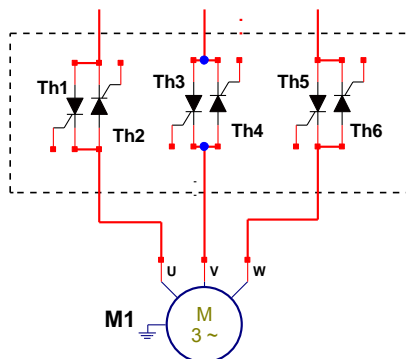
- Le démarreur progressif est court-circuité (**by pass**) par le contacteur **KM8** ;
- Une seule impulsion sur le bouton poussoir M_{AB} fait tourner le bras tournant ;
- L'action sur AT_B arrête le bras tournant en position initiale (action du capteur C).

Q12. Compléter le circuit de puissance et le circuit de commande du moteur **M1** en mode manuel.

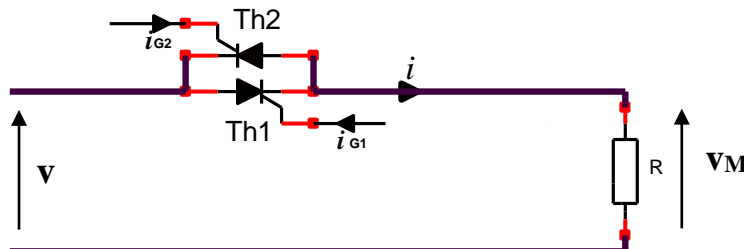
3pts

Étude du principe du démarreur progressif

En mode automatique le moteur **M1** est commandé par un démarreur progressif triphasé.



Pour simplifier, on considère la commande d'un seul enroulement du moteur qu'on suppose purement résistif.



Q13. Pour $v(t) = V \cdot \sqrt{2} \cdot \sin(\omega \cdot t) = 230 \cdot \sqrt{2} \cdot \sin(100 \cdot \pi \cdot t)$, tracer, en concordance de temps, le graphe de la tension $v_M(t)$ aux bornes de la résistance R . 1,5pt

Q14. Pour un retard à l'amorçage des thyristors de 5 ms, calculer la valeur efficace V_M de la tension $v_M(t)$

On rappelle que $V_M = V \cdot \sqrt{1 - \frac{\theta}{\pi} - \frac{\sin 2\theta}{2\pi}}$; avec θ retard à l'amorçage en radian . 1pt

Moteur M4 de déroulement du film plastique.

Le moteur **M4**, asservi en vitesse, permet de tendre le film plastique lors de banderolage.

M4 est un moteur à courant continu à excitation indépendante.

- L'inducteur est alimenté par une tension $U_{ex} = 24 \text{ V}$ et parcouru par un courant d'excitation d'intensité constante $I_{ex} = 1 \text{ A}$.
- L'induit, de résistance $r = 0,2 \Omega$, est alimenté par une source de tension U variable de 0 V à sa valeur nominale $U_N = 24 \text{ V}$.
- L'intensité I du courant dans l'induit a une valeur nominale $I_N = 8 \text{ A}$. La vitesse de rotation nominale est $n_N = 3000 \text{ tr/min}$.

La f.é.m. du moteur a pour expression : $E = K\Omega$, avec K une constante et Ω la vitesse angulaire en rad/s.

Q15. Quelle est la valeur de E à l'arrêt du moteur ? 0,5pt

Q16. Écrire la relation entre U , E et I aux bornes de l'induit, en déduire la tension U_d à appliquer au démarrage pour avoir un courant de démarrage $I_d = 1,5 I_N$. 2pts

Q17. Citer un système électronique de commande de vitesse pour ce moteur dans ces conditions. 0,5pt

Fonctionnement nominal en charge

Q18. Exprimer la puissance absorbée P_a par l'induit du moteur et calculer sa valeur numérique. 1pt

Q19. Exprimer la puissance totale absorbée P_{Ta} par le moteur et calculer sa valeur numérique. 1pt

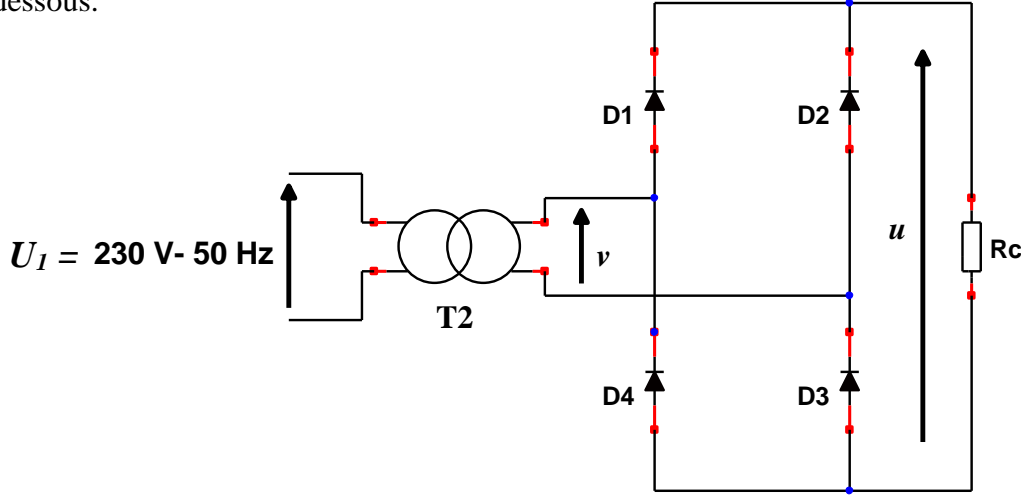
Q20. Exprimer la puissance totale perdue par effet Joule P_{Tj} et calculer sa valeur numérique. 1pt

Q21. Sachant que les pertes collectives P_c valent $9,2 \text{ W}$, exprimer et calculer la puissance utile P_u et le rendement η du moteur . 1pt

Q22. Exprimer et calculer le couple utile T_u . 1pt

Alimentation en courant continu

La tension d'alimentation en courant continu des différents circuits de l'installation est obtenue par le circuit ci-dessous.



Le montage est alimenté par le secondaire d'un transformateur abaisseur qui fournit une tension sinusoïdale $v(t)$.

Les diodes **D1** à **D4** sont identiques et possèdent des seuils de conduction $V_{0D} = 0,65 \text{ V}$.

Le transformateur monophasé est supposé parfait avec un rapport de transformation $m = 0,11$.

Pour une charge résistive totale $R_C = 1700 \Omega$:

Q23. Calculer : la période T , la valeur efficace V_{eff} et la valeur maximale V_{max} de la tension $v(t)$. 1pt

Q24. Représenter, sur le même graphe de $v(t)$, la tension aux bornes de la charge $u(t)$ en précisant les intervalles de conduction des diodes **D1**, **D2**, **D3** et **D4** ; 1,5pt

Nous considérons maintenant que les diodes sont parfaites ($V_{0D} = 0 \text{ V}$) :

Q25. Calculer la valeur maximale U_{max} de $u(t)$; 1pt

Q26. Calculer la valeur efficace U_{eff} de $u(t)$; 1pt

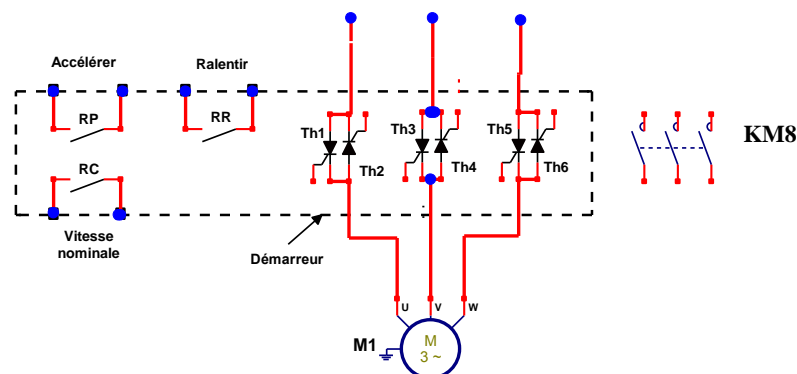
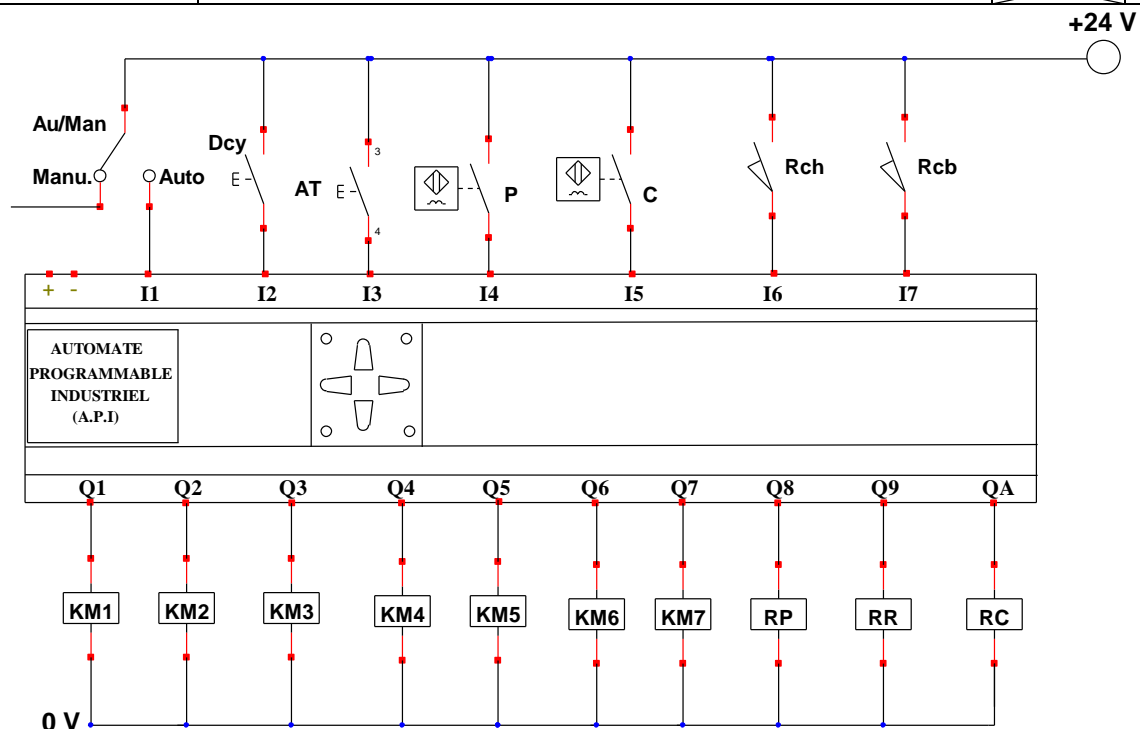
Q27. Calculer la valeur moyenne $\langle u \rangle$ de $u(t)$; 1pt

Q28. En déduire la valeur moyenne $\langle i \rangle$ du courant dans la résistance R_C . 1pt

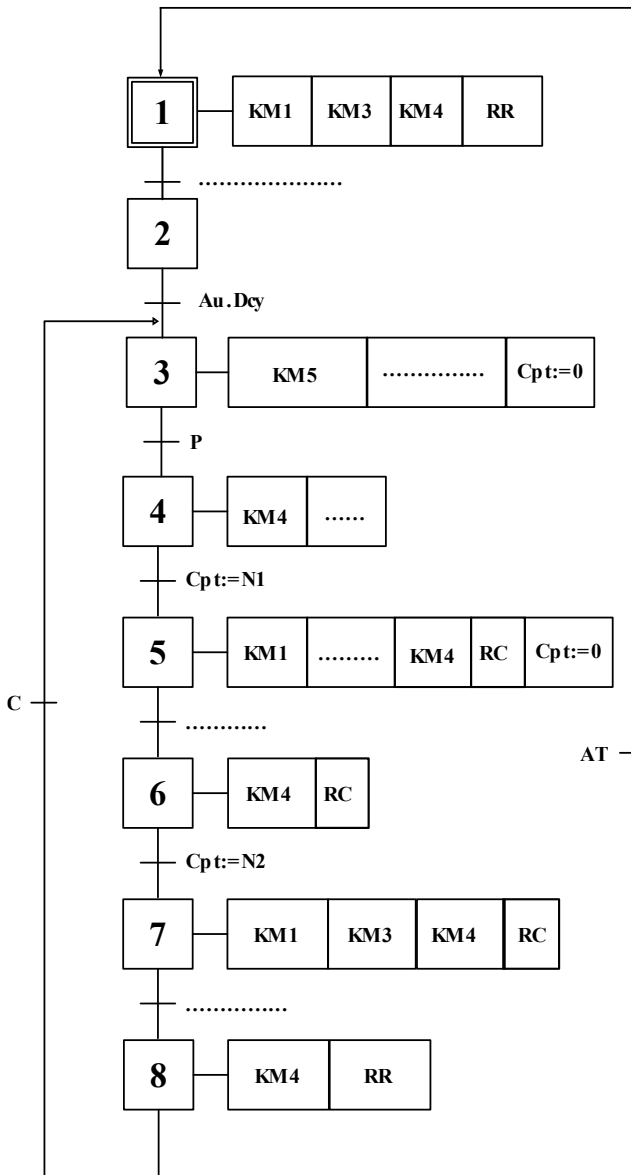
Tableau des affectations de l'appareillage :

[Document ressources: N° 1].

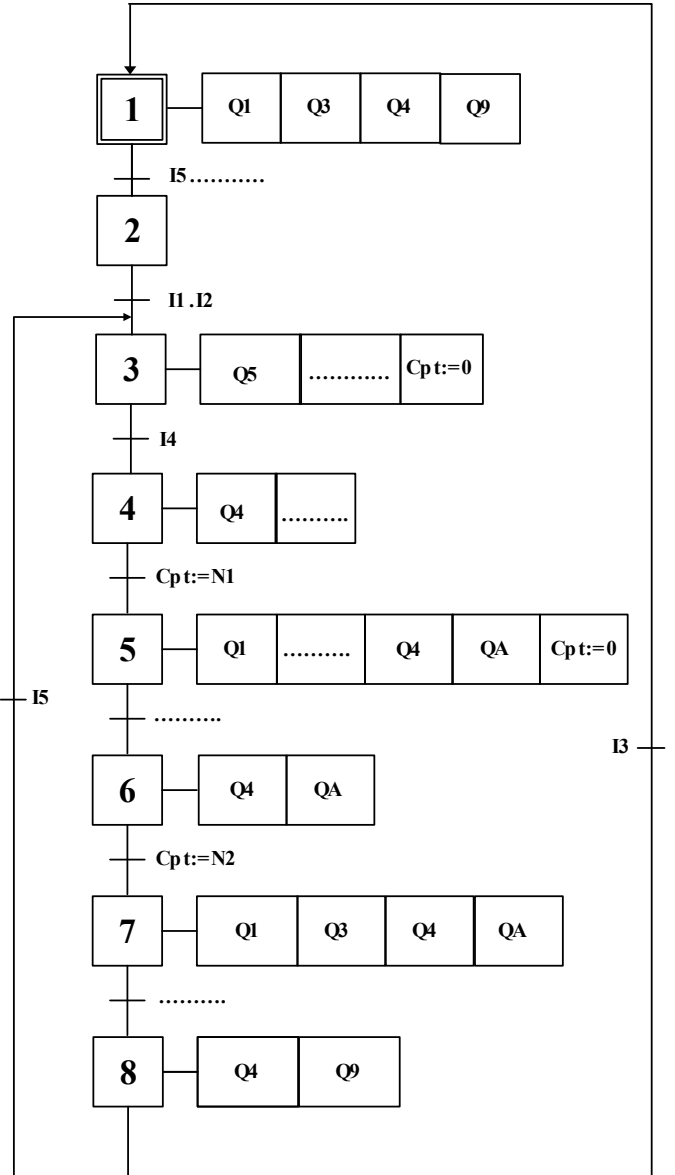
Appareil	Fonction	Affectations aux entrées/sorties API	
		Entrée	Sortie
Commutateur 'Au/Man'	Choix du mode 'Automatique' ou 'Manuel'	I1	
Bouton poussoir 'Dcy'	Ordre 'Départ cycle'	I2	
Bouton poussoir « AT »	Arrêter la banderoleuse	I3	
Capteur P	Détecte la présence d'une palette au centre de la banderoleuse	I4	
Capteur C	Détecte la position initiale du bras tournant	I5	
Fin-de-course Rch	Détecte la position Haute du chariot porte-rouleau	I6	
Fin-de-course Rcb	Détecte la position Basse du chariot porte-rouleau	I7	
Bouton poussoir 'Mp'	Mettre en marche le moteur M3 (mode manuel)		
Bouton poussoir 'MAB'	Mettre en marche le moteur M1 (mode manuel)		
Commutateur d'arrêt 'ATB'	Arrêter le moteur M1 (mode manuel)		
Bouton poussoir 'MCh'	Mettre en marche le moteur M2 dans le sens de la montée (mode manuel)		
Bouton poussoir 'DCh'	Mettre en marche le moteur M2 dans le sens de la Descente (mode manuel)		
Contacteur KM1	Contacteur de ligne du moteur M2		Q1
Contacteur KM2	Contacteur 'Montée' du moteur M2		Q2
Contacteur KM3	Contacteur 'Descente' du moteur M2		Q3
Contacteur KM4	Contacteur de ligne du moteur M1		Q4
Contacteur KM5	Contacteur de ligne du moteur M3		Q5
Contacteur KM6	Contacteur 'marche -avant' du moteur M3		Q6
Contacteur KM7	Contacteur 'marche -arrière' du moteur M3		Q7
Contacteur KM8	Contacteur 'by pass'		
Relais RP	Commande « accélération » du moteur M1		Q8
Relais RR	Commande « décélération » du moteur M1 (ralenti)		Q9
Relais RC	Commande « vitesse constante » du moteur M1		QA



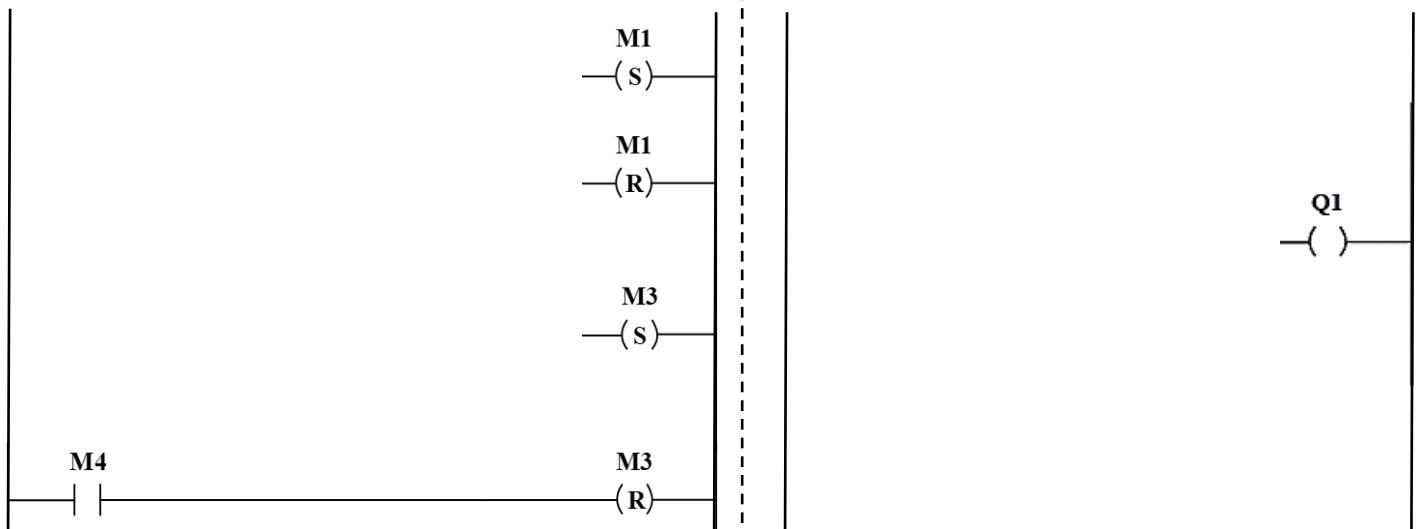
Q01. Grafcet du point de vue commande ;



Q02. Grafcet du point de vue API ;



Q03.



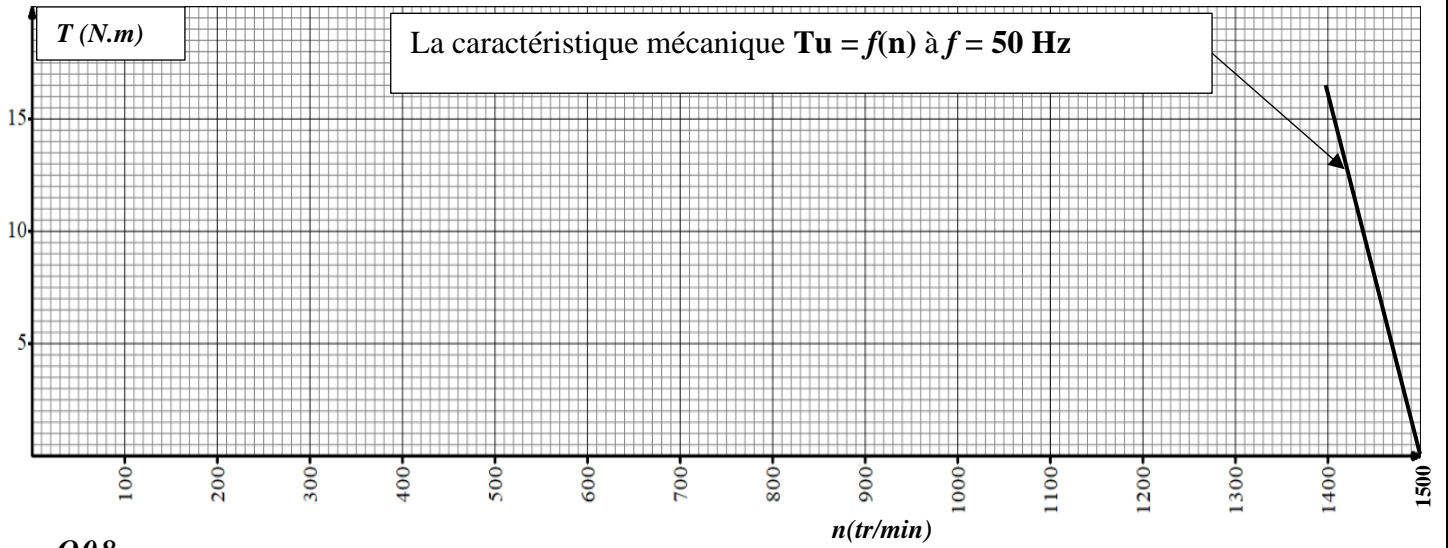
Q04.

Document réponses : N° 02

Q05.

Q06.

Q07.

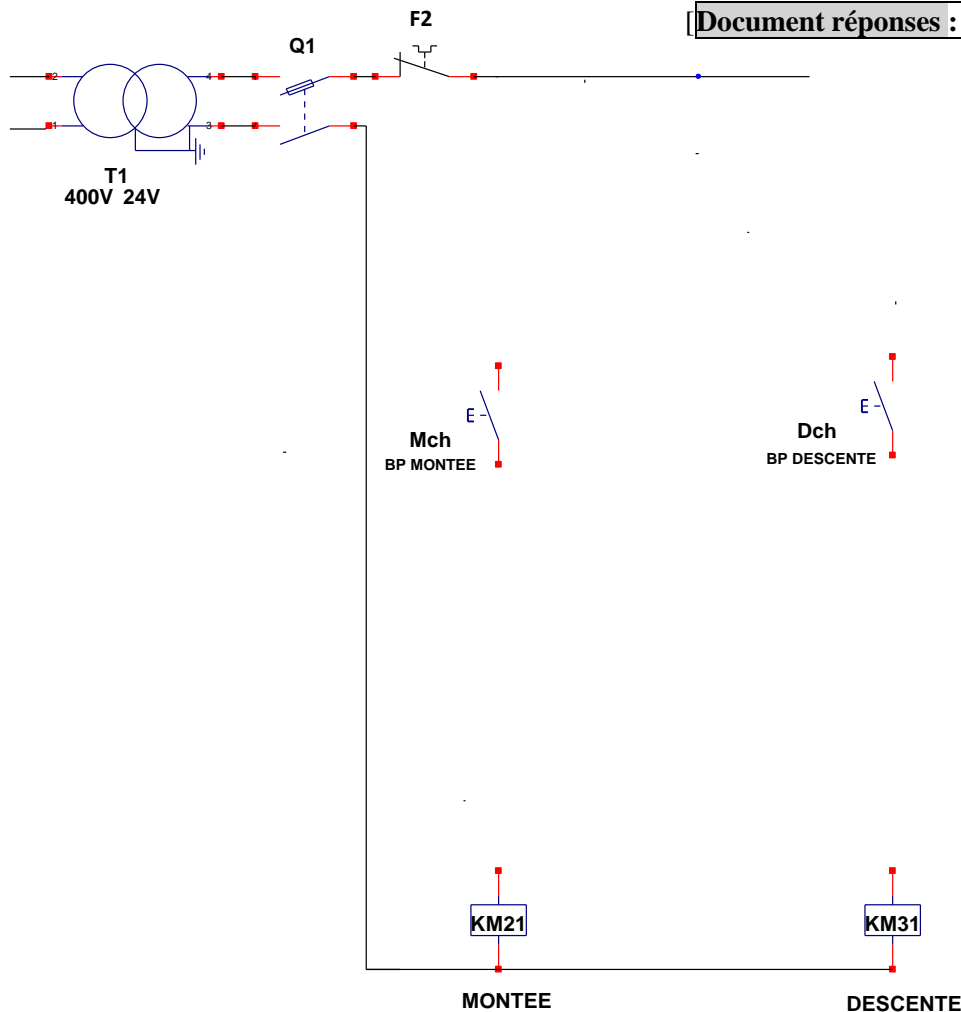


Q08.

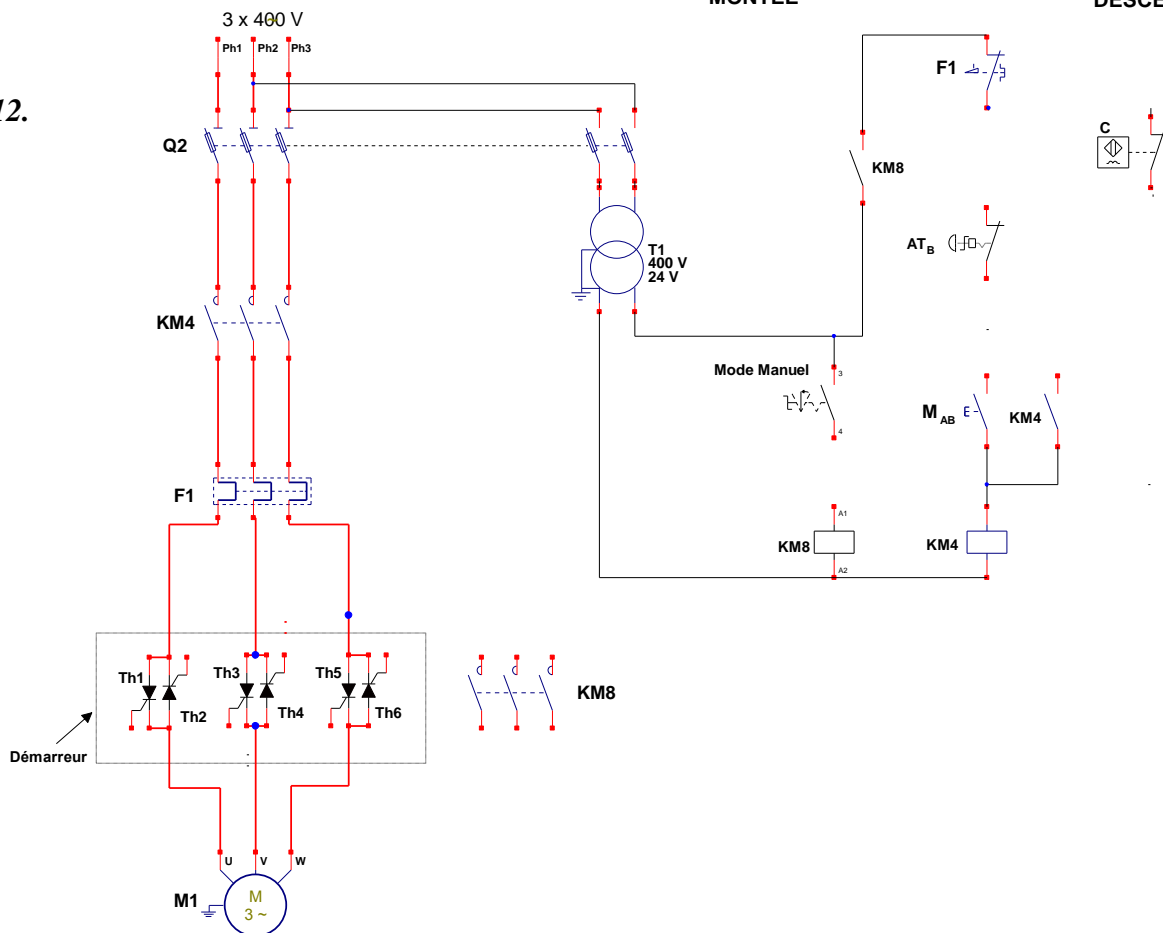
Q09.

Q10.

Q11.

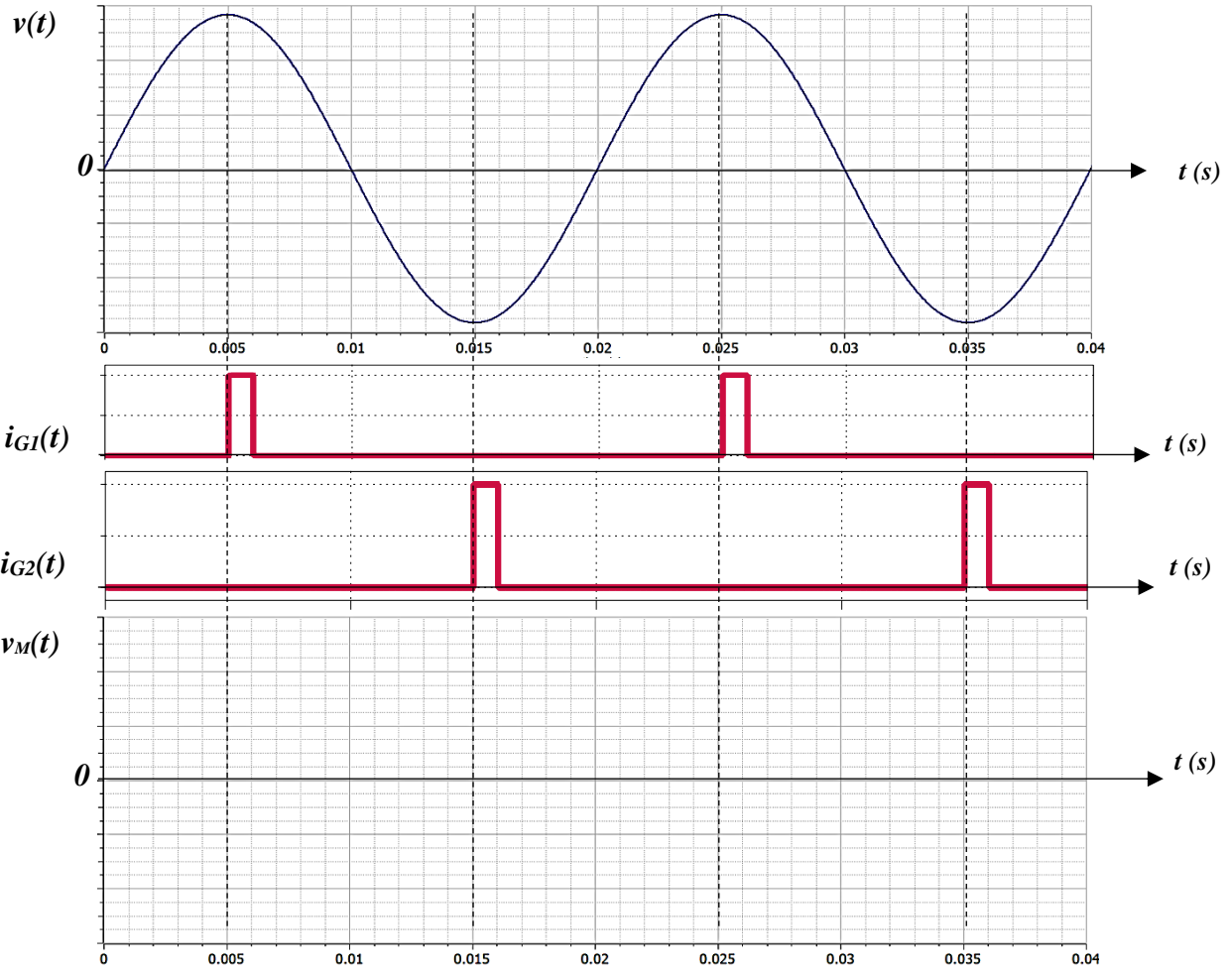


Q12.



Q13.

[Document réponses : N° 04]



Q14.

.....

.....

.....

.....

Q15.

.....

.....

Q16.

.....

.....

.....

.....

.....

Q17.

.....

.....

Q18.

[Document réponses : N° 05]

Q19.

Q20.

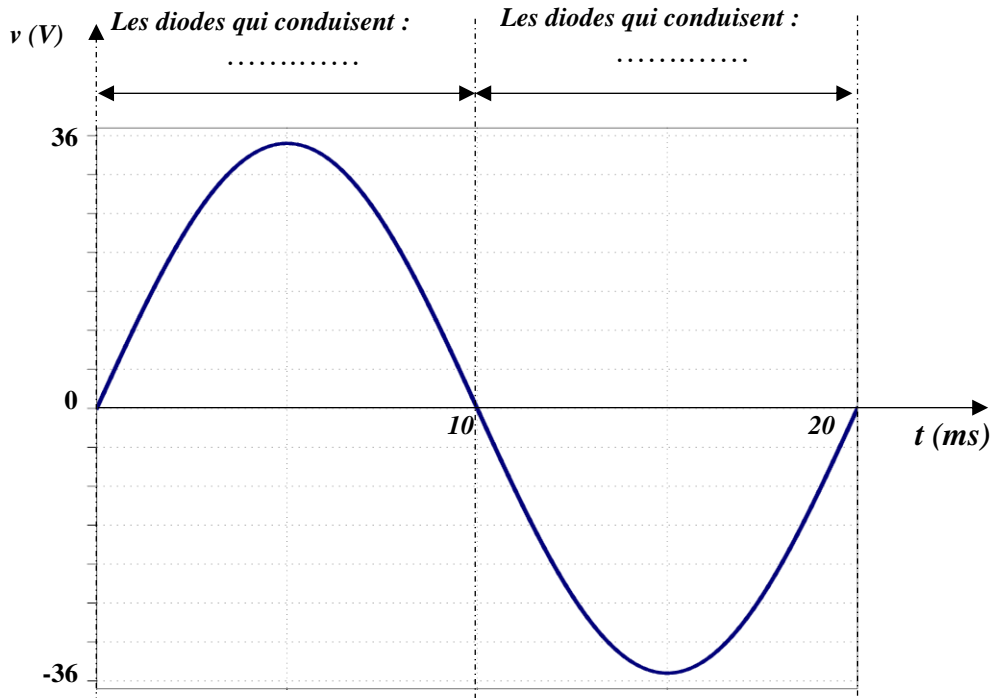
Q21.

Q22.

Q23.

Q24.

[Document réponses : N° 06]



Q25.

Q26.

Q27.

Q28.

الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا
المسالك المهنية
الدورة الاسترجاعية 2023

PPPPPPPPPPPPPPPPPPPP-PPP

مخاض الإجابة

RR 214A

4h مدة الإنجاز

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

المادة

10 المعامل

شعبة الهندسة الكهربائية مسلك الصيانة الصناعية

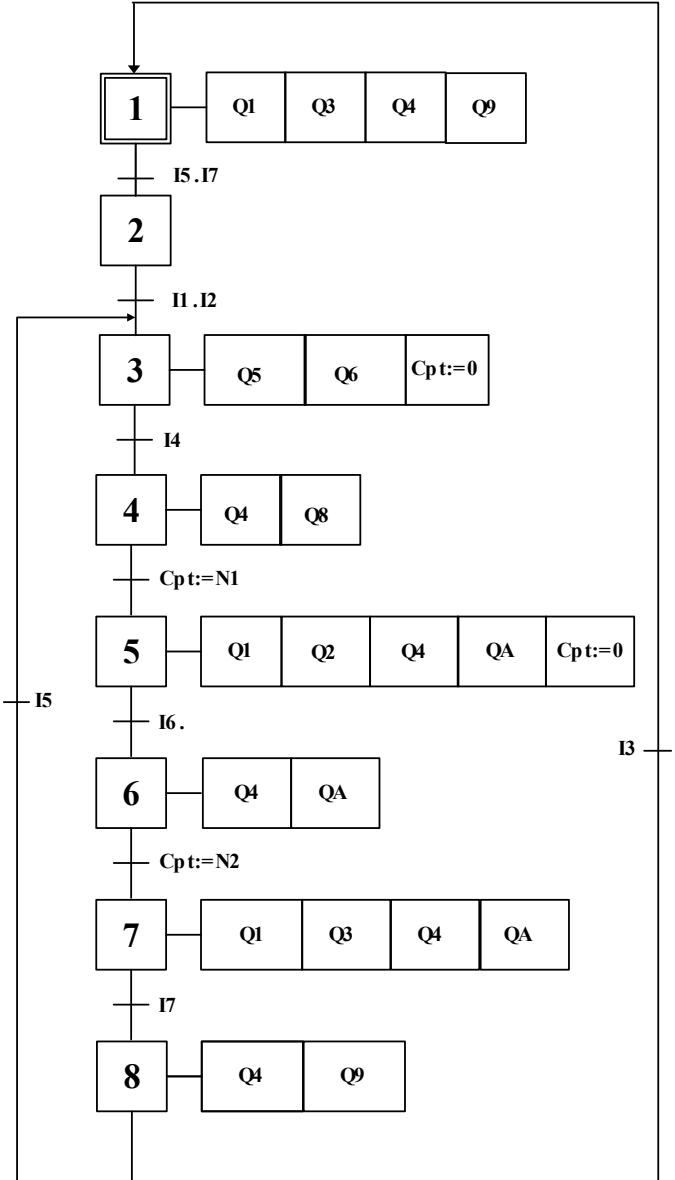
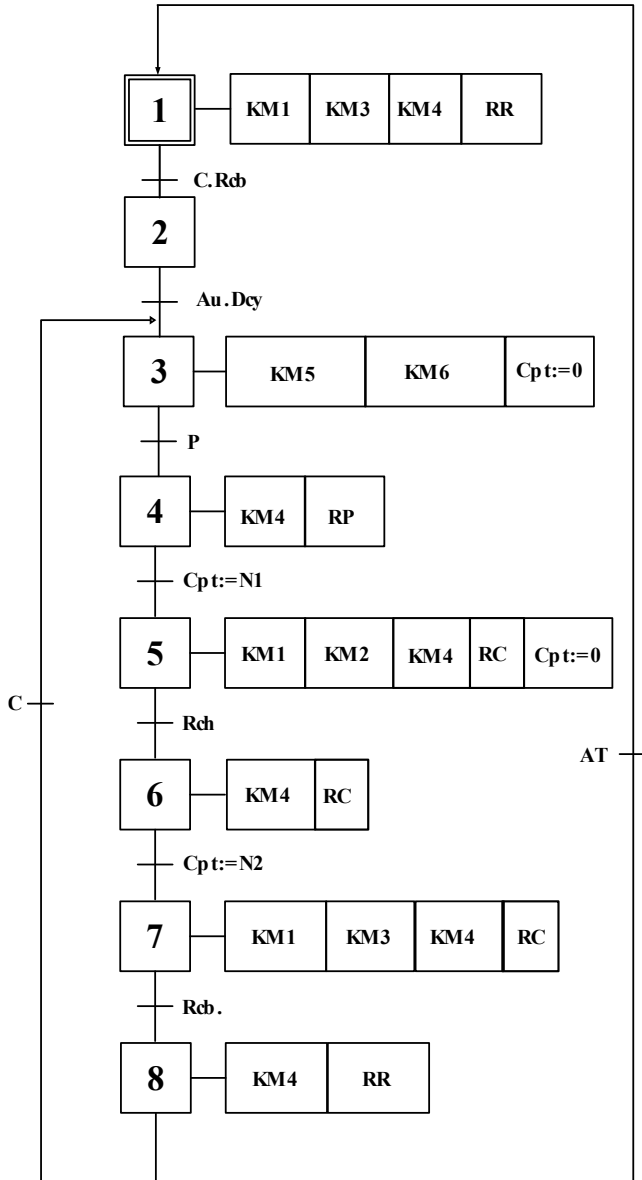
المعدة والممك

Q01. Compléter le Grafcet du point de vue commande ;

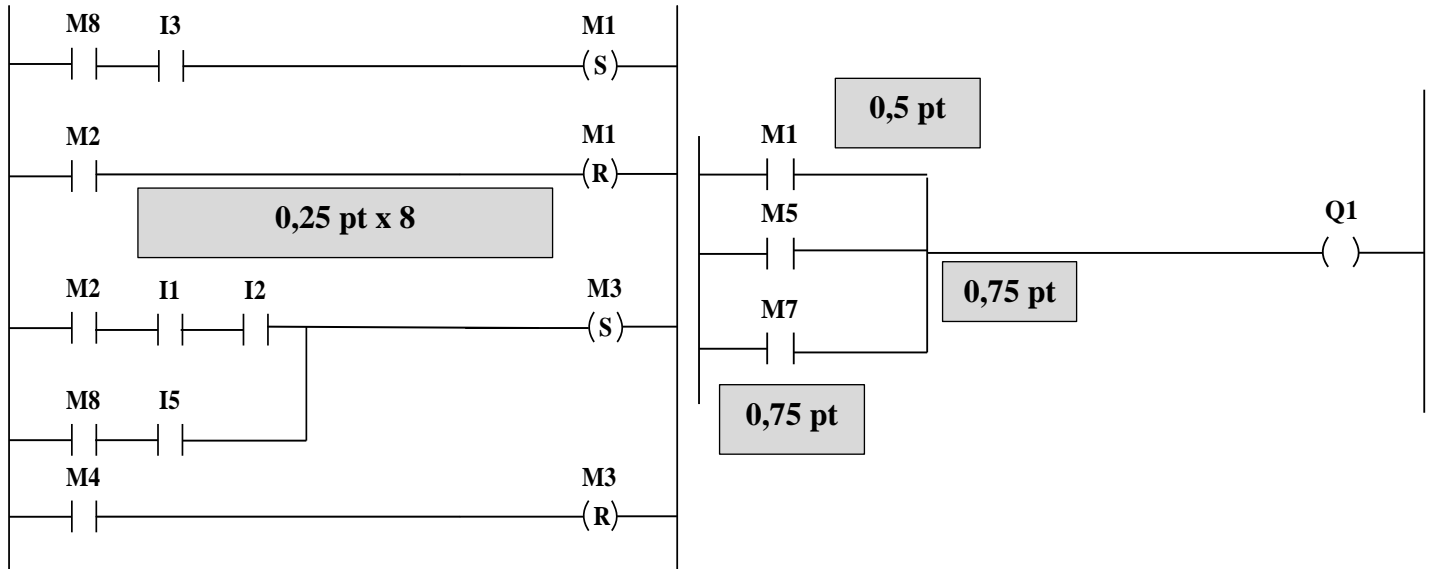
Q02. Compléter le Grafcet du point de vue API

0,5 pt x 6 = 3pts

0,5 pt x 6 = 3pts.



Q03. Compléter le programme LADDER des étapes 1 et 3 et de la sortie Q1.



Q04. Calculer la vitesse de synchronisme n_s en tr/min ;

$$n_s = 60.f/p = 60.50/2 = 1500 \text{ tr/min}$$

0,5 pt

Q05. Calculer le couple utile T_u en $m.N$

$$T_u = P_{\text{utile}} / \Omega$$

0,75 pt

$$T_u = 1500.60 / 2.\pi.1440 = 9,94 \text{ N.m}$$

0,25 pt

Q06. Déterminer la nouvelle vitesse de synchronisme n'_s en tr/min du moteur

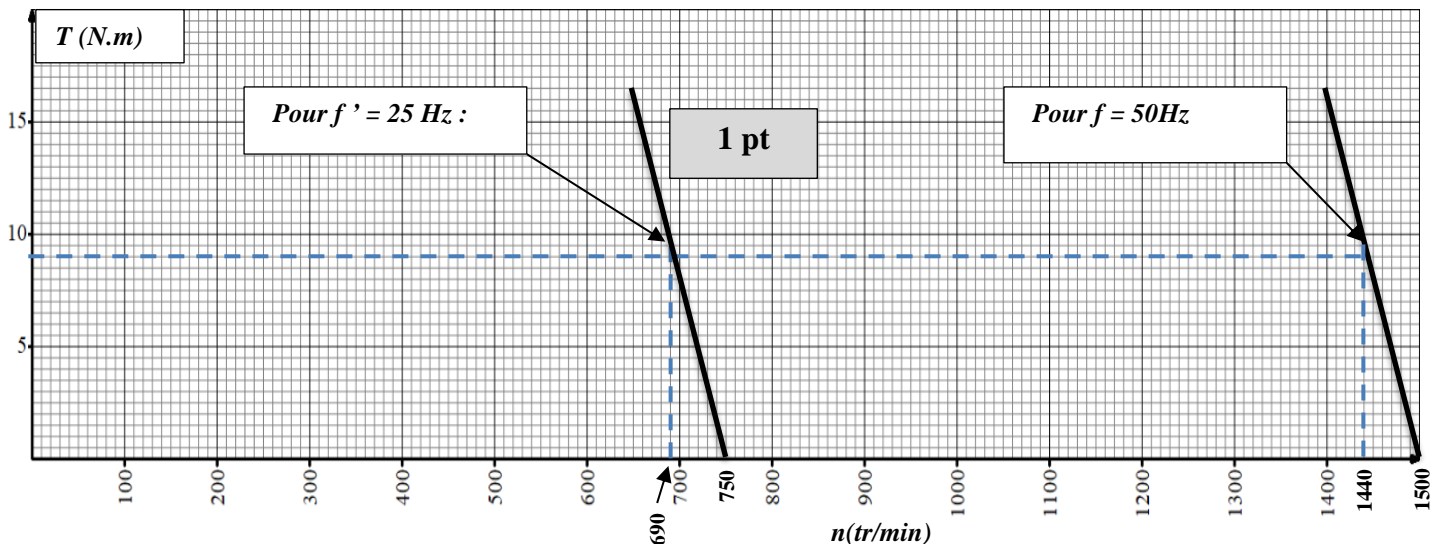
$$n'_s = \frac{f'}{p} . 60$$

0,75 pt

$$n'_s = \frac{25}{2} . 60 = 750 \text{ tr/min.}$$

0,25 pt

Q07. Tracer la partie utile de la caractéristique mécanique $T_u = f(n)$ pour une fréquence $f' = 25 \text{ Hz}$.



Q08. Déterminer la nouvelle vitesse de rotation n' en tr/min du moteur

1 pt

Pour $f' = 25$ Hz on a, d'après le graphe, $n' = 690$ tr/min.

Q09. Pour $n' = 690$ tr/min, calculer la nouvelle vitesse v'_b en m/s du chariot.

Pour $n = 1440$ tr/min on a $v_b = 0,4$ m/s;

Pour $n' = 690$ tr/min on a $v'_b = n' \cdot \frac{v_b}{n}$

0,75 pt

$$v'_b = 690 \cdot \frac{0,4}{1440} = 0,19 \text{ m/s.}$$

0,25 pt

Q10. Calculer dans ce cas la valeur efficace U' de la tension entre phases.

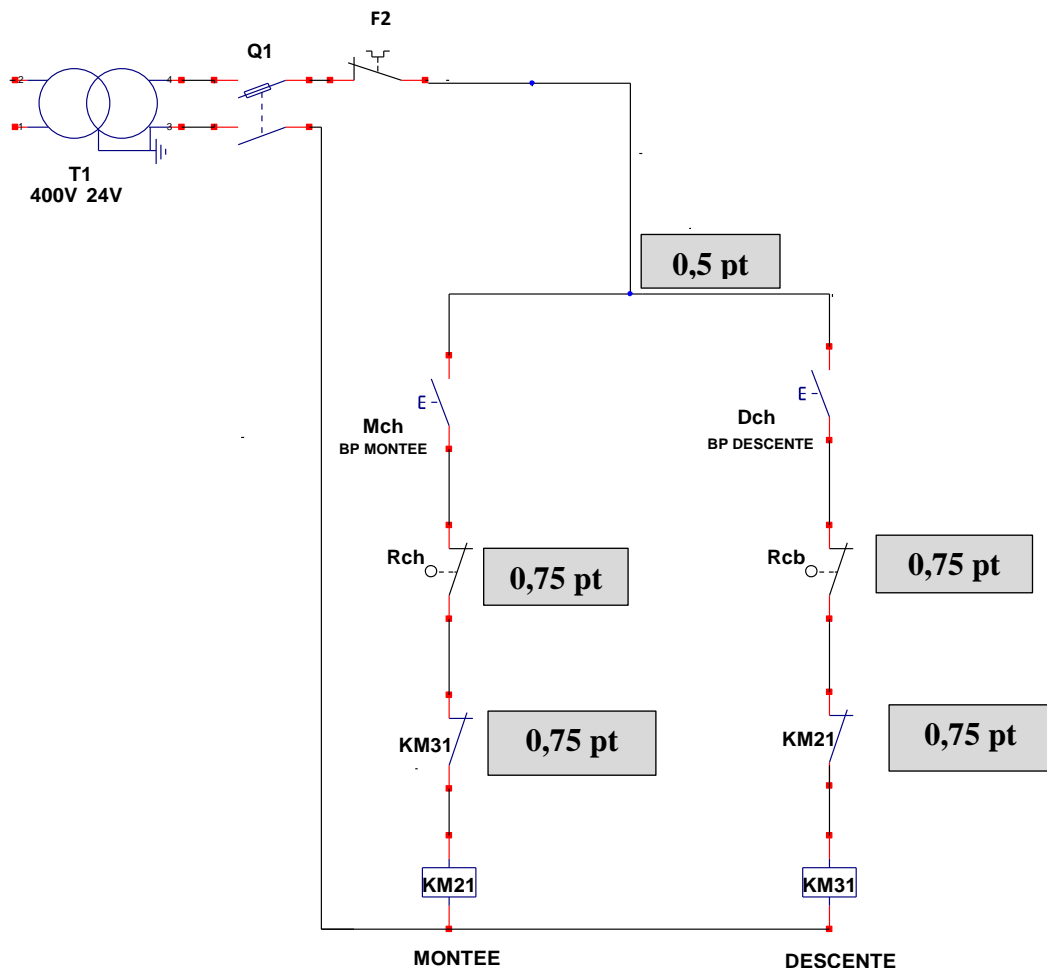
Le rapport $\frac{U}{f}$ est constant $\rightarrow \frac{U}{f} = \frac{U'}{f'} \rightarrow U' = \frac{U}{f} \cdot f'$

0,75 pt

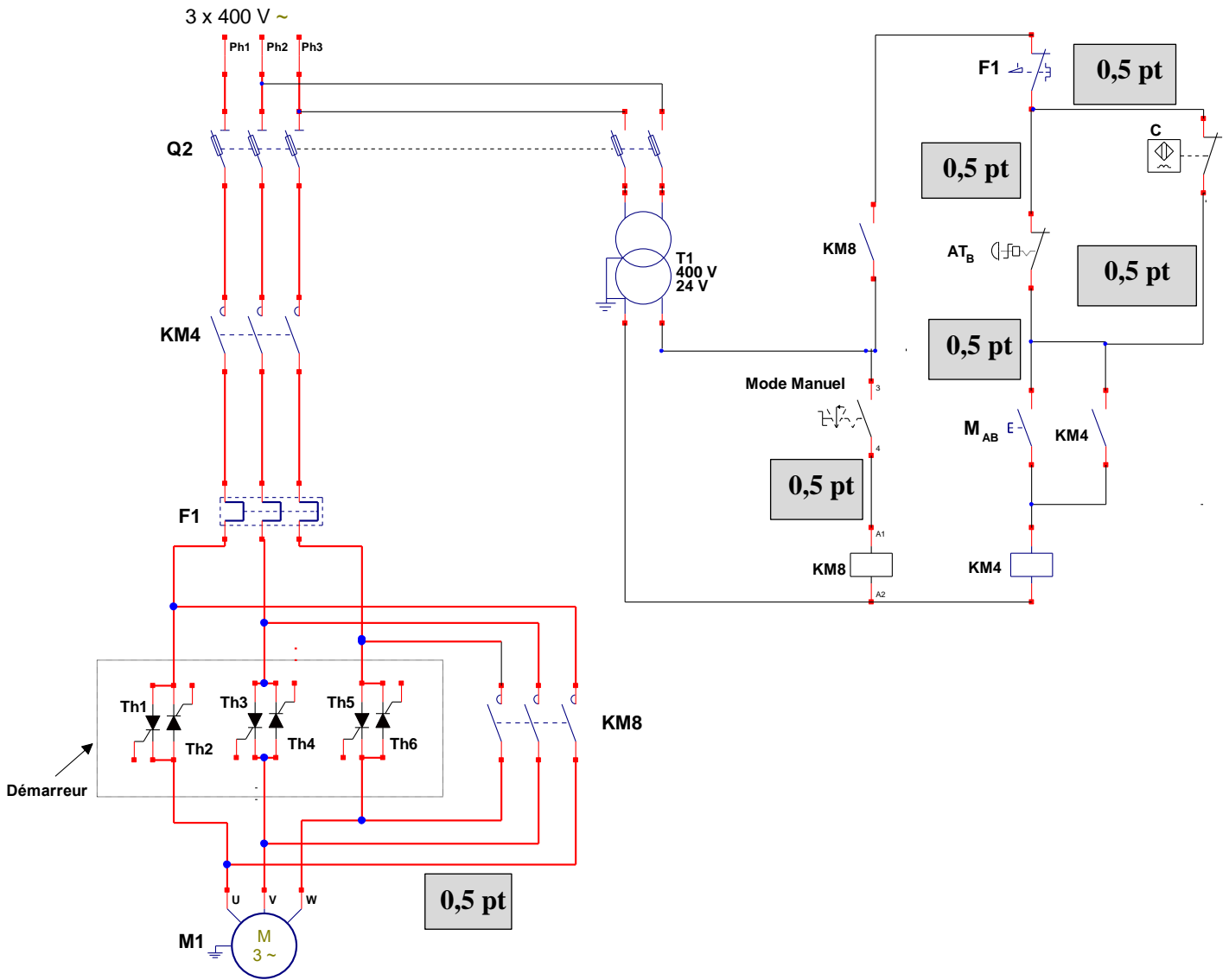
$$U' = 400 \cdot 25 / 50 = 200 \text{ V.}$$

0,25 pt

Q11. Compléter le circuit de commande manuel.

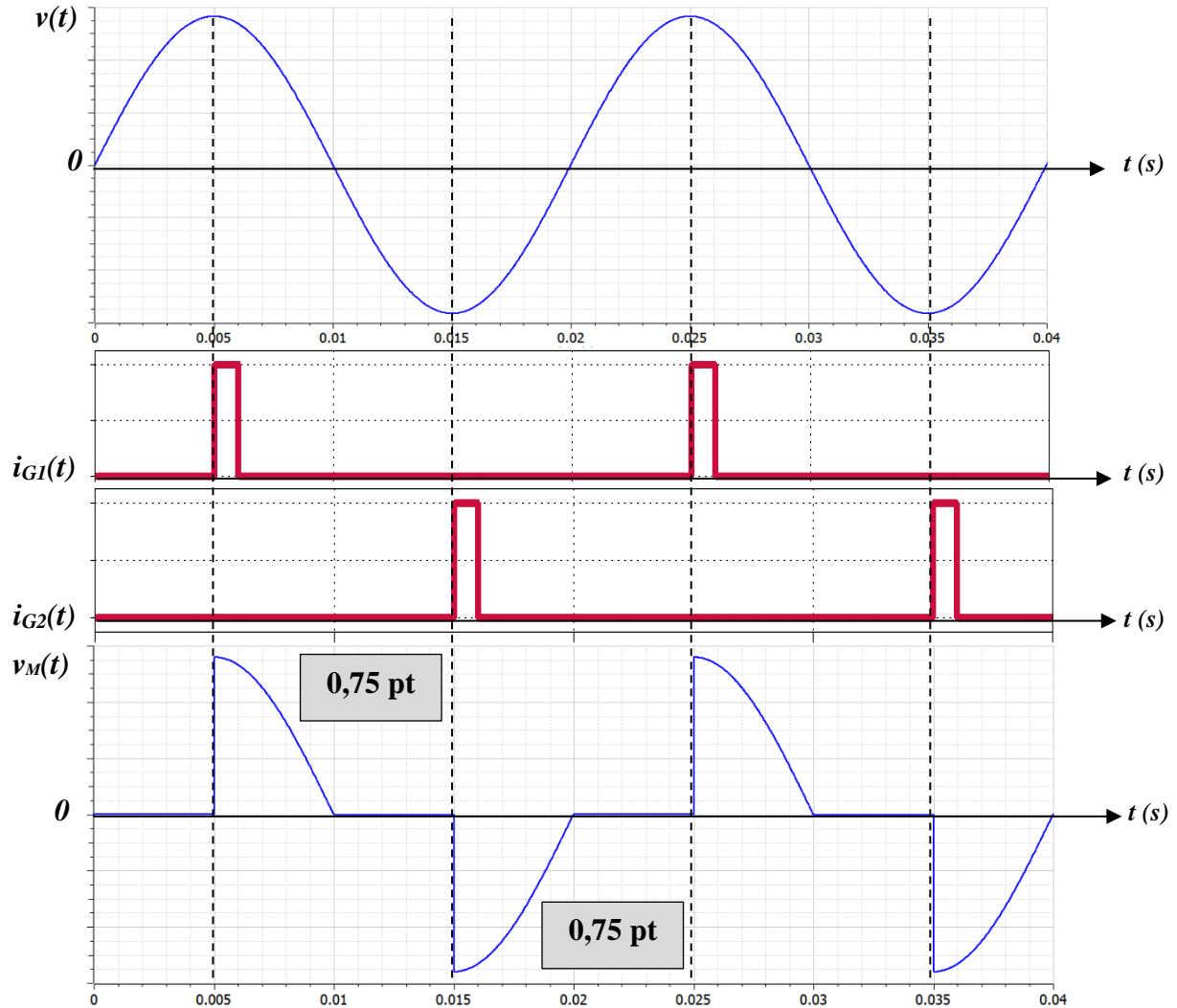


Q12. Compléter le circuit de puissance et le circuit commande du moteur M1 en mode manuel.



الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا - الدورة الاستدراكية 2023 - عناصر الإجابة
- مادة: اختبار توليفي في المواد المهنية (الجزء الأول) - الفترة الصباحية.
شعبة الهندسة الكهربائية مسلك الصيانة الصناعية

Q13. Pour $v(t) = V \cdot \sqrt{2} \cdot \sin(\omega \cdot t) = 230 \cdot \sqrt{2} \cdot \sin(100 \cdot \pi \cdot t)$, tracer, en concordance de temps, le graphe de la tension $v_M(t)$ aux bornes de la résistance R .



Q14. Pour un retard d'amorçage des thyristors de 5 ms , calculer la valeur efficace V_M de la tension

1 $v_M(t)$ On rappelle que $v_M = V \cdot \sqrt{1 - \frac{\theta}{\pi} - \frac{\sin 2\theta}{2\pi}}$;

$T = 20 \text{ ms}$ ce qui correspond à un angle de $2\pi \text{ rad}$

5 ms correspond à un angle de retard $\frac{\pi}{2}$

0,5 pt

$$V_M = 230 \cdot \sqrt{1 - \frac{\frac{\pi}{2}}{\pi} - \frac{\sin 2 \cdot \frac{\pi}{2}}{2\pi}} = 230 \cdot \sqrt{1 - \frac{1}{2} - \frac{\sin \pi}{2\pi}} = 230 \cdot \sqrt{1 - \frac{1}{2} - 0} = \frac{230}{\sqrt{2}} = 162,63 \text{ V}$$

0,5 pt

Q15. Quelle est la valeur de E à l'arrêt du moteur ?

$$E = 0 \text{ V}$$

0,5 pt

الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا - الدورة الاستدراكية 2023 - عناصر الإجابة
- مادة: اختبار توليفي في المواد المهنية (الجزء الأول) - الفترة الصباحية -
شعبة الهندسة الكهربائية مسلك الصيانة الصناعية

Q16. Écrire la relation entre U , E et I aux bornes de l'induit, en déduire la tension U_d à appliquer au démarrage pour avoir un courant de démarrage $I_d = 1,5 I_N$.

$$U = E + r.I; U_d = r . I_d = r . 1,5 . I_N$$

1,5 pt

$$U_d = 0,2 . 1,5 . 8 = 2,4 V$$

0,5 pt

Q17. Citer un système de commande de la vitesse de ce moteur.

Hacheur

0,5 pt

Q18. Exprimer la puissance absorbée P_a par l'induit du moteur et calculer sa valeur numérique.

$$P_a = U_N . I_N$$

0,75 pt

$$P_a = 24 . 8 = 192 W$$

0,25 pt

Q19. Exprimer la puissance totale absorbée P_{Ta} par le moteur et calculer sa valeur numérique.

$$P_{Ta} = U_N . I_N + U_{ex} . I_{ex}$$

0,75 pt

$$P_{Ta} = 24 . 8 + 24 . 1 = 216 W$$

0,25 pt

Q20. Exprimer la puissance totale perdue par effet Joule P_{TJ} et calculer sa valeur numérique.

$$P_{TJ} = r . I^2 + U_{ex} . I_{ex}$$

0,75 pt

$$P_{TJ} = 0,2 . 8^2 + 24 . 1 = 36,8 W$$

0,25 pt

Q21. Sachant que les pertes collectives P_c valent 9,2 W, exprimer et calculer la puissance utile P_u et le rendement η du moteur .

$$\text{Puissance utile } P_u = P_{Ta} - (P_{TJ} + P_c)$$

0,5 pt

$$P_u = 216 - (36,8 + 9,2) = 170 W$$

0,25 pt

$$\text{Rendement } \eta = P_u / P_{Ta} = 170 / 216 = 78,7 \%$$

0,25 pt

Q22. Exprimer et calculer le couple utile T_u .

$$T_u = \frac{P_u}{\Omega}$$

0,75 pt

$$T_u = \frac{170}{3000 \times \frac{2\pi}{60}} = \frac{170}{314 \text{ rad/s}} = 0,54 Nm$$

0,25 pt

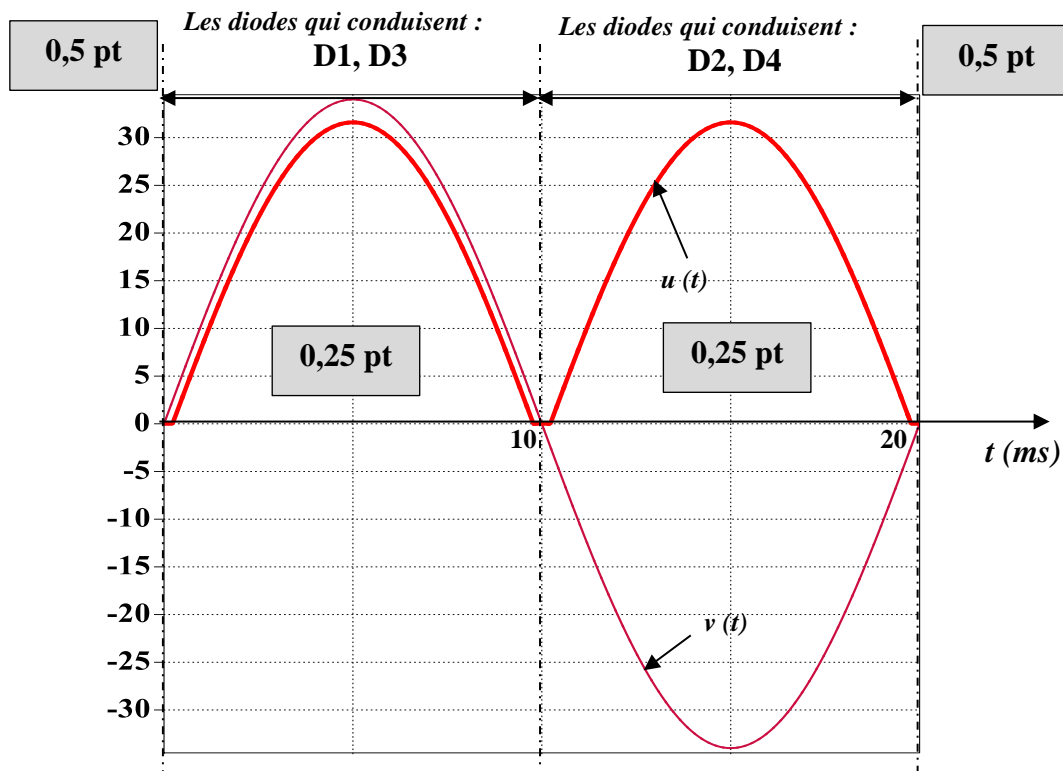
Q23. Calculer la période T , la valeur efficace V_{eff} et la valeur maximale V_{max} de la tension $v(t)$.

- Période : $T = 1 / f = 1 / 50 = 20 \text{ ms}$ 0,25 pt

- Valeur efficace : $V_{eff} = m \cdot U_1 = 0,11 \cdot 230 = 25,3 \text{ V}$ 0,5 pt

- Valeur maximale : $V_{max} = V_{eff} \cdot \sqrt{2} = 25,3 \cdot \sqrt{2} = 35,78 \text{ V}$ 0,25 pt

Q24. Représenter, sur le même graphe, la tension aux bornes de la charge $u(t)$. Indiquer les intervalles de conduction des diodes $D1, D2, D3$ et $D4$.



Q25. Calculer la valeur maximale U_{max} de $u(t)$.

$U_{max} = V_{max}$ 0,75 pt

$U_{max} = 35,78 \text{ V}$ 0,25 pt

Q26. Calculer la valeur efficace U_{eff} de $u(t)$.

$U_{eff} = \frac{U_{max}}{\sqrt{2}}$ 0,75 pt

$U_{eff} = \frac{35,78}{\sqrt{2}} = 25,3 \text{ V}$ 0,25 pt

Q27. Calculer la valeur moyenne $\langle u \rangle$ de $u(t)$.

$$\langle u \rangle = \frac{2 \cdot U_{max}}{\pi} \quad 0,75 \text{ pt}$$

$$\langle u \rangle = \frac{2 \cdot 35,78}{\pi} = 22,77 \quad 0,25 \text{ pt}$$

Q28. En déduire la valeur moyenne $\langle i \rangle$ du courant dans la résistance R_c .

$$\langle i \rangle = \langle u \rangle / R_c \quad 0,75 \text{ pt}$$

$$\langle i \rangle = 22,77 / 1700 = 13,4 \text{ mA} \quad 0,25 \text{ pt}$$