

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

PPPPPPPPPPPPPPPPPPPP-PP

RS 214A

ⵜⴰⴳⴷⴰⵏⵜ ⵏ ⵍⵎⵎⵏⵓⴽⴰ  
ⵏ ⵏⵓⵔⵓⵎⵓⵏⵉ ⵏ ⵍⵎⵎⵏⵓⴽⴰ  
ⵏ ⵏⵓⵔⵓⵎⵓⵏⵉ ⵏ ⵍⵎⵎⵏⵓⴽⴰ



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 الصيانة الصناعية

الشعبة والمسلك

## TRONÇONNEUSE AUTOMATIQUE

☞ Le sujet comporte au total 15 pages.

☞ Le sujet comporte :

- Pages 02 à 09 (feuilles jaunes) : Socle du sujet et Documents ressources ;
- Pages 10 à 15 (feuilles blanches) : Documents réponses.

☞ Le sujet traite 2 domaines principaux :

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

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

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

- Systèmes Automatisés.
- Programmation des API.

☞ N.B :

🚩 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 et 3).

🚩 La numérotation des questions est continue : de la question 1 (Q1) à la question 27 (Q27).

🚩 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** doivent être obligatoirement jointes

à la copie du candidat même si elles ne comportent aucune réponse ;

• Le sujet est noté sur 40 points ;

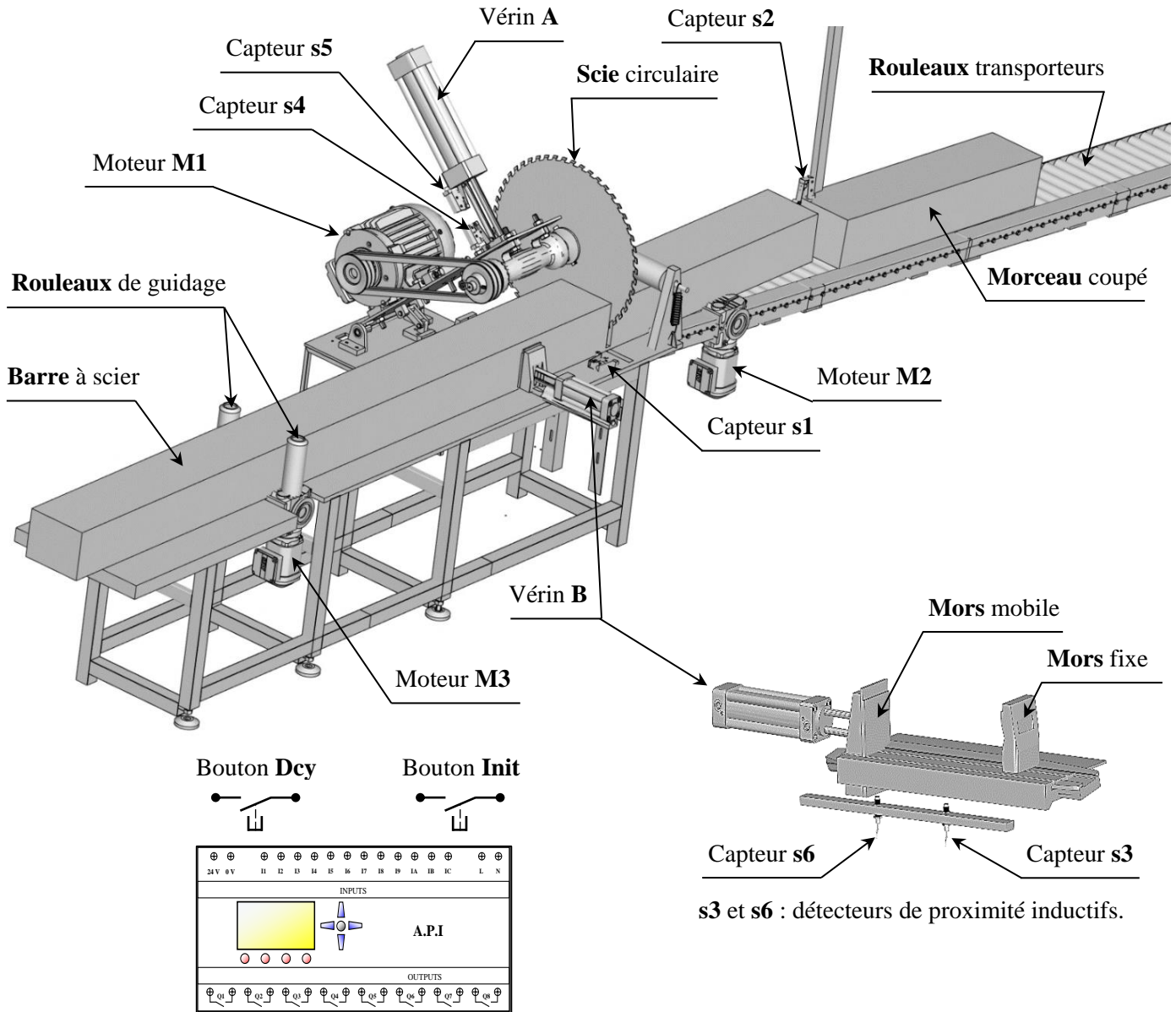
• Aucun document n'est autorisé ;

• Sont autorisées les calculatrices non programmables.

## 1. PRÉSENTATION DU SYSTÈME

Le système, objet de l'étude, est une machine de tronçonnage automatique utilisée dans la menuiserie métallique.

Il permet de découper une barre métallique en 10 morceaux identiques de longueur L prédéfinie.



## 2. DESCRIPTION DU SYSTÈME

Ce système de tronçonnage est constitué principalement de :

- Un **dispositif de tronçonnage** de la barre constitué d'une scie circulaire animée d'un mouvement de rotation par un moteur **M1** et d'un mouvement d'avance assuré par le vérin pneumatique **A** ;
- Un **dispositif d'évacuation** des morceaux coupés constitué de rouleaux transporteurs, entraînés par un moteur **M2** ;
- Un **dispositif d'avance** de la barre constitué de deux rouleaux de guidage, entraînés par un moteur **M3** ;
- Un **dispositif de serrage** de la barre constitué d'un étau commandé par le vérin pneumatique **B** ;

- Des capteurs **TOR** pour détecter la présence de la barre (**s1**), la dimension à scier (**s2**), les positions du mors mobile de l'étau de serrage (**s3, s6**) et les fins de course (**s4, s5**) du vérin **A** ;
- Un pupitre de commande (bouton de départ cycle **Dcy**, bouton d'initialisation **Init** ... ) ;
- Un Automate Programmable Industriel gère le fonctionnement du système.

### 3. FONCTIONNEMENT

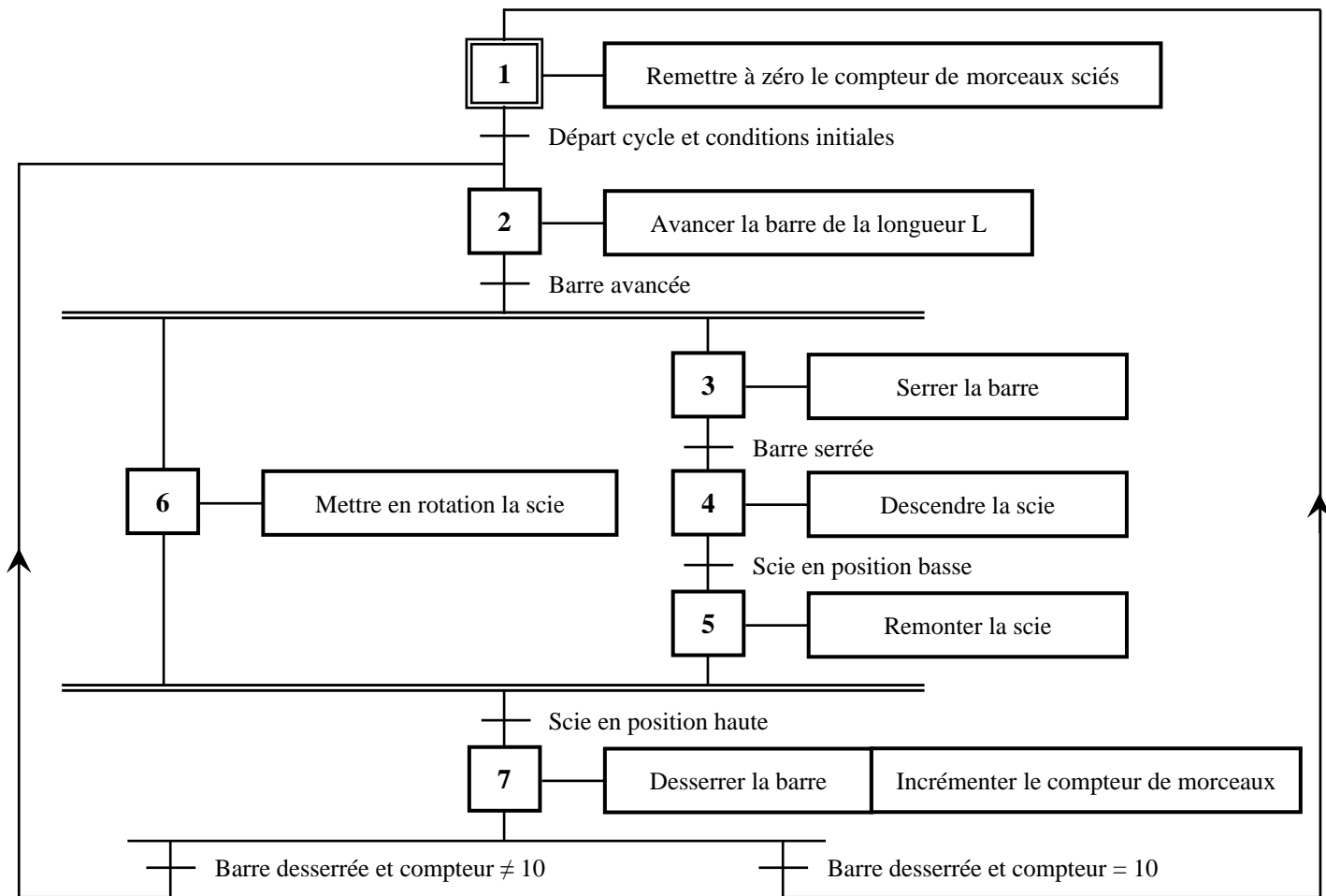
#### Conditions initiales :

- Etau en position de desserrage (**s6** actionné).
- Scie en position haute (**s5** actionné).
- Présence barre (**s1** actionné).

La barre est introduite manuellement entre les deux rouleaux de guidage.

L'action sur le bouton poussoir **Dcy** lance le cycle de découpage de la barre en **10** morceaux.

Ce cycle est décrit par le grafcet fonctionnel suivant :

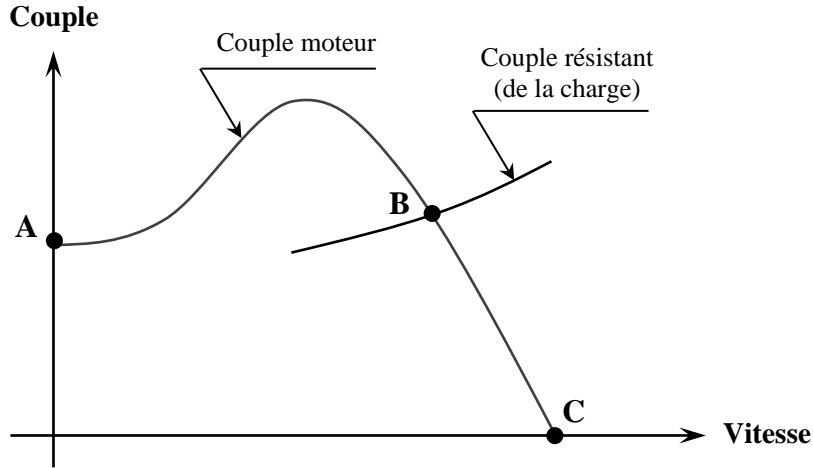


### A- DOMAINE PRINCIPAL D'ÉLECTROTECHNIQUE (sur 30 points)

#### A.1 - Étude du moteur M1 d'entraînement de la scie circulaire

La scie est entraînée en rotation par un moteur asynchrone triphasé.

On rappelle ci-dessous l'allure de la caractéristique mécanique couple en fonction de la vitesse d'un moteur asynchrone :



Q1- Remplir le tableau d'identification des points A, B et C en cochant la case appropriée.

0,75 pt

Q2- Caractériser le fonctionnement du moteur aux points A, B et C en cochant la case appropriée du tableau proposé.

1,5 pts

Le moteur M1 entraînant la scie en rotation, est un moteur triphasé bipolaire (2 pôles) à cage d'écureuil ayant les caractéristiques nominales suivantes :

- 230 V / 400 V- 50 Hz ;
- Vitesse  $n = 2800$  tr/min ;
- Puissance absorbée  $P_a = 3$  kW ;
- Pertes au stator (pertes fer et pertes par effet joule)  $P_s = 190$  W.

Ce moteur est alimenté par un réseau 400 V – 50 Hz.

Q3- Calculer la vitesse de synchronisme  $n_s$  du moteur en tr/min.

0,75 pt

Un essai en courant continu sous tension réduite (enroulements du moteur couplés en étoile) a donné :

- Tension entre deux bornes du stator  $U_c = 4$  V
- Courant de ligne  $I_c = 6,15$  A

Q4- A partir des résultats de l'essai en courant continu, calculer la résistance  $R$  entre 2 bornes du stator ; en déduire la résistance  $r$  d'un enroulement statorique.

1,5 pt

Au fonctionnement nominal :

Q5- Calculer le glissement  $g$  du moteur en %.

1 pt

Q6- Calculer la puissance  $P_{tr}$  transmise au rotor.

1 pt

Q7- En déduire les pertes par effet joule  $P_{jr}$  au rotor.

1 pt

Q8- Calculer la puissance utile  $P_u$  si les pertes mécaniques sont estimées à  $P_m = 130 \text{ W}$ .

1 pt

Q9- En déduire le rendement  $\eta$  du moteur en %.

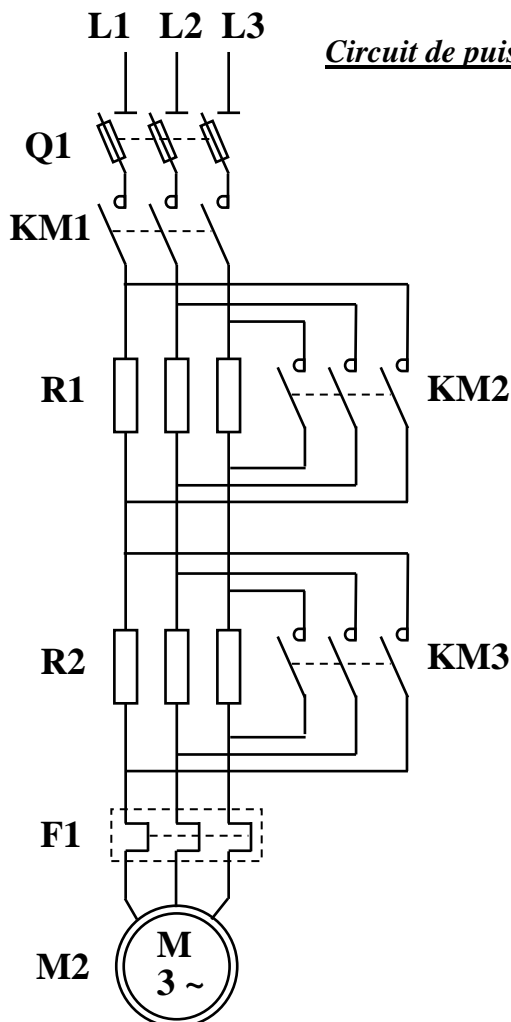
1 pt

## A.2 - Commande manuelle du démarrage du moteur M2

Le moteur M2 qui entraîne les rouleaux transporteurs est un moteur asynchrone triphasé, commandé manuellement par deux boutons S7 et S8 à partir pupitre de commande.

Afin de limiter l'appel du courant au démarrage, on propose un démarreur automatique par élimination des résistances statoriques en 3 temps.

Ci-dessous, le schéma du circuit de puissance accompagné d'une description du fonctionnement :



### Fonctionnement

S7 : bouton "Marche".

S8 : bouton "Arrêt".

- A la mise en marche, le contacteur **KM1** se ferme, le moteur démarre sous tension réduite (1<sup>er</sup> temps) ;
- Après une première période de temporisation, le contacteur **KM2** se ferme et court-circuite les résistances **R1** (2<sup>e</sup> temps) ;
- Après une seconde période de temporisation, le contacteur **KM3** se ferme et court-circuite les résistances **R2** (3<sup>e</sup> temps).

Q10- Préciser la **fonction** du relais thermique et celle du sectionneur porte-fusibles.

1,25 pt

Q11- A partir du schéma du circuit de puissance (figure ci-dessus) et de la description du fonctionnement, compléter les **désignations** manquantes dans le circuit de **commande**.

3 pts

Q12- Compléter le **chronogramme** de fonctionnement de ce mode de démarrage.

2,25 pts

### A.3 - Étude du moteur M3 d'entraînement de la barre

L'avance de la barre à découper se fait par un moteur M3 à courant continu via un réducteur de vitesse.

Q13- Citer 2 types d'**excitation** de la machine à courant continu. **1 pt**

Q14- Distinguer les éléments **tournants** des éléments **fixes** dans une machine à courant continu (cocher la case appropriée). **2 pts**

Le moteur M3 est à excitation indépendante et fonctionne à flux constant. Il possède les caractéristiques suivantes :

- Tension d'alimentation de l'induit  $U = 200 \text{ V}$  ;
- Puissance utile nominale  $P_u = 2,5 \text{ kW}$  ;
- Vitesse nominale  $n = 1500 \text{ tr/min}$  ;
- Intensité nominale du courant induit  $I = 10 \text{ A}$  ;
- Résistance de l'enroulement induit  $R = 0,5 \Omega$ .

Q15- Calculer en **Volt** la f.é.m  $E$  du moteur en régime nominal. **0,75 pt**

Q16- Calculer en **N.m** le couple utile  $C_u$  du moteur en régime nominal. **1 pt**

Q17- Sachant que  $E$  est liée à la vitesse  $n$  par la relation  $E = K.n$ , calculer la constante  $K$  et préciser son unité. **0,75 pt**

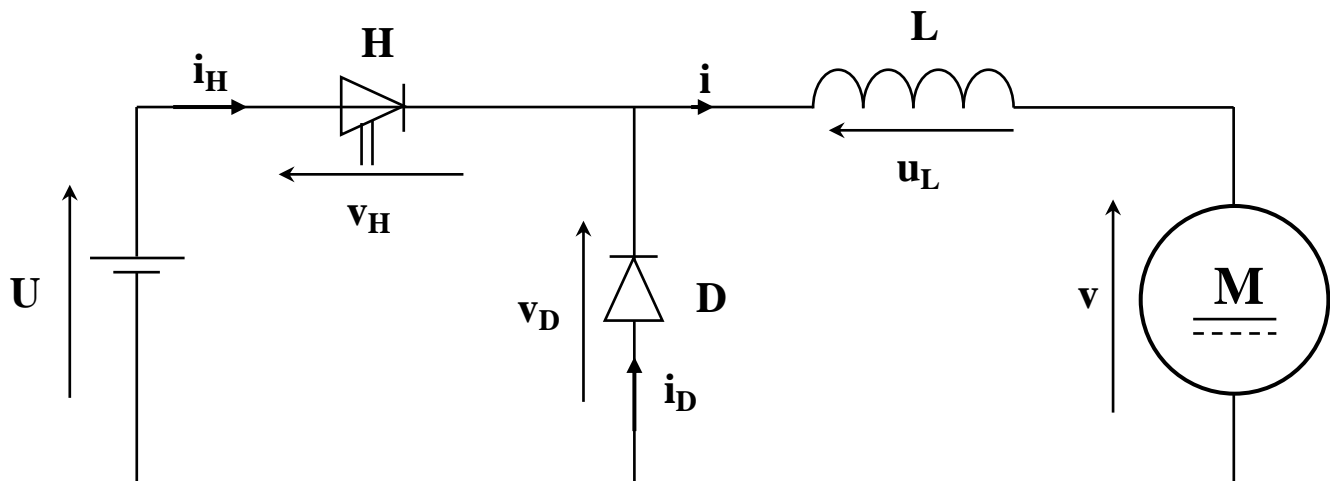
Q18- Montrer que le couple électromagnétique peut s'exprimer  $C_{em} = \frac{30.K}{\pi} I$  ( $C_{em}$  en N.m et  $I$  en A). **1 pt**

Q19- Calculer l'intensité du courant de démarrage  $I_d$ . On désire limiter  $I_d$  à  $20 \text{ A}$ , calculer la valeur de la résistance  $R_h$  du rhéostat de démarrage. **1,5 pt**

### A.4 - Variation de la vitesse du moteur M3

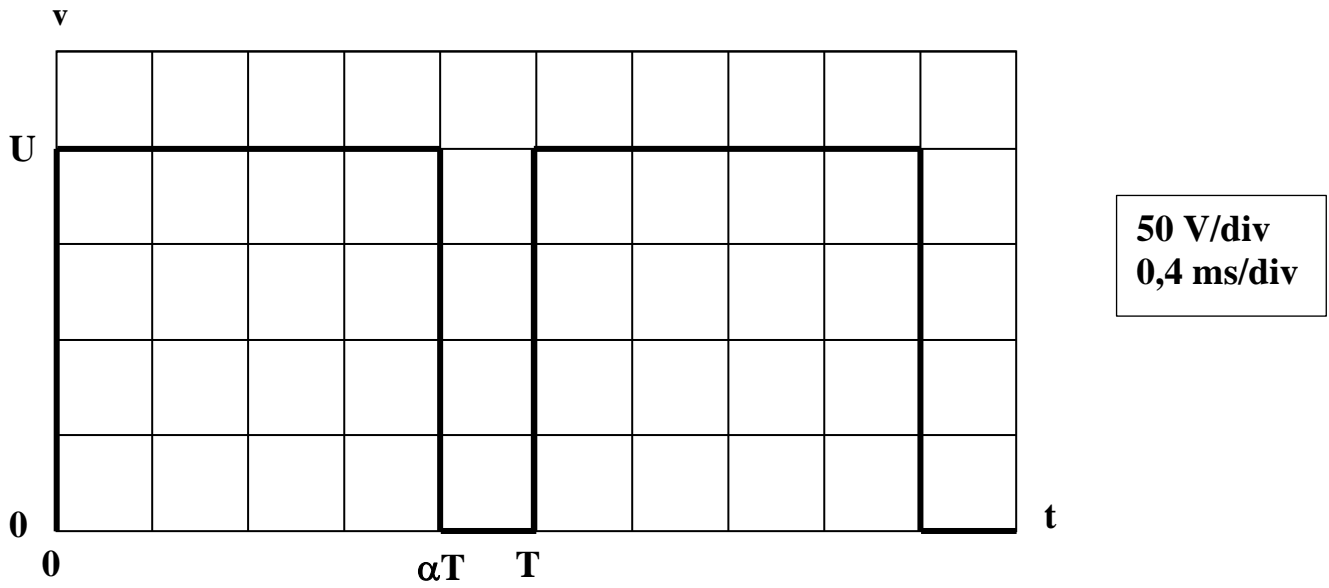
Cette fonctionnalité offre la possibilité d'adapter la vitesse d'avance de la barre à découper aux exigences de l'opérateur. A ce propos, une commande électronique par hacheur série est envisagée

Le schéma du montage est le suivant :



Q20- Préciser le **nom** et le **rôle** de la diode D. **1 pt**

Un relevé de la tension  $v(t)$  aux bornes du moteur a donné l'oscillogramme suivant :



Si  $0 \leq t < \alpha T$ , le hacheur  $H$  conduit.

Si  $\alpha T \leq t < T$ , le hacheur  $H$  se bloque.

**Q21-** Relever, à partir de l'oscillogramme représenté ci-dessus, la période  $T$ . En déduire la valeur de la fréquence de hachage  $f$ . **1 pt**

**Q22-** Relever, à partir de cet oscillogramme, la tension  $U$  et le rapport cyclique  $\alpha$ . **1 pt**

**Q23-** Calculer alors la valeur moyenne  $\langle v \rangle$  de la tension  $v$ . **1 pt**

**Q24-** On se met dans l'hypothèse où le courant  $i$  est constant et égal à  $I$  (donc  $i = I$  et  $u_L = 0$ ). Compléter le tableau des valeurs caractéristiques du montage ( $D$  et  $H$  sont supposés parfaits). **2 pts**

### **B-DOMAIN PRINCIPAL D'AUTOMATISME (sur 10 points)**

En vous aidant :

- Du Grafct fonctionnel du système donné en page **03** ;
- De la configuration matérielle de l'A.P.I donnée en page **09** ;
- Des tableaux des affectations des entrées/sorties donnés en page **09** ;
- De la démarche de traduction d'un Grafct en langage LADDER en page **08**.

**Q25-** Compléter le Grafct point de vue *commande* du système. **2,5 pts**

**Q26-** Compléter le Grafct point de vue *API*. **2,5 pts**

**Q27-** Compléter le programme *Ladder* correspondant. **5 pts**

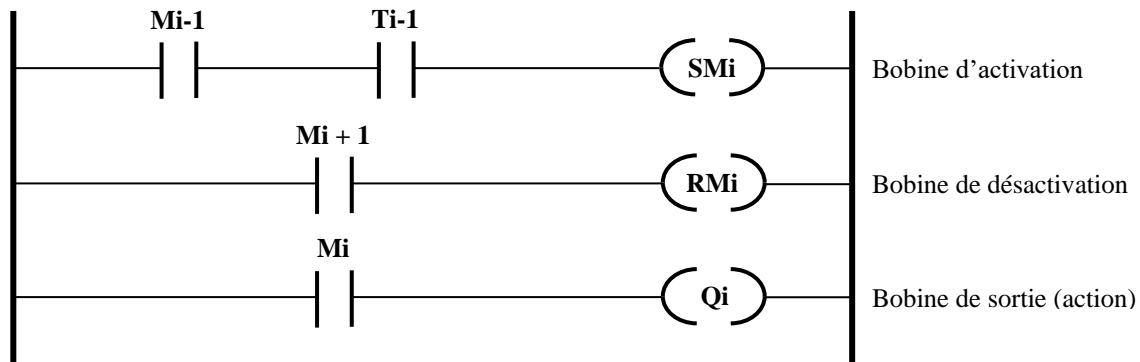
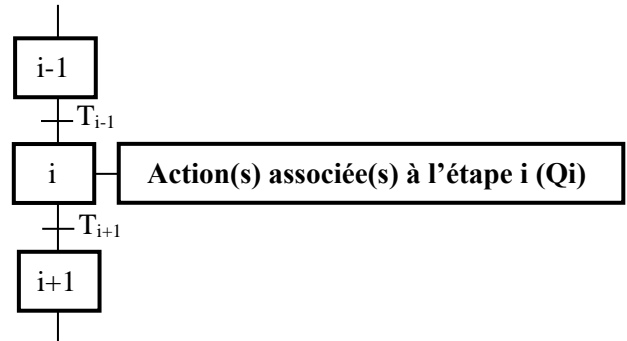
### Principe de traduction d'un GRAFCET en LADDER

Document ressources N°1

L'étape  $i$  est matérialisée par une case mémoire  $M_i$ .

L'étape  $i$  est :

- **Activée** par l'étape  $i-1$  et la réceptivité  $T_{i-1}$  ;
- **Désactivée** par l'étape  $i+1$ .



### Bloc compteur

L'A.P.I possède plusieurs blocs compteurs de  $C_1 \dots C_n$ .

Le bloc fonction compteur permet de compter ou décompter des impulsions jusqu'à une valeur de présélection.

À chaque compteur sont associées 3 bobines ( $RC_x$ ,  $CC_x$  et  $DT_x$ ) et un contact  $C_x$  :

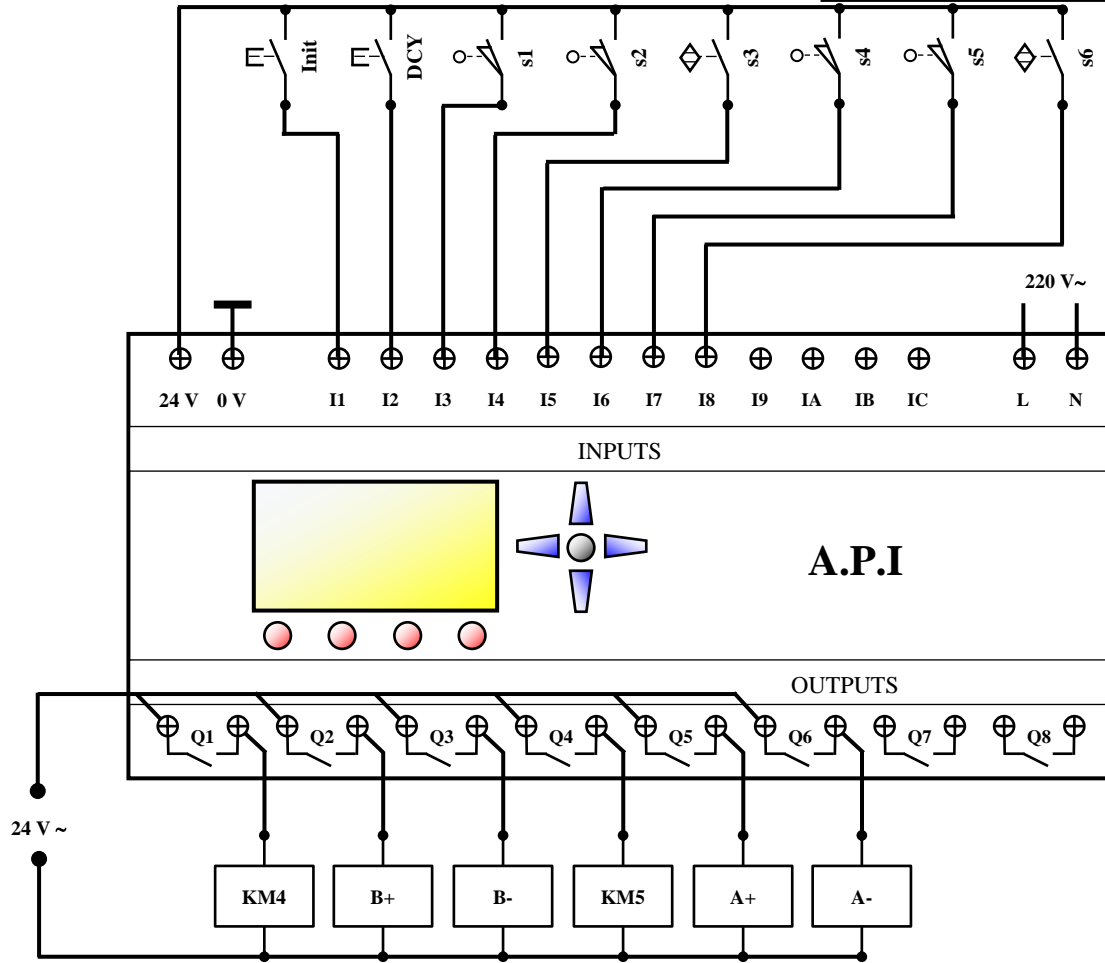
- Bobine  $CC_x$  : entrée de comptage ou de décomptage de numéro  $x$  ( $x=1,2$  ou  $3\dots$ ) ;
- Bobine  $DC_x$  : entrée du sens de comptage (le bloc décompte si cette entrée est activée) ;
- Bobine  $RC_x$  : entrée de remise à zéro du compteur ;
- Contact  $C_x$  : sortie de fin de comptage.

Le compteur **1** est paramétré à **10** donc le contact associé **C1** se ferme lorsque le compteur atteint la valeur de présélection **10**.



Configuration matérielle de l'A.P.I :

Document ressources N°2



Identification et affectation des sorties :

Actions	Actionneurs	Préactionneurs	Sorties API
Avancer la barre de la longueur L	Moteur M3	Contacteur	KM4 Q1
Serrer la barre	Vérin double effet B	Distributeur MB	B+ Q2
Desserrer la barre			B- Q3
Mettre en rotation la scie	Moteur M1	Contacteur	KM5 Q4
Descendre la scie	Vérin double effet A	Distributeur MA	A+ Q5
Remonter la scie			A- Q6
Compter le nombre de morceaux sciés	Compteur N (Compteur interne n°1 de l'API)	N	CC1
Remettre à zéro le compteur			RC1

Identification et affectation des entrées :

Consignes/Comptes rendus	Boutons/Capteurs	Entrées API
Initialisation	Bouton poussoir	Init I1
Départ cycle	Bouton poussoir	Dcy I2
Présence barre	Détecteur mécanique à levier	s1 I3
Barre avancée	Détecteur mécanique à levier	s2 I4
Barre serrée	Détecteur de proximité inductif	s3 I5
Scie en position basse	Détecteur mécanique à levier	s4 I6
Scie en position haute	Détecteur mécanique à levier	s5 I7
Barre desserrée	Détecteur de proximité inductif	s6 I8
Nombre de morceaux sciés = 10	Contact interne C1 du compteur	C1

Q1-

Document réponses N°1

	Point de fonctionnement	Synchronisme	Démarrage
Point A			
Point B			
Point C			

Q2-

	Glissement g			Vitesse n			Couple C		
	0 %	gn	100 %	0	n <sub>n</sub>	n <sub>s</sub>	0	C <sub>n</sub>	C <sub>d</sub>
Point A				X					
Point B		X			X				
Point C									

n<sub>n</sub> : vitesse nominale.n<sub>s</sub> : vitesse de synchronisme.C<sub>n</sub> : couple nominal.C<sub>d</sub> : couple de démarrage.

gn : glissement nominal.

Q3-

Q4-

Q5-

Q6-

Q7-

Q8-

Document réponses N°2

Q9-

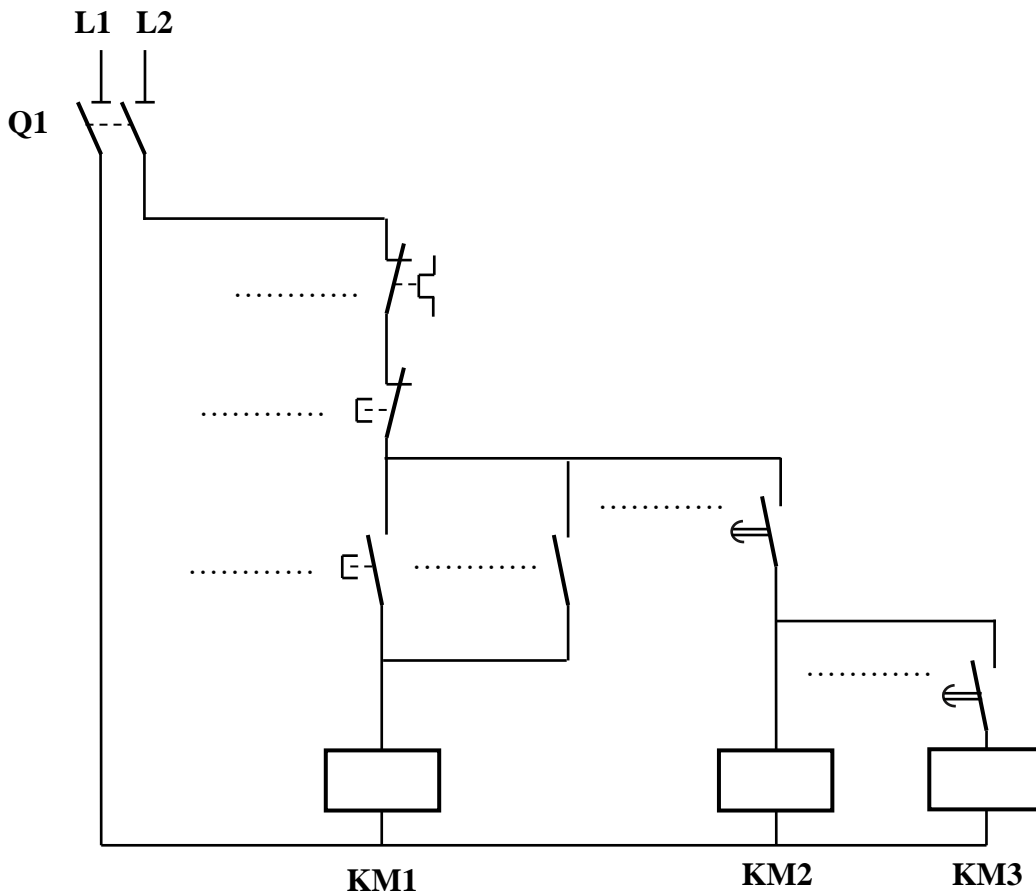
Q10-

Relais thermique : .....

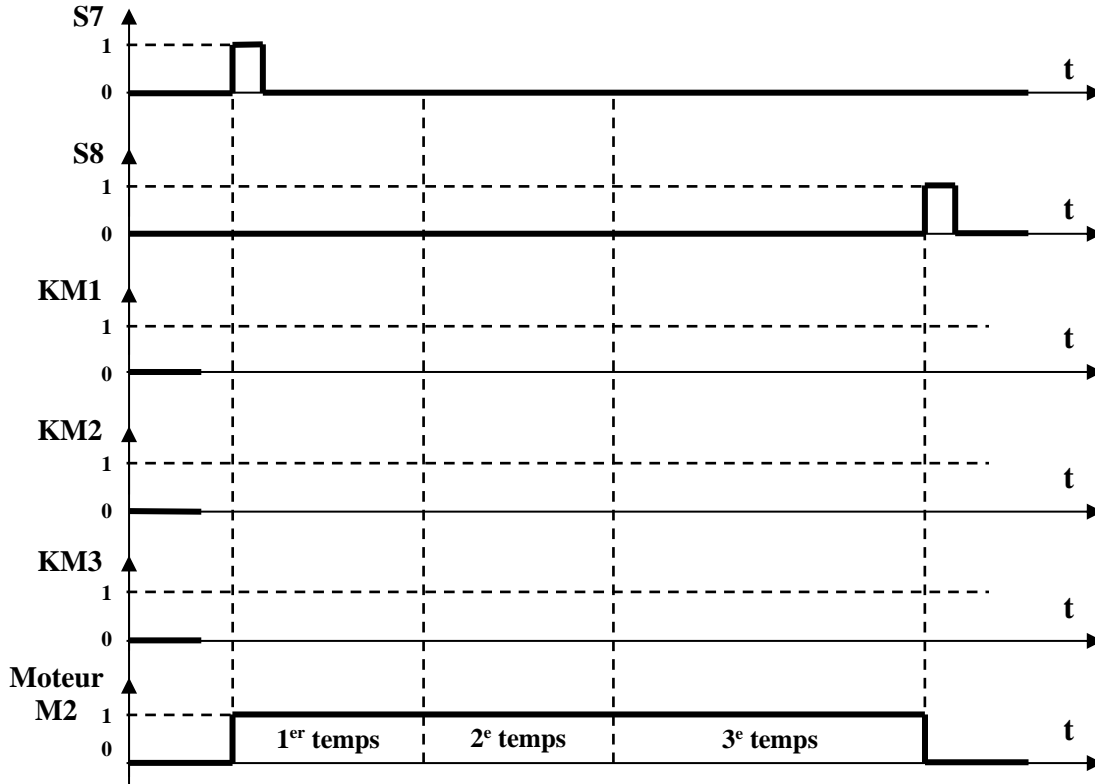
Sectionneur : .....

Fusibles : .....

Q11-



Q12-



Q13-

Q14-

	Bobinage induit	Pôles inducteurs	Collecteur	Culasse	Boîte à bornes	Flasques	Arbre	Balais
Tournant								
Fixe								

Q15-

Q16-

Q17-

Document réponses N°4

Q18-

Q19-

Q20-

Q21-

Q22-

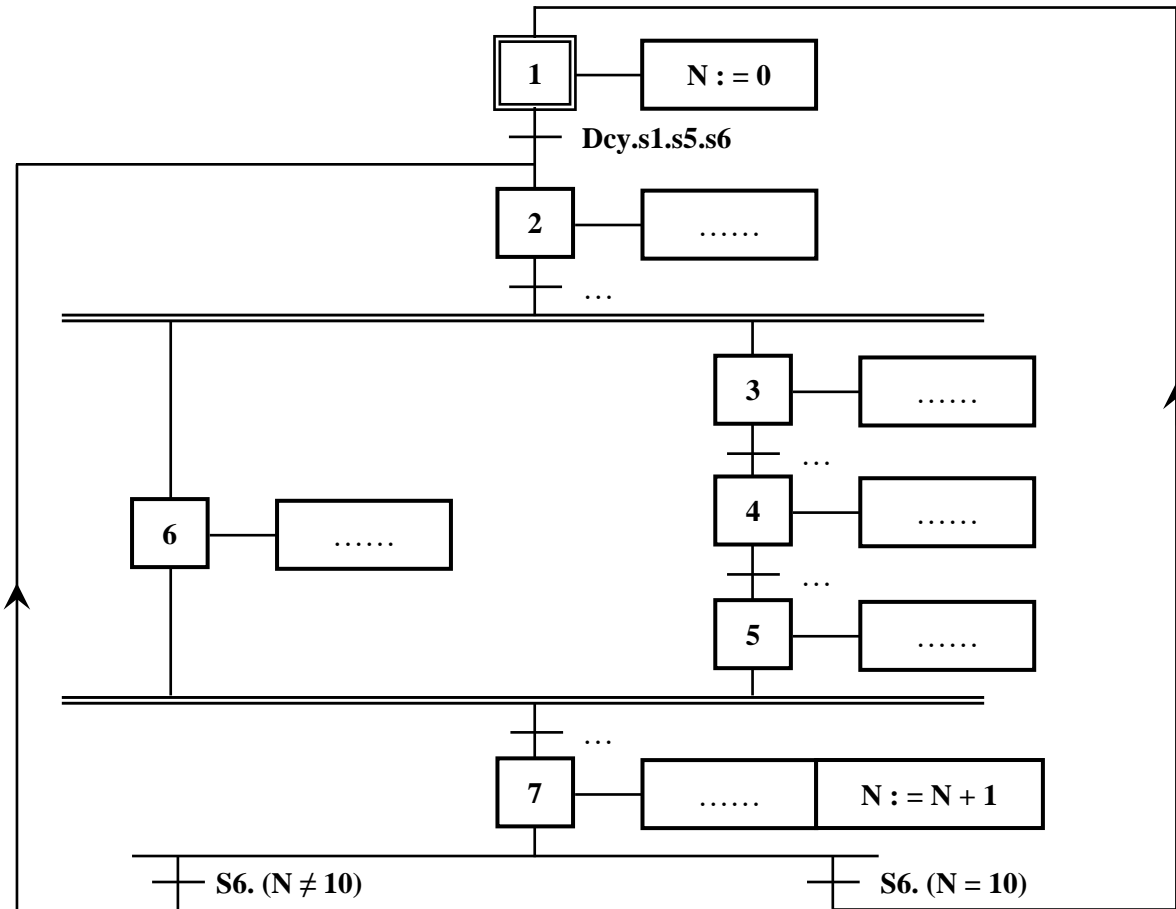
Q23-

Q24-

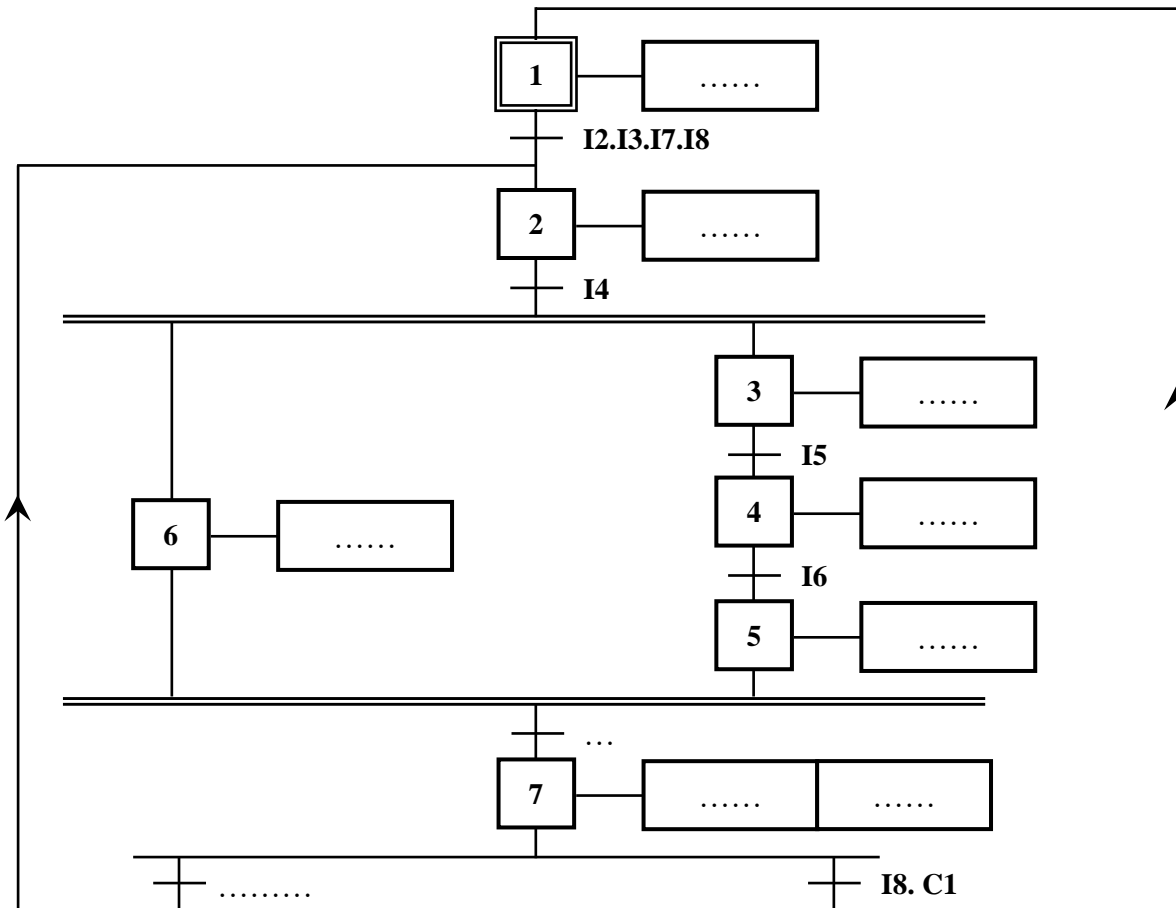
	$v$	$v_H$	$v_D$	$i$	$i_H$	$i_D$
H passant	U			I		
H bloqué	0				0	

Q25-

Document réponses N°5

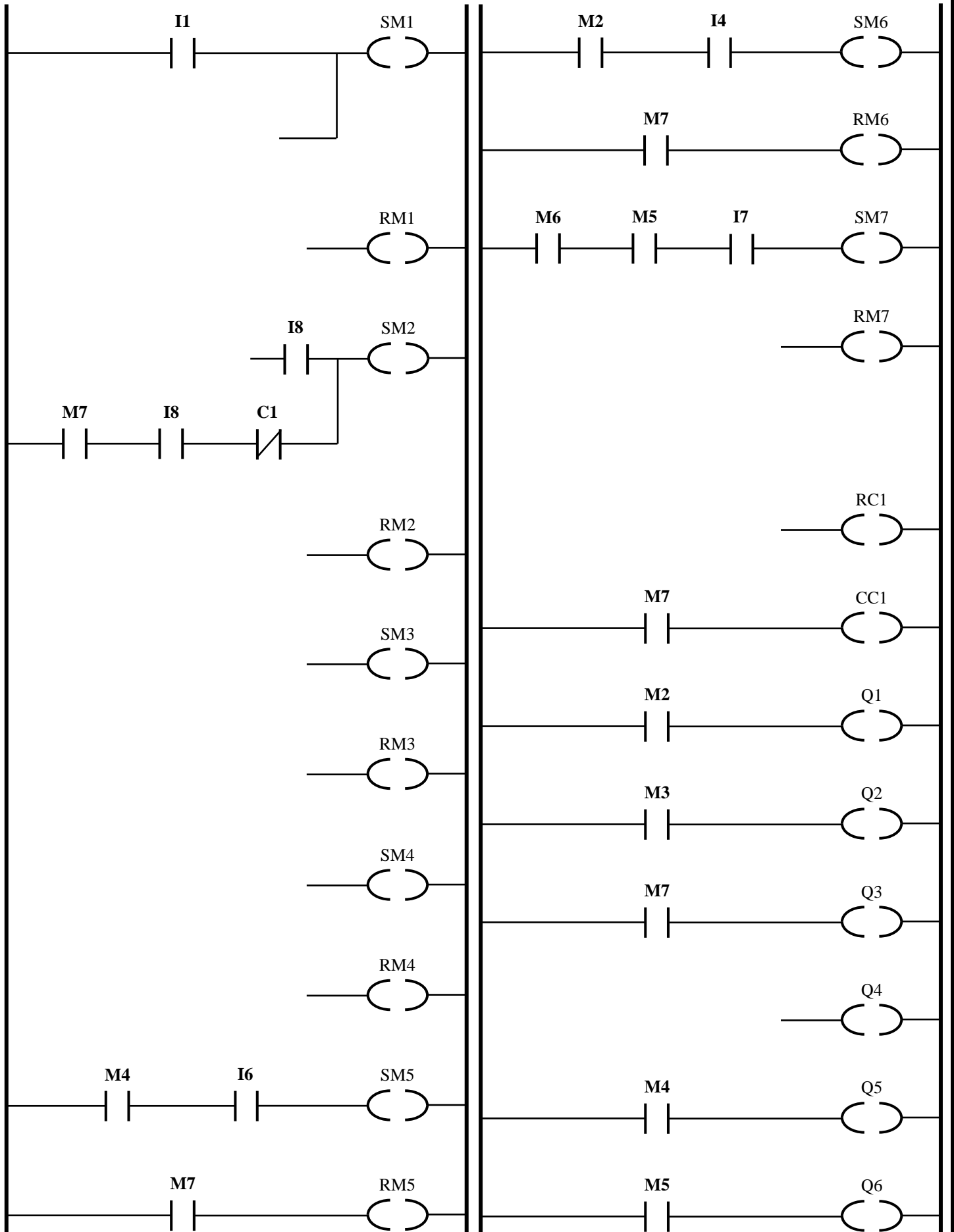


Q26-



Q27-

Document réponses N°6



الصفحة : 1 على 7	الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا المسالك المهنية الدورة الاستدراكية 2022	المملكة المغربية وزارة التربية الوطنية والتعليم الأولي والرياضة المركز الوطني للتقويم والامتحانات
------------------	---	--



PPPPPPPPPPPPPPPPPPPP-PP	***I	- عناصر الإجابة -	RR 214A		
10	المعامل	4	مدة الإنجاز	اختبار توليفي في المواد المهنية - الجزء الأول شعبة الهندسة الكهربائية : مسلك الصيانة الصناعية	المادة الشعبة والمسلك

# CORRECTION

# TRONÇONNEUSE

# AUTOMATIQUE



**3 x 0,25 pt**

	Point de fonctionnement	Synchronisme	Démarrage
Point A			X
Point B	X		
Point C		X	

Q2-

**6 x 0,25 pt**

	Glissement g			Vitesse n			Couple C		
	0 %	gn	100 %	0	nn	ns	0	Cn	Cd
Point A			X	X					X
Point B		X			X			X	
Point C	X					X	X		

 $n_n$  : vitesse nominale. $n_s$  : vitesse de synchronisme.

Cn : couple nominal.

Cd : couple de démarrage.

gn : glissement nominal.

Q3-

$$n_s = \frac{60.f}{p} \quad \mathbf{0,5 \text{ pt}}$$

$$\text{AN} \quad n_s = \frac{60.50}{1} \rightarrow n_s = 3000 \text{ tr/min} \quad \mathbf{0,25 \text{ pt}}$$

Q4-

$$R = \frac{U_c}{I_c} \quad \mathbf{0,5 \text{ pt}} \quad \text{AN} \quad R = \frac{4}{6,15} \rightarrow R = 0,65 \Omega \quad \mathbf{0,25 \text{ pt}}$$

$$r = \frac{R}{2} \quad \mathbf{0,5 \text{ pt}} \quad \text{AN} \quad R = \frac{0,65}{2} \rightarrow r = 0,325 \Omega \quad \mathbf{0,25 \text{ pt}}$$

Q5-

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

$$\text{AN} \quad g = \frac{3000 - 2800}{3000} \rightarrow g = 6,67 \% \quad \mathbf{0,25 \text{ pt}}$$

Q6-

$$P_{tr} = P_a - P_s \quad \mathbf{0,75 \text{ pt}}$$

$$\text{AN} \quad P_{tr} = 3000 - 190 \rightarrow P_{tr} = 2810 \text{ W} \quad \mathbf{0,25 \text{ pt}}$$

Q7-

$$P_{jr} = g.P_{tr} \quad \mathbf{0,75 \text{ pt}}$$

$$\text{AN} \quad P_{jr} = 0,0667.2810 \rightarrow P_{jr} = 187,43 \text{ W} \quad \mathbf{0,25 \text{ pt}}$$

Q8-

$$P_u = P_{tr} - P_{jr} - P_m \quad \mathbf{0,75 \text{ pt}}$$

$$\text{AN} \quad P_u = 2810 - 187,43 - 130$$

$$\rightarrow P_u = 2492,57 \text{ W} \quad \mathbf{0,25 \text{ pt}}$$

Q9-

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

$$\text{AN} \quad \eta = \frac{2492,57}{3000} \rightarrow \eta = 83,08 \% \quad \mathbf{0,25 \text{ pt}}$$

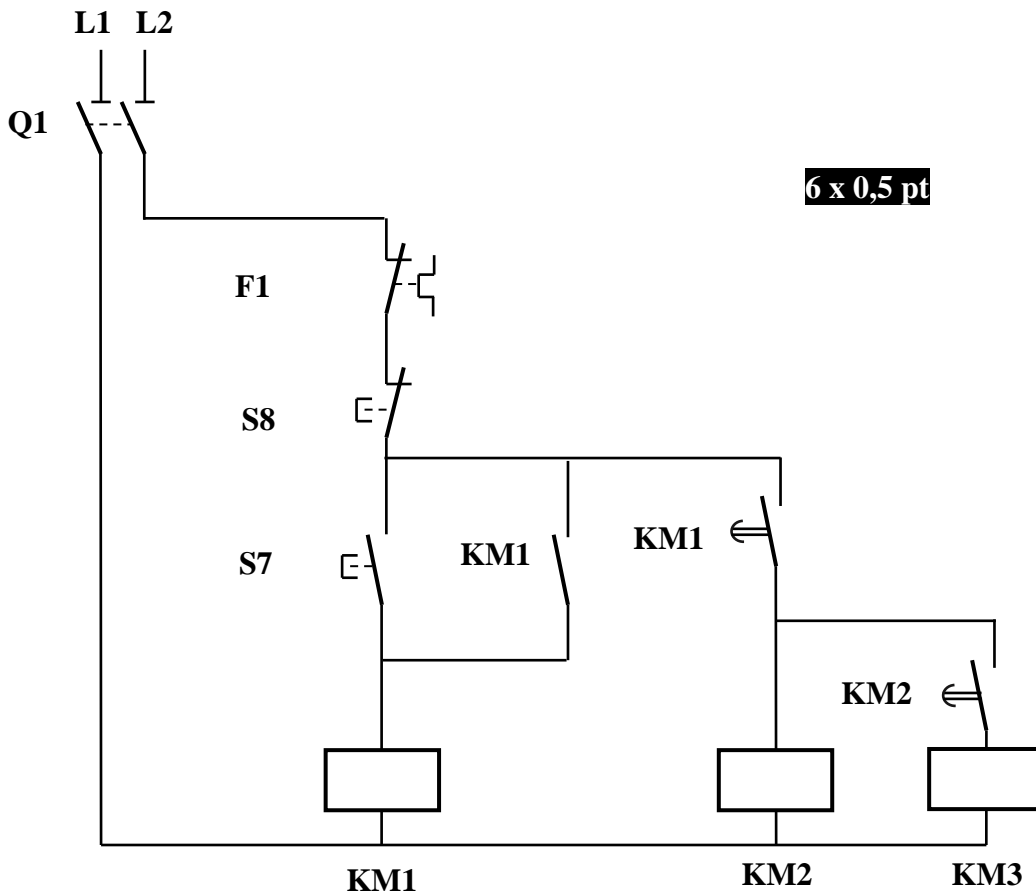
Q10-

Le relais thermique protège contre les surcharges **0,5 pt**

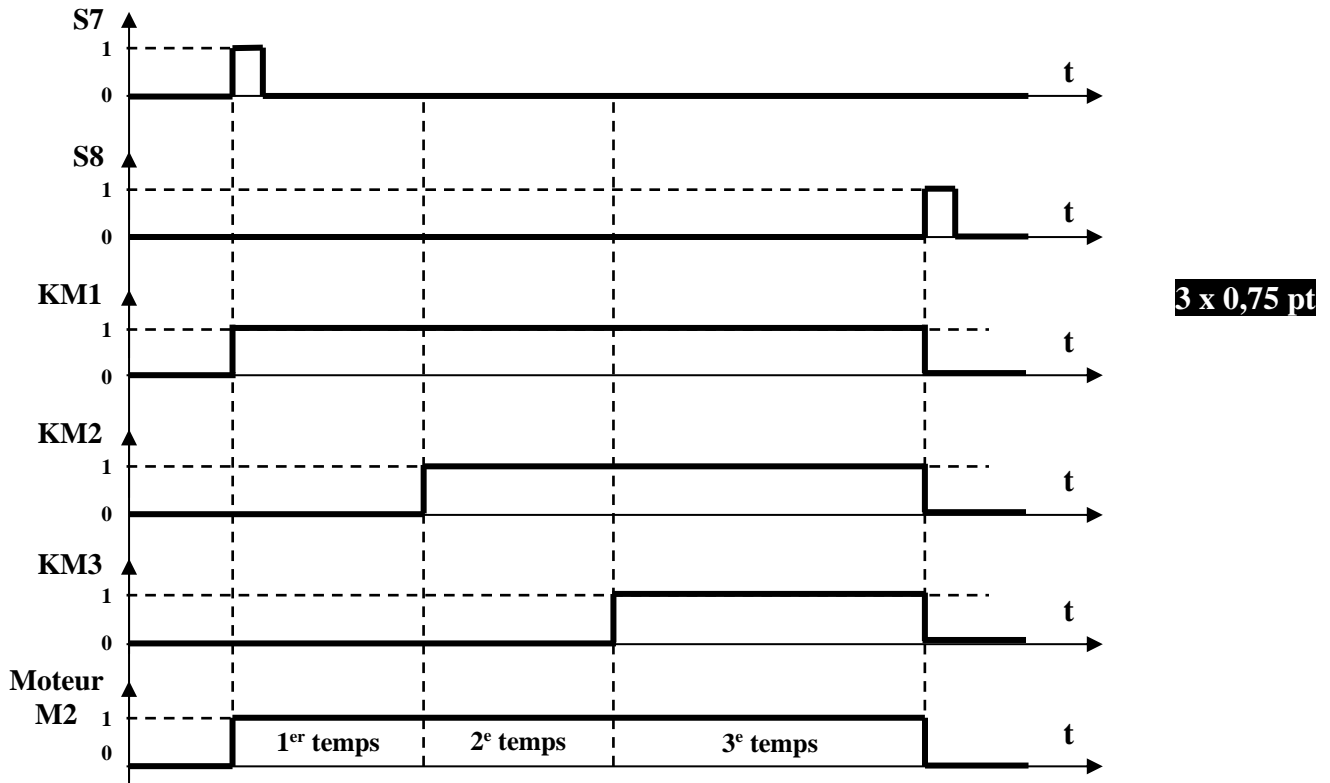
Le sectionneur permet d'isoler l'installation du secteur **0,5 pt**

Les fusibles protègent contre les courts circuits. **0,25 pt**

Q11-



Q12-



Q13-

Excitation indépendante

**0,5 pt**

Excitation composée

Excitation shunt (parallèle)

**0,5 pt**

Excitation série

Q14-

**8 x 0,25 pt**

	Bobinage induit	Pôles inducteurs	Collecteur	Culasse	Boite à bornes	Flasques	Arbre	Balais
Tournant	X		X				X	
Fixe		X		X	X	X		X

Q15-

$$E = U - R.I$$

**0,5 pt**

$$\text{AN} \quad E = 200 - 0,5.10 \quad \rightarrow \quad E = 195 \text{ V}$$

**0,25 pt**

Q16-

$$C_u = \frac{P_u}{\Omega} \quad \rightarrow \quad C_u = \frac{60.P_u}{2\pi.n} \quad \rightarrow \quad C_u = \frac{30.P_u}{\pi.n}$$

**0,75 pt**

$$\text{AN} \quad C_u = \frac{30.2500}{\pi.1500} \quad \rightarrow \quad C_u = 15,91 \text{ N.m}$$

**0,25 pt**

Q17-

$$E = K.n \rightarrow K = \frac{E}{n} \quad \mathbf{0,25 \text{ pt}}$$

$$\text{AN } K = \frac{195}{1500} \rightarrow K = 0,13 \quad \mathbf{0,25 \text{ p}} \quad \text{V/tr/min} \quad \mathbf{0,25 \text{ pt}}$$

Q18-

$$\text{Cem} = \frac{P_{em}}{\Omega} \rightarrow \text{Cem} = \frac{E.I}{\Omega} \rightarrow \text{Cem} = \frac{K.n.I}{\frac{2\pi.n}{60}} \rightarrow \text{Cem} = \frac{60.K.n.I}{2\pi.n}$$

$$\rightarrow \text{Cem} = \frac{30.K.n.I}{\pi.n} \rightarrow \text{Cem} = \frac{30.K}{\pi}.I \quad \mathbf{1 \text{ pt}}$$

Q19-

$$\text{Au démarrage } n = 0 \text{ et } E = 0 \text{ donc } I_d = \frac{U}{R} \quad \mathbf{0,5 \text{ pt}}$$

$$\text{AN } I_d = \frac{200}{0,5} \rightarrow I_d = 400 \text{ A} \quad \mathbf{0,25 \text{ pt}}$$

$$I_d = \frac{U}{R+R_h} \rightarrow R_h = \frac{U}{I_d} - R \quad \mathbf{0,5 \text{ pt}} \quad \text{AN } R_h = \frac{200}{20} - 0,5 \rightarrow R_h = 9,5 \Omega \quad \mathbf{0,25 \text{ pt}}$$

Q20-

Diode de roue libre  $\mathbf{0,25 \text{ pt}}$ Assure la continuité du courant dans le moteur quand le hacheur s'ouvre  $\mathbf{0,75 \text{ pt}}$ 

Q21-

$$T = 5 \times 0,4 \text{ ms} \rightarrow T = 2 \text{ ms} \quad \mathbf{0,5 \text{ pt}}$$

$$f = \frac{1}{T} \quad \mathbf{0,25 \text{ pt}} \quad \text{AN } f = \frac{1}{0,002} \rightarrow f = 500 \text{ Hz} \quad \mathbf{0,25 \text{ pt}}$$

Q22-

$$U = 4 \times 50 \text{ ms} \rightarrow U = 200 \text{ V} \quad \mathbf{0,5 \text{ pt}}$$

$$\alpha = \frac{4}{5} \rightarrow \alpha = 80 \% \quad \mathbf{0,5 \text{ pt}}$$

Q23-

$$\langle u \rangle = \alpha.U \quad \mathbf{0,75 \text{ pt}} \rightarrow \langle u \rangle = 0,8.200$$

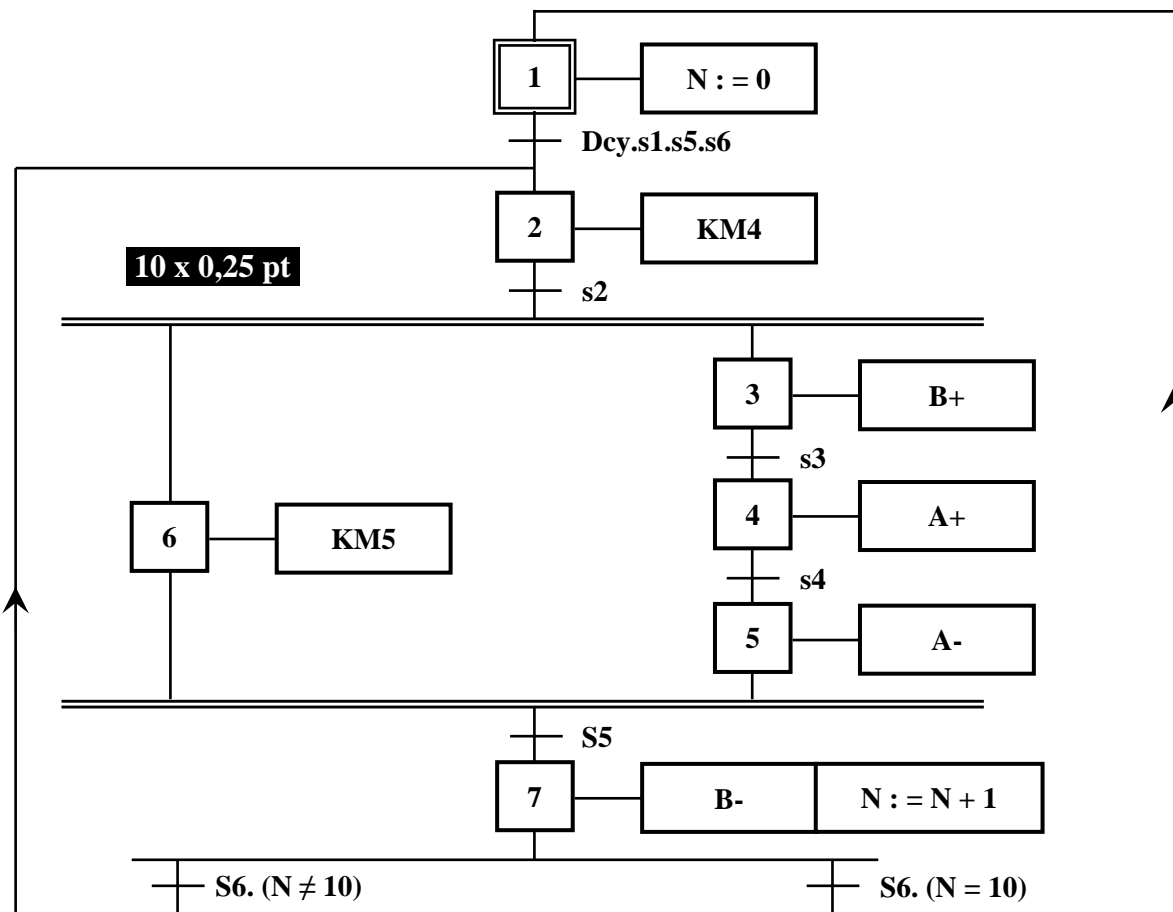
$$\rightarrow \langle u \rangle = 160 \text{ V} \quad \mathbf{0,25 \text{ pt}}$$

Q24-

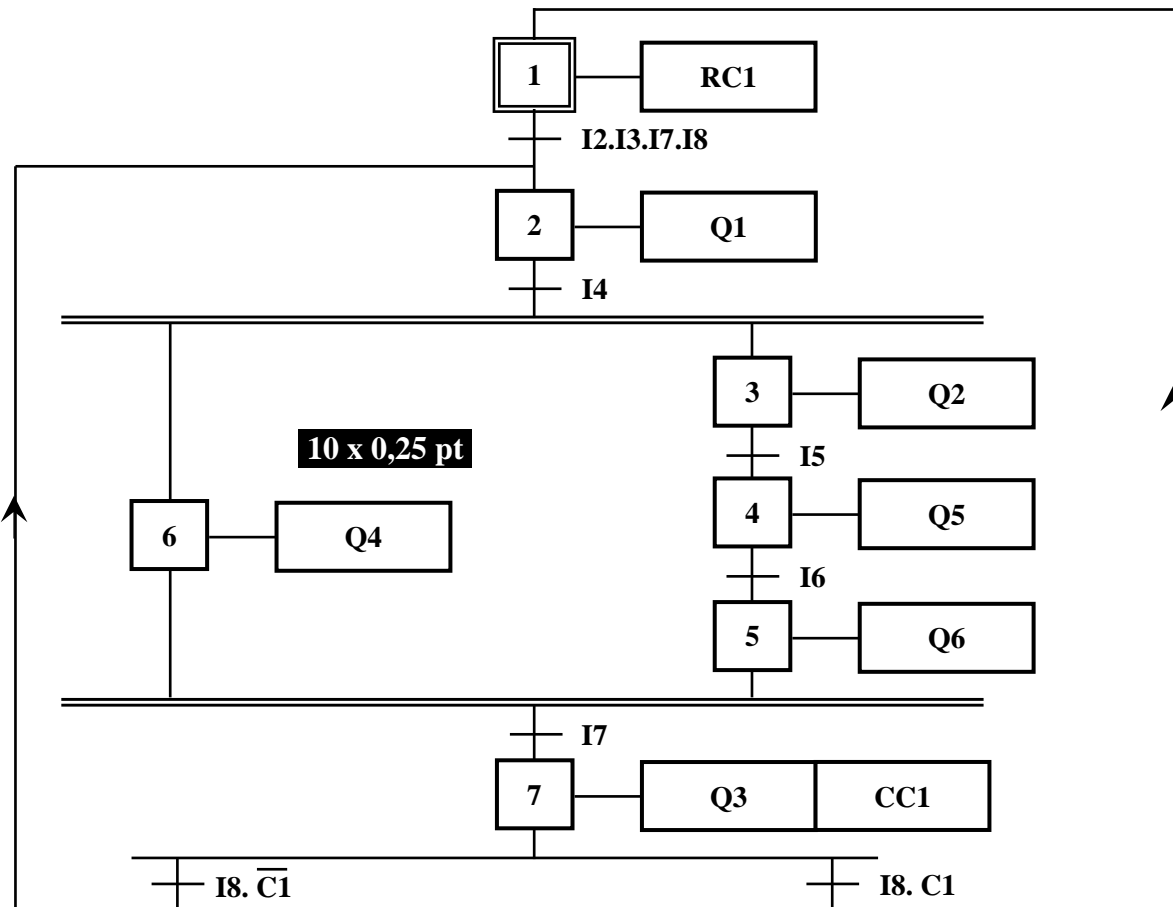
 $\mathbf{8 \times 0,25 \text{ pt}}$ 

	v	v <sub>H</sub>	v <sub>D</sub>	i	i <sub>H</sub>	i <sub>D</sub>
H passant	U	0	U	I	I	0
H bloqué	0	U	0	I	0	I

Q25-



Q26-



Q27-

20 x 0,25 pt

