★★★

الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا
المسالك المهنية
الدورة العادية 2017
- الموضوع -

NS203A

المملكة المغربية
وزارة التربية الوطنية والتكوين المهني والتعليم العالي والبحث العلمي

المركز الوطني للتقويم والامتحانات والتوجيه

المادة	الاختبار التوليفي في المواد المهنية - الجزء الأول (الفترة الصباحية)	مدة الإنجاز	4
الشعبة أو المسلك	شعبة الهندسة الكهربائية مسلك الصيانة الصناعية	المعامل	10

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

- *Pages **02 à 10 :** Socle du sujet (Couleur **Jaune**).*
- *Pages **11 à 16** : Documents réponses (Couleur **Blanche**).*

Le sujet comporte 4 parties :

PARTIE I : **ETUDE DU MOTEUR M_1 DE DEPLACEMENT DU CHARIOT** ***(sur 28 points)***

PARTIE II : **ETUDE DU MOTEUR M2 DE LEVAGE** ***(sur 8 points)***

PARTIE III : **ETUDE DE LA COMMANDE DU PONT ROULANT** ***(sur 20 points)***

PARTIE IV : **ELECTRONIQUE DE PUISSANCE** ***(sur 24 points).***

Les parties I, II et III sont indépendantes et peuvent être traitées dans un ordre quelconque après lecture de l'introduction et de la description (pages **2** et **3**)**.**

La PARTIE IV peut être traitée séparément.

La numérotation des questions est continue : *de la question **N° 1** (**Question :1.**) à la question **N° 29** (**Question :29.**).*

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.

☞ ***Toutes les réponses doivent être rédigées sur les documents réponses :*** [Document réponse]**.**

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

☞ ***Le sujet est noté sur 80 points.***

☞ ***Aucun document n'est autorisé.***

☞ ***Sont autorisées les calculatrices non programmables.***

Moutamadris.ma

A) Introduction

Un pont roulant est un appareil de levage permettant de soulever et déplacer des charges (**figure :1**).

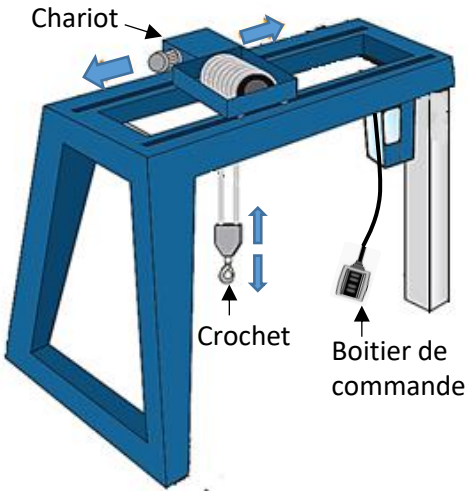


Fig. :1

B) Description :

Le système, **figure 2 page 3**, est constitué de :

- Un chariot, entrainé par le moteur $\mathbf{M_1}$, se déplace sur des rails de droite à gauche et inversement ;
- Un crochet et un système de câbles et de poulies pour faire monter ou faire descendre la charge grâce au moteur $\mathbf{M_2}$;
- Quatre fins de courses :
  - $\mathbf{f_{CB}}$: Fin de course détectant la limite basse du crochet ;
  - $\mathbf{f_{CH}}$: Fin de course détectant la limite haute du crochet ;
  - $\mathbf{f_{CD}}$: Fin de course détectant la limite droite du chariot ;
  - $\mathbf{f_{CG}}$: Fin de course détectant la limite gauche du chariot.

Un boitier de commande suspendu à un câble (**figure :3, page 3**) comportant :

- Un bouton poussoir $\mathbf{M_D}$ pour déplacer le chariot vers la droite (***action maintenue***) ;
- Un bouton poussoir $\mathbf{M_G}$ pour déplacer le chariot vers la gauche (***action maintenue***) ;
- Un bouton poussoir $\mathbf{M_H}$ pour monter le crochet (***action maintenue***) ;
- Un bouton poussoir $\mathbf{M_B}$ pour descendre le crochet (***action maintenue***) ;
- Un bouton poussoir $\mathbf{M_{Auto}}$ pour la marche semi-automatique (***impulsion***) ;
- **Un commutateur de sélection à trois positions :**
  - Position $\mathbf{A_{UTO}}$ **:** Marche semi-automatique ;
  - Position $\mathbf{M_{ANU}}$ **:** Marche manuelle (La commande se fait par les quatre boutons poussoirs ($\mathbf{M_D}$, $\mathbf{M_G}$, $\mathbf{M_B}$ et $\mathbf{M_H}$) ;
  - Position $\mathbf{A_{RRET}}$ **:** Arrête le système.

Moutamadris.ma

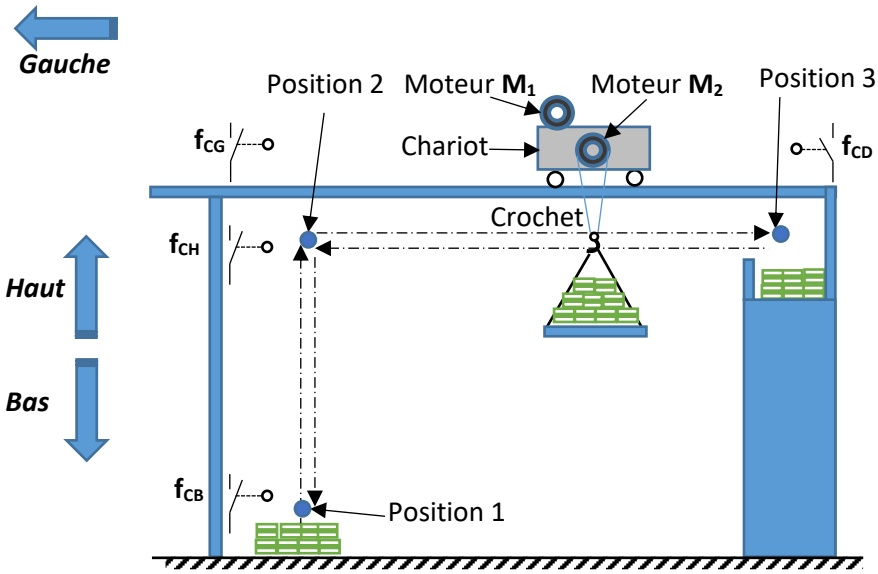


Fig. 2 : Description du pont roulant

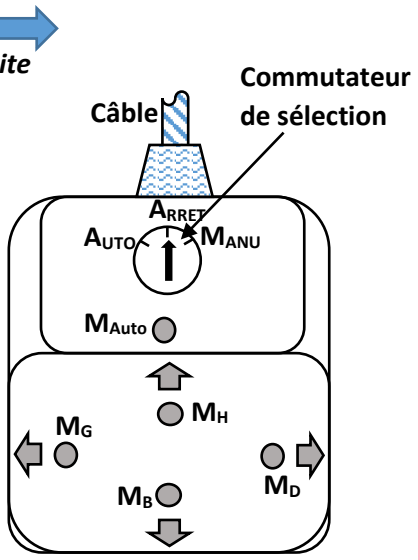


Fig. 3 : Boitier de commande

PARTIE I : ETUDE DU MOTEUR M_1 DE DEPLACEMENT DU CHARIOT : /28 points

Le moteur **M_1** du pont roulant est un moteur asynchrone triphasé à cage d'écureuil et possède les caractéristiques techniques suivantes :

Moteur asynchrone triphasé **3 ~ 50 Hz**	Δ: **230 V ;** I_Δ **= 11 A**	
	Y : **400 V ;** I_N **= 6,5 A**	
	N_r **= 1439 tr/min**	Cos φ = **0,735**
	Puissance utile P_u = **3 kW**	

Réseau triphasé **U= 400 V** entre phases ; ***f* = 50 Hz**.

Question : 1.

Préciser le couplage du moteur **M_1** en justifiant votre réponse. **[2 pts]**

Question : 2.

Calculer le nombre de pôles. **[2 pts]**

Question : 3.

Calculer le glissement **g** (en %). **[2 pts]**

Essai à vide du moteur M_1 :

Valeurs mesurées à vide :

- Puissance absorbée à vide : **P_o = 130 W ;**
- Intensité du courant de ligne à vide : **I_o = 1,7 A ;**
- Les pertes mécaniques **$P_{méc}$** sont évaluées à **65 W** ;
- Les pertes joules et les pertes fer au niveau du rotor sont négligées ;
- La mesure à chaud de la résistance d'un enroulement du stator donne **r = 0,45 Ω.**

Moutamadris.ma

Question : 4.

Calculer les pertes joules à vide au stator $\mathbf{P_{jso}}$. **[2 pts]**

Question : 5.

Calculer les pertes fer au niveau du stator $\mathbf{P_{fS}}$. **[2 pts]**

Au point de fonctionnement nominal du moteur M_1 :

Question : 6.

Déterminer les pertes par effet Joule au stator $\mathbf{P_{js}}$. **[2 pts]**

Question : 7.

Calculer la puissance absorbée $\mathbf{P_a}$. **[2 pts]**

Question : 8.

Déterminer les pertes par effet Joule au rotor $\mathbf{P_{jr}}$. **[3 pts]**

Question : 9.

Déterminer le rendement η du moteur. **[2 pts]**

Question : 10.

Déterminer le couple utile $\mathbf{T_u}$. **[2 pts]**

Question : 11.

Compléter le schéma du circuit de puissance. **[3 pts]**

Question : 12.

Identifier le type de démarrage utilisé et donner un de ses inconvénients. **[1 pt]**

Question : 13.

Citer trois autres types de démarrage des moteurs asynchrones triphasés. **[1,5 pt]**

Nous sommes amenés à remplacer le moteur $\mathbf{M_1}$ suite à une panne qui le met hors service, et vu que ce modèle n'est plus disponible sur le marché, le magasinier nous propose 5 autres modèles dont les caractéristiques sont données par le tableau suivant :

Référence du Moteur	Tension	Puissance utile
M_{X1}	400 V	2 kW
M_{X2}	230 V	3 kW
M_{X3}	400 V	5 kW
M_{X4}	400 V	3 kW
M_{X5}	400 V	7 kW

Moutamadris.ma

Question : 14.

Choisir la référence du moteur pouvant remplacer le moteur $\mathbf{M_1}$ défectueux. **[1,5 pt]**

Partie II : ETUDE DU MOTEUR M_2 DE LEVAGE : / 8 points

Pour faire varier la vitesse du moteur $\mathbf{M_2}$ à la montée et à la descente de la charge, nous sommes amenés à choisir un variateur de vitesse.

On rappelle en **page 13** le schéma fonctionnel simplifié d'un variateur de vitesse pour moteur asynchrone triphasé.

Question : 15.

Préciser les noms et les fonctions des éléments ***a***, ***b*** et ***c***. **[6 pts]**

Le moteur $\mathbf{M_2}$ est alimenté par un réseau triphasé de **400 V,** sa puissance est égale à **5,5 kW**.

Question : 16.

D'après le tableau ci-dessous, choisir la référence du variateur de vitesse compatible avec le moteur $\mathbf{M_2}$. **[2 pts]**

CHOIX DU VARIATEUR									
Réseau			Moteur		ALTIVAR 18				
Tension d'alimentation U1…U2	Courant de ligne (1)		Puissance indiquée sur plaque		Courant de sortie permanent	Courant Transitoire maxi (2)	Puissance dissipée à la charge nominale	Référence	Masse
	à U1	à U2							
V	A	A	kW	HP	A	A	W		kg
200 … 240 50/60 Hz Monophasé	4,4	3,9	0,37	0,5	2,1	3,1	23	ATV-18U09M2	1,5
	7,6	6,8	0,75	1	3,6	5,4	39	ATV-18U18M2	1,5
	13,9	12,4	1,5	2	6,8	10,2	60	ATV-18U29M2	2,1
	19,4	17,4	2,2	3	9,6	14,4	78	ATV-18U41M2	2,8
200 … 230 50/60 Hz Triphasé	16,2	14,9	3	-	12,3	18,5	104	ATV-18U54M2	3,3
	20,4	18,8	4	5	16,4	24,6	141	ATV-18U72M2	3,3
	28,7	26,5	5,5	7,5	22	33	200	ATV-18U90M2	7,8
	38,4	35,3	7,5	10	28	42	264	ATV-18D12M2	7,8
380 … 460 50/60 Hz Triphasé	2,9	2,7	0,75	1	2,1	3,2	24	ATV-18U18N4	2
	5,1	4,8	1,5	2	3,7	5,6	34	ATV-18U29N4	2,1
	6,8	6,3	2,2	3	5,3	8	49	ATV-18U41N4	3,1
	9,8	8,4	3	-	7,1	10,7	69	ATV-18U54N4	3,3
	12,5	10,9	4	5	9,2	13,8	94	ATV-18U72N4	3,3
	16,9	15,3	5,5	7,5	11,8	17,7	135	ATV-18U90N4	8
	21,5	19,4	7,5	10	16	24	175	ATV-18D12N4	8
	31,8	28,7	11	15	22	33	261	ATV-18D16N4	12
	42,9	38,6	15	20	29,3	44	342	ATV-18D23N4	12

(1) Valeur typique sans inductance additionnelle.
(2) Pendant 60 secondes.

L'Altivar 18 a été conçu pour alimenter les moteurs d'une puissance adaptée à chacun de ses calibres.

Moutamadris.ma

PARTIE III : ETUDE DE LA COMMANDE DU PONT ROULANT : / 20 points

Fonctionnement :

Le pont peut fonctionner en deux modes :

- Mode commande manuel ;
- Mode commande semi-automatique.

⊕ **Mode manuel :**

- Le commutateur de sélection est en position « $\mathbf{M_{ANU}}$ » :
- L'opérateur actionne le bouton poussoir correspondant (droite $\mathbf{M_D}$ ou gauche $\mathbf{M_G}$ et/ou Haut $\mathbf{M_H}$ ou Bas $\mathbf{M_B}$) et le maintient actionné jusqu'à ce que le crochet arrive à l'emplacement désiré.
- Le pont s'arrête si l'une des extrémités définies par les fins de courses ($\mathbf{f_{CB}}$, $\mathbf{f_{CH}}$, $\mathbf{f_{CD}}$ et $\mathbf{f_{CG}}$) est atteinte.

On donne :

Le contacteur $\mathbf{KM_H}$: Contacteur de montée du crochet ;

Le contacteur $\mathbf{KM_B}$: Contacteur de descente du crochet ;

Le contacteur $\mathbf{KM_D}$: Contacteur de déplacement du chariot vers la droite ;

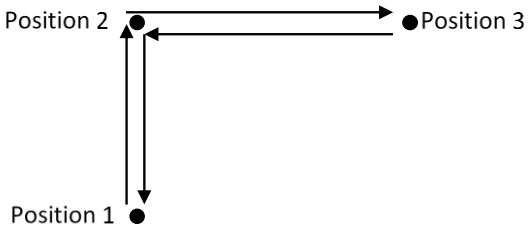
Le contacteur $\mathbf{KM_G}$: Contacteur de déplacement du chariot vers la gauche.

Question : 17.

Compléter alors les circuits de commande des deux moteurs $\mathbf{M_1}$ et $\mathbf{M_2}$ du mode manuel en ne représentant que les boutons poussoirs de commande, les fins de courses sans oublier le verrouillage électrique entre les contacteurs d'un même moteur. **[6 pts]**

⊕ **Mode Semi-Automatique :**

En Mode Semi-Automatique le système décrit un cycle en « **L** » :



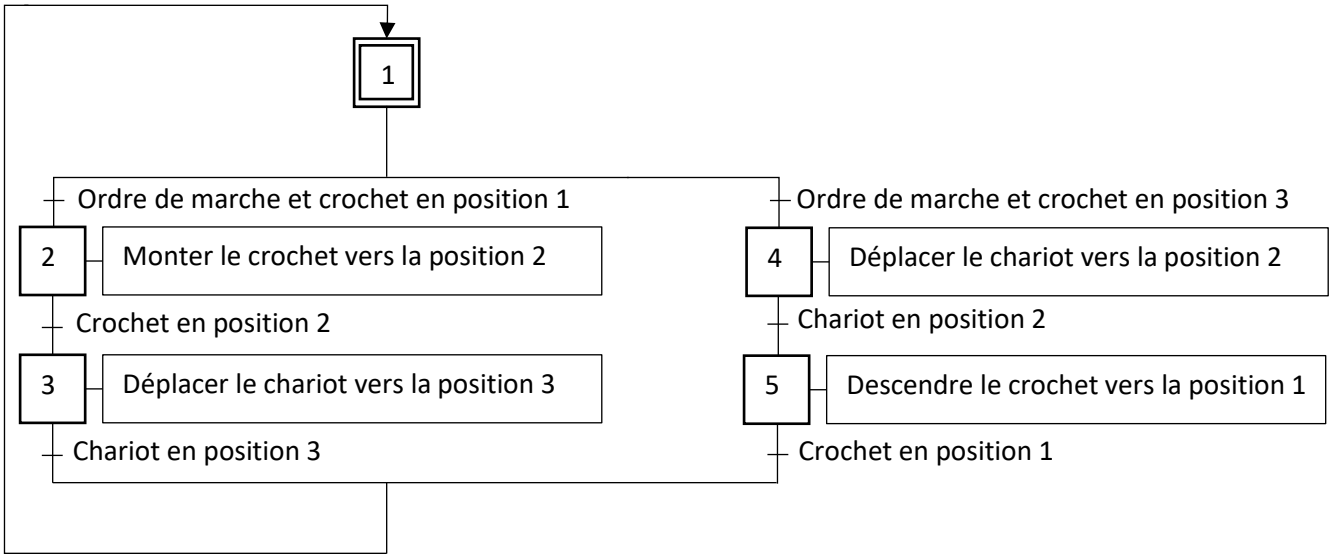
Le Mode Semi-Automatique ne peut être effectué que si le crochet est en position **1** ou en position **3.**

Le commutateur de sélection est en position « $\mathbf{AUTO}$ » **:**

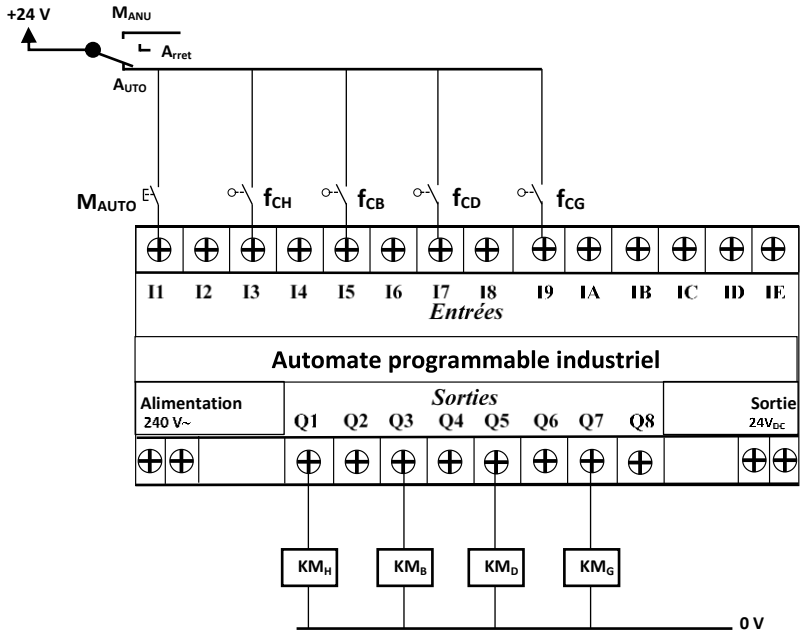
- Si le chariot est en position **1** : l'action sur le bouton poussoir « $\mathbf{M_{Auto}}$ » entraîne la montée du crochet jusqu'à la position **2** et le chariot se déplace ensuite de la position **2** à la position **3** et s'arrête.
- Si le chariot est en position **3** : l'action sur le bouton poussoir « $\mathbf{M_{Auto}}$ » entraîne le déplacement du chariot de la position **3** à la position **2** et la descente du crochet jusqu'à la position **1** et s'arrête.

Moutamadris.ma

La figure ci-dessous représente Le grafcet de point de vue système en mode semi-automatique du pont roulant (on ne tiendra pas compte du commutateur de sélection qui est considéré en position « **AUTO** »).



En mode semi-automatique le pont roulant est géré par un automate programmable industriel (**API**) dont la configuration matérielle est donnée ci-dessous :

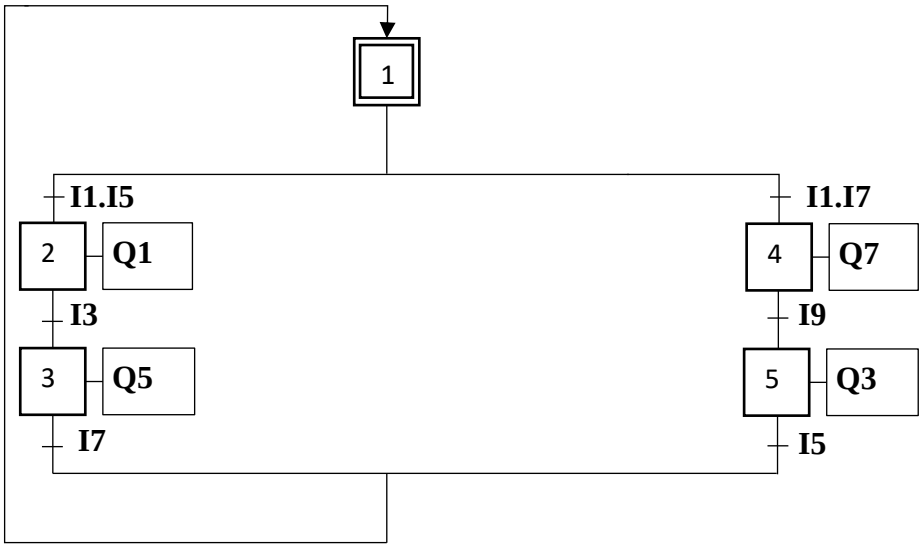


Question : 18.

Compléter alors le grafcet **de point de vue commande** du mode semi-automatique. **[7 pts]**

Moutamadris.ma

On vous donne ci-dessous le grafcet de **point de vue automate** du mode semi-automatique.

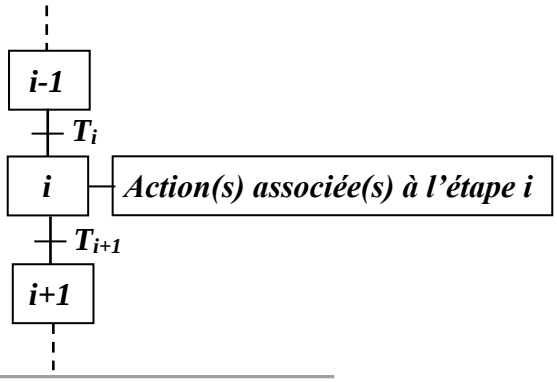


Une démarche de traduction d'un GRAFCET en Ladder

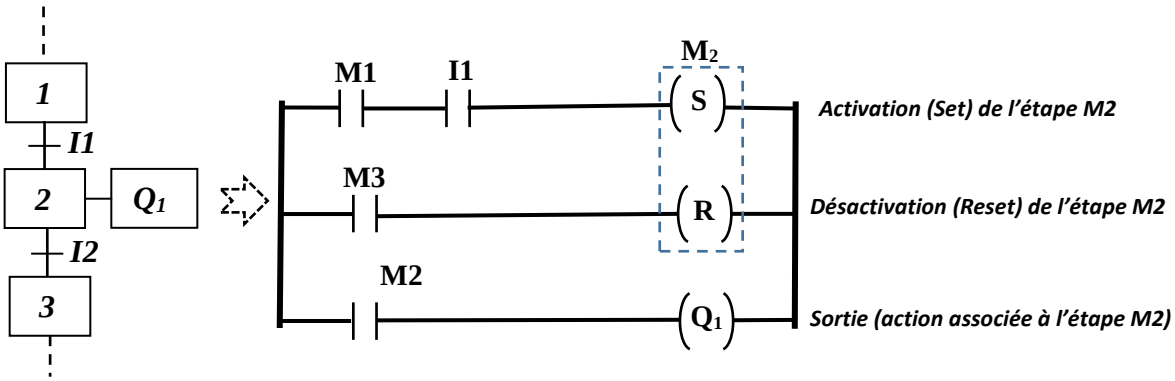
L'étape ***i*** *est matérialisée par une case mémoire* ***Mi****.*

L'étape ***i*** *est :*

- ***Activée*** *par l'étape* ***i-1*** ***et*** *la réceptivité* T_i
- ***Désactivée*** *par l'étape* ***i+1***



Exemple :



Question : 19.

Donner le programme Ladder des étapes **1**, **2** et **3** et les actions qui leur sont associées en utilisant la démarche de traduction d'un **Grafcet** en **Ladder** expliquée ci-dessus ou ***une autre démarche valide***. **[7 pts]**

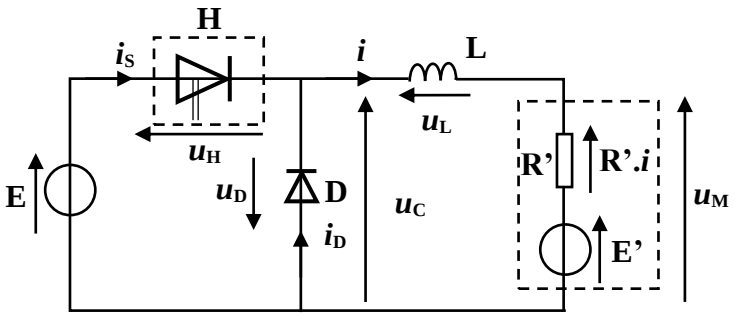
Moutamadris.ma

PARTIE IV : ELECTRONIQUE DE PUISSANCE : / 24 points

A. Variation de vitesse d'un moteur à courant continu (MCC).

La variation de la vitesse d'un moteur à courant continu est une fonction technique utilisée pour répondre à des besoins particuliers dans une installation électrique industrielle.

Le schéma de principe de fonctionnement est le suivant :



u_M = tension aux bornes du moteur.

On suppose que la diode **D** et le hacheur **H** sont parfaits et **E** une tension continue, le moteur à **C.C** est modélisé par **E'** en série avec **R'** voir (**Figure ci-dessus**)

Question : 20.

Que représente **E'** et **R'** ? **[2 pts]**

E est une tension continue fournie par l'intermédiaire d'un convertisseur **AC/DC**.

Question : 21.

Proposer un schéma électrique d'un montage permettant l'obtention d'une tension continue à partir d'un réseau électrique monophasé : transformateur, redresseur double alternance (diodes en pont) et filtre. **[4 pts]**

Question : 22.

Qu'appelle-t-on la diode **D** ? Et quel est son rôle ? **[2 pts]**

Question : 23.

Expliquer le rôle de la bobine **L** ? **[2 pts]**

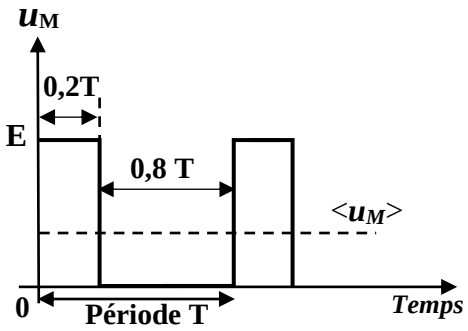
Question : 24.

Sachant que **H** joue le rôle d'un interrupteur commandé électroniquement. **[2 pts]**

Proposer un autre composant électronique semi-conducteur assurant la même fonctionnalité.

Moutamadris.ma

On suppose que la fréquence du hacheur **H** est égale à **400 Hz** et que la forme de la tension u_M aux bornes du moteur est la suivante :



Question : 25.

Calculer la période du signal de hachage ; puis donner l'expression de < u_M >. **[2 pts]**

Question : 26.

Que représente **α** = $\frac{durée\ de\ l'état\ haut}{Période}$? Calculer **α** suivant les indications du graphe **ci-dessus**. **[2 pts]**

Question : 27.

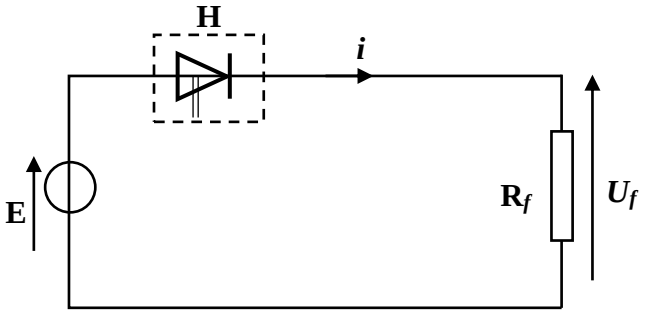
Pour **E = 48V**, compléter le tableau des valeurs de < u_M >. **[3 pts]**

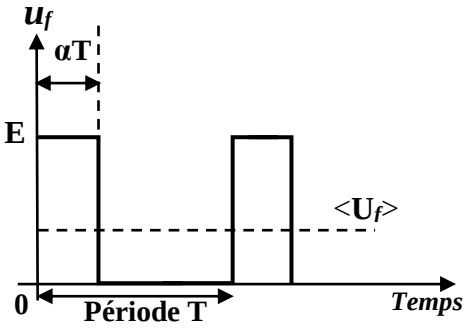
Question : 28.

Quel est l'effet de la variation de **α** sur la vitesse du moteur MCC ? **[2 pts]**

B. Variation de température d'un four électrique.

Pour une deuxième application industrielle, nous étudierons le même principe pour commander un four électrique, modélisé par une résistance chauffante R_f . L'interrupteur électronique **H** est considéré parfait.





Question : 29.

Pour **E = 80 V** et R_f **= 4 Ω**, compléter alors le tableau des valeurs de la puissance moyenne **P.** **[3 pts]**

Moutamadris.ma

Document réponse

Question : 1.

Question : 2.

Question : 3.

Question : 4.

Question : 5.

Question : 6.

Question : 7.

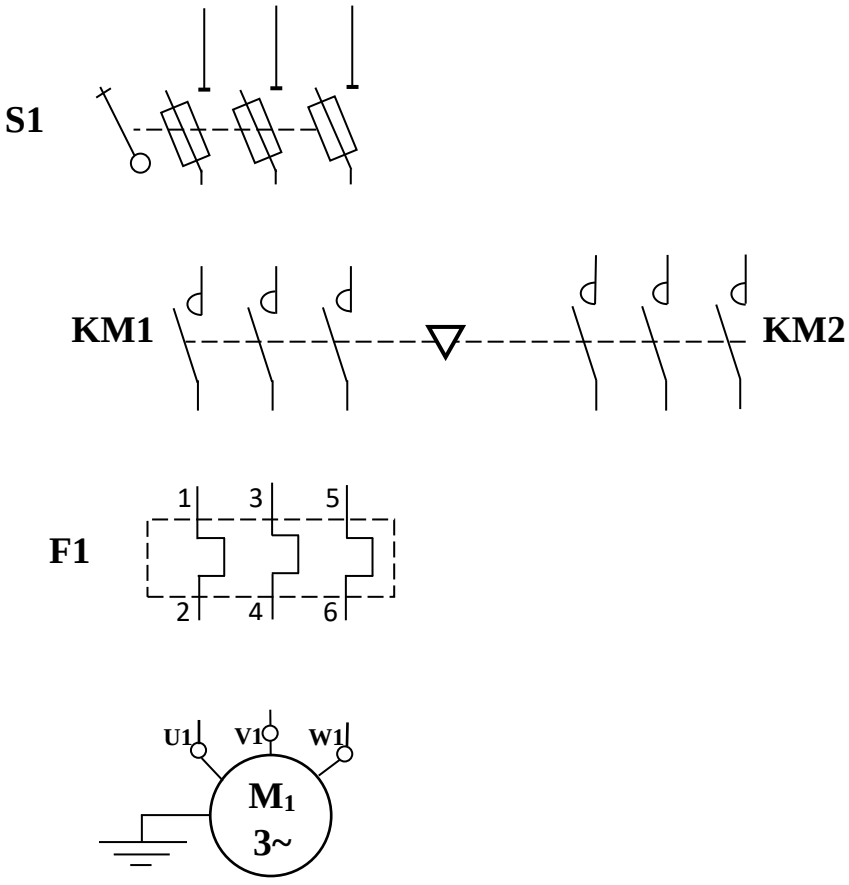
Moutamadris.ma

Question : 8. **Document réponse**

Question : 9.

Question : 10.

Question : 11.



Question : 12.

Moutamadris.ma

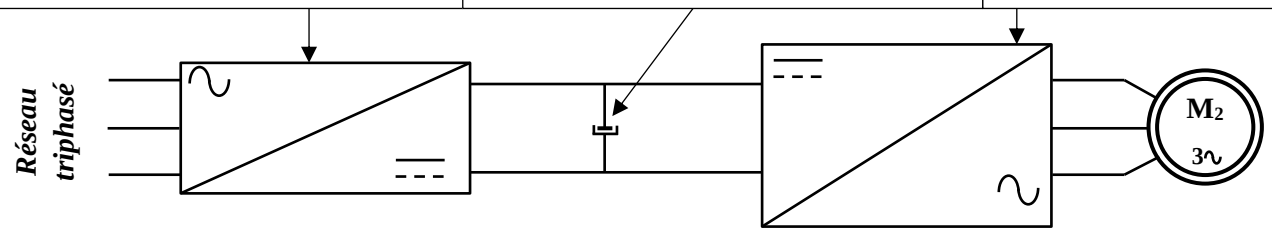
Document réponse

Question : 13.

Question : 14.

Question : 15.

Nom :	Nom :	Nom :
a)……	b)……	c)……



Fonction :

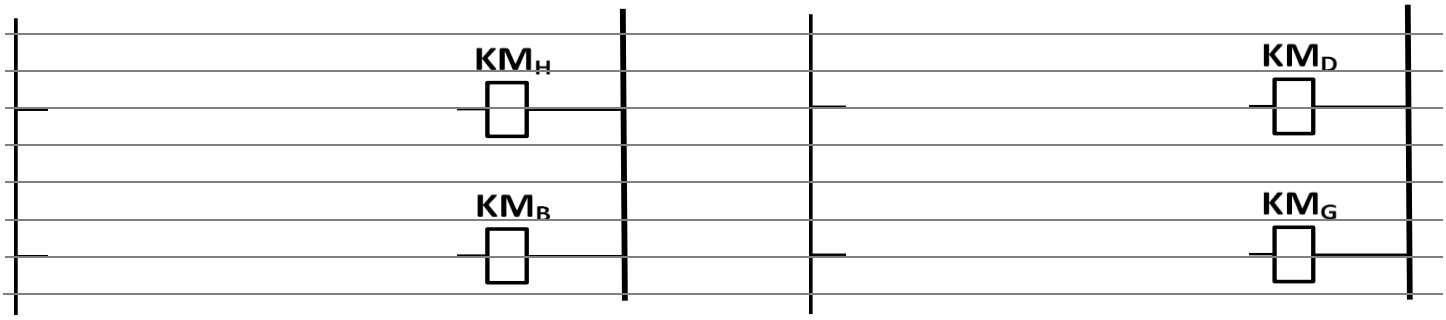
a)

b)

c)

Question : 16.

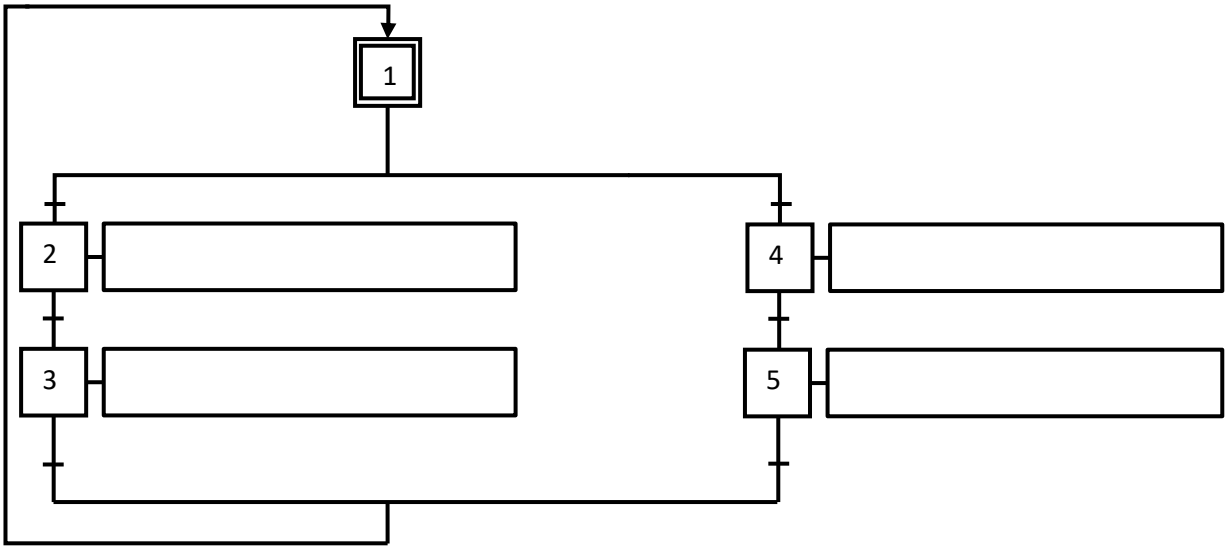
Question : 17.



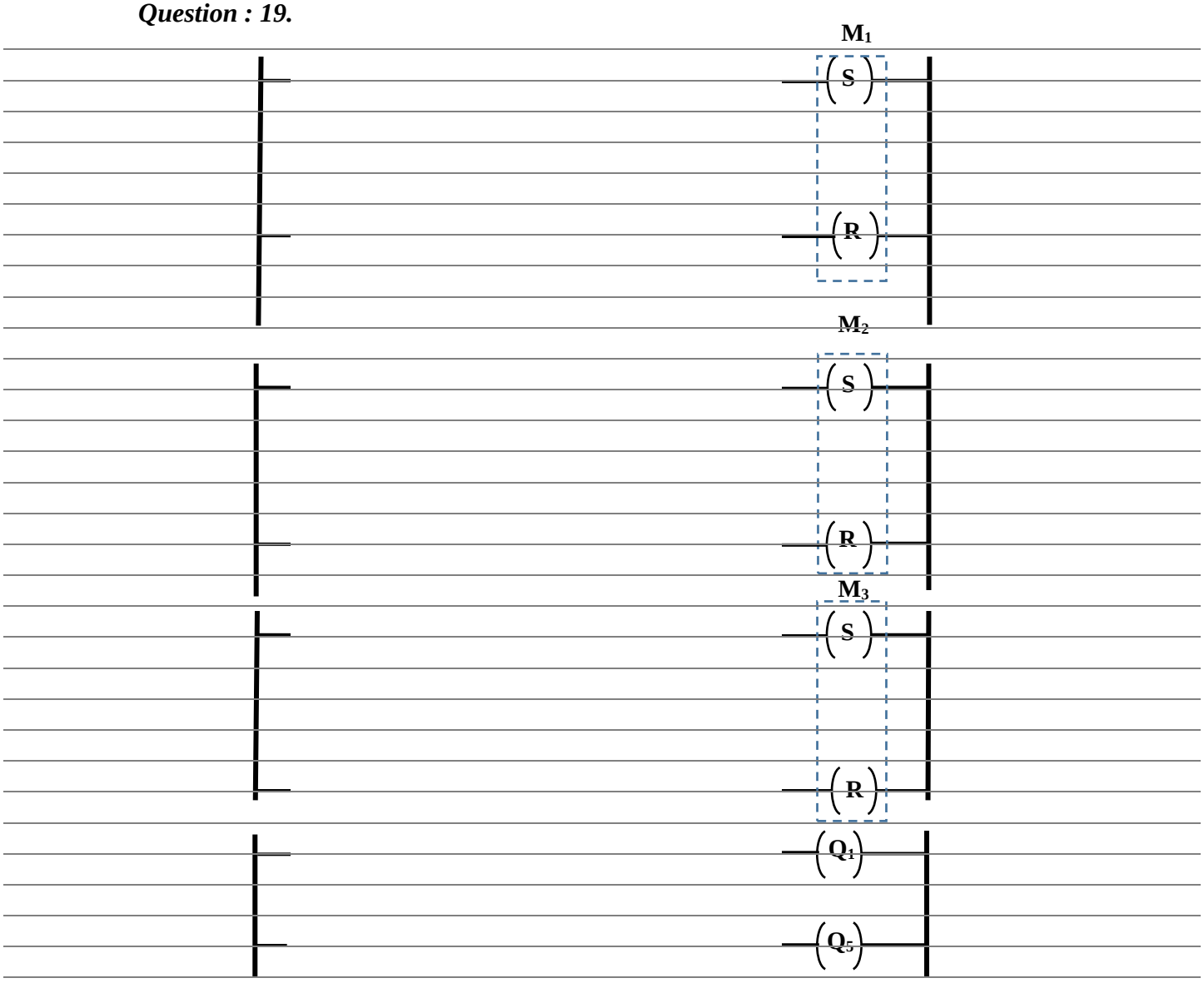
Moutamadris.ma

Question : 18.

Document réponse



Question : 19.



Moutamadris.ma

Autre démarche **Document réponse**

Question : 20.

Moutamadris.ma

Document réponse

Question : 21.

Question : 22.

Question : 23.

Question : 24.

Question : 25.

Question : 26.

Question : 27.

α	0,2	0,5	0,8
$< u_M >$ (V)	……	……	……

Question : 28.

Question : 29.

α	0,1	0,4	1
P(W)	……	……	……

Moutamadris.ma

★★★

الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا
المسالك المهنية
الدورة الاستدراكية 2017
- عناصر الإجابة -

RR 203A

المملكة المغربية
وزارة التربية الوطنية والتكوين المهني والتعليم العالي والبحث العلمي

المركز الوطني للتقويم والامتحانات والتوجيه

المادة	الاختبار التوليفي في المواد المهنية - الجزء الأول (الفترة الصباحية)	مدة الإنجاز	4
الشعبة أو المسلك	شعبة الهندسة الكهربائية مسلك الصيانة الصناعية	المعامل	10

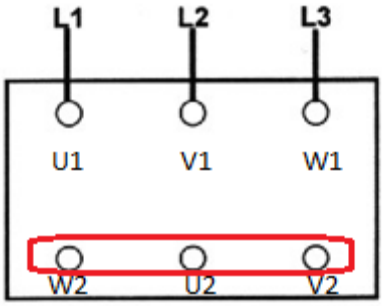
Éléments de corrigé

[E.L : Expression littérale, A.N : Application numérique]

Q.1. U = 400V, V = 400/√3 = 230V **[E.L :** 1 pt**, A.N :** 1 pt**]**

Q.2. Couplage étoile car chaque enroulement supporte 230V et le réseau est à 400 V triphasé. **2 pts**

Q.3. **2 pts**



Q.4. N_s = 1500tr/mn **1 pt** p = 2 1 **pt**

Q.5. g_n = (1500-1455)/1500 = 0.03 = 3% **[E.L :** 1,5 pt**, A.N :** 0,5 pt**]**

Q.6. I_n = 6.4A car le couplage est en étoile **2 pts**

Q.7. $P_a = \sqrt{3}.U.I.\cos\phi$ = 3547 W **[E.L :** 1,5 pt**, A.N :** 0,5 pt**]**

Q.8. $\eta = P_u / P_a$ = 0.845 = 84.5% **[E.L :** 0,75 pt**, A.N :** 0,25 pt**]**

Q.9. $T_u = P_u/\Omega = P_u/(2\pi N/60)$ = 19.69 N.m **[E.L :** 1,5pt**, A.N :** 0,5pt**]**

Q.10. $P_u = P_{tr}(1-g)$ $P_{tr} = P_u/(1-g)$ = 3092.8 W **[E.L :** 1,5pt**, A.N :** 0,5pt**]**

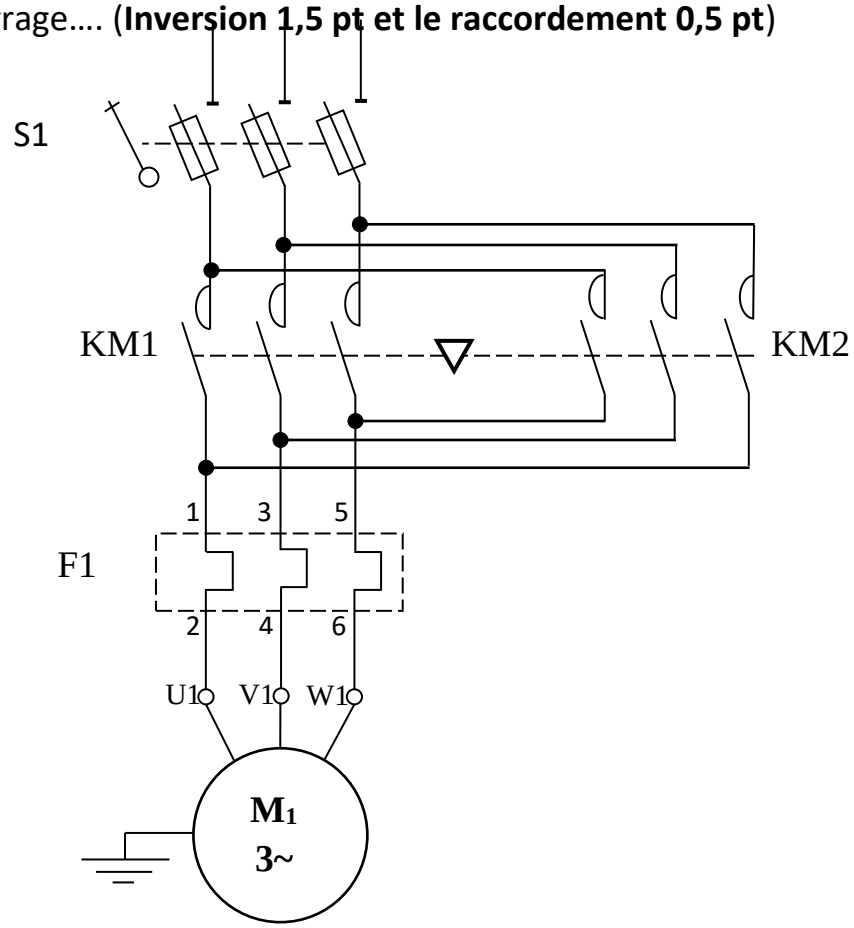
Q.11. $P_{js} = P_a - P_{tr}$ = 454.4 W **[E.L :** 1,5pt**, A.N :** 0,5pt**]**

Q.12. $r = P_{js}/(3I^2)$ = 3.69 Ω **[E.L :** 1,5pt**, A.N :** 0,5pt**]**

Q.13. Inverser deux fils d'alimentation **1pts**

Moutamadris.ma

Q.14. …schéma de démarrage…. (**Inversion 1,5 pt et le raccordement 0,5 pt**)



Q.15. **(8 x 0,5 pt)**

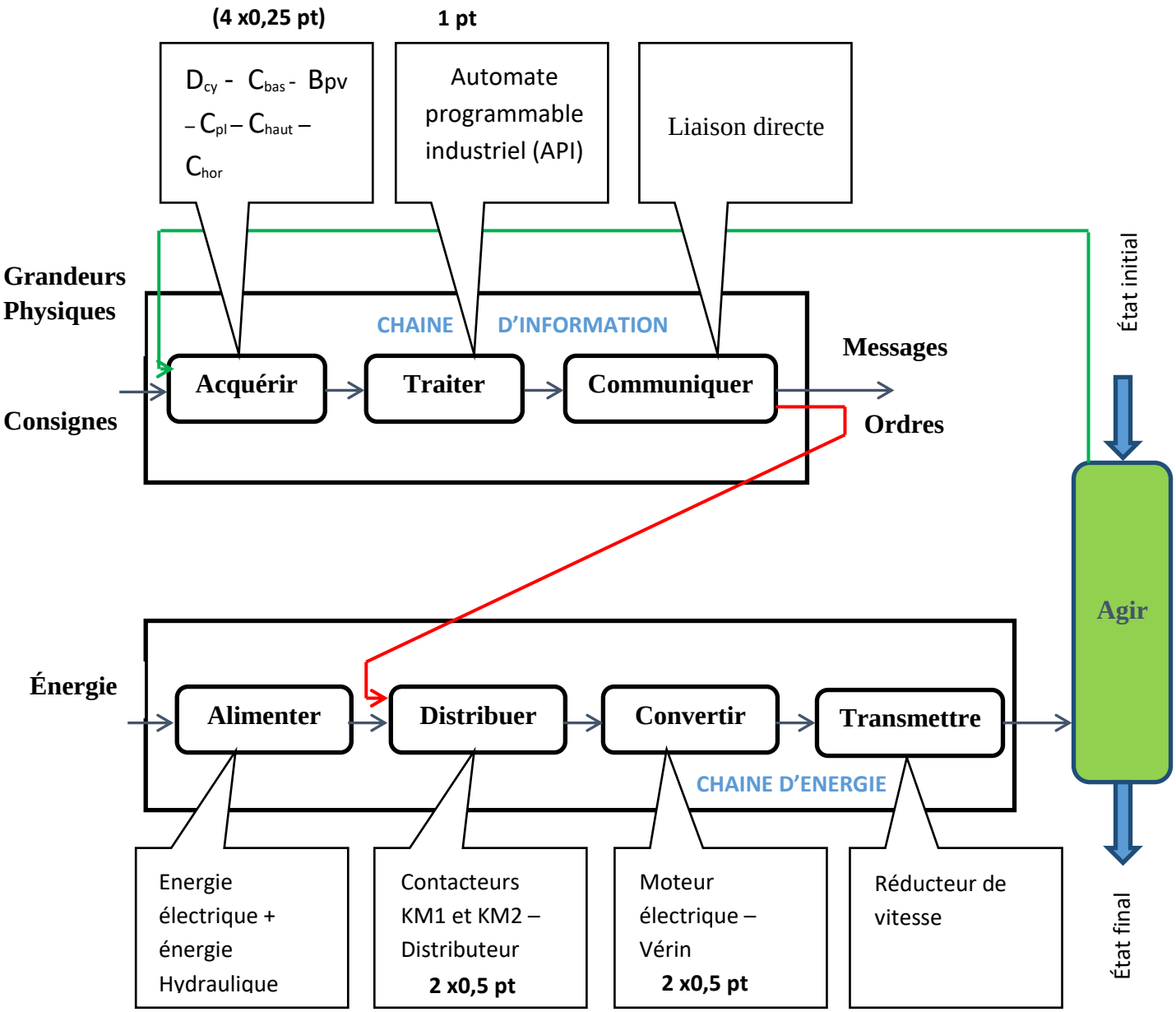
Composant	Nom	Fonction
S1	Sectionneur porte fusibles	Isolation des circuits et protection contre les courts circuits
F1	Relais thermique	Protection de l'équipement contre les surcharges
KM1	Contacteur	Commander à distance le circuit de puissance
M1	Moteur	Conversion de l'énergie électrique en énergie mécanique

Q.16. .**(2 x 1 pt)**

- Démarrage étoile/triangle ;
- Démarrage par variateur de vitesse ;
- Démarrage par élimination de résistances statoriques ;
- Démarrage par autotransformateur ;
- Démarrage par élimination de résistances rotoriques…..

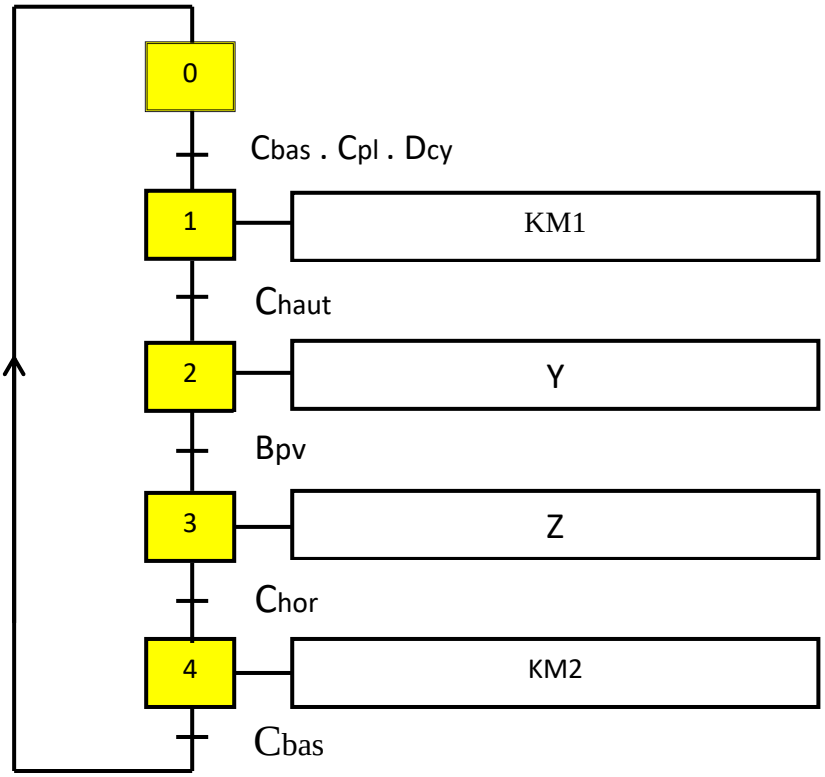
Moutamadris.ma

Q.17. ….chaîne d'information….

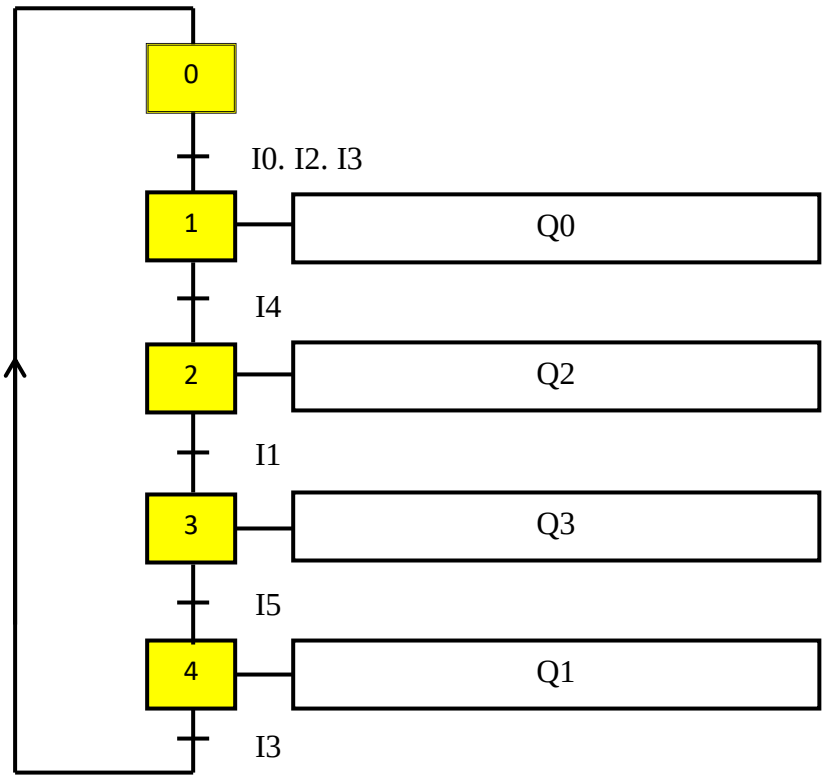


Moutamadris.ma

Q.18. ……GRAFCET de point de vue commande …(**0,5 pt par bonne réponse**)



Q.19. ……. GRAFCERT de point de vue API…(**0,5 pt par bonne réponse**)



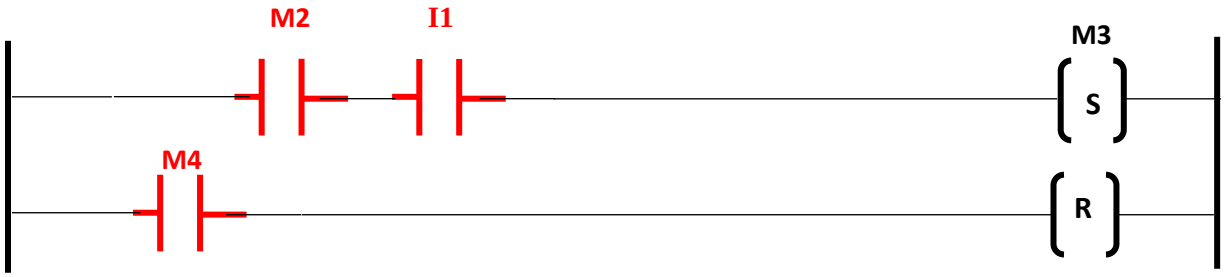
Moutamadris.ma

Q.20. (**0,5 pt par bonne réponse**)

Activation Etapes (Mi)	Equation
SM0	**M4 . I3**
SM1	M0 . I0 . I2 . I3
SM2	M1 . I4
SM3	M2 . I1
SM4	M3 . I5

Désactivation Etapes (Mi)	Equation
RM0	M1
RM1	M2
RM2	M3
RM3	M4
RM4	M0

Q.21. LADDER (**0,75 pt par ligne**)



Moutamadris.ma

Q.22. Car ce type d'excitation fourni des couples très élevés **2 pts**

Q.23. E = U – (R+r)I = 1048.8 V **[E.L :** 1,5 pt**, A.N :** 0,5 pt**]**

Q.24. $P_a = U.I = 567.1$ kW **[E.L :** 1,5 pt**, A.N :** 0,5 pt**]**

Q.25. $P_j = (R+r)I^2 = 11.24$ KW **[E.L :** 2,5 pts**, A.N :** 0,5 pt**]**

Q.26. $P_u = P_a – (P_j + P_c) = 550.86$ kW **[E.L :** 2 pts**, A.N :** 0,5 pt**]**

Q.27. $T_u = P_u/(2\pi N/60) = 1865.36$ N.m, $\eta = P_u/ P_a =$ 97,1% **[E.L :** 2,5 pts**, A.N :** 0,5 pt**]**

Q.28. $U = (R+r+R_h)I_d$ $R_h = U/I_d – (R+r) = 1.03\ \Omega$ **[E.L :** 2,5 pts**, A.N :** 0,5 pt**]**

Q.29. $P_d = R_h . I_d^2 = 1030$ kW **[E.L :** 1,5 pt**, A.N :** 0,5 pt**]**

Q.30. Permet de transformer une tension Alternative en une tension continue **1,5 pts**

Q.31. Permet de transformer une tension continue fixe en une tension continue variable **1,5 pts**

Q.32. $f_h = 1/T = 1/0.002 = 500$ Hz **[E.L :** 1,5 pt**, A.N :** 0,5 pt**]**

Q.33. $T_{on} = 20\% . T = 0.4$ ms **[E.L :** 1,5 pt**, A.N :** 0,5 pt**]**

Q.34. $U_{moy} = 20\% . 1500 = 300$ V **[E.L :** 1,5 pt**, A.N :** 0,5 pt**]**

Q.35. $\alpha = 1071/1500 = 0.71 = 71\%$ **[E.L :** 1,5 pt**, A.N :** 0,5 pt**]**

Moutamadris.ma