# الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا
# المسالك المهنية

الدورة العادية 2018

-الموضوع-

NS214A

المملكة المغربية
وزارة التربية الوطنية والتكوين المهني والتعليم العالي والبحث العلمي

المركز الوطني للتقويم والامتحانات والتوجيه

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

☞ ***Le sujet comporte au total 13 pages et 2 types de documents :***

- *Pages **02 à 07 :** Socle du sujet (Couleur **Jaune**).*
- *Pages **08 à 13** : Documents réponses* Doc. Rép. *(Couleur **Blanche**).*

***Le sujet traite 4 sous-domaines :***

- ***Sous-domaine1*** **: INSTALLATION ET DÉPANNAGE DES MOTEURS A COURANT ALTERNATIF**
  - **Partie 1 : Étude du moteur asynchrone (18 points)**
  - **Partie 2 : Étude de démarrage du moteur asynchrone (18,5 points)**
- ***Sous-domaine2 :***
  - **Partie 3 (Systèmes automatisés, programmation des API) (15.5 points)**
- ***Sous-domaine3*** **: INSTALLATION ET DÉPANNAG DES MOTEURS À COURANT CONTINU**
  - **Partie 4 : Étude du moteur série (10 points)**
- ***Sous-domaine4*** **: COMMANDE ÉLECTRONIQUE DES MOTEURS**
  - **Partie 5 : Étude d'un redresseur monophasé non commandé (18 points)**

***Les parties sont indépendantes et peuvent être traitées dans un ordre quelconque après lecture du sujet.***

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

☞ ***Les pages portant en haut la mention*** Doc. Rép. ***(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.***

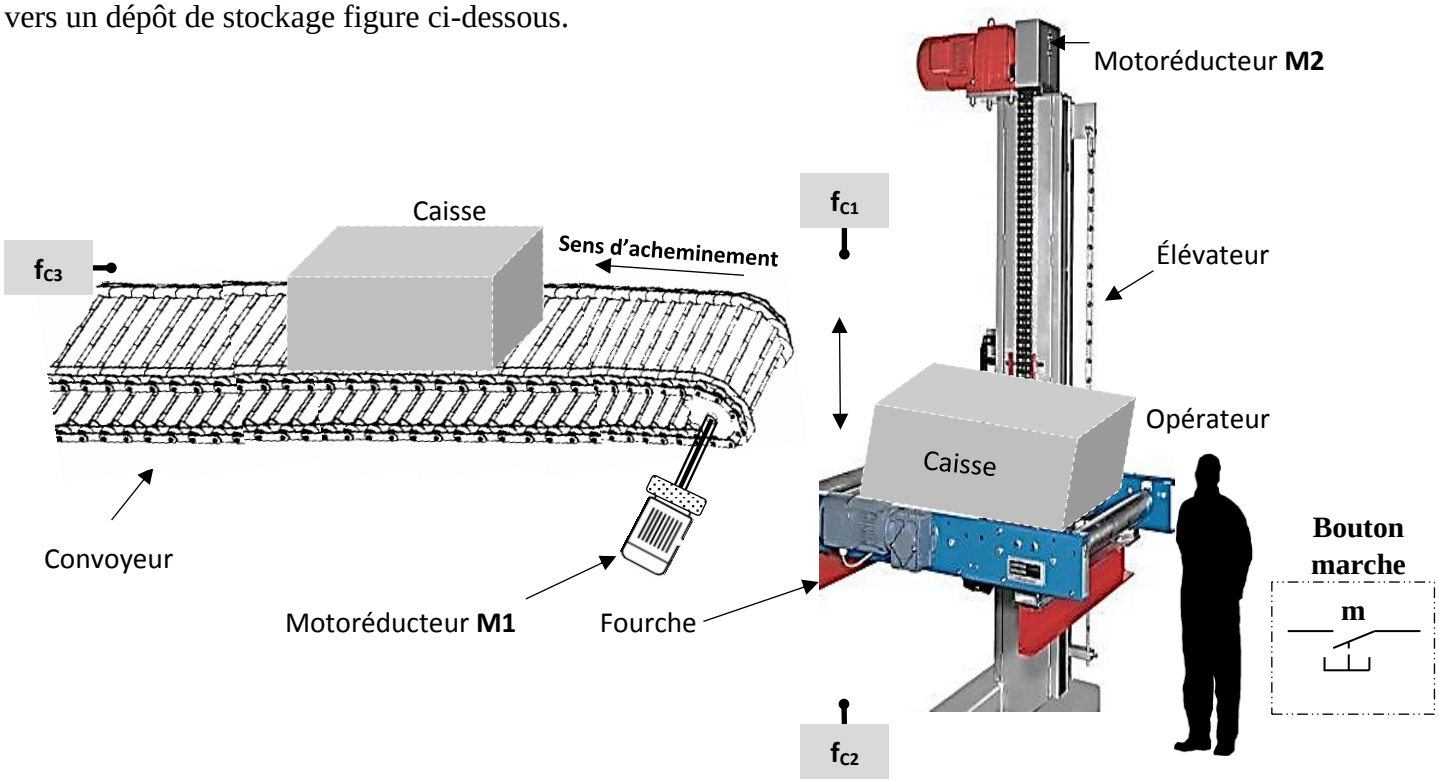
☞ ***Aucun document n'est autorisé.***

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

Moutamadris.ma

## I- INTRODUCTION :

Dans une entreprise de manutention on utilise un système qui permet à l'opérateur de déplacer de grosses caisses vers un dépôt de stockage figure ci-dessous.




## II-DESCRIPTION :

Le système comporte un convoyeur et un élévateur.

**Le convoyeur est constitué de :**

- Un motoréducteur **M1 : M**oteur asynchrone triphasé à un seul sens de marche associé à un réducteur ;
- Un capteur de fin de course $f_{c3}$ détecte l'arrivée de la caisse dans le dépôt de stockage ;
- Une lampe de signalisation : $H_C$ (signale la rotation du convoyeur)

**L'élévateur est constitué de :**

- Un motoréducteur **M2** : Moteur asynchrone triphasé à deux sens de marche associé à un réducteur ;
- Deux capteurs de fin de course $f_{c1}$ et $f_{c2}$ détectent respectivement les limites haute et basse de la fourche ;
- Deux lampes de signalisation : $H_M$ (montée de la fourche), $H_D$ (descente de la fourche).

## III- FONCTIONNEMENT :

Deux modes de fonctionnement possibles :

1. **Mode semi-automatique :**

- Les deux moteurs **M1** et **M2** sont commandés chacun par des boutons poussoirs marche et arrêt.

2. **Mode automatique :**

En position initiale la fourche de l'élévateur est en position basse (action de $f_{c2}$) et le convoyeur est à l'arrêt.
La caisse est mise sur la fourche de l'élévateur, puis l'opérateur appuie sur le bouton poussoir **m**, l'élévateur soulève la caisse jusqu'au niveau du convoyeur (action de $f_{c1}$) et s'arrête, après une temporisation (réglable), le temps nécessaire pour mettre la caisse sur le convoyeur, le moteur **M1** se met en marche pour acheminer la caisse vers le dépôt de stockage et en même temps la fourche de l'élévateur descend en position basse et le cycle est achevé.

Moutamadris.ma

***Sous-domaine1*** **: INSTALLATION ET DEPANNAGE DES MOTEURS A COURANT ALTERNATIF**

## Partie 1 : Étude du moteur asynchrone (18 points)

On s'intéresse au moteur asynchrone triphasé **M1** hexapolaire (**6 pôles**) à cage d'écureuil qui entraîne le convoyeur, il est alimenté par le réseau triphasé **230 / 400 V** ; **50 Hz**.
Parmi les indications portées sur la plaque signalétique on peut lire :

| | |
|---|---|
| **Δ : 400 V** | **Y : 690V** |

En fonctionnement nominal :

- La résistance **R** entre deux bornes du stator est **R = 0,8 Ω**.
- Le glissement est ***g* = 6%**
- Les pertes collectives **$P_c = P_{fs} + P_m$ = 1100 W** avec **$P_{fs} = P_m$**.
- On a mesuré la puissance active **P** et reactive **Q**, les résultats sont : **P = 12300 W et Q = 8300 Var.**

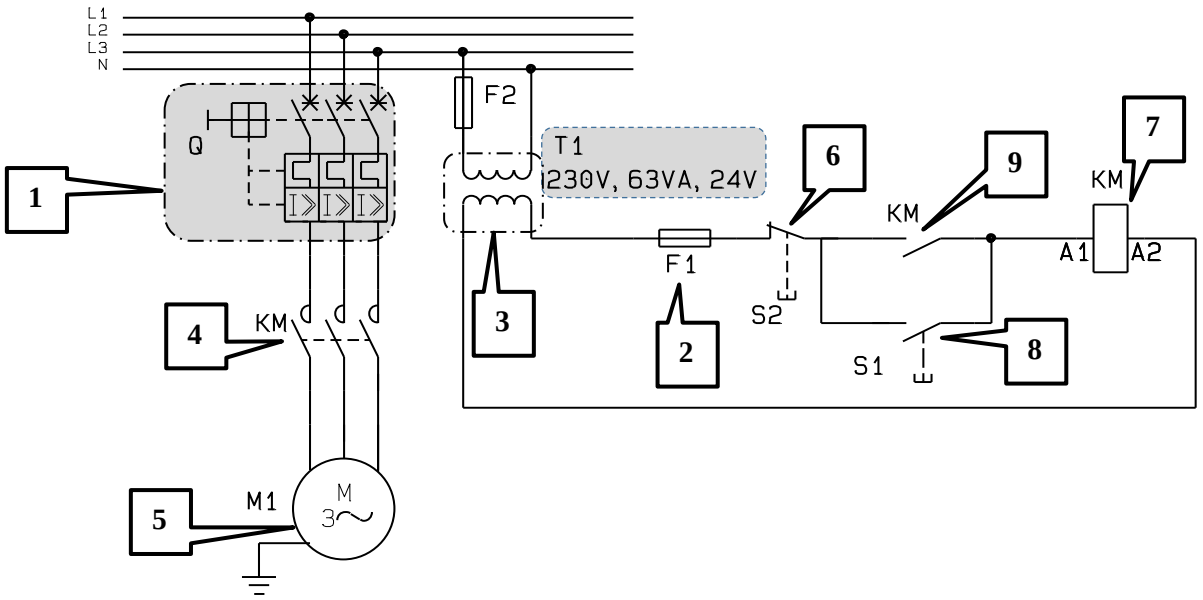
***Q : 1.*** Determiner le couplage des enroulements du stator, justifier votre réponse. ***[2 pts]***
***Q : 2.*** Représenter le branchement de la plaque à bornes du moteur. ***[2 pts]***
***Q : 3.*** Déterminer la fréquence de synchronisme **Ns** en tr/min. ***[2 pts]***

En fonctionnement nominal du moteur :

***Q : 4.*** Calculer la valeur de l'intensité **I** du courant en ligne. ***[2 pts]***
***Q : 5.*** Calculer le facteur de puissance **fp**. ***[2 pts]***
***Q : 6.*** Calculer les pertes par effet Joule au stator **$P_{JS}$**. ***[2 pts]***
***Q : 7.*** Déterminer la vitesse de rotation du rotor **$N_r$** en tr/min. ***[2 pts]***
***Q : 8.*** Déterminer les pertes par effet Joule **Pjr** dans le rotor. ***[2 pts]***
***Q : 9.*** En déduire la puissance utile **$P_U$** de ce moteur ainsi que le couple utile **$T_U$**. ***[2 pts]***

## Partie 2 : Étude de démarrage du moteur asynchrone (18,5 pts)

La figure ci-dessous donne le schéma câblé de démarrage direct pour un seul sens de marche du moteur asynchrone triphasé **M1** en mode semi-automatique.



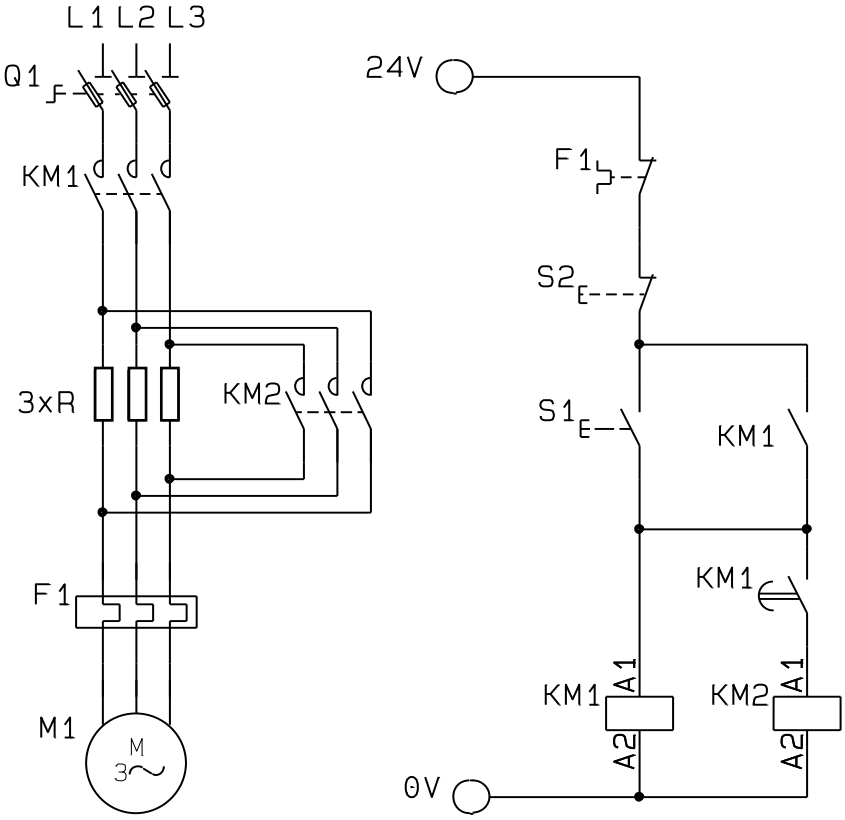

Moutamadris.ma

***Q : 10.*** Indiquer sur le tableau, le nom et la fonction de chaque repère. ***[4,5 pts]***

***Q : 11.*** Compléter le tableau en précisant les paramètres du transformateur **T1** (**repère 3**),. ***[3 pts]***

***Q : 12.*** Calculer les valeurs nominales des courants $I_1$ et $I_2$ du transformateur **T1**. ***[2 pts]***

Afin de limiter l'intensité de démarrage de ce moteur, on réalise un démarrage en **2** temps. Le schéma de câblage correspondant est donné ci-dessous :




***Q : 13.*** De quel type de démarrage s'agit-il ? ***[2 pts]***

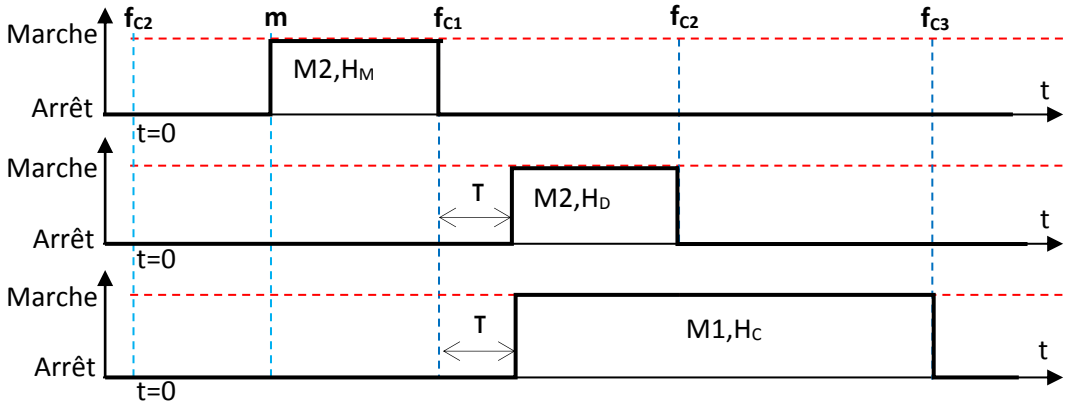
***Q : 14.*** Expliquer brièvement le principe de fonctionnement de ce schéma. ***[3 pts]***

***Q : 15.*** Compléter les schémas de puissances séparément du **1er** et du **2ème** temps de démarrage du moteur. ***[4 pts]***

***Sous-domaine2 :*** **Partie 3 (Systèmes automatisés, programmation des API) (15.5 points)**

En mode automatique le système est géré par un Automate Programmable Industriel (**API**).

Le fonctionnement désiré est décrit par le chronogramme suivant (se référer aux documents **Ressource 1** et **Ressource 2)** (pages **6** et **7**) :




Moutamadris.ma

***Q : 16.*** Compléter le Grafcet point de vue commande. ***[3 pts]***

***Q : 17.*** Compléter le Grafcet point de vue automate programmable industriel. ***[3,5 pts]***

***Q : 18.*** Déduire les équations d'activations et de désactivations des étapes du Grafcet point de vue automate programmable industriel **(API)** ***[5 pts]***

***Q : 19.*** Compléter le programme LADDER correspondant en utilisant la démarche de traduction d'un Grafcet en langage LADDER ou autre méthode valide que vous connaissez**.** ***[4 pts]***

***Sous-domaine*3 : INSTALLATION ET DEPANNAGE DES MOTEURS À COURANT CONTINU**

**Partie 4 : Étude du moteur série (10 points)**

Un moteur à excitation série destiné à la traction ferroviaire, possède les caractéristiques nominales suivantes :

- Tension d'alimentation continue **U= 1200V**
- Courant absorbé **I = 510 A**.
- Puissance utile **Pu = 500 kW**.
- La résistance globale de l'induit et de l'inducteur est **R = 0,215 Ω**.
- Les pertes joules sont identiques aux pertes mécaniques (**Pj = Pm**).

On vous demande de calculer au point nominal :

***Q : 20.*** La f.é.m. **E** correspondante. ***[2 pts]***

***Q : 21.*** La puissance électrique **P** fournie au moteur. ***[2 pts]***

***Q : 22.*** La puissance électromagnétique **Pe**. ***[2 pts]***

***Q : 23.*** La valeur globale des pertes par effet joule **Pj**, en déduire les pertes mécaniques **Pm**. ***[2 pts]***

***Q : 24.*** Le rendement η du moteur ? ***[2 pts]***

***Sous-domaine4 :* COMMANDE ELECTRONIQUE DES MOTEURS**

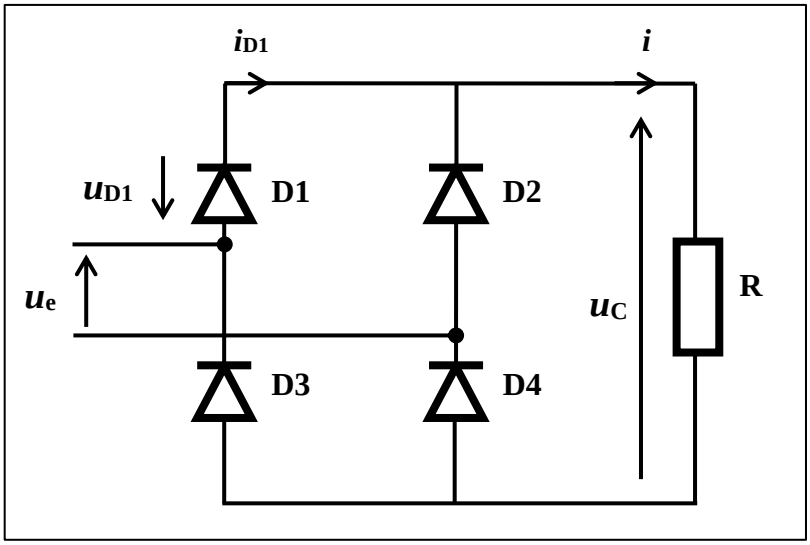
**Partie 5 : Étude d'un redresseur monophasé non commandé (18 points)**

**INTRODUCTION**

Le schéma de principe d'un redresseur monophasé double alternance alimentant une charge résistive est donné ci-contre :

On suppose que les diodes sont parfaites.
On donne :

- $u_e(t) = 34.sin(314.t)$
- $I_{D1max}$ = **1,7 A** ;
- La charge est résistive de valeur **R = 20 Ω**.




***Q : 25.*** Préciser, en bas du graphe, les diodes qui conduisent. ***[2 pts]***

***Q : 26.*** Représenter les chronogrammes des tensions $u_c(t)$, $u_{D1}(t)$ et du courant $i_{D1}(t)$. ***[6 pts]***

***Q : 27.*** Calculer la fréquence $f_c$ de la tension $u_c(t)$. ***[2 pts]***

***Q : 28.*** Calculer la valeur efficace $U_e$ de la tension d'entrée $u_e$. ***[2 pts]***

***Q : 29.*** Calculer la valeur moyenne $< u_c >$de la tension $u_c(t)$, en déduire la valeur moyenne $< i >$ du courant $i(t)$, circulant dans la résistance **R**. ***[6 pts]***

Moutamadris.ma

# Ressource 1

## AFFECTATION DES ENTREES/SORTIES DE L'API

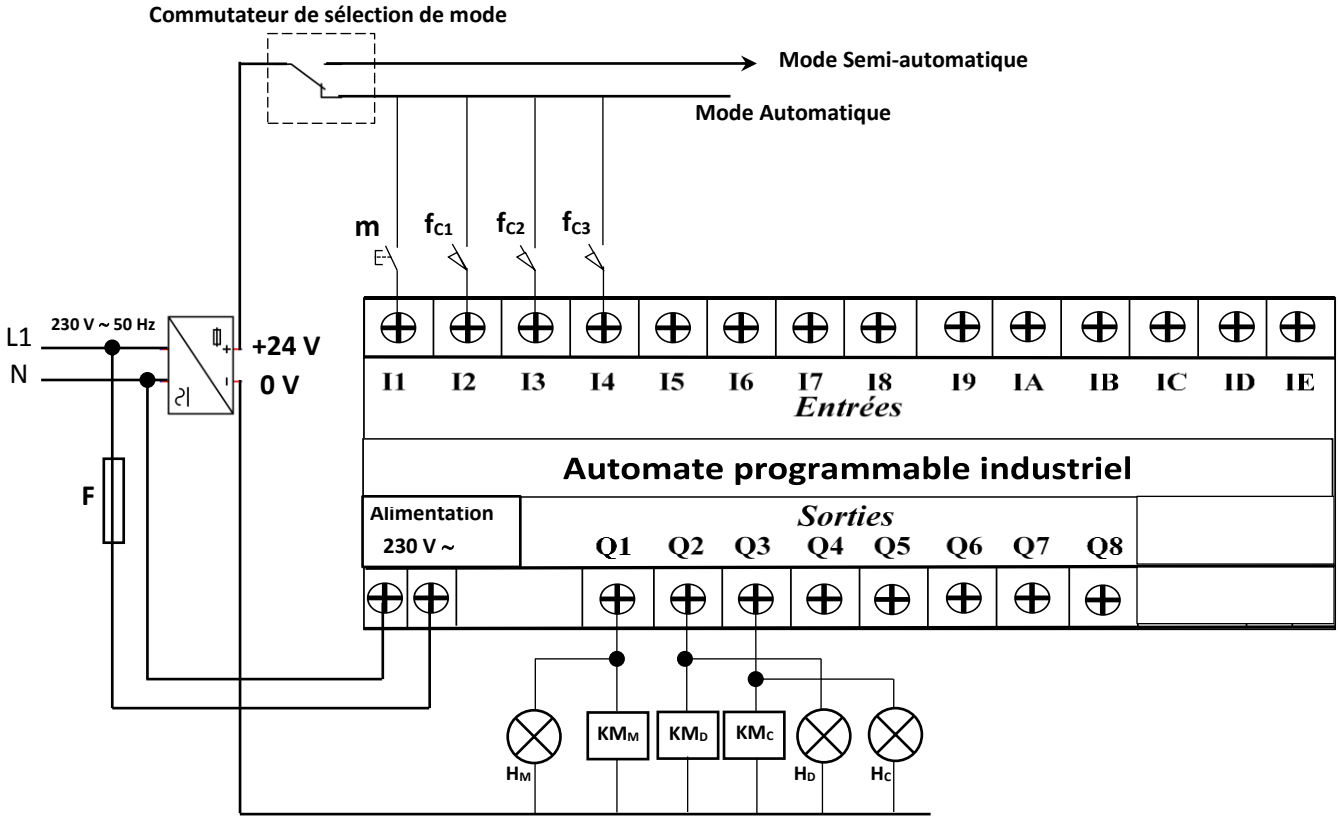
### *Affectation des entrées*

| Information | Capteur | Entrée API |
|---|---|---|
| Départ cycle | **m** | **I1** |
| Arrivée de la fourche en position haute (niveau convoyeur) | **$f_{C1}$** | **I2** |
| Arrivée de la fourche en position basse | **$f_{C2}$** | **I3** |
| Arrivée de la caisse dans le dépôt de stockage | **$f_{C3}$** | **I4** |

### *Affectation des sorties*

| Action | Pré-actionneur | Actionneur | Sortie API |
|---|---|---|---|
| Moteur **M2** tourne en sens « Montée » et signalisation | **$KM_M$** | **M2, $H_M$** | **Q1** |
| Moteur **M2** tourne en sens « Descente » et signalisation | **$KM_D$** | **M2, $H_D$** | **Q2** |
| Rotation du moteur **M1** et signalisation | **$KM_C$** | **M1, $H_C$** | **Q3** |

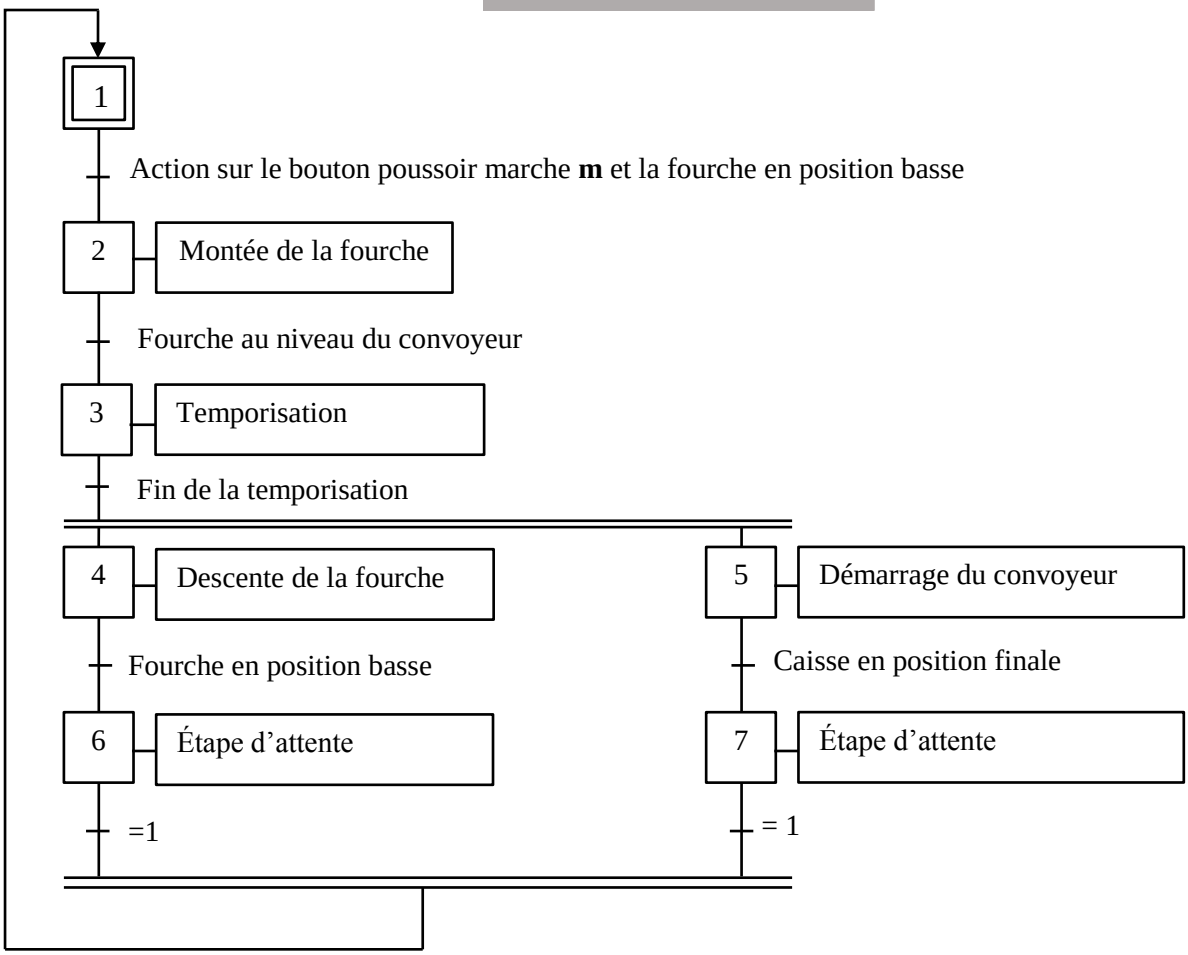
### *Schéma de câblage des entrées-sorties*




Moutamadris.ma

## Ressource 2

***Grafcet du point de vue système***

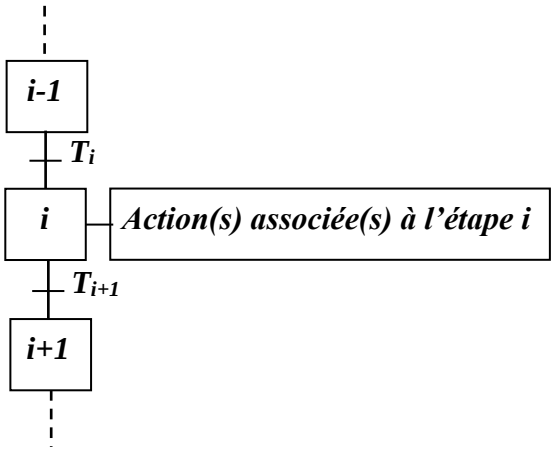



***Démarche de traduction d'un Grafcet en langage Ladder***

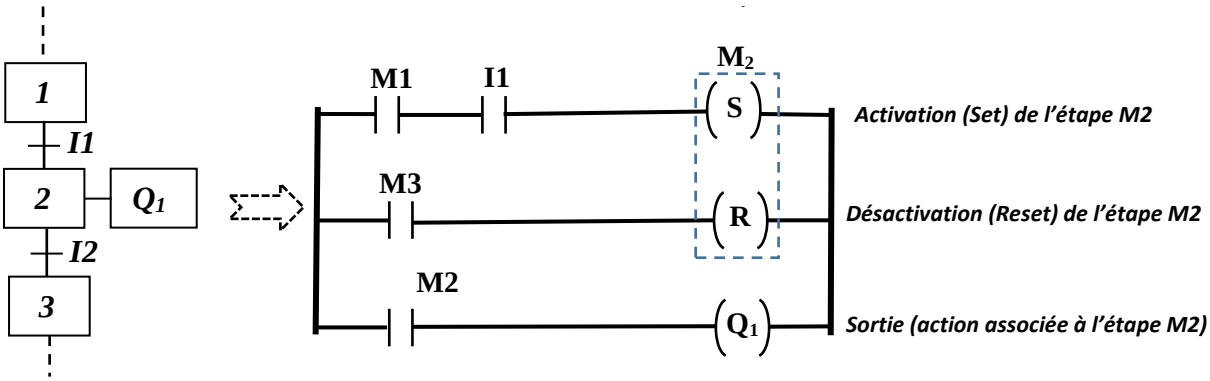
L'étape ***i*** est matérialisée par une case mémoire ***Mi.***

L'étape ***i*** est :

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




**Exemple :**

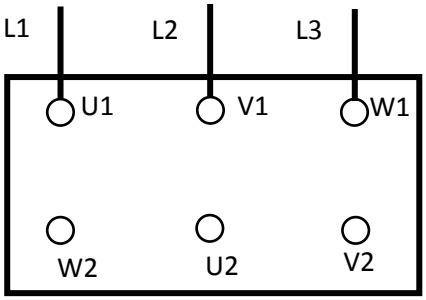



Moutamadris.ma

Doc. Rép.

*Q :1*

*Q :2*




*Q :3*

*Q :4*

*Q :5*

*Q :6*

*Q :7*

*Q :8*

Moutamadris.ma

Doc. Rép.

*Q :9*

*Q :10*

| Repère | Nom | Fonction |
|---|---|---|
| 1 | …… | …… |
| 2 | …… | …… |
| 3 | …… | …… |
| 4 | …… | …… |
| 5 | …… | …… |
| 6 | …… | …… |
| 7 | …… | …… |
| 8 | …… | …… |
| 9 | …… | …… |

*Q :11*

| Tension d'entrée $U_1$ | Tension de sortie $U_2$ | Puissance apparente **S** |
|---|---|---|
| …… | …… | …… |

*Q :12*

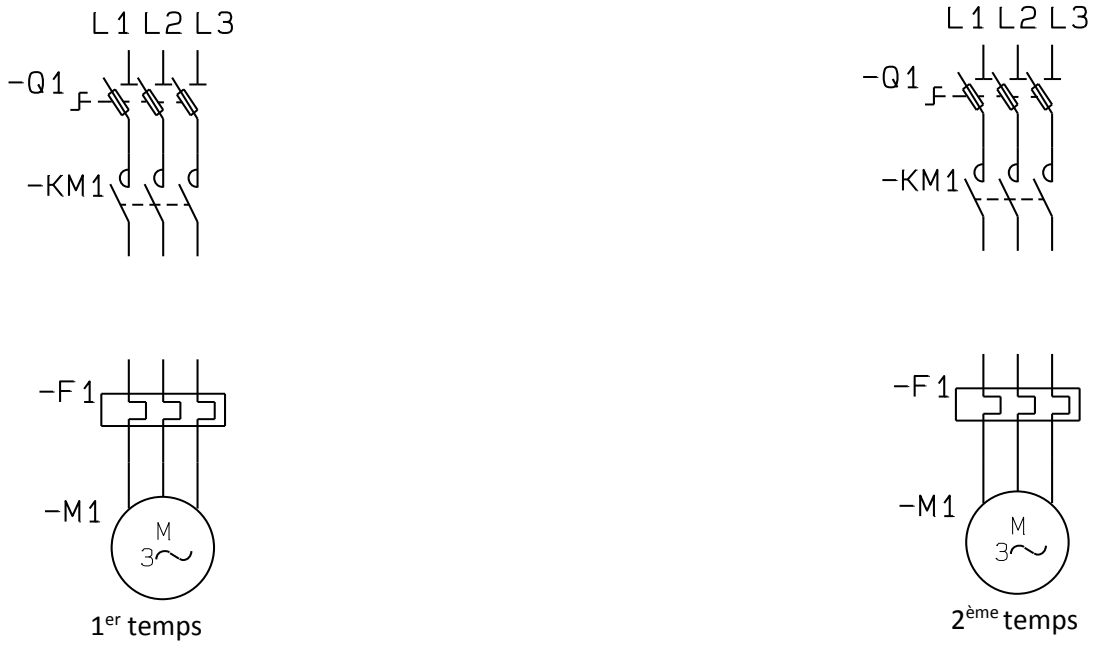
*Q :13*

*Q :14*

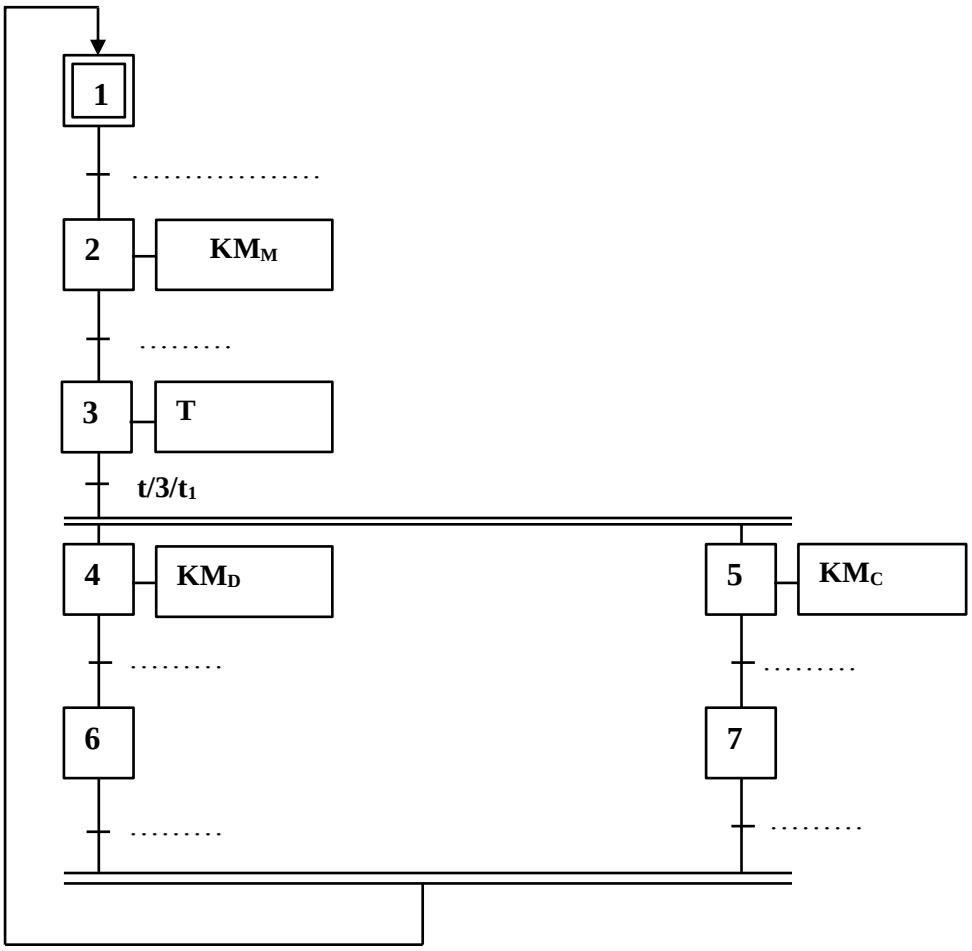
Moutamadris.ma

Doc. Rép.

*Q :15*



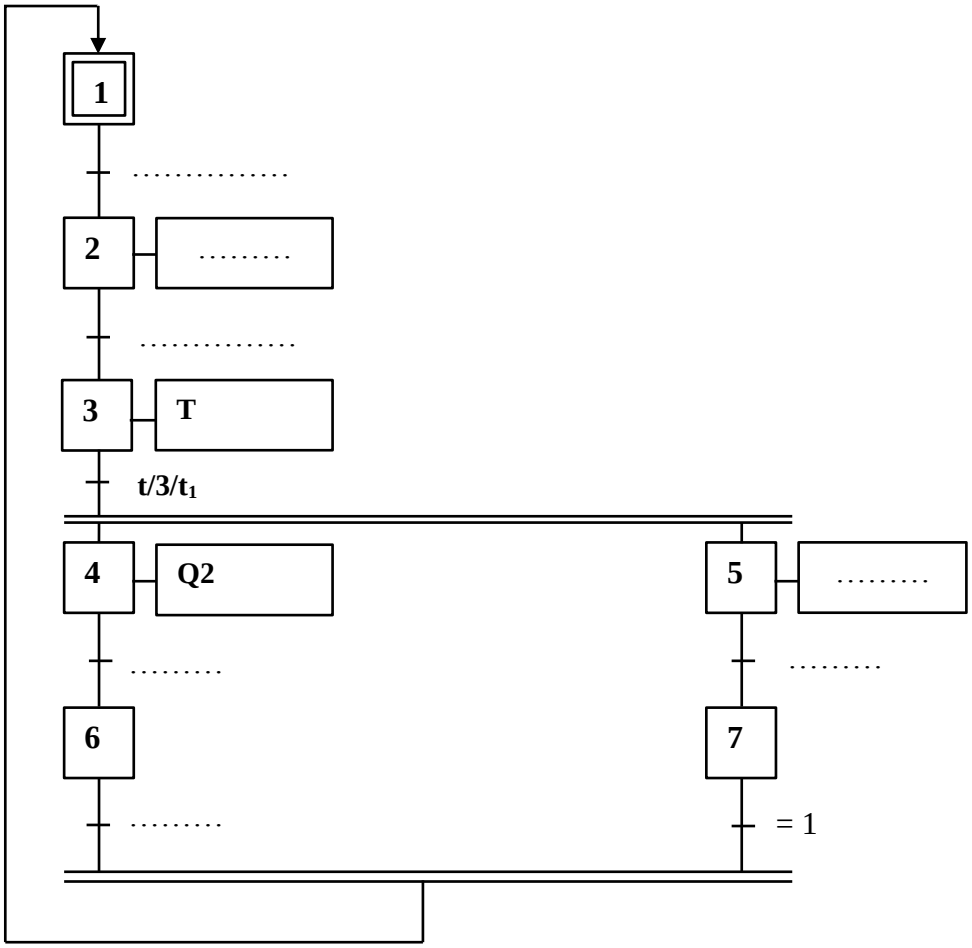

*Q :16*




Moutamadris.ma

Doc. Rép.

*Q :17*



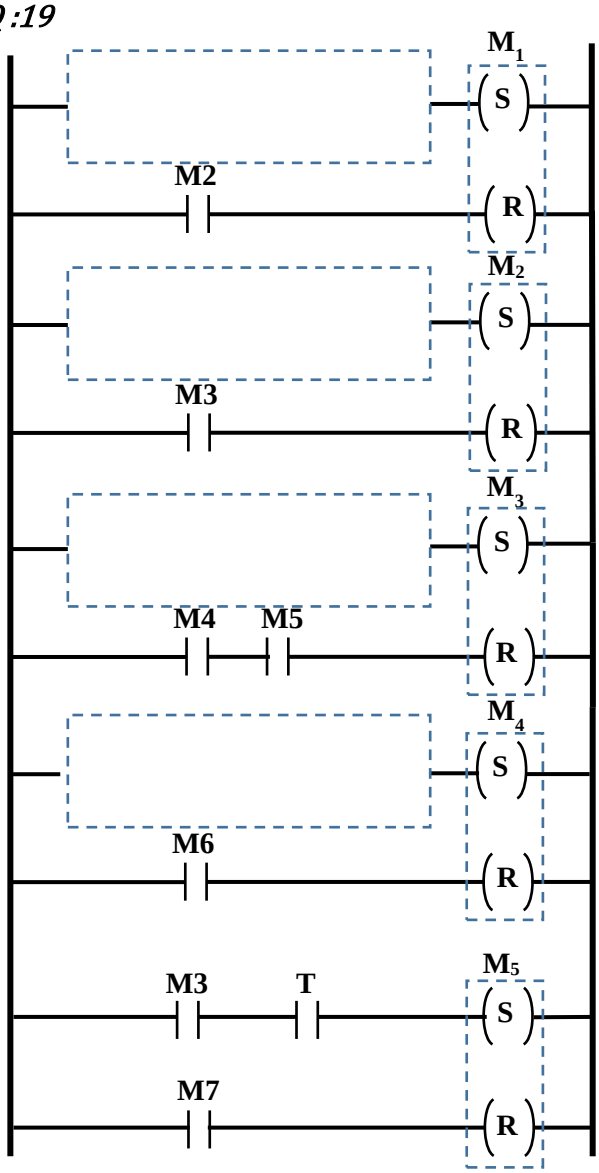

*Q :18*

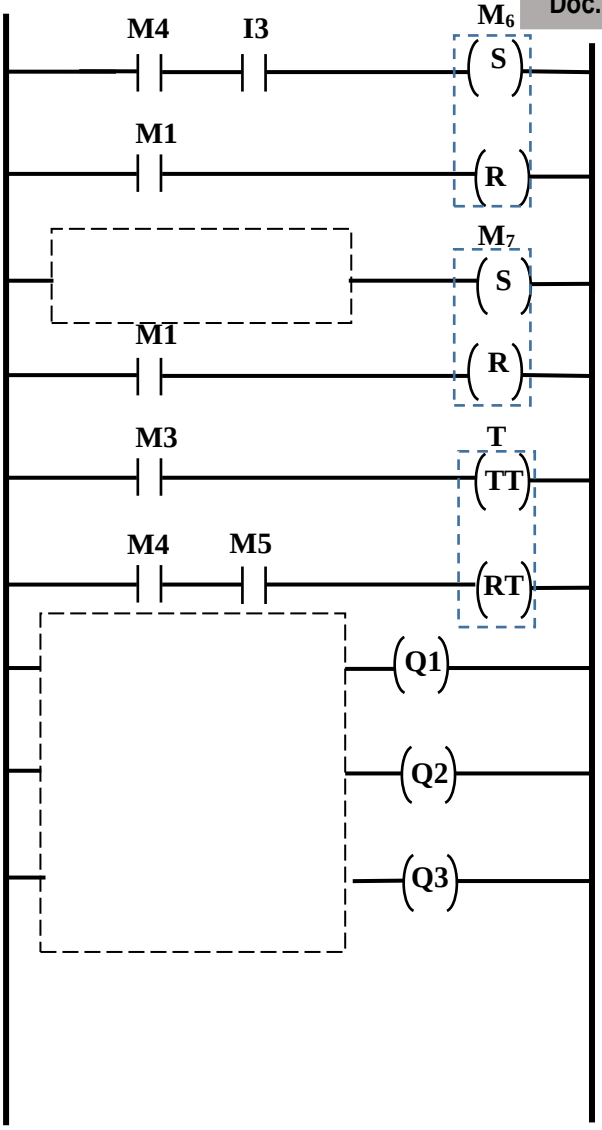
| Étape | Équation d'activation (SET) | Équation de désactivation (RESET) |
|---|---|---|
| 1 | Init +…… | …… |
| 2 | …… | …… |
| 3 | M2.I2 | M4.M5 |
| 4 | …… | …… |
| 5 | M3.T | M7 |
| 6 | …… | …… |
| 7 | …… | …… |

Moutamadris.ma

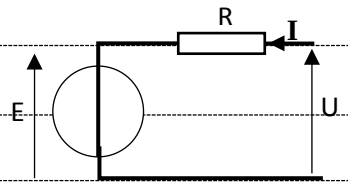
Doc. Rép.

*Q :19*




*Q :20*




*Q :21*

*Q :22*

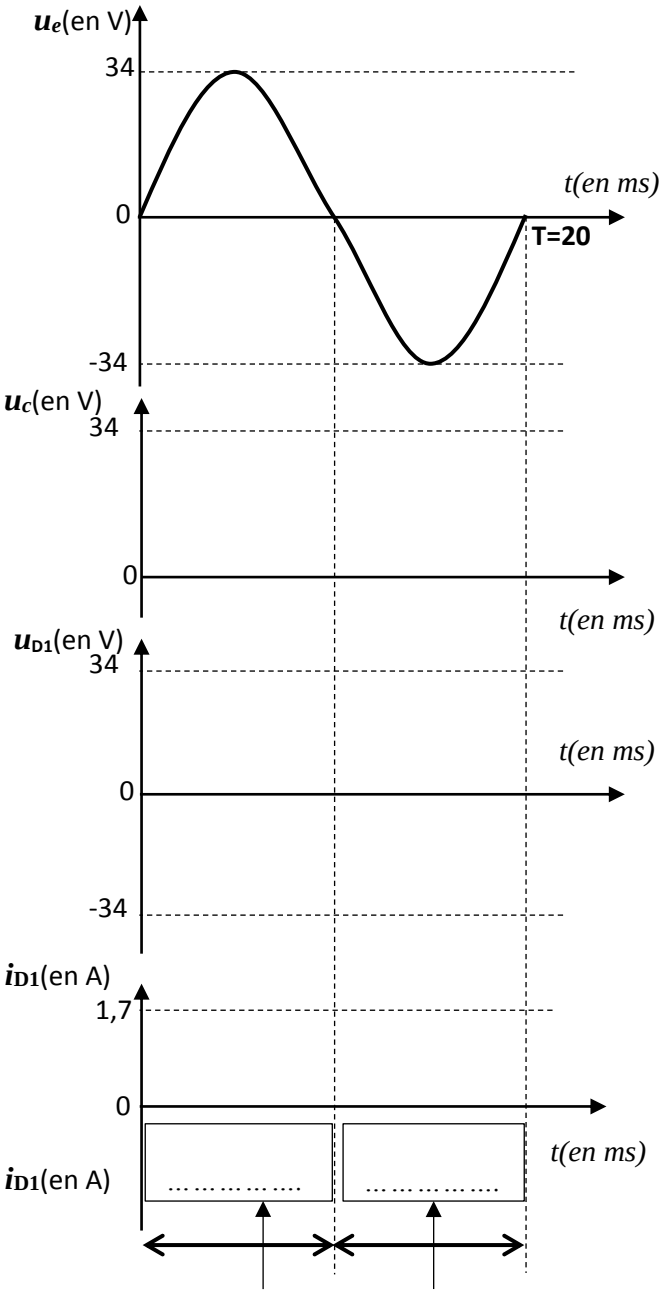
*Q :23*

Moutamadris.ma

**Doc. Rép.**

*Q :24*

*Q :25*




*Q :26*

*Q :27*

……

……

……

……$f_c$ =……

*Q :28*

*Q :29*

Moutamadris.ma

★★★

# الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا
# المسالك المهنية

الدورة الاستدراكية 2018

-عناصر الإجابة-

RR214A

المملكة المغربية
وزارة التربية الوطنية والتكوين المهني والتعليم العالي والبحث العلمي

المركز الوطني للتقويم والامتحانات والتوجيه

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

# Éléments de corrigé

***Question : 1.*** Quelle est la valeur de la vitesse de synchronisme $\mathbf{n_s}$ en tr/min ?

$n_S = 1500\ tr/min$ **1 pt**

***Question : 2.*** Calculer le nombre de pôles.

$p = 60.f/n_s$ **1,5 pt** ; $p = 2$ *(4 pôles)* **0,5 pt**

***Question : 3.*** Indiquer le couplage, justifier votre réponse.

***Couplage étoile pour qu'un enroulement soit soumis à 230 V*** **2 pts**

***Question : 4.*** Donner l'intensité efficace du courant nominal en ligne.

$I = 9{,}8\ A$ **2 pts**

***Question : 5.*** Donner l'intensité efficace du courant nominal dans un enroulement.

***Dans un enroulement, même courant que dans un fil de ligne car le couplage est en étoile*** **1 pt**

***Question : 6.*** Calculer le glissement pour le fonctionnement nominal.

$g = \frac{n_s - n_n}{n_s} =$ **1,5 pt** $g = 4\ \%$ **0,5 pt**

***Question : 7.*** Calculer les pertes rotoriques $P_{jR}$

$P_{jR} = g.P_{tr}\ car\ P_{tr} = P_a = \sqrt{3}.U.I.\cos\varphi = 5500\ W$ **1,5 pt** ; $P_{jR} = 220\ W$ **0,5 pt**

***Question : 8.*** Calculer le moment du couple nominal $T_n$.

$T_n = \frac{P_n}{\Omega_n} = \frac{P_a - P_{jR}}{2\pi.n_n}.60$ **2 pts** $T_n = 35\ Nm$ **1 pt**

***Question : 9.*** Exprimer la différence des vitesses de rotation $\Delta n = (ns - n)$, en fonction de $g$, $f$ et le nombre de paires de pôles **p**.

$\Delta n = g.\frac{f}{p}.60$ **2 pts**

***Question : 10.*** Montrer que dans ce cas $\Delta$**n** reste constante quand ***f*** varie.

***Le couple est constant donc*** $g.f = cte$ ***donc*** $\Delta n = cte$ **2 pts**

***Question : 11.*** Calculer la valeur de $\Delta n$ pour le couple nominal.

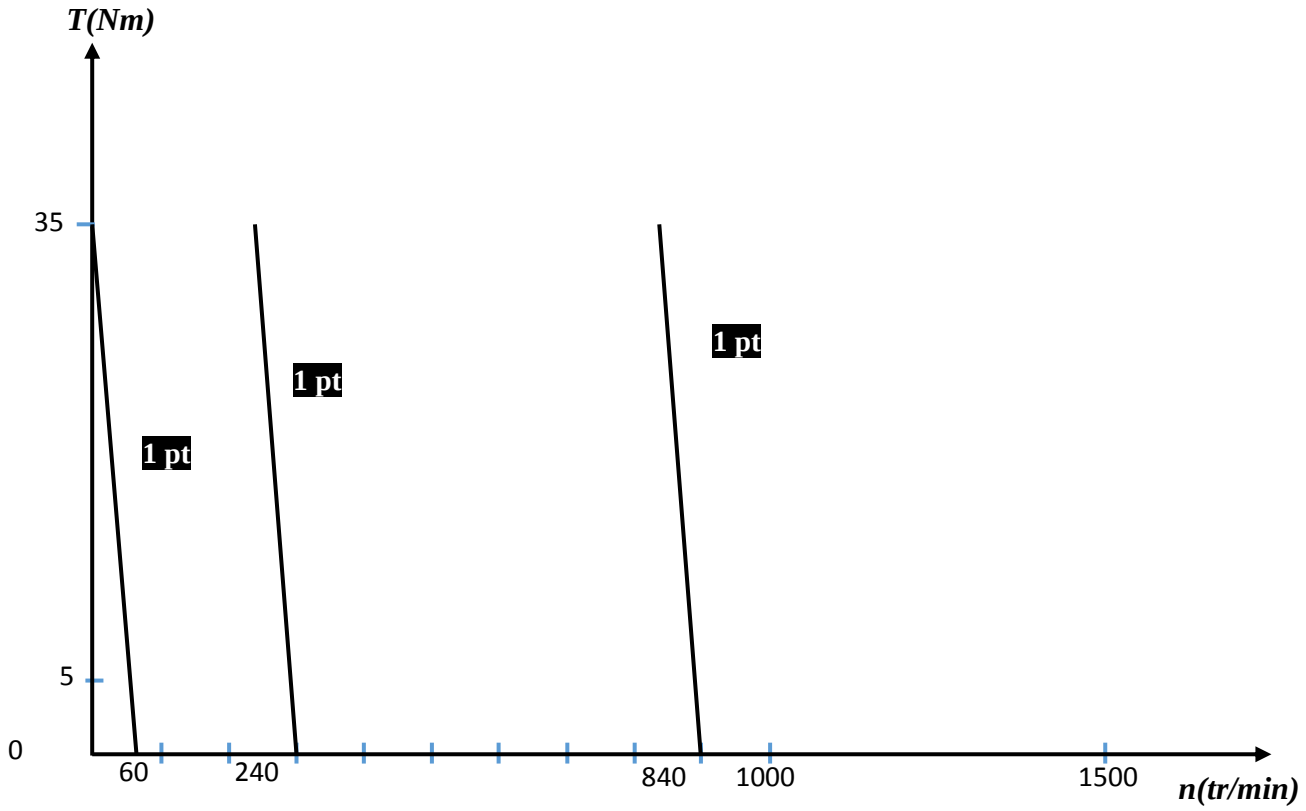
$\Delta n = 60\ tr/min$ **1 pt**

Moutamadris.ma

***Question : 12.*** Compléter le tableau, en donnant les valeurs de la vitesse de rotation en tours par minute pour les fréquences **10 Hz et 30 Hz**.

| Fréquence ***f*** en Hz | **10** | **30** | **50** |
|---|---|---|---|
| $n_S$ en tr / min (à vide) | ***300*** **0,5 pt** | ***900*** **0,5 pt** | **1500** |
| ***n*** en tr / min (à $T_n$ = **35 Nm**) | ***240*** **1 pt** | ***840*** **1 pt** | **1440** |

***Question : 13.*** Tracer pour les fréquences **10 Hz**, **30 Hz** et **50 Hz**, les caractéristiques $T = f(n)$.
On admettra que dans leur partie utile ces caractéristiques sont des droites.




***Question : 14.*** Déterminer la fréquence minimale permettant d'obtenir au démarrage un couple égal au couple nominal.

$$n_S = 60\ tr/min\ \ donc\ f_{min} = 2\ Hz$$ **2 pts**

***Question : 15.*** Préciser pour ***u (t)*** :

- La valeur efficace **U** ; **U= 230 V** **0,5 pt**
- La valeur maximale $U_{max}$ ; $U_{max} = 230.\sqrt{2} = 325,26\ V$ **0,5 pt**
- La pulsation ω; **ω = 314 rad/s** **0,5 pt**
- La fréquence ***f*** ; $f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{314}{6,28} = 50\ Hz$ **0,5 pt**
- La période **T** ; $T = \frac{1}{f} = \frac{1}{50} = 20\ ms$ **0,5 pt**
- La valeur moyenne $< u >$. $< u > = 0V$ **0,5 pt**

***Question : 16.*** Sachant que $< uc > = 2\ \frac{U_{max}}{\pi}$,

- Calculer la valeur moyenne $< u_c >$ de $u_c(t)$.

$$< uc > = 2\ \frac{U_{max}}{\pi} = 2\ \frac{230.\sqrt{2}}{\pi} = 207,07\ V$$ **0,5 pt**

Moutamadris.ma

– Donner la valeur de la fréquence ***f '*** de $u_c(t)$.

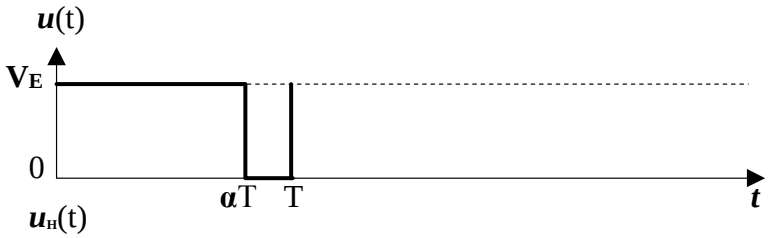
$$La\ fréquence\ f' = 2f = 100Hz$$ **0,5 pt**

***Question : 17.*** Que faut-il placer en série avec la charge pour obtenir le courant $i_c(t)$ constant ?

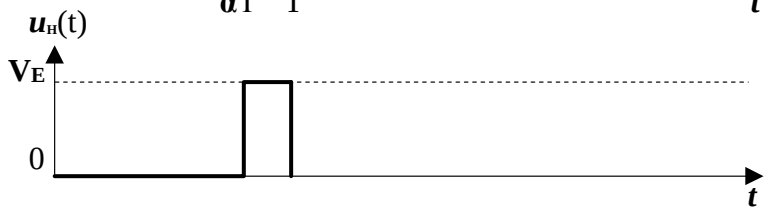
**Une bobine de valeur assez élevée pour lisser le courant** **1 pt**

***Question : 18.*** Représenter les allures de ***u*** et $u_H$ en fonction du temps.

**1,5 pt**




**1,5 pt**



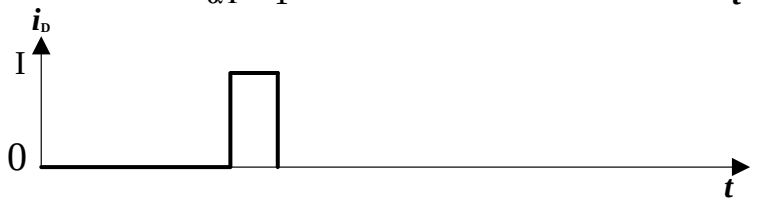

***Question : 19.*** Exprimer la valeur moyenne de ***u*** en fonction de $V_E$ et ***α***.

$$< u > = \alpha . V_E$$ **2 pts**

***Question : 20.*** Représenter les allures de $i_H$ et $i_D$ en fonction du temps.

**1,5 pt**

**1,5 pt**




***Question : 21.*** Exprimer les valeurs moyennes des courants $i_H$ et $i_D$ en fonction de ***I*** et ***α***.

- $< i_H > = \alpha I$ **1,5 pt**
- $< i_D > = (1 - \alpha) I$ **1,5 pt**

***Question : 22.*** Déterminer l'intensité **I** du courant dans le moteur en fonction de $V_E$, **E**, **R** et ***α***.

$$< u > = E + RI = \alpha . V_E,$$

$$I = \frac{\alpha . V_E - E}{R}$$ **2 pts**

***Question : 23.*** Application numérique :

Calculer < ***u*** >, ***I*** et $< i_D >$ pour $V_E$ = **220 V**, **E = 145 V** et **α = 0,7**.

- $< u > = 154\ V$, **1 pt**
- $I = 9\ A$ **1 pt**
- $< i_D > = 2,7\ A$ **1 pt**

Moutamadris.ma

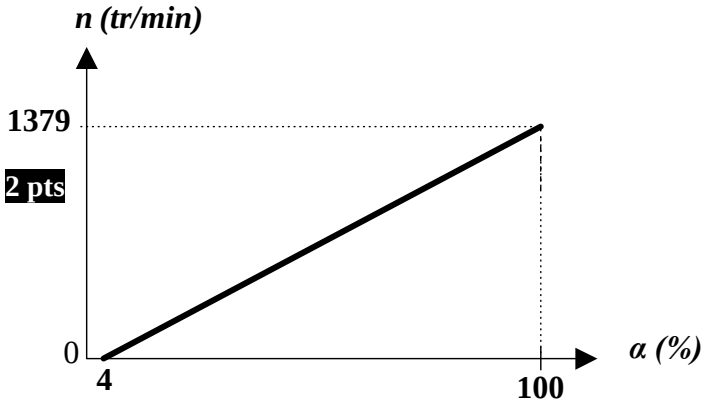
***Question : 24.*** Établir la relation liant la vitesse ***n*** du moteur (en tr/min) à **α** pour **E = 0,153 n**, sachant que **R = 1 Ω**, **$V_E$ = 220 V** et **I = 9 A**.

$$I = \frac{\alpha . V_E - 0,153 . n}{R}$$

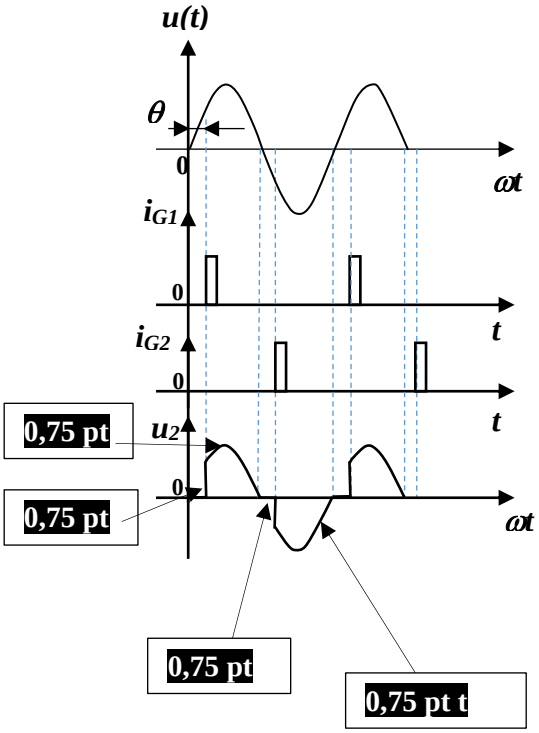
$$n = \frac{\alpha . V_E - R . I}{0,153}$$ **3 pts**

*Le courant **I** est constant car le moteur travaille à couple constant. D'où :* $n = 1438 . \alpha - 59$

***Question : 25.*** Tracer ***n*** en fonction de **α**.




***Question : 26.*** Représenter, pour une période, la forme de la tension $u_2(t)$.

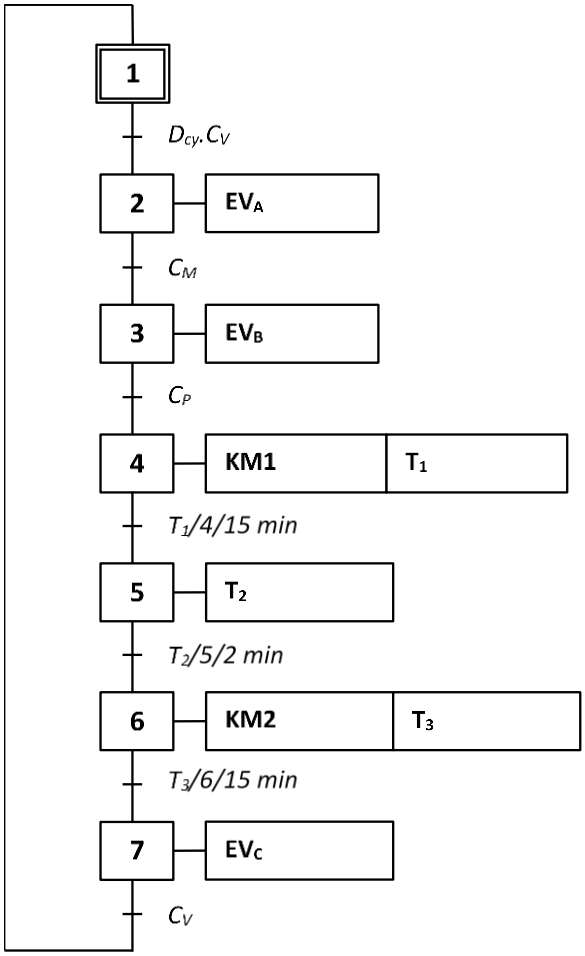



***Question : 27.*** Compléter alors le tableau des valeurs efficaces de la tension $u_2(t)$ et des puissances dissipées dans la charge en fonction des valeurs de l'angle de retard **θ** données en rad.

| *L'angle de retard θ en rad* | $U_{2eff}$ *en V* | *P en W* |
|---|---|---|
| 0 | …230……0,5 pt | …5290……1 pt |
| $\frac{\pi}{2}$ | …162,63……1 pt. | …2645……0,5 pt |

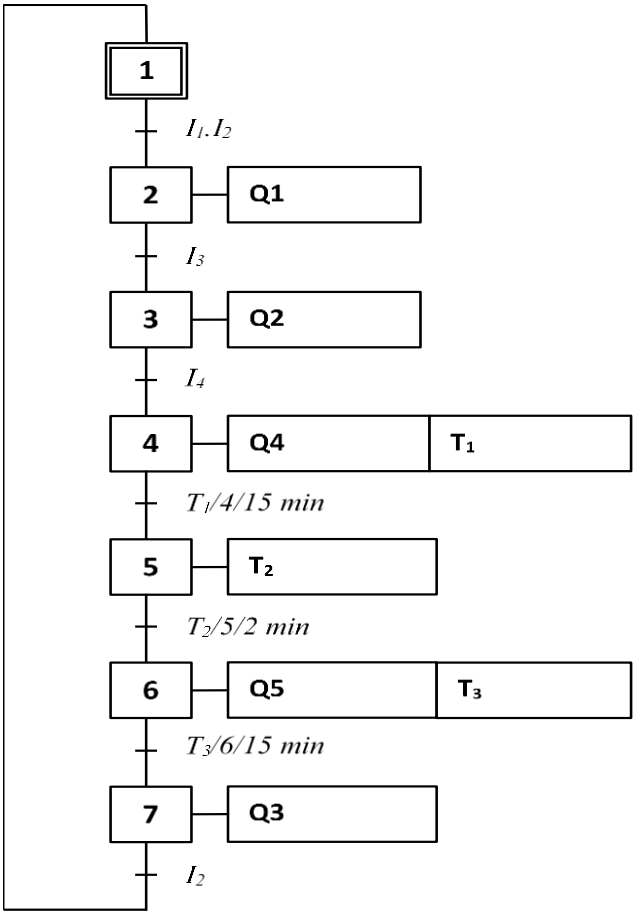
Moutamadris.ma

***Question : 28.*** Grafcet point de vue commande




**6,75 pts = 9 x 0,75 pt**

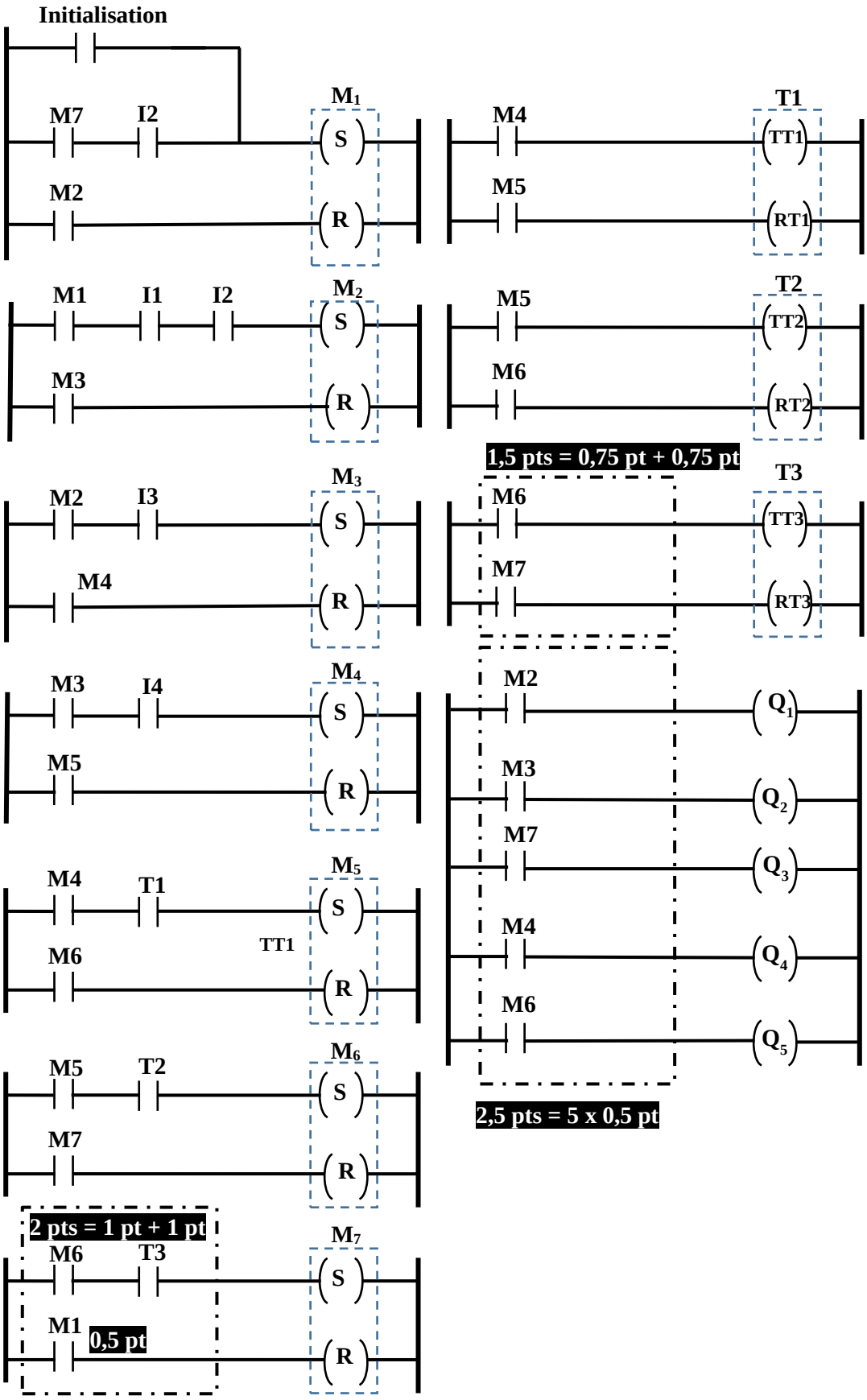
***Question : 29.*** Grafcet point de vue API




**6,75 pts = 9 x 0,75 pt**

Moutamadris.ma

***Question : 30.*** Compléter le programme Ladder correspondant.




Moutamadris.ma