

الصفحة

1

21

◆◆◆

الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا  
الدورة العادية 2019  
- الموضوع -

المملكة المغربية  
وزارة التربية الوطنية  
والتكوين المهني  
والتعليم العالي والبحث العلمي



المملكة المغربية  
وزارة التربية الوطنية  
والتكوين المهني  
والتعليم العالي والبحث العلمي

المركز الوطني للتقويم والامتحانات والتوجيه

\*\*\*\*\*

NS46

4	مدة الانجاز	علوم المهندس	المادة
8	المعامل	شعبة العلوم والتكنولوجيات: مسلك العلوم والتكنولوجيات الكهربائية	الشعبة أو المسلك

## Robot de soudage par points

☞ Le sujet comporte au total 21 pages.

☞ Le sujet comporte 3 types de documents :

- Pages 02 à 11 (Feuilles Jaunes): Socle du sujet comportant la présentation et les situations d'évaluation (SEV).
- Pages 12 à 14 (Feuilles Roses) : Documents ressources portant la mention **DRES XX**.
- Pages 15 à 21 (Feuilles Blanches): Documents réponses portant la mention **DREP XX**.

Le sujet comporte 3 situations d'évaluation (SEV) :

**SEV1** : Analyse fonctionnelle et étude de la transmission de puissance ..... (sur 24 pts)

**SEV2** : Étude énergétique ..... (sur 26 pts)

**SEV3** : Étude partielle de la chaîne d'information ..... (sur 30 pts)

Les 3 situations d'évaluation sont indépendantes et peuvent être traitées dans un ordre quelconque après lecture des paragraphes I, II, III et IV.

La numérotation des questions est continue : de la question N° 1 (Question : 1.) à la question N° 43 (Question : 43.).

☞ Toutes les réponses doivent être rédigées sur les documents réponses : **DREP XX**.

☞ Les pages portant en haut la mention **DREP XX** (Feuilles Blanches) doivent être obligatoirement jointes à la copie du candidat même si elles ne comportent aucune réponse.

☞ Le sujet est noté sur 80 points.

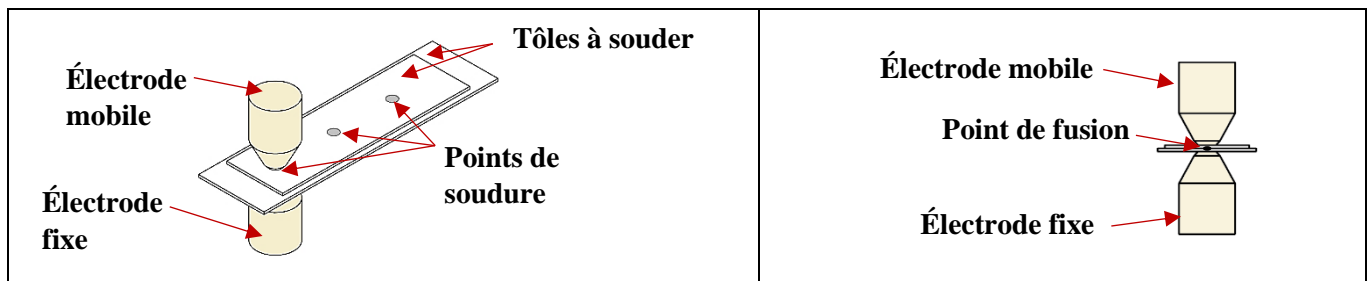
☞ Aucun document n'est autorisé.

☞ Sont autorisées les calculatrices non programmables.

## I. Introduction

Le soudage par points est une technique utilisée pour assembler des tôles (conductrices du courant électrique) de même matériau ou de matériaux différents possédant des températures de fusion et des épaisseurs similaires ou très proches.

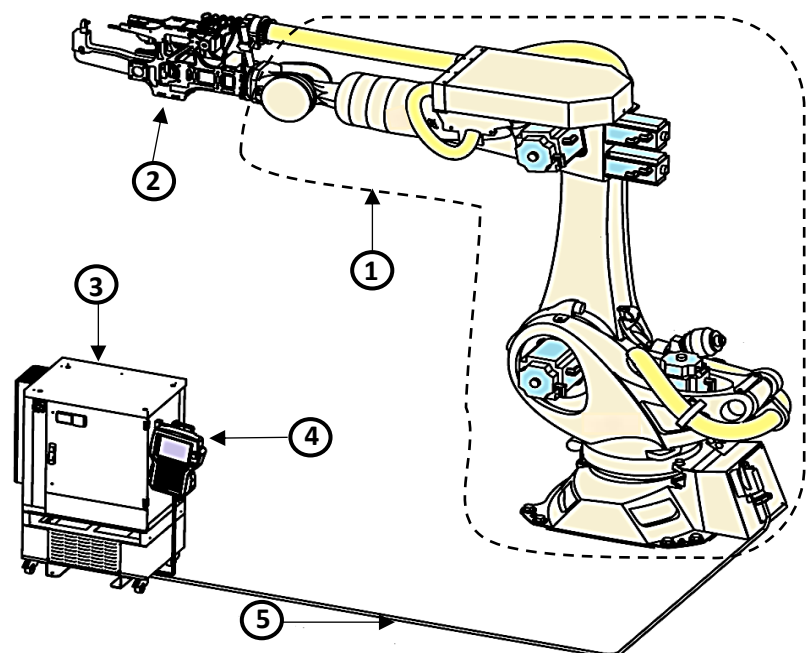
Cette technique consiste à serrer les tôles à assembler, l'une contre l'autre entre deux électrodes en cuivre, au moyen de circuit hydraulique, pneumatique ou électromécanique, puis les faire traverser par un courant de très forte intensité (500 à 150000 Ampères), sous une très faible tension (1 à 30 Volts, continue ou alternative) pendant une durée déterminée (5 ms à 3 secondes suivant la résistivité et l'épaisseur des tôles à souder), jusqu'à la création d'un point de fusion (voir figure ci-dessous). Les électrodes sont refroidies à l'eau.



Pour réaliser un très grand nombre de points de soudure sur des tôles, à des points précis, les entreprises sont équipées de robots industriels de soudage par points qui permettent **d'assembler automatiquement des tôles par application de points de soudure.**

Le robot de soudage par points, support de cette épreuve, possède un système articulé semblable à un bras humain (voir description en **DRES 01** et **DRES 02**). Ce bras manipulateur s'articule sur plusieurs axes, il est muni d'une tête de soudage par points : c'est l'organe effecteur (Exemple figure ci-dessous).

Réf.	Désignation
1	Bras manipulateur six axes
2	Tête de soudage par points
3	Contrôleur
4	Boîtier de programmation portable
5	Câble de liaison

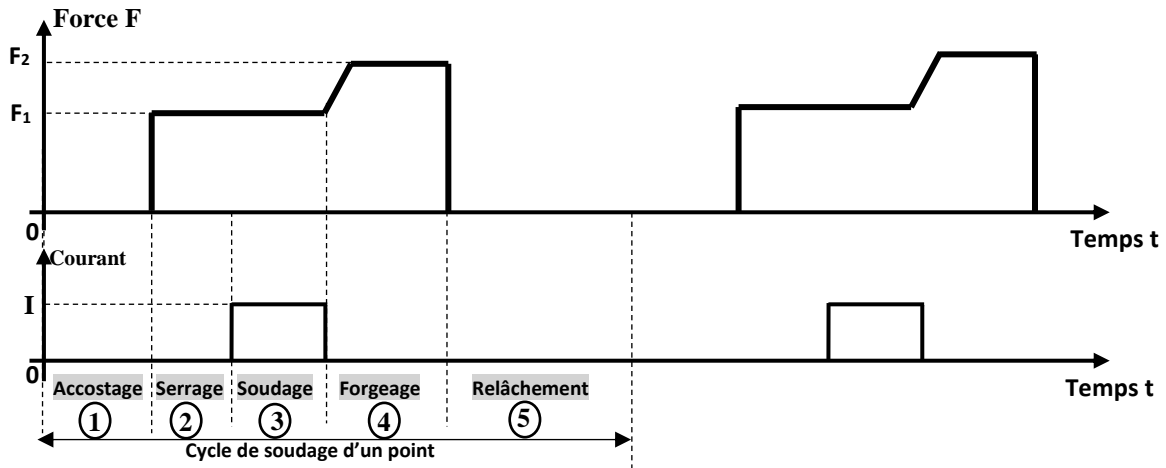


## II. Cycle de soudage d'un point

Les figures ci-dessous décrivent le cycle de soudage d'un point qui se déroule en 5 phases :

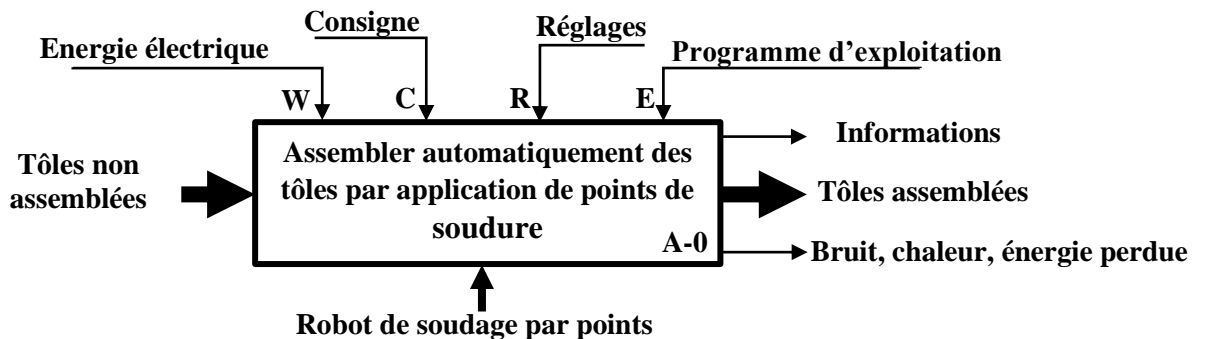
Phase 1	Phase 2	Phase 3	Phase 4	Phase 5
<b>Accostage :</b> Positionner les électrodes.	<b>Serrage :</b> Saisir et maintenir les tôles.	<b>Soudage :</b> Faire circuler un courant électrique.	<b>Forgeage* :</b> Appliquer une force importante.	<b>Relâchement :</b> Écarter les électrodes

\*Forgeage (Verbe forger) : Opération qui consiste à donner une forme, à chaud ou à froid, à un métal sous l'action d'une force F



## III. Présentation du robot de soudage par points

- **Architecture :** Voir documents ressources DRES 01 et DRES 02 ;
- **Diagramme FAST :** Voir document ressources DRES 03 ;
- **Actigramme A-0 :** figure ci-dessous.



## IV. Fonctionnement du robot de soudage par points

Les opérations de mise en place et de fixation des tôles sur la plateforme de soudage sont effectuées manuellement par l'opérateur.

Le cycle de soudage des tôles (mouvements du bras manipulateur et fonctions de commande de la tête) est contrôlé par programme d'une façon automatique.

## V. Situations d'évaluation

## SEV 1 : Analyse fonctionnelle et étude de la transmission de puissance [24 points]

## A. Analyse fonctionnelle

## Tâche1 : Application de quelques outils de l'analyse fonctionnelle

À partir des paragraphes précédents et des documents ressources **DRES 01**, **DRES 02** et **DRES 03** :

- Question : 1.** Exprimer le besoin à satisfaire en complétant le diagramme « *bête à cornes* ». [1,5 pt]
- Question : 2.** Préciser la matière d'œuvre *entrante* et la matière d'œuvre *sortante*. [1pt]
- Question : 3.** Pour le cas d'assemblage de deux tôles (**tôle 1** et **tôle 2**), compléter le diagramme « *pieuvre* » à partir de la liste des fonctions de service. [3,5 pts]

## B. Étude de la transmission de puissance

## Tâche 2 : Vérification de la vitesse angulaire du poignet

Le constructeur annonce que la vitesse angulaire  $\omega_{A5}$  suivant l'axe **A5** ne doit pas dépasser **258 °/s**.

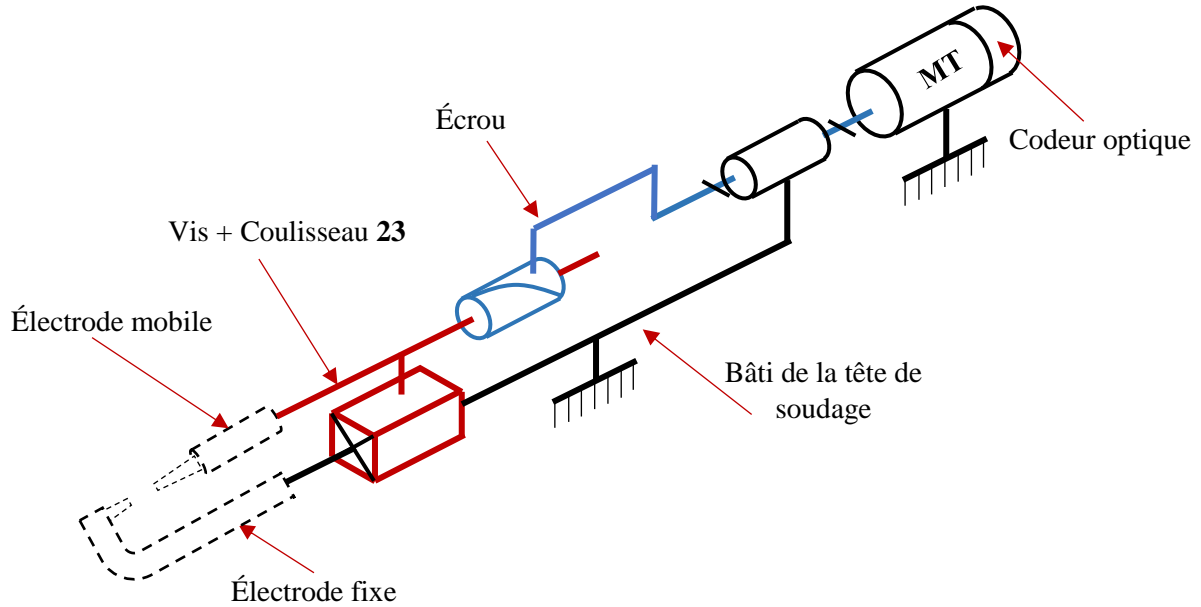
En vue de valider cette donnée, répondre aux questions suivantes en se référant :

- A la **figure 1** du document ressource **DRES 01** ;
- Au **schéma cinématique** et à la **nomenclature** (document ressource **DRES 02**) ;
- Au **schéma synoptique** avec ses **données** correspondantes (document ressource **DRES 02**).

- Question : 4.** À partir de la liste fournie, choisir le nom de chacun des éléments du bras manipulateur et l'inscrire dans la zone qui lui correspond. [1,5 pt]
- Question : 5.** Compléter le tableau en indiquant par une croix (X) le ou les degrés de liberté pour chaque liaison. [1,5 pt]
- Question : 6.** Quel est le type des courroies **75** et **78** utilisées dans le schéma cinématique ? Citer le principal avantage de son utilisation dans le robot. [1pt]
- Question : 7.** Calculer le rapport global de transmission **Kg** de la chaîne de transmission entre **M5** et **79** ( $Kg = \frac{N_{79}}{N_{M5}}$ ). [2pts]
- Question : 8.** Sachant que  $N_{M5} = 1500 \text{ tr/min}$ , Calculer  $N_{79}$ . [1pt]
- Question : 9.** Est-ce que cette valeur de  $N_{79}$  correspond à la vitesse angulaire (**258 °/s**) annoncée par le constructeur du robot de soudage suivant l'axe **A5** ? Justifier. [1,5 pt]

**Tâche 3 : Vérification du déplacement de l'électrode**

On donne ci-dessous le schéma cinématique de la tête de soudage.



Le constructeur du robot de soudage annonce que la précision du déplacement de l'électrode mobile ne dépasse pas **0,01 mm**. En vue de vérifier cette déclaration, on vous demande de répondre aux questions suivantes.

**Données :**

- Système vis-écrou : Pas  $p = 5 \text{ mm}$ .
- Moteur **MT** : Vitesse  $N_{MT} = 1500 \text{ tr/min}$ .
- Codeur optique incrémental : Nombre de points  $N_p = 512 \text{ points}$ .
- L'électrode mobile est solidaire du **coulisseau 23**.

**Question : 10.** Quelle est la nature du mouvement des constituants du système **Vis-écrou** ? [1 pt]

**Question : 11.** Pour 1 tour du moteur **MT**, quelle est la valeur  $dp$  (en **mm**) du déplacement de l'électrode mobile ? [2 pts]

**Question : 12.** Pour une rotation du moteur **MT** de  $n = \frac{1}{512}$  tour, calculer la valeur  $dp'$  (en **mm**) du déplacement de l'électrode mobile. [2 pts]

**Question : 13.** Est-ce que la précision  $p$  annoncée par le constructeur est respectée ? Justifier [1 pt]

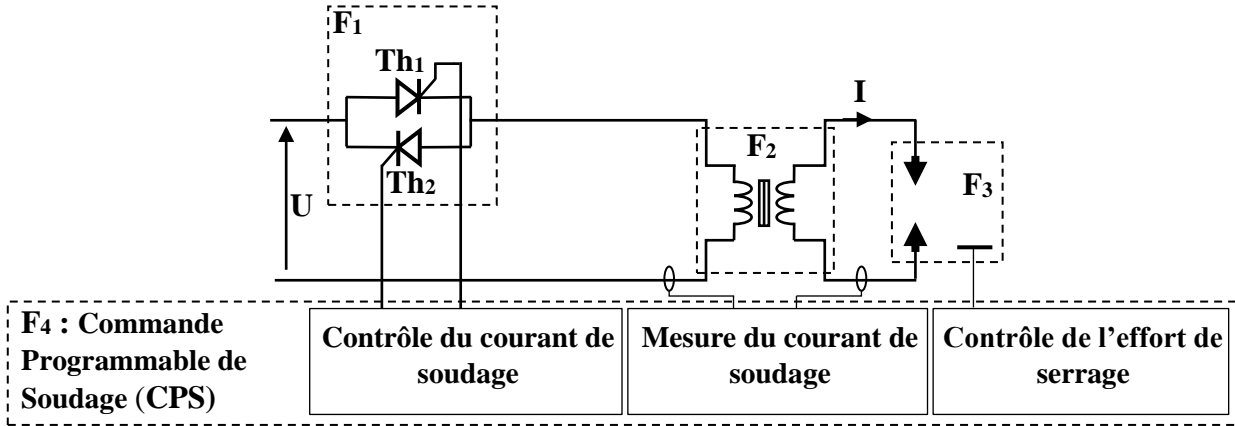
**Tâche 4 : Travail graphique**

**Question : 14.** Compléter le dessin du coulisseau 23 en : Vue de droite en coupe **A-A** (représenter les traits cachés) [3,5 pts]

## SEV 2 : Étude énergétique [26 points]

## A. ETUDE DU CIRCUIT ELECTRIQUE DE SOUDAGE

La structure matérielle du circuit électrique de soudage à 50 Hz est représentée sur la figure ci-dessous.



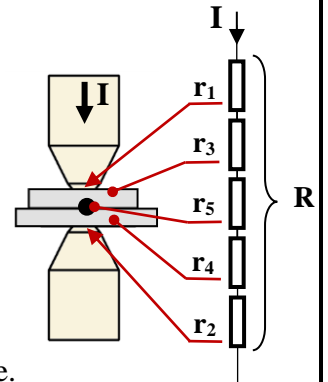
Cette structure comprend :

- L'alimentation électrique :  $U = 400 \text{ V}$  prise entre 2 phases ;
- Le modulateur d'énergie ( $F_1$ ) : gradateur monophasé à thyristors ;
- Le transformateur de soudage ( $F_2$ ) dont les paramètres sont donnés ci-dessous :
  - Valeur efficace de la tension primaire  $U_1 = 400 \text{ V}$  ;
  - Valeur efficace de la tension secondaire à vide  $U_{20} = 13,5 \text{ V}$  ;
  - L'intensité du courant secondaire ponctuellement admissible lors des essais (électrodes serrées)  $I_{2cc} = 23 \text{ kA}$ .
- Les électrodes ( $F_3$ ) : Une électrode fixe et une électrode mobile ;
- La Commande Programmable de Soudage « CPS » ( $F_4$ ) ; elle gère le réglage des intensités de soudage, le cycle de soudage, l'effort de serrage, les informations de contrôle et de surveillance des défauts et la communication avec le robot de soudage.

## Tâche 1 : Modélisation de la zone traversée par le courant de soudage

La résistance  $R$  entre électrodes ( $F_3$ ) se décompose en cinq éléments :

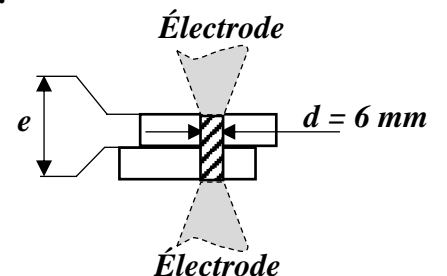
- $r_1 = r_2$  : résistances des contacts des électrodes sur les tôles ;
- $r_3 = r_4$  : résistances ohmiques des tôles en fer ;
- $r_5$  : résistance du contact entre les deux tôles.



Le courant  $I$  est généré par un générateur de courant constant dont la valeur est réglée.

On suppose que (voir figure ci-contre) :

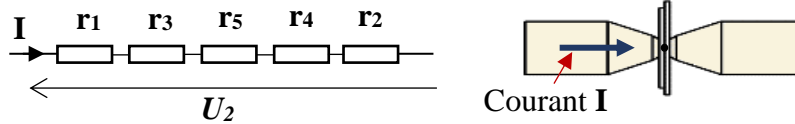
- La totalité du courant  $I$  circule dans un tube de métal de diamètre  $d = 6 \text{ mm}$ .
- L'épaisseur d'une tôle  $e = 2 \text{ mm}$ .
- Le courant  $I$ , réglé à  $10 \text{ kA}$ , est généré pendant une durée de  $10 \text{ ms}$ .
- La résistivité du fer  $\rho = 140 \cdot 10^{-9} \text{ } \Omega \cdot \text{m}$  (valeur tenant compte de la variation importante de la température pendant l'échauffement).



Par application de la relation  $R = \rho \cdot \frac{L}{S}$ ; avec  $\rho$  la résistivité du métal en  $\Omega \cdot m$ ,  $L$  la longueur en mètre et  $S$  la section en  $m^2$ :

**Question : 15.** Calculer la valeur de la résistance ohmique  $r_3$ , en  $\mu\Omega$ , de la tôle en fer pendant l'échauffement. [2 pts]

Pour :  $r_1 = r_2 = 20 \mu\Omega$  ;  $r_3 = r_4 = 10 \mu\Omega$  ;  $r_5 = 200 \mu\Omega$



Le courant  $I$  est réglé à 10 kA

**Question : 16.** Calculer la valeur efficace de la tension  $U_2$  à appliquer entre les électrodes. [2 pts]

**Question : 17.** Calculer l'énergie électrique  $E$  en Joules transformée par la résistance  $r_5$  de contact pendant une impulsion de 10 ms. [2 pts]

### Tâche 2 : Modélisation de l'ensemble transformateur (F2)

La modélisation du transformateur (F2) s'effectue à partir de relevés lors :

- D'un essai à vide sous tension primaire nominale ;
- D'un essai en court-circuit (électrodes serrées sans tôles).

► Essai à vide	► Essai en court-circuit (électrodes serrées sans tôles)
$U_1 = 400 \text{ V}$ , $U_{20} = 13,5 \text{ V}$	$U_1 = 400 \text{ V}$ , $I_{2cc} = 23 \text{ kA}$

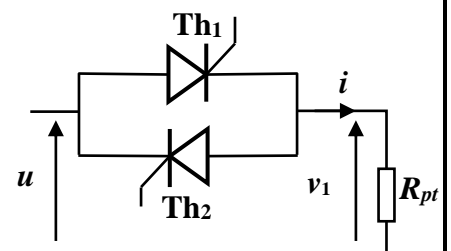
**Question : 18.** Calculer le rapport de transformation  $m$ . [1 pt]

**Question : 19.** Calculer l'impédance équivalente  $Z_s$  vue du secondaire du transformateur en  $m\Omega$ . [2 pts]

**Question : 20.** En déduire l'impédance  $Z_p$  (en  $\Omega$ ), du modèle équivalent de l'impédance  $Z_s$ , ramenée au primaire du transformateur. [2 pts]

### Tâche 3 : Étude du gradateur (F1)

On donne le schéma du gradateur monophasé débitant sur le primaire du transformateur considéré comme une charge résistive pure  $R_{pt}$  (effet de l'inductance négligé). Les thyristors sont amorcés avec un retard angulaire  $\alpha = \omega \cdot t_0$  par rapport aux passages à 0 de la tension  $u(t)$ . On donne  $U = 400 \text{ V}$  et  $R_{pt} = 0,73\Omega$ .



**Question : 21.** Tracer le chronogramme de la tension  $v_1(t)$  aux bornes de la résistance  $R_{pt}$  pour  $\alpha = \frac{\pi}{2}$  et indiquer les intervalles de conduction des deux thyristors  $Th_1$  et  $Th_2$ . [3 pts]

**Question : 22.** Sachant que  $V_{Ieff} = U \sqrt{\left(1 - \frac{\alpha}{\pi}\right) + \frac{\sin 2\alpha}{2\pi}}$ , calculer la valeur efficace  $I_{eff}$  de  $i(t)$  pour  $\alpha = \frac{\pi}{2}$ , [2 pts]

### B. ÉTUDE DU MOTEUR M6

La tête peut réaliser un tour complet autour de son axe. Son entraînement en rotation est effectué par un moteur **M6** « pas à pas » à travers un réducteur.

Les caractéristiques du moteur pas à pas sont les suivantes :

- Quatre phases **A B C D** ;
- Angle par pas : **1,8°** ;
- Alimentation : **V = 12 V** ;
- Résistance par phase : **r = 12 Ω** ;
- Inductance par phase : **l = 56 mH**.



Le schéma de câblage du moteur et les chronogrammes de sa commande sont représentés ci-dessous.

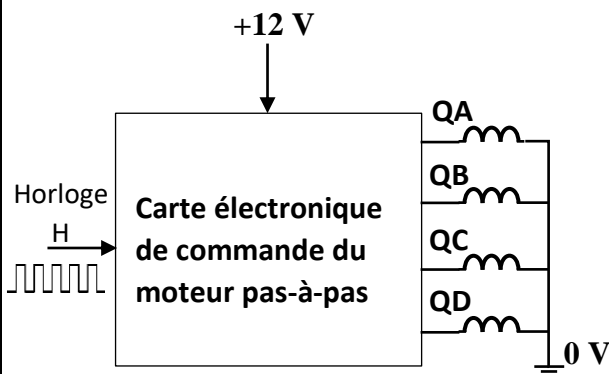
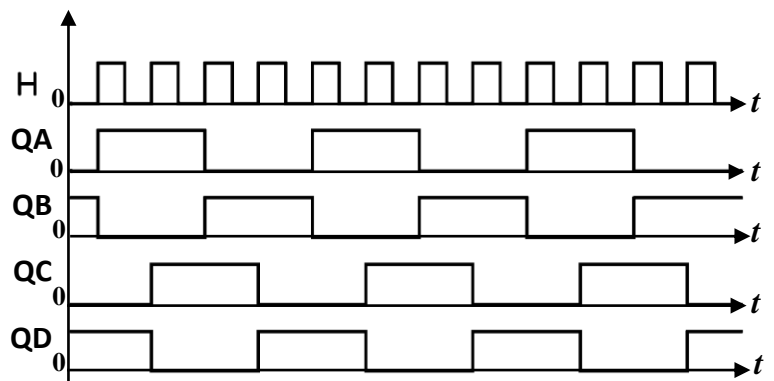


Schéma de câblage



chronogrammes de commande

**Question : 23.** Quel est le mode de commande utilisé pour ce moteur : 'mode pas entier' ou 'mode demi-pas' ? Justifier votre réponse. [2 pts]

**Question : 24.** Calculer le nombre de pas  $N_{PT}$  pour un tour complet de son axe. [2 pts]

**Question : 25.** Calculer le courant  $I_a$  d'alimentation par phase (effet de l'inductance négligé). [2 pts]

Sachant que l'horloge **H** a une fréquence  $f_H = 300 \text{ Hz}$  :

**Question : 26.** Déterminer la durée  $t$  (en s) d'un tour de l'axe du moteur. [2 pts]

**Question : 27.** En déduire la vitesse de rotation  $n$  (en **tr/min**) de l'axe du moteur. [2 pts]

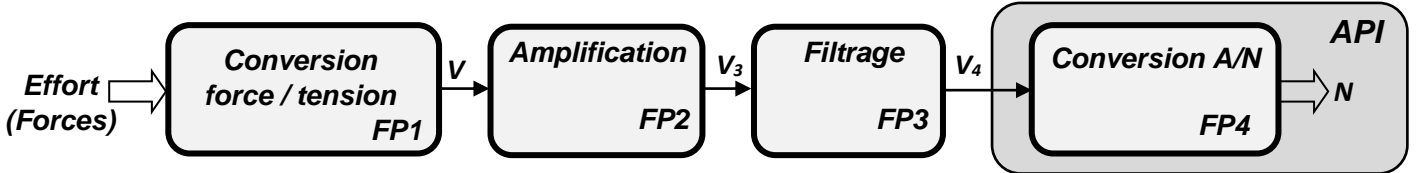


**SEV 3 : Etude de la chaîne d'information [30 points]**

**A. ETUDE DE LA CHAÎNE D'ACQUISITION DES FORCES DE SERRAGE ET DE FORGEAGE**

Si l'effort exercé par les électrodes sur les tôles n'est pas respecté, la qualité des soudures sera médiocre. Un contrôle des forces de serrage et de forgeage est donc indispensable.

Ci-dessous, le schéma fonctionnel de la chaîne de mesure des forces exercées sur les tôles :



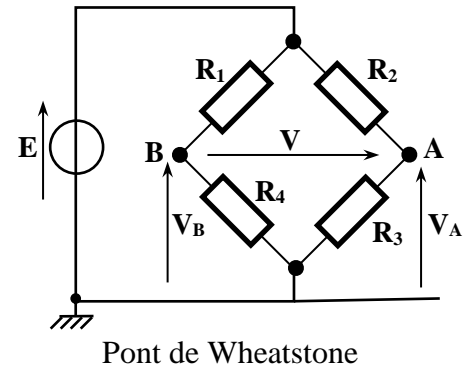
**Tâche 1 : Étude de la fonction FP1**

La mesure des forces de serrage et de forgeage se fait à l'aide d'un capteur de force à jauges d'extensométrie (voir image ci-contre).



Ce capteur comporte 4 jauges de contrainte identiques montées en pont de Wheatstone (figure ci-contre).

- $R_1$  et  $R_3$  : Jauges qui travaillent en extension, avec :  
 $R_1 = R_3 = R_0 + \Delta R$  avec  $R_0$  : résistance au repos.
- $R_2$  et  $R_4$  : Jauges qui travaillent en compression, avec :  
 $R_2 = R_4 = R_0 - \Delta R$  avec  $R_0$  : résistance au repos.
- La variation relative  $\frac{\Delta R}{R_0}$  de la résistance d'une jauge est liée à l'effort  $F$  par la relation :  $\frac{\Delta R}{R_0} = K \times F$  avec  $K = 4.10^{-7} N^{-1}$ .



**Question : 28.** Exprimer les tensions  $V_A$  et  $V_B$  en fonction de  $E$ ,  $R_0$  et  $\Delta R$ . [2 pts]

**Question : 29.** Montrer alors que :  $V = E \frac{\Delta R}{R_0}$ . [1 pt]

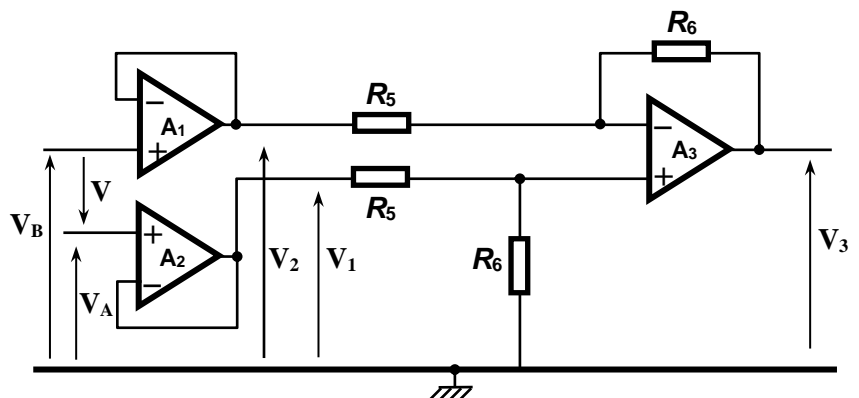
**Question : 30.** En déduire l'expression de  $V$  en fonction de  $F$  (prendre  $E = 10 V$ ). [1 pt]

**Question : 31.** Quelle est alors la valeur de la sensibilité  $s$  du capteur en  $\mu V/N$  ? [1 pt]

**Question : 32.** Calculer la valeur  $V_{MAX}$  de  $V$  qui correspond à l'effort maximal  $F_{Max} = 2500 N$ . [1 pt]

**Tâche 2 : Étude de la fonction FP2**

Le schéma de l'étage **FP2** est donné ci-contre, les amplificateurs opérationnels ( $A_1$  à  $A_3$ ) sont supposés parfaits.



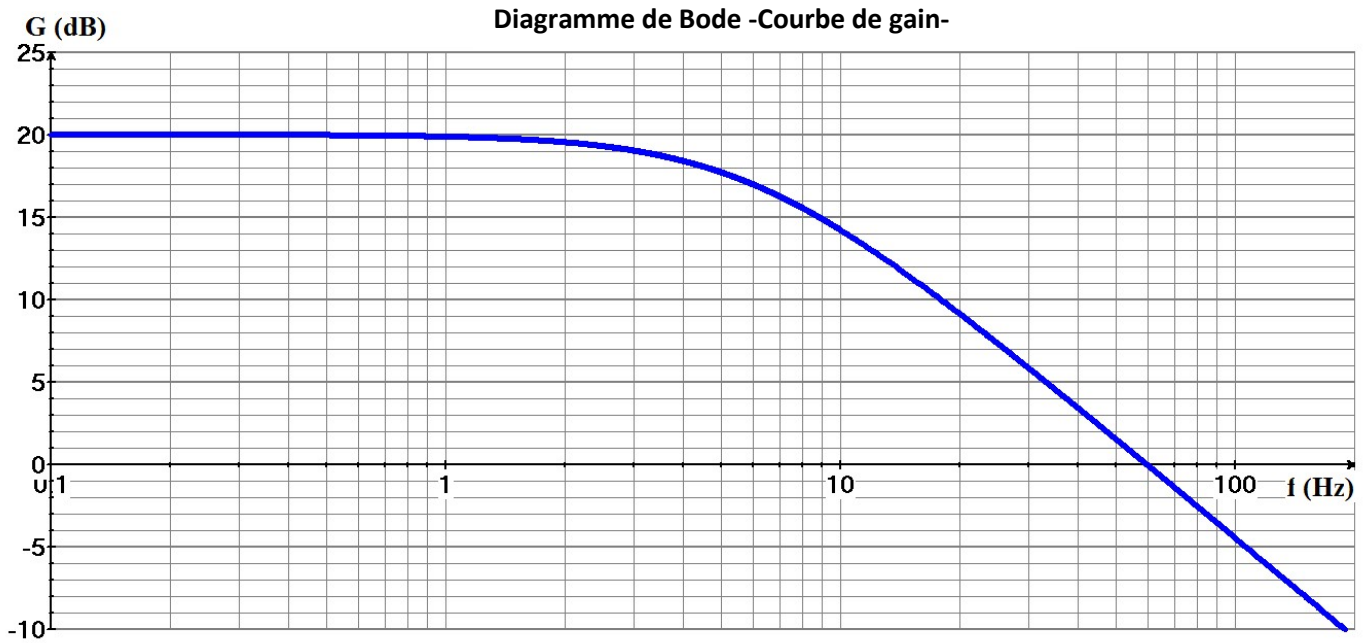
**Question : 33.** Quel est le rôle des amplificateurs opérationnels  $A_1$  et  $A_2$  montés en suiveurs ? [1 pt]

**Question : 34.** Sachant que  $V = V_1 - V_2$ , Montrer que  $V_3 = \frac{R_6}{R_5} \cdot V$  [4 pts]

**Question : 35.** On donne  $R_6 = 100 \text{ k}\Omega$ . Calculer  $R_5$  pour obtenir  $V_3 = 0,5 \text{ V}$  lorsque  $F = 2500 \text{ N}$ . [2 pts]

### Tâche 3 : Etude de la fonction FP3

Afin d'atténuer les perturbations électromagnétiques dues au secteur, le signal  $V_3$  est appliqué à un filtre dont la courbe de gain est donnée ci-dessous.



On suppose que la perturbation peut être considérée comme un signal sinusoïdal de fréquence  $f = 50 \text{ Hz}$  et que le signal utile est un signal à faible variation ( $f \approx 0 \text{ Hz}$ ).

**Question : 36.** Relever sur la courbe : Le gain maximal  $G_{\text{MAX}}$  et la fréquence de coupure  $f_0$  à  $-3\text{dB}$ . [3 pts]

**Question : 37.** De quel type de filtre s'agit-il (passe-bas, passe-haut ou passe-bande) ? [1 pt]

**Question : 38.** Calculer l'amplification  $A = \frac{V_4}{V_3}$  pour  $f = 0 \text{ Hz}$  sachant que  $G = 20 \text{ dB}$  pour  $f=0 \text{ Hz}$ . [2 pts]

**Question : 39.** En déduire la valeur de  $V_4$  lorsque  $V_3 = 0,5 \text{ V}$ . [1 pt]

### Tâche 4 : Etude de la fonction FP4

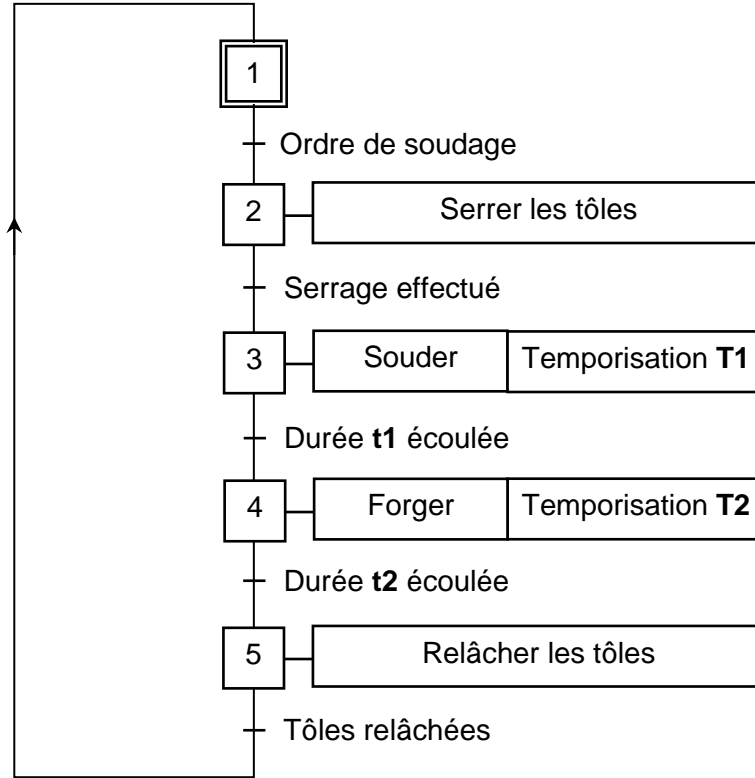
On utilise un convertisseur analogique numérique (CAN) pour convertir la tension  $V_4$ , image de la force  $F$ , en un signal numérique. On donne l'expression du nombre  $N$  résultat de la conversion en fonction de  $V_4$  et du quantum  $q$  :  $N = V_4/q$

**Question : 40.** Sachant que  $N = 200$  pour  $V_4 = 1 \text{ V}$  et que  $N_{\text{max}} = 1023$ , calculer la valeur pleine échelle **PE** définie par  $\text{PE} = q \cdot (N_{\text{max}} + 1)$  ; [2 pts]

**Question : 41.** Calculer la résolution numérique (nombre de bits)  $n$  du CAN. [2 pts]

**B. ETUDE DE LA COMMANDE DE LA TETE DE SOUDAGE**

Le cycle de soudage d'un point peut être décrit par le grafcet fonctionnel suivant.(on suppose que l'accostage est déjà effectué)



La commande de la tête de soudage se fait à l'aide d'un automate programmable (API) dont les affectations des entrées / sorties sont données par le tableau suivant :

Action / Information	Entrée/Sortie API
Serrage et forgeage	Q1
Relâchement	Q2
Soudage	Q3
Ordre de soudage	I1
Serrage effectué	I2
Relâchement effectué	I3

Question : 42. Compléter le grafcet de point de vue API.

[3 pts]

Question : 43. Compléter le programme, en langage LADDER, traduisant le grafcet point de vue API.

[3 pts]

## Présentation du robot de soudage par points

DRES 01

Le Robot de soudage par points est constitué de :

► Un bras manipulateur six axes (Figure 1 ci-dessous):

Il permet le déplacement de la tête de soudage de façon précise suivant six axes. Il est composé de :

- ◇ L'embase : fixée au sol ;
- ◇ Le bâti : Tourne par rapport à l'embase suivant l'axe A1 : actionneur M1 ;
- ◇ Le bras : Tourne par rapport au bâti suivant l'axe A2 : actionneur M2 ;
- ◇ L'avant-bras : Tourne par rapport au bras suivant l'axe A3 : actionneur M3 ;
- ◇ La ligne du poignet : Tourne par rapport à l'avant-bras suivant l'axe A4 : actionneur M4 ;
- ◇ Le poignet : Tourne par rapport à la ligne du poignet suivant l'axe A5 : actionneur M5 ;
- ◇ La tête du poignet : Tourne par rapport au poignet suivant l'axe A6 : actionneur M6 (Non représenté).

► Une tête de soudage par points : (Figure 2 -DRES 02-)

Elle est fixée sur la tête du poignet du bras manipulateur, elle comporte les éléments suivants :

- ◇ Deux électrodes en cuivre, l'une fixe et l'autre mobile en translation ;
- ◇ Un actionneur MT qui entraîne l'électrode mobile à travers un système vis-écrou ;
- ◇ Un transformateur qui adapte l'intensité du courant électrique nécessaire au soudage ;
- ◇ Un capteur de force qui mesure les intensités des forces de serrage et de forgeage appliquées sur les tôles à souder par les électrodes ;
- ◇ Un codeur optique qui détecte la position de l'électrode mobile.

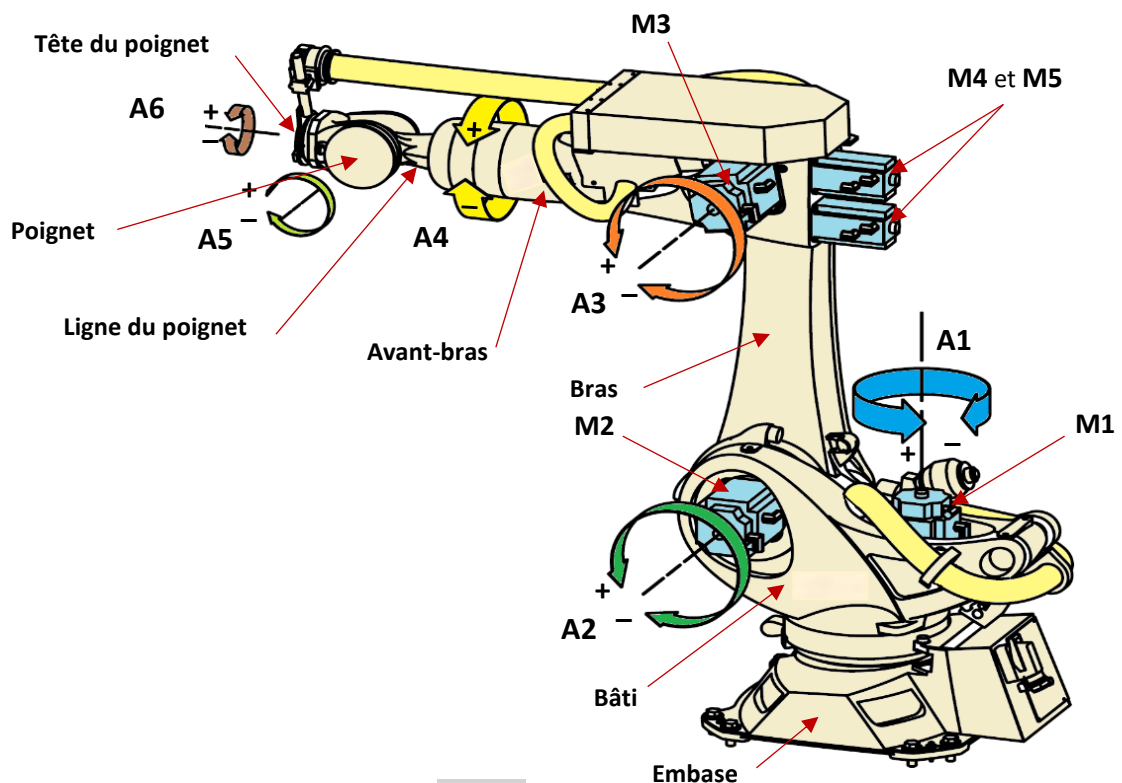


Figure 1

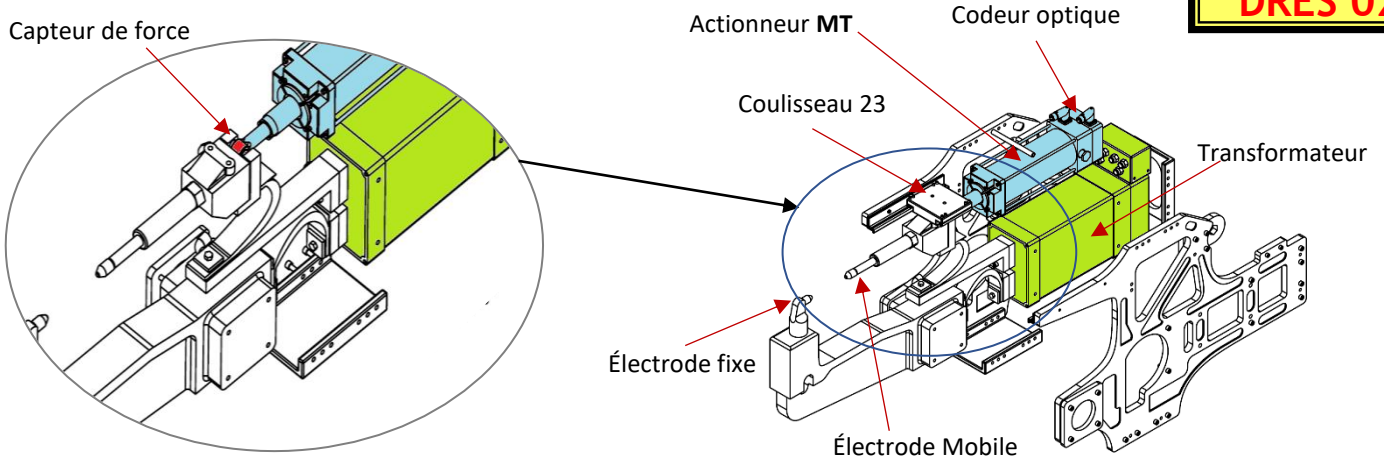
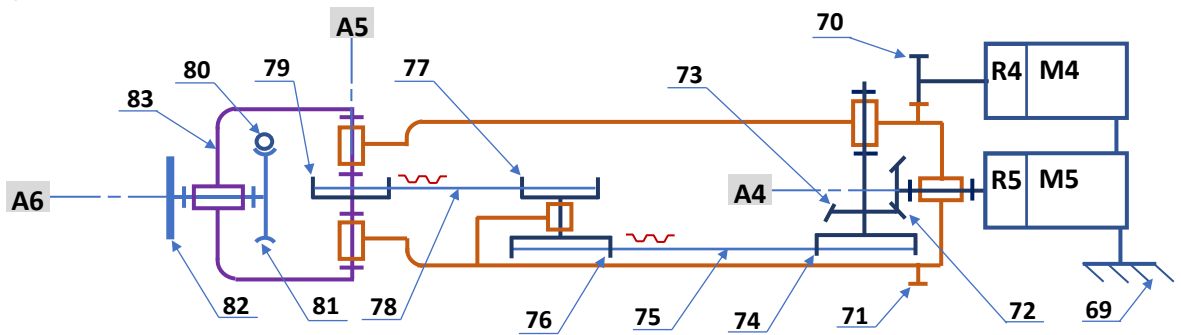


Figure 2

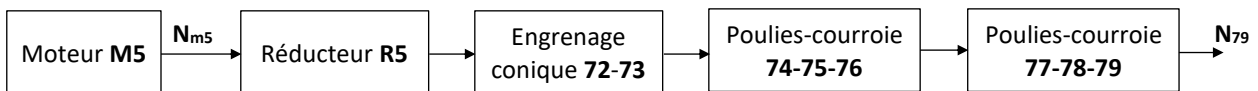
Schéma cinématique de la chaîne de transmission des mouvements suivant les axes A4, A5 et A6 (Moteur M6 non représenté)



Nomenclature

83	1	Poignet du robot		
82	1	Tête du poignet du robot		
81	1	Roue		
80	1	Vis sans fin motrice		
79	1	Poulie $D_{79} = 60 \text{ mm}$		
78	1	Courroie		
77	1	Poulie $D_{77} = 60 \text{ mm}$		
76	1	Poulie réceptrice $D_{76} = 70 \text{ mm}$		
75	1	Courroie		
74	1	Poulie motrice $D_{74} = 70 \text{ mm}$		
73	1	Roue conique $Z_{73} = 24 \text{ dents}$		
72	1	Pignon conique moteur $Z_{72} = 24 \text{ dents}$		Solidaire à la sortie du réducteur R5
71	1	Roue de la ligne du poignet $Z_{71} = 96 \text{ dents}$		
70	1	Pignon moteur $Z_{70} = 22 \text{ dents}$		Solidaire à la sortie du réducteur R4
69	1	Avant-bras du robot		
Rep.	Nb.	Désignation	Matière	Observation

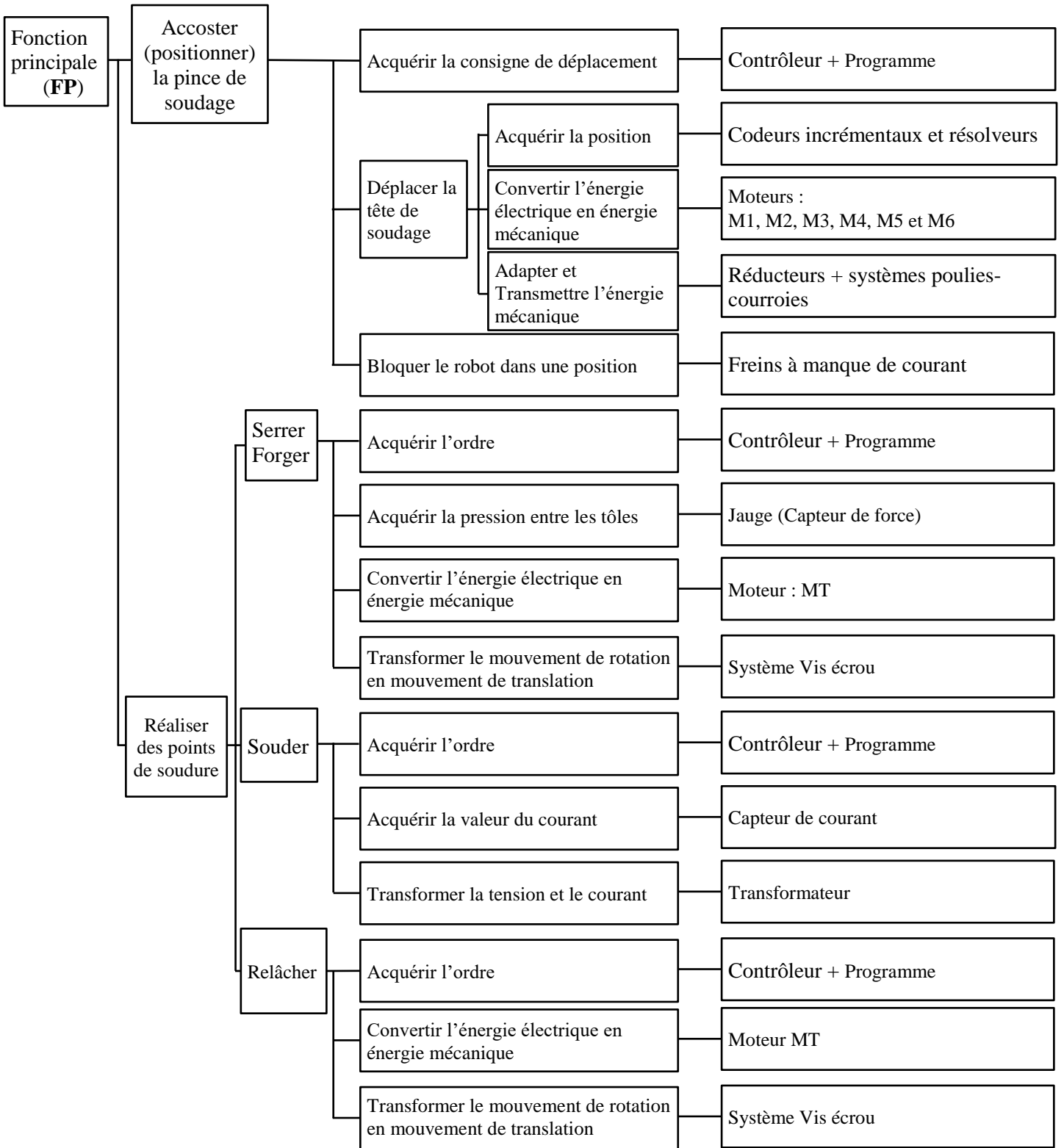
Schéma synoptique de la chaîne de transmission entre M5 et 79.



Réducteur R5	Rapport de transmission $K_1 = 0,02866$
Engrenage conique 72-73	Rapport de transmission $K_2$
Poulies-courroie 74-75-76	Rapport de transmission $K_3$
Poulies-courroie 77-78-79	Rapport de transmission $K_4$

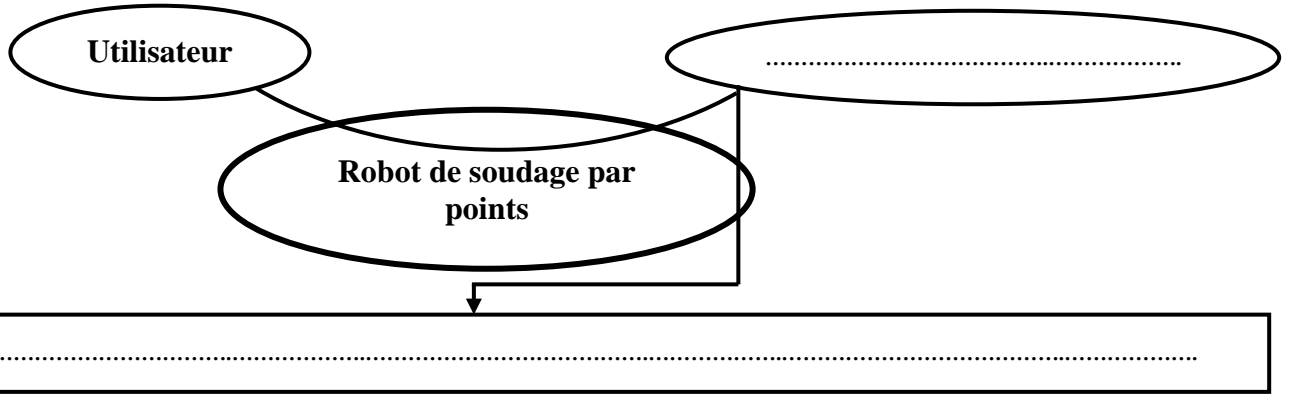
Diagramme FAST

DRES 03



**SEV 1 : Analyse fonctionnelle et étude de la transmission de puissance.**

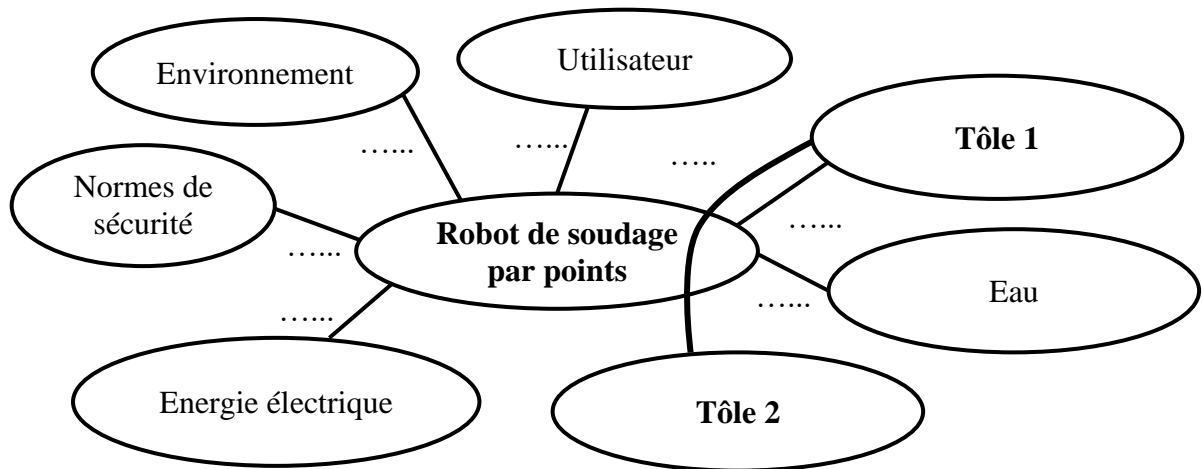
**Question : 1.** [1,5 pt]



**Question : 2.** [1pt]

Matière d'œuvre entrante	Matière d'œuvre sortante
.....	.....

**Question : 3.** [3,5 pts]

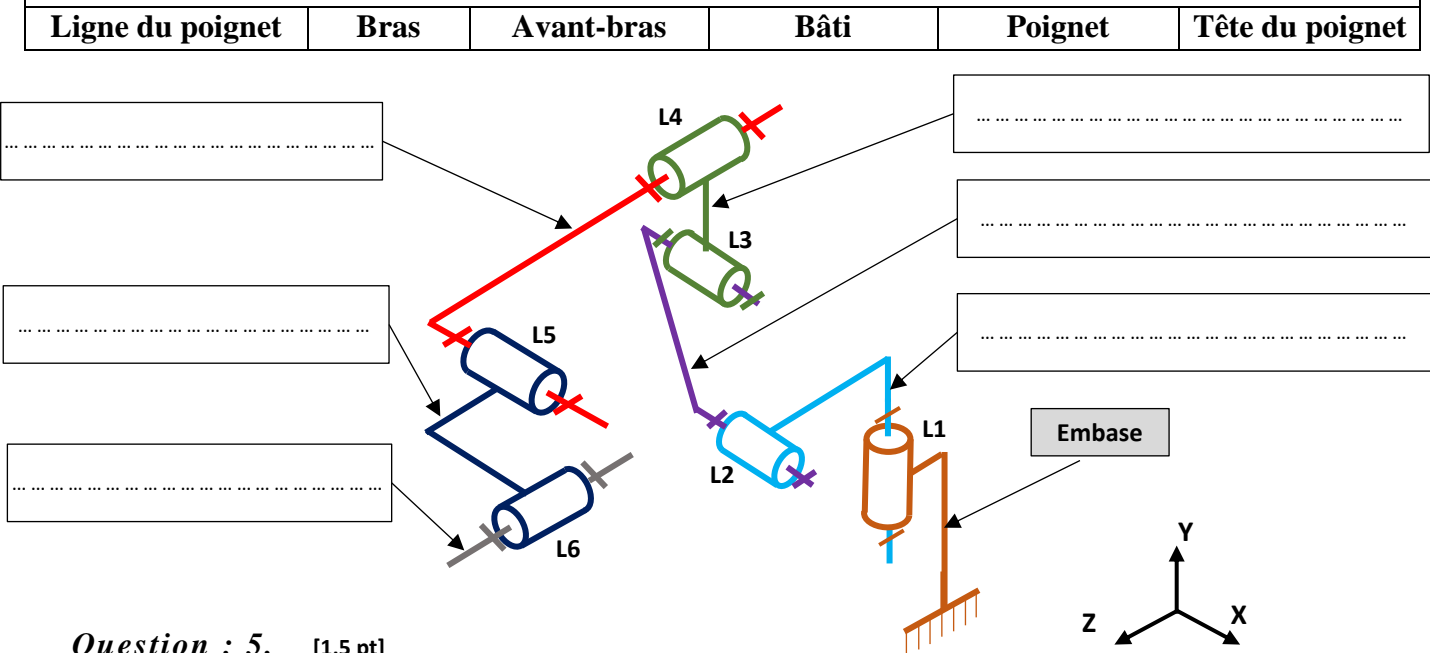


*Liste des fonctions de service*

<b>FP</b>	<b>Assembler automatiquement des tôles par application de points de soudure</b>
<b>FC1</b>	Respecter l'environnement.
<b>FC2</b>	Être facile à utiliser.
<b>FC3</b>	Respecter les normes de sécurité.
<b>FC4</b>	S'adapter à diverses dimensions des tôles.
<b>FC5</b>	Utiliser l'énergie électrique du réseau.
<b>FC6</b>	Être refroidi à l'eau.

Question : 4. [1,5 pt]

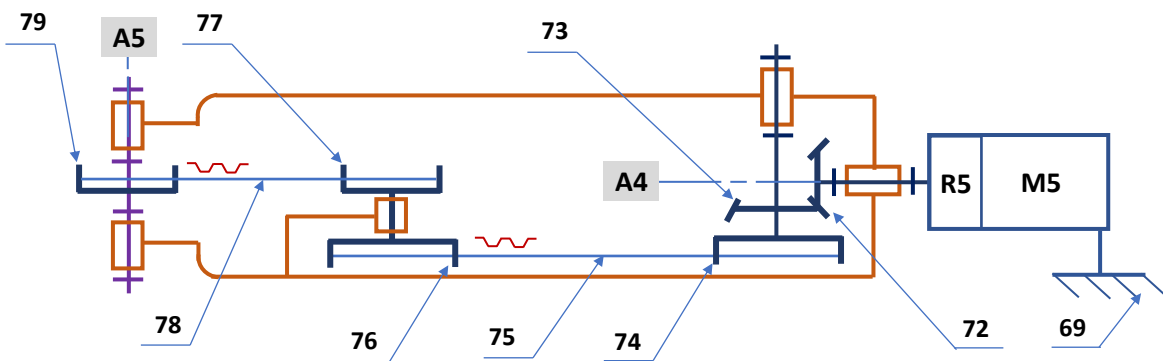
Liste fournie



Question : 5. [1,5 pt]

Liaison	Rotation			Translation		
	Rx	Ry	Rz	Tx	Ty	Tz
L1	.....	.....	.....	.....	.....	.....
L2	.....	.....	.....	.....	.....	.....
L3	.....	.....	.....	.....	.....	.....
L4	.....	.....	.....	.....	.....	.....
L5	.....	.....	.....	.....	.....	.....
L6	.....	.....	.....	.....	.....	.....

Question : 6. [1 pt]



Type des courroies 75 et 78	Justification
.....	.....

Question : 7. [2pts]

---



---



---



---



Question : 8. [1pt]

Question : 9. [1,5 pt]

Question : 10. [1 pt]

Nature du mouvement de la vis : .....

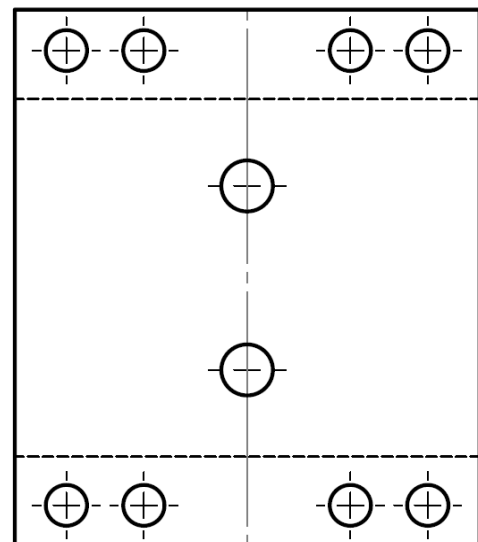
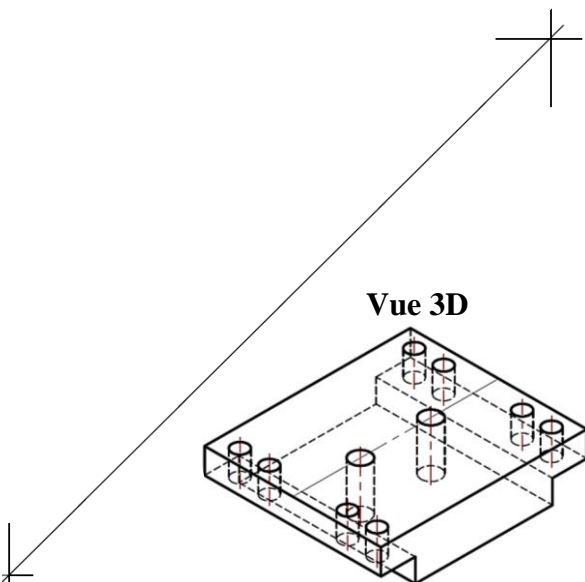
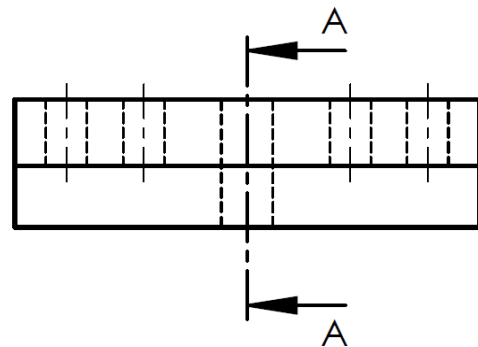
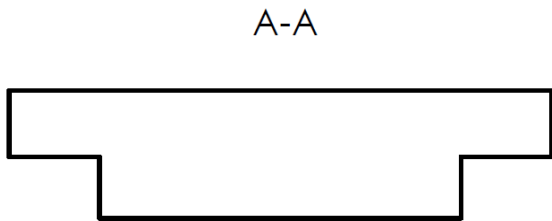
Nature du mouvement de l'écrou : .....

Question : 11. [2 pts]

Question : 12. [2 pts]

Question : 13. [1 pt]

Question : 14. [3,5 pts]



**SEV 2 : Étude énergétique.**

*Question : 15.* [2 pts]

*Question : 16.* [2 pts]

*Question : 17.* [2 pts]

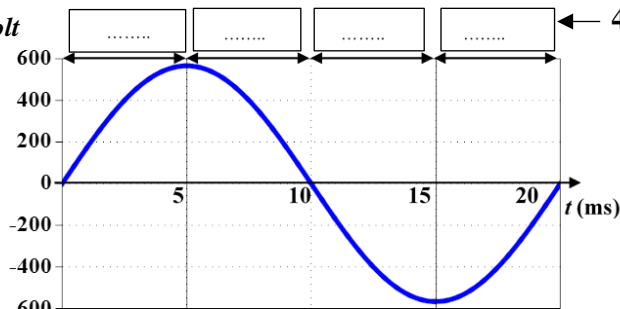
*Question : 18.* [1 pt]

*Question : 19.* [2 pts]

*Question : 20.* [2 pts]

*Question : 21.* [3 pts]

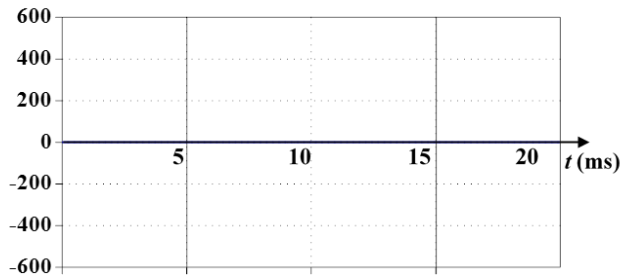
$u(t)$  en Volt



← 4 zones à compléter par :

- Th1,
- Th2,
- Th1 et Th2
- ou Aucun

$v_1(t)$  en Volt



*Question : 22.* [2 pts]

Question : 23. [2 pts]

Question : 24. [2 pts]

Question : 25. [2 pts]

Question : 26. [2 pts]

Question : 27. [2 pts]

SEV 3 : Etude de la chaîne d'information.

Question : 28. [2 pts]

Question : 29. [1 pt]

Question : 30. [1 pt]

Question : 31. [1 pt]

Question : 32. [1 pt]

Question : 33. [1 pt]

Question : 34. [4 pts]

Question : 35. [2 pts]

Question : 36. [3 pts]

Question : 37. [1 pt]

Question : 38. [2 pts]

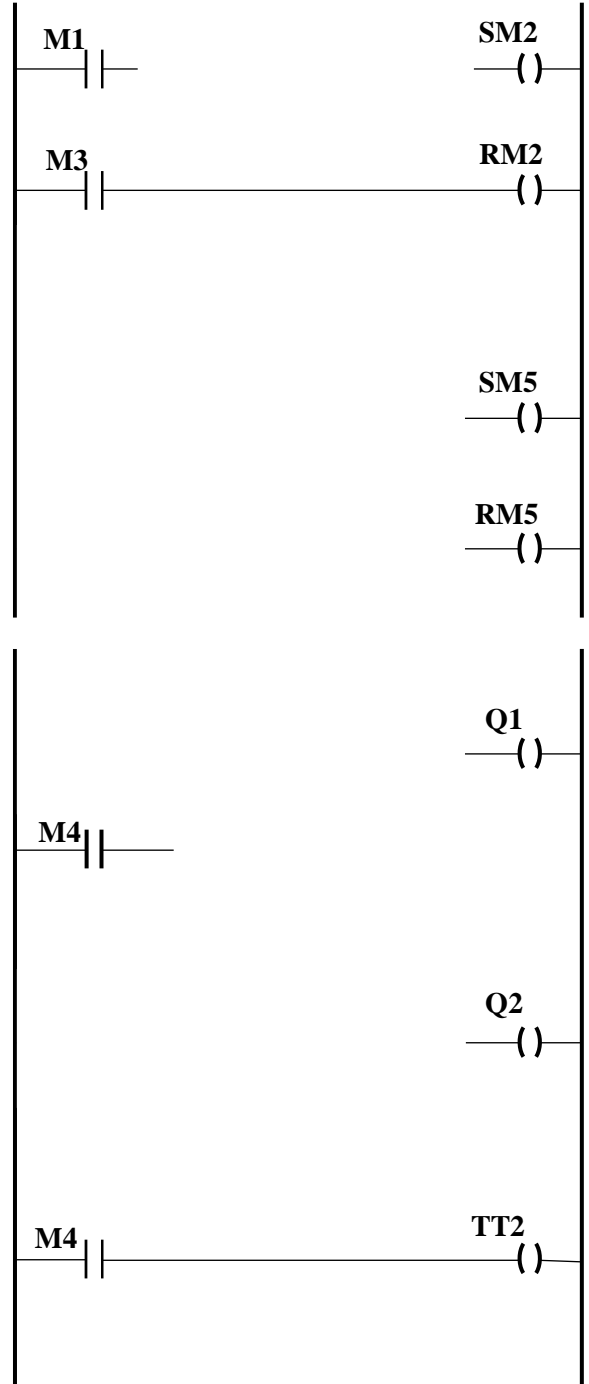
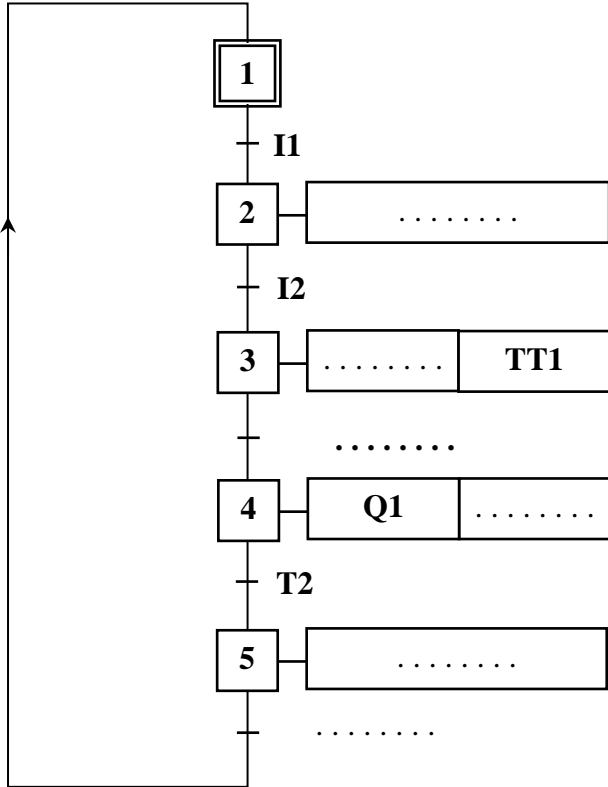
Question : 39. [1 pt]

Question : 40. [2 pts]

Question : 41. [2 pts]

Question : 42. [3 pts]

Question : 43 [3 pts]



**Rappel :**

À chaque temporisateur sont associés 2 bobines (TTx et RTx) et un contact Tx :

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