

SOMMAIRE

| | |
|--|----|
| Introduction Générale | 5 |
| Présentation de l'entreprise | 6 |
| Introduction | 7 |
| 1. Présentation de la Société..... | 7 |
| 1.1. Données générales de la société..... | 7 |
| 1.2. Moyens humains et matériels | 7 |
| 2. Taches réalisées au cour du stage..... | 8 |
| 2.1. Réalisation d'un interface personnalisé pour le logiciel Mach3 | 8 |
| 2.2. Configuration des ordinateurs livré au clients | 9 |
| 2.3. Conception et réalisation du système électrique d'une machine de thermofromage : | 9 |
| Conclusion..... | 9 |
| Etude bibliographique et cahier de charge | 10 |
| Introduction | 11 |
| 1. Etude bibliographique | 11 |
| 1.1. Définition..... | 11 |
| 1.2. Avantages et contraintes | 11 |
| 1.3. Fonctionnement | 12 |
| 2. Cahier de charge..... | 13 |
| 2.1. Présentation du projet : | 13 |
| 2.2. Méthodologie de travail | 13 |
| Conclusion..... | 13 |
| Etude fonctionnelle | 14 |
| Introduction | 15 |
| 1. Modélisation A-0 du système..... | 15 |
| 2. Méthode APTE..... | 16 |

| | |
|--|----|
| 3. Validation du besoin..... | 17 |
| 4. Diagramme de pieuvre | 17 |
| 5. Diagramme FAST de la solution obtenue | 18 |
| 5.1. Vote pondéré..... | 20 |
| 5.2. Explication des choix..... | 21 |
| Conclusion..... | 26 |
| Conception et réalisation..... | 27 |
| Introduction : | 28 |
| 1. Conception..... | 28 |
| 1.1. schémas électrique | 28 |
| 1.2. Description des différents composants utilisés..... | 28 |
| 1.3. Programmation | 34 |
| 2. La réalisation | 36 |
| Conclusion Générale | 38 |
| Annexes..... | 39 |

Liste des figures

| | |
|--|----|
| Figure 1 CNC premium ST | 7 |
| Figure 2 Interface Réalisée | 8 |
| Figure 3 Principe de thermoformage | 12 |
| Figure 4 Modélisation A-0 | 15 |
| Figure 5 Bête à cornes | 16 |
| Figure 6 4. Diagramme de pieuvre | 17 |
| Figure 7 Diagramme FAST..... | 19 |
| Figure 8 thermorégulateur | 21 |
| Figure 9 Arduino-Uno | 21 |
| Figure 10 Automate SIEMENS | 21 |
| Figure 11 LCD 20x4 | 22 |
| Figure 12 LCD 16x2 | 22 |
| Figure 13 LCD 20x4 avec i2c | 22 |
| Figure 14 Boutons..... | 23 |
| Figure 15 Rotary Encoder | 23 |
| Figure 16 Sonde NTC | 24 |
| Figure 17 Sonde type K avec thermocouple | 24 |
| Figure 18 Résistance 500w | 25 |
| Figure 19 SSR | 26 |
| Figure 20 Module 2 relais | 26 |
| Figure 21 conception sous ISIS | 28 |
| Figure 22 LCD keypad shield | 29 |
| Figure 23 RepRap Discount 2004..... | 29 |
| Figure 24 Shéma du câblage..... | 30 |
| Figure 25 Principe de fonctionnement | 30 |
| Figure 26 Variation selon les paramètres..... | 31 |
| Figure 27 schéma de câblage de la sonde NTC..... | 32 |
| Figure 28 schéma de câblage de la sonde K | 32 |
| Figure 29 Câblage de l'électrovanne | 33 |
| Figure 30 principe de fonctionneent | 33 |
| Figure 31 Capteur de température..... | 34 |

| | |
|--|----|
| Figure 32 Capteur de pression..... | 34 |
| Figure 33 Cycle de fonctionnement..... | 34 |
| Figure 34 Structure du menu..... | 35 |
| Figure 35 Squelette interieure de la machine | 36 |
| Figure 36 Déffirents composants testés..... | 36 |
| Figure 37 Test du fonctionnement | 36 |
| Figure 38 Menu..... | 36 |
| Figure 39 Assemblage final | 37 |
| Figure 40 Four de test..... | 37 |
| Figure 41 Assemblage final LCD..... | 37 |

Introduction Générale

Le développement économique mondial actuel a créé un environnement très dynamique, où les technologies dans tous les domaines sont devenues de plus en plus avancées, par rapport à quelques années seulement auparavant. Devant ce fait, et, ayant à faire face aussi à un client qui devient de plus en plus exigeant, les industriels ne cessent de veiller à pousser leur productivité tout en gardant un haut niveau de qualité.

Le secteur des machines à commande numérique est l'un des secteurs les plus sollicité par les contraintes de la concurrence. La société ENERGIE, étant un bureau d'ingénierie qui produit des machines à commandes numérique et fabrique aussi des différentes machines sur commande, cherche à ce qu'il soit toujours à la hauteur de sa réputation.

Dans ce même contexte, la société ENERGIE envisage à travers le présent projet de concevoir et réaliser une machine de thermoformage par injection, pour l'un de ces clients.

La tâche principale de mon stage était de concevoir et réaliser le système électrique de cette machine, en se basant sur les exigences du client.

Ainsi, le présent rapport est scindé en quatre chapitres. Le premier s'intéresse à la présentation de l'entreprise et la description des différentes tâches réalisées au cours du stage. Le second chapitre va contenir une brève étude bibliographique et nous allons définir dans le quel notre cahier de charge, dans le troisième chapitre nous allons faire l'étude fonctionnelle le quatrième chapitre sera consacré à la conception et la réalisation pratique.

Chapitre I

Présentation de l'entreprise

Introduction

Dans ce chapitre, nous allons présenter la société dans laquelle s'est déroulé notre projet. Nous identifions, dans un premier lieu, le profil de la société ainsi que ses activités et nous illustrons son organigramme. En deuxième lieu nous mentionnons les principales tâches réalisées au cours du stage.

1. Présentation de la Société

1.1. Données générales de la société

ENERGIE est un bureau d'ingénierie fabriquant principalement des machines à commande numérique de haute qualité, et fabrique aussi des machines spécifiques selon les besoins de ces clients.

1.2. Moyens humains et matériels

ENERGIE est une société start-up ambitieuse fondée en 2013 par son directeur Mr. Malek Mefteh, son effectif comporte deux ingénieurs, l'atelier contient, une perceuse colonne, une fraiseuse numérique, une scie électrique pour le découpage de l'aluminium.



Figure 1 CNC premium ST

2. Taches réalisées au cour du stage

2.1. Réalisation d'un interface personnalisé pour le logiciel Mach3

Mach3 permet de transformer un PC Windows en commande numérique. Il génère les signaux nécessaires à la commande de moteurs par pas et direction (Step/Dir ou Clock/Dir) et utilise le port parallèle du PC pour les transmettre à l'électronique de commande.

Développé au départ pour les amateurs avertis, Mach3 a rapidement séduit les utilisateurs professionnels. De part le monde, un nombre croissant d'ateliers travaillent avec des commandes numériques Mach3.

L'utilisation du logiciel Mach3 nécessite un minimum de connaissance en informatique, et peut être parfois difficile pour certains clients. Pour cela, nous avons réalisé une interface utilisateur personnalisée et simplifiée pour assurer une utilisation aisée pour tous les clients.

Cette interface illustrée dans la figure 2 a été réalisée à l'aide du logiciel MachScreen.



Figure 2 Interface Réalisée

2.2. Configuration des ordinateurs livré au clients

Les ordinateurs livré au clients pour commander les machines sont configuré sur le système d'exploitation WINDOWS XP, au cour du temps l'ordinateur risque d'être infecté par les virus , pour limiter ce risque nous avons pensé a installer WINDOWS 7 EMBEDDED sur ces ordinateurs , et les configurer d'une facon que seul le logiciel Mach3 s'exécute au démarrage.

2.3. Conception et réalisation du système électrique d'une machine de thermofromage :

Un clien de la societ  ENERGIE , travaillant dans le domaine des prothèses dentaires, a demandé de lui fabriquer une machine qui fait le thermoformage des platres dentaires .

D'où découle la tache principale de mon stage qui consiste a concevoir et réaliser le système électrique de la machine.

Conclusion

Au cour de ce chapitre nous avons fait une bri ve présentation de l'entreprise d'accueil en premier lieu , ensuite nous avons présenté le différentes taches réalisées au cour de notre stage, en finissant par la tache principale , d'où découle le chapitre suivant qui sera consacré a l'étude bibliographique et au cahier de charge de notre projet.

Chapitre II

Etude bibliographique et cahier de charge

Introduction

Dans ce chapitre nous allons faire une brève étude du thermoformage en premier lieu , ensuite nous allons définir notre cahier de charge.

1. Etude bibliographique

1.1. Définition

Le thermoformage est une technique qui consiste à prendre un matériau sous forme de plaque (verre, plastique...), à le chauffer pour le ramollir, et à profiter de cette ductilité pour le mettre en forme avec un moule. Le matériau redurcit lorsqu'il refroidit, gardant cette forme.

1.2. Avantages et contraintes

L'un des principaux avantages du thermoformage est la relative rapidité à lancer une production par rapport à d'autres procédés tel que l'injection. En effet la conception et la réalisation des outillages étant plus simple, la fabrication d'une pièce en plus ou moins grande série en quelques semaines s'en trouve grandement facilitée.

Par ailleurs, ces équipements relativement plus simples sont également moins coûteux à réaliser.

Il en découle que le thermoformage est un procédé très intéressant que ce soit pour de petites, de moyennes ou de grandes séries ; il est particulièrement compétitif par rapport aux autres procédés pour les petites séries.

La grande difficulté du thermoformage réside dans le fait qu'il n'est pas évident de prévoir l'étalement de la matière sur le moule (création de plis, de marques de figeage, variations d'épaisseurs), contrairement à l'injection dont les paramètres sont moins aléatoires. Il revient au concepteur de prévoir les éventuels désagréments, le respect de la géométrie et de faciliter la réalisation de la pièce.

1.3. Fonctionnement

Le thermoformage est basé sur le phénomène de transition vitreuse des thermoplastiques. En effet, leur température de transition vitreuse passée, les thermoplastiques sont à l'état caoutchoutique, il devient alors facile de leur donner une nouvelle forme.

Une fois la température descendu en dessous de la transition vitreuse, le polymère retourne à l'état solide (vitreux).

Le thermoformage se déroule selon les phases suivantes (figure 3) :

Chauffage de la matière .

Retrait des chauffes puis élévation du moule .

Mise en forme de la matière sur le moule (par le vide, sous pression...) .

Refroidissement (la pièce reste sur le moule) .

Démoulage et évacuation de la pièce.

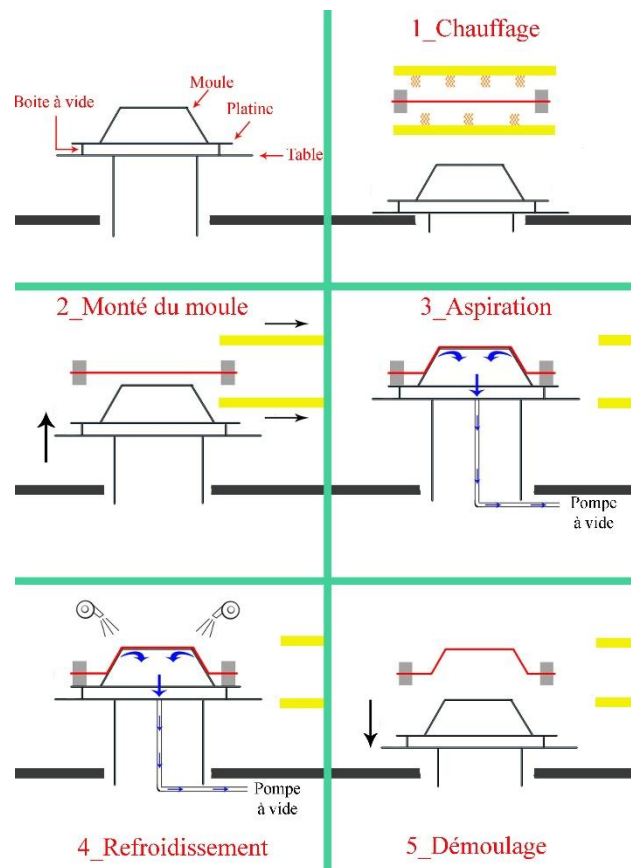


Figure 3 Principe de thermoformage

2. Cahier de charge

2.1. Présentation du projet :

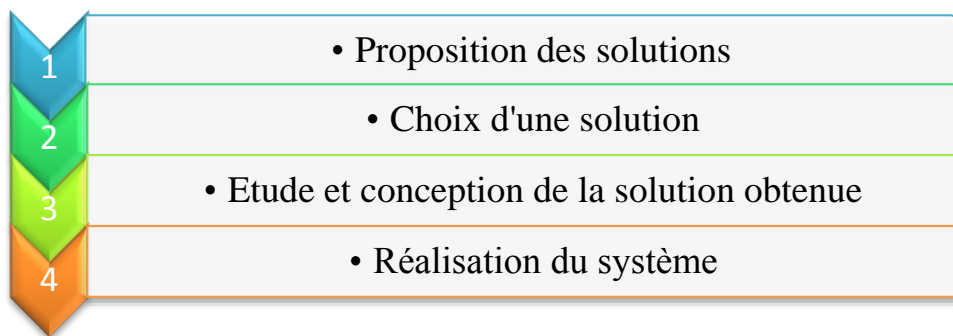
Il s'agit de la conception et la réalisation d'un système électrique d'une machine de thermofromage , cette machine a pour fonction de fabriquer des protheses dentaires. La machine contient un four qui sera chauffé en premier lieu selon le type de matière utilisée , puis après avoir atteint la température souhaité , un message de notification sera affiché a l'utilisateur pour insérer la cartouche qui sera chauffé aussi , puis un vérin va pousser la cartouche contre la moule , lui permettant ainsi de prendre la forme souhaitée.

Après le formage , un temps de maitien est nécessaire pour que la cartouche refroidi et prend la forme , ensuite le vérin revien a la position du repos , et cartouche peut etre ainsi retérée.

2.2. Méthodologie de travail

Ce projet sera développé tout en respectant nos objectifs et en essayant de l'achever dans les délais .Pour cela, nous allons planifier les tâches à exécuter au cours de ce projet et analyser périodiquement son avancement avec notre encadreur.

La répartition des parties de projet est présentée par la figure ci-dessous:



Conclusion

Au cours de ce chapitre, nous avons fait une breve étude bibliographique a propos le thermofromage , ensuite nous avons définit notre cahier de charge.

Chapitre III

Etude fonctionnelle

Introduction

Nous visons dans ce chapitre à étudier le projet d'une manière systématique en analysant les besoins ainsi que le fonctionnement détaillé du système dans le but de satisfaire les fonctions de service. Ceci permettra par la suite, en utilisant les outils d'aides à la décision, de choisir la solution la mieux adaptée au cahier des charges fonctionnel.

Il existe plusieurs outils d'analyse fonctionnelle permettant d'effectuer une étude bien détaillée du projet en définissant les besoins et les solutions technologiques nécessaires.

1. Modélisation A-0 du système

La machine de thermofromage a pour but de fabriquer des protheses dentaires a partir des cartouches de flexible. La figure 4 illustre la modélisation A-0

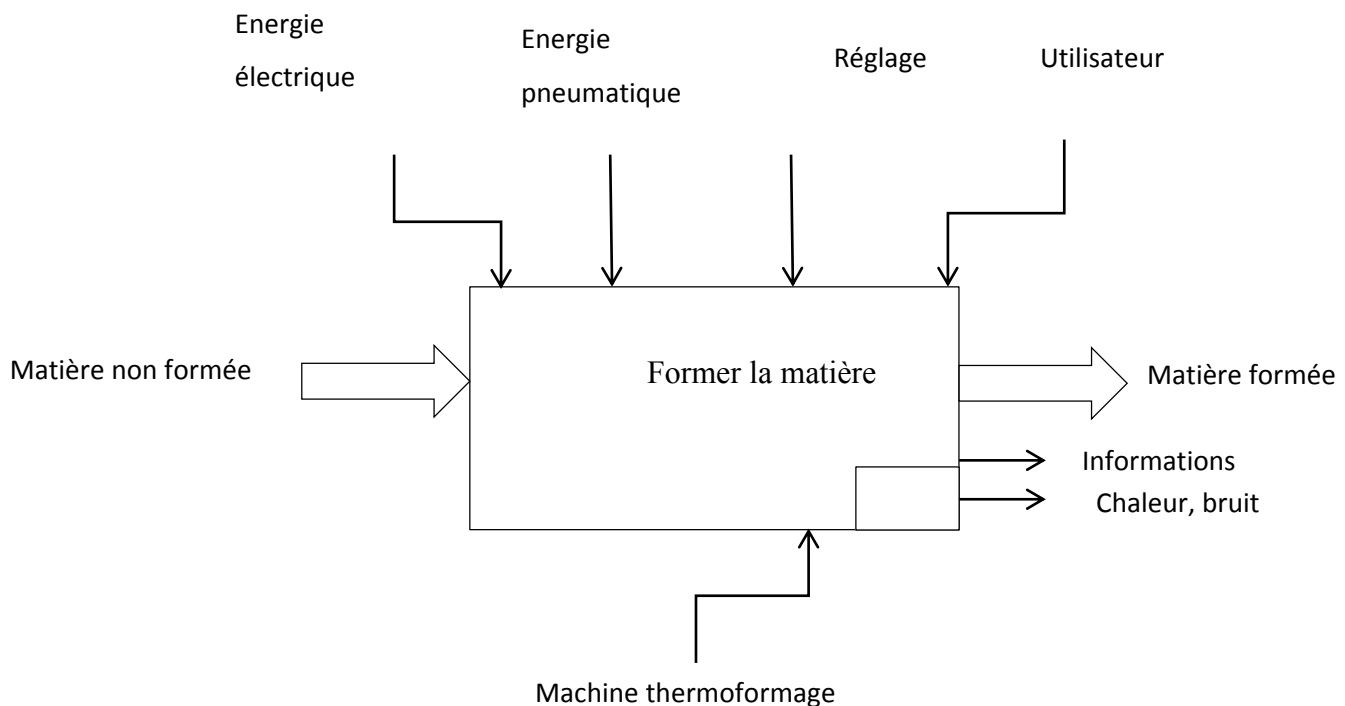


Figure 4 Modélisation A-0

2. Méthode APTE

L'APTE (figure 5) est une méthode d'analyse de la valeur pour la conduite de projet d'innovation et d'optimisation. Il s'agit d'exprimer les buts du système en posant les trois questions suivantes :

- A qui (A quoi) le produit rend-t-il service ?
- Sur qui (sur quoi) le produit agit-il ?
- Dans quel but ?

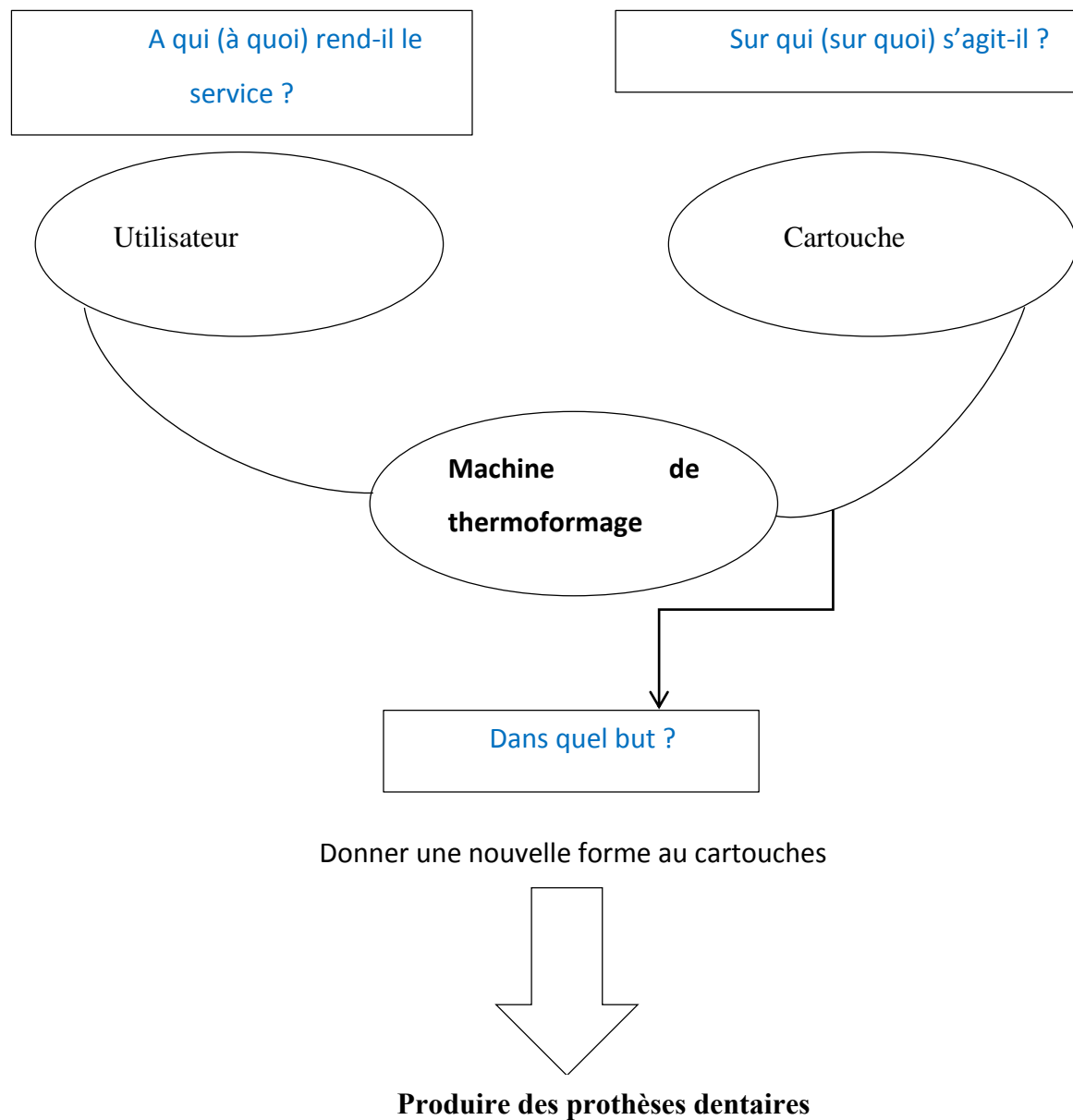


Figure 5 Bête à cornes

3. Validation du besoin

Après avoir déterminé le besoin que le produit doit satisfaire, il faut valider l'expression du besoin en posant trois questions complémentaires :

☐ Pourquoi le produit existe-t-il?

o Pour fabriquer des prothèses dentaires.

☐ Qu'est ce qui pourrait faire évoluer le besoin ?

o Le besoin donne une idée de conception de machine qu'elle peut réaliser cette tâche avec le minimum d'effort.

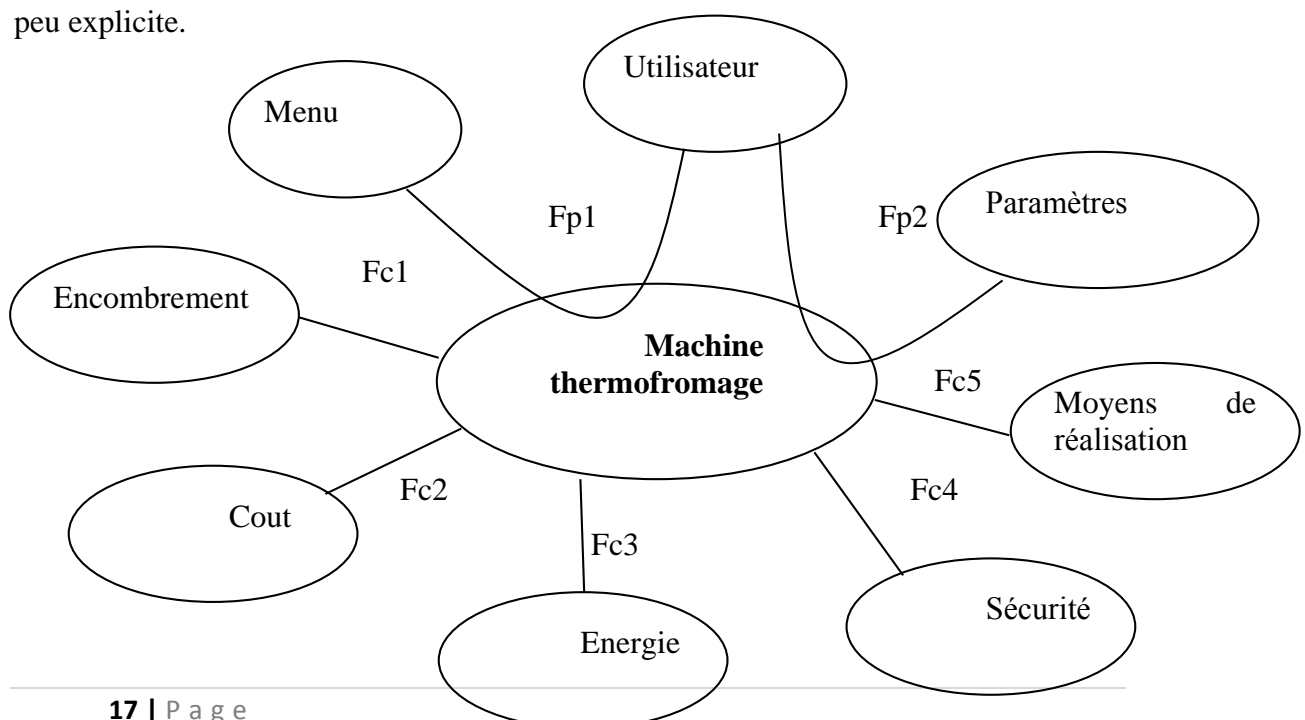
☐ Qu'est ce qui pourrait faire disparaître le besoin ?

o l'absence de demande sur les prothèses.

Le besoin est validé, vu la grande nécessité de cette activité et la continuité de service.

4. Diagramme de pieuvre

Il est important que la formulation de la fonction soit indépendante des solutions susceptibles à être réalisées, on utilise alors l'outil de la « pieuvre » ,figure 6 ,car il se présente comme un excellent outil de représentation des fonctions et de leurs relations avec l'objet étudié. Son avantage principal est de présenter synthétiquement et de manière conviviale ce que la littérature décrirait dans un document très long et peu explicite.



Formulation des fonctions de services

FP1 : Permettre à l'utilisateur d'interagir avec le menu

FP2 : Permettre à l'utilisateur de modifier les paramètres de la machines selon ces besoins

FC1 : Etre à encombrement réduit.

FC2 : Etre à prix raisonnable.

FC3 : S'adapter avec la source d'énergie.

FC4 : Respecter les normes de sécurité en rigueur.

FC5 : S'adapter aux moyens de réalisation disponibles.

5. Diagramme FAST de la solution obtenue

Pour valider les solutions d'une façon qui répond aux besoins du projet, il est nécessaire de procéder à une recherche progressive et descendante des fonctions techniques .L'outil permettant de réaliser et de visualiser cet enchaînement s'appelle le F.A.S.T, traduit en français par Technique d'Analyse Fonctionnelle et Systématique, en répondant aux questions POURQUOI et COMMENT. Le dernier niveau fait apparaître des fonctions élémentaires auxquelles on associe des solutions techniques.la figure 7 illustre le diagramme FAST.

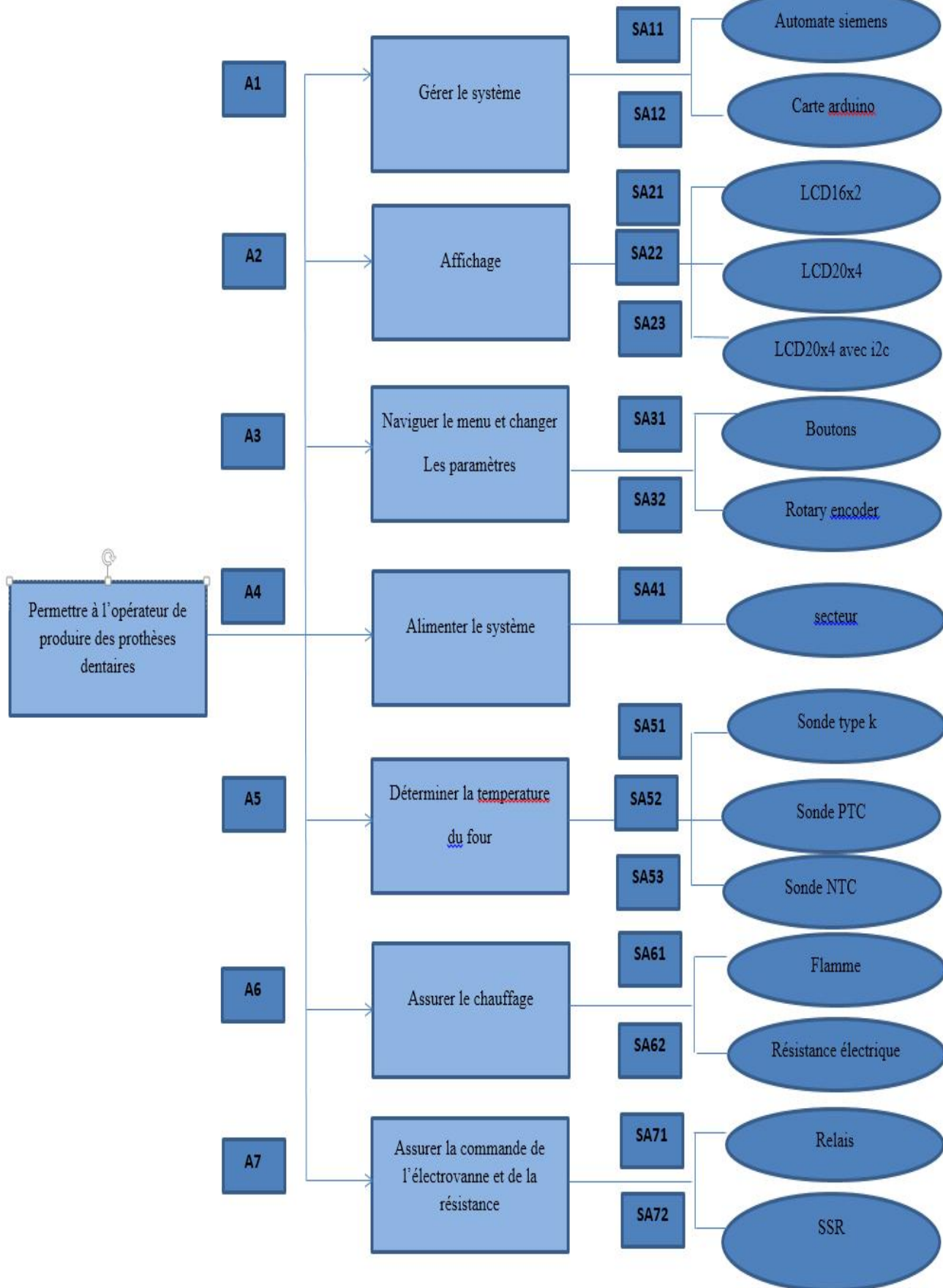
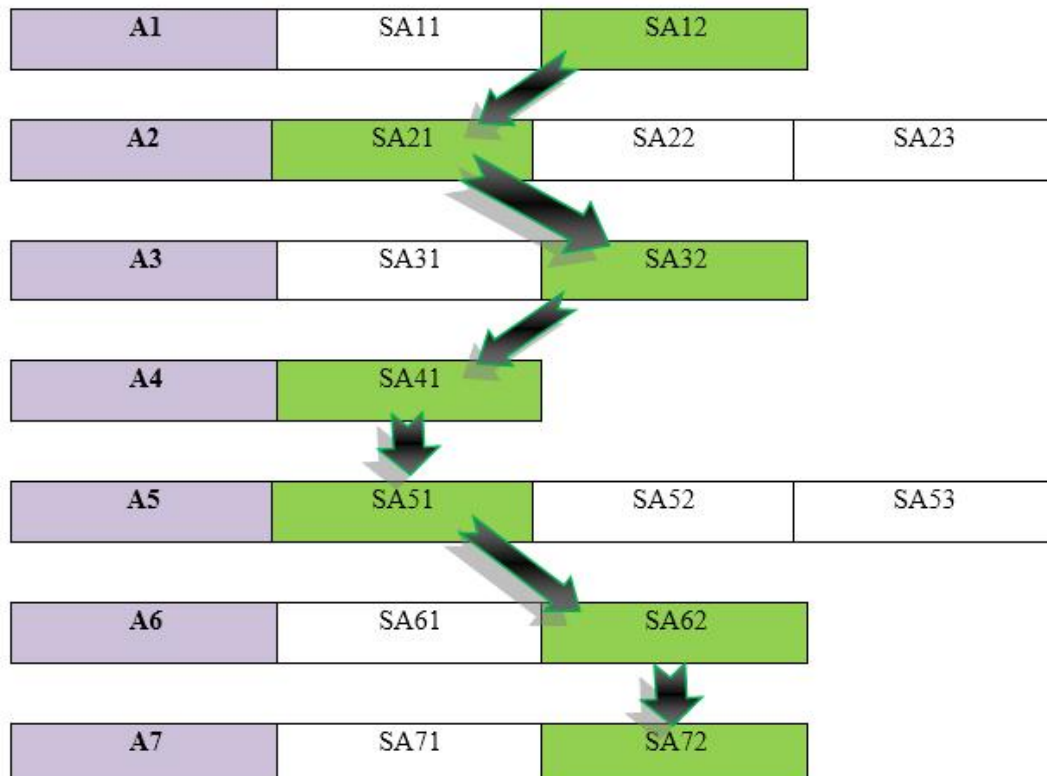


Figure 7 Diagramme FAST

5.1. Vote pondéré

D'après le diagramme FAST on effectue un vote pondéré des solutions à retenir pour la conception, on note que le vote s'est effectué pour répondre aux critères suivants :

- Les moyens de réalisation.
- Le coût de réalisation.
- Les éléments standards.



La solution retenue est : SA12 + SA21 + SA32 + SA41 + SA51 + SA62 + SA72

Le vote est effectué après beaucoup d'essais pratiques pour déterminer le meilleur composant à utiliser.

Ce vote est basé sur le principe de choisir l'élément qui donne un meilleur résultat, et qui a le prix le plus raisonnable.

5.2. Explication des choix

✓ Choix A1 :

| | | |
|----|------|------|
| A1 | SA11 | SA12 |
|----|------|------|

On a choisi d'utiliser une carte Arduino pour gérer le système au lieu d'une automate siemens pour les raisons suivantes

- Le cout élevé de l'automate.
- La facilité de programmation de la carte Arduino et la possibilité de créer un menu interactif, ainsi que la large gamme de matériel disponible.
- Au cas où on va utiliser une automate on doit utiliser un thermorégulateur pour gérer le chauffage du four, le prix de ce dernier est aussi élevé. Les figures suivantes illustrent les différents composants.



Figure 9 Arduino-Uno



Figure 8 Thermorégulateur



Figure 10 Automate SIEMENS

✓ **Choix A2 :**

| | | | |
|-----------|-------------|------|------|
| A2 | SA21 | SA22 | SA23 |
|-----------|-------------|------|------|

On a choisi d'utiliser un afficheur LCD 20x4 car il nous permet facilement d'afficher le menu et les différentes informations concernant la machine.

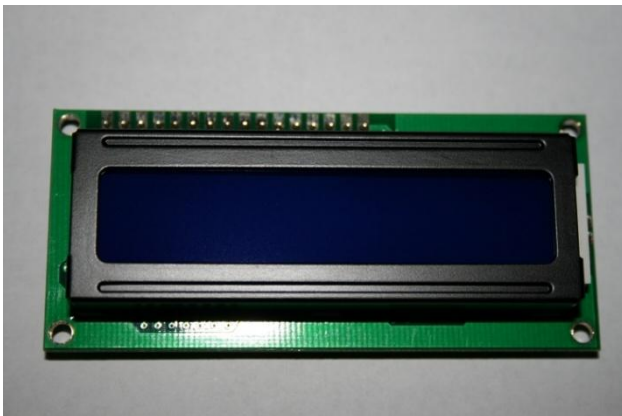


Figure 12 LCD 16x2

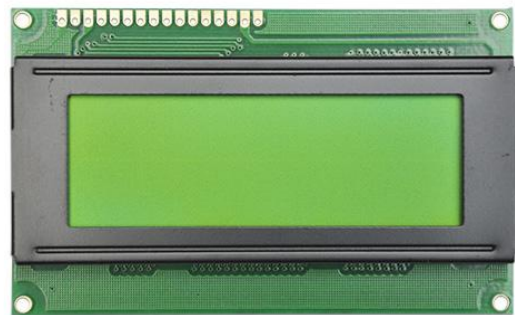


Figure 11 LCD 20x4



Figure 13 LCD 20x4 avec i2c

✓ **Choix A3 :**

| | | |
|----|------|------|
| A3 | SA31 | SA32 |
|----|------|------|

On a choisi d'utiliser un Rotary Encoder pour naviguer le menu pour les raisons suivantes

- L'utilisation facile et pratique du Rotary Encoder par rapport aux boutons.
- Le rotary encoder est plus présentable et plus attrayant que les boutons.



Figure 14 Boutons

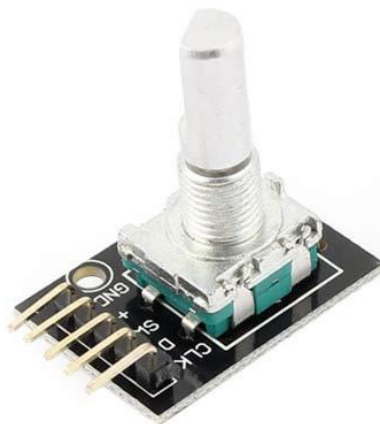


Figure 15 Rotary Encoder

✓ **Choix A4 :**

| | |
|-----------|-------------|
| A4 | SA41 |
|-----------|-------------|

On a choisi le secteur comme une source d'alimentation car les différents composants de puissance, nécessitent une alimentation de 220v, pour la partie commande on a assuré l'alimentation à travers un transformateur 220v/5v.

✓ **Choix A5 :**

| | | | |
|-----------|-------------|-------------|-------------|
| A5 | SA51 | SA52 | SA53 |
|-----------|-------------|-------------|-------------|

On a choisi d'utiliser une sonde de type k pour les raisons suivantes

- La sonde de type k (figure 17) donne une lecture de température plus précise et peut atteindre 1000°C, mais cette dernière doit être couplée avec un thermocouple pour pouvoir interagir avec la carte arduino.
- La sonde PTC et NTC (figure 16) ont un temps de réponse lent et donnent des lectures parfois non précises.



Figure 16 Sonde NTC



Figure 17 Sonde type K avec thermocouple

✓ **Choix A6 :**

| | | |
|----|------|------|
| A6 | SA61 | SA62 |
|----|------|------|

On a choisi d'assurer le chauffage du four avec une résistance électrique, car cette dernière peut être facilement commandée, et plus facile à utiliser que la flamme.



Figure 18 Résistance 500w

✓ **Choix A7 :**

| | | |
|-----------|------|------|
| A7 | SA71 | SA72 |
|-----------|------|------|

On a choisi d'utiliser les SSR pour commander la partie puissance de notre système pour les raisons suivant :

- Les SSR sont plus robustes et plus précis que les relais.
- Le SSR peut être commandé par le PWM, on a besoin de cette caractéristique pour commander la résistance chauffante.
- L'utilisation des relais avec l'électrovanne nous a faits des problèmes d'électromagnétisme, on a donc remplacé ces derniers par des SSR.



Figure 19 SSR



Figure 20 Module 2 relais

Conclusion

Au cours de ce chapitre nous avons effectué une étude systématique du système en se basant sur l'analyse fonctionnelle et des essais pratiques dont on aura besoin dans le chapitre suivant qui sera dédié à la conception et réalisation de notre système.

Chapitre IV

Conception et réalisation

d'alimentation, un connecteur ICSP, et un bouton de reset. Il contient tout le nécessaire pour piloter le microcontrôleur, il suffit simplement le connecter à un ordinateur avec un câble USB pour l'utiliser simplement. Elle se compose essentiellement de :

- microcontrôleur : C'est un circuit intégré programmable qui traite les informations et produit des actions.
- interface USB : Elle permet de connecter la carte à l'ordinateur cela permet de programmer le microcontrôleur et d'alimenter la carte.
- les entrées sorties : Elle comporte 20 entrées/sorties , 6 analogiques qui sont numérotées d'A0 à A5, peuvent recevoir une tension variable de 0 à 5v provenant des capteurs analogiques, et 14 numériques, numérotées de 0 à 13, peuvent envoyer et recevoir des signaux numériques (0 ou 1) se traduisant par 0 ou 5v.

Nous avons utilisé la carte Arduino pour commander notre système et assurer les différentes fonctions.

1.2.2. Afficheur LCD et boutons navigation

Nous avons fait plusieurs essais pour choisir le meilleur afficheur, et on a finalement choisi le RepRap Discount 2004 qui présente un afficheur LCD 20x4 et un Rotary encoder.

Nous avons testé aussi le SaintSmart LCD keypad shield .



Figure 23 RepRap Discount 2004



Figure 22 LCD keypad shield

1.2.3. Procédure de chauffage

➤ Le PID

Le chauffage de notre four est assuré par la résistance, mais pour assurer la stabilité de notre système et la précision du degré de température atteint, notre système est commandé par un régulateur PID, pour assurer la stabilité, la vitesse, et la précision.

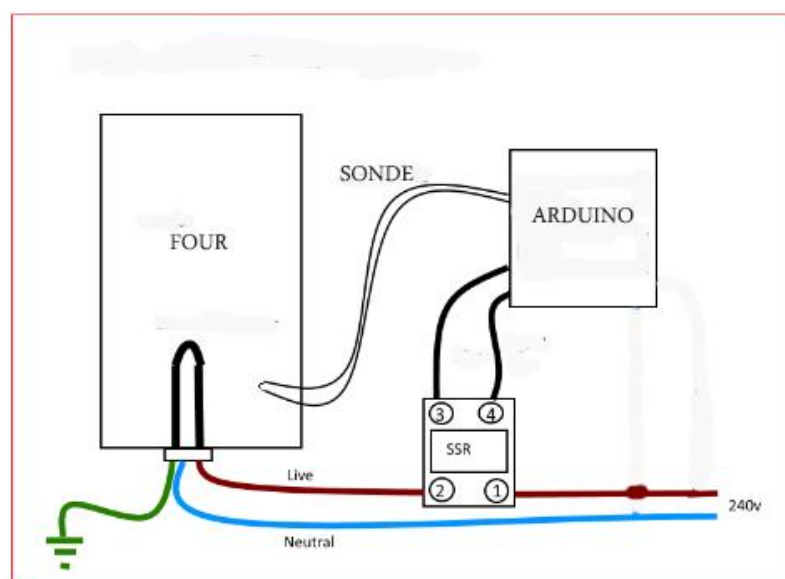


Figure 24 Schéma du câblage

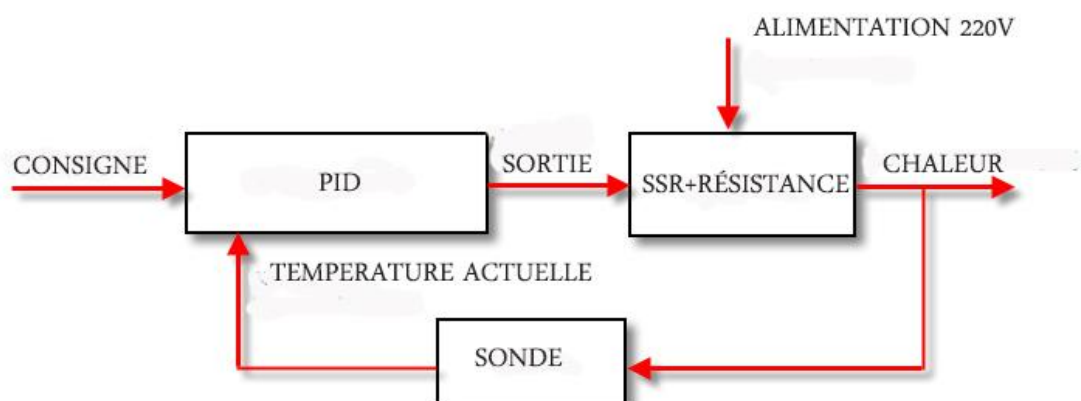


Figure 25 Principe de fonctionnement

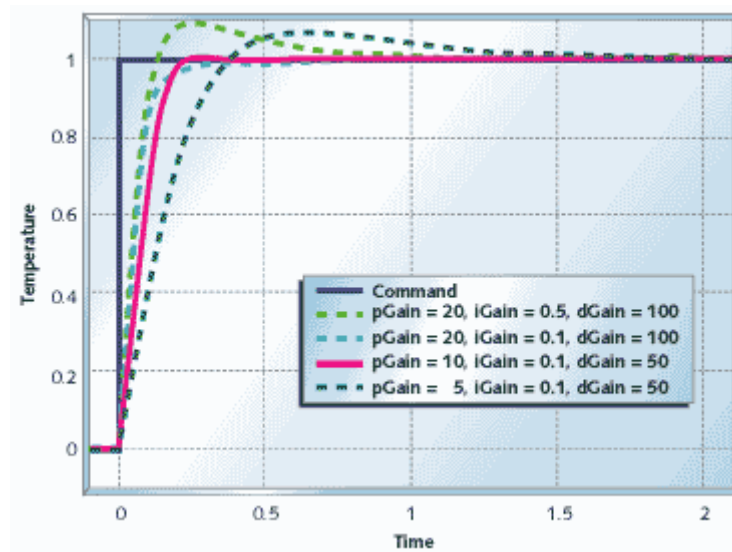


Figure 26 Variation selon les paramètres

➤ Le thermocouple type K

Les thermocouples, ou couples thermoélectriques (CTE), sont, en physique, des couples de matériaux dont l'effet Seebeck, découvert en 1821 par le physicien allemand Thomas Johann Seebeck, est utilisé pour la mesure de la température. Ils sont bon marché et permettent la mesure dans une grande gamme de températures. La principale limite est la précision obtenue. Il est relativement difficile d'obtenir des mesures avec une incertitude inférieure à 0,1 °C.

Au début nous avons utilisé une sonde NTC pour mesurer la température de notre four mais les valeurs affichées n'étaient pas aussi précises et la température maximale mesurée ne convient pas pour notre besoin alors on l'a changé par une sonde de type k utilisée avec le thermocouple max 6675.

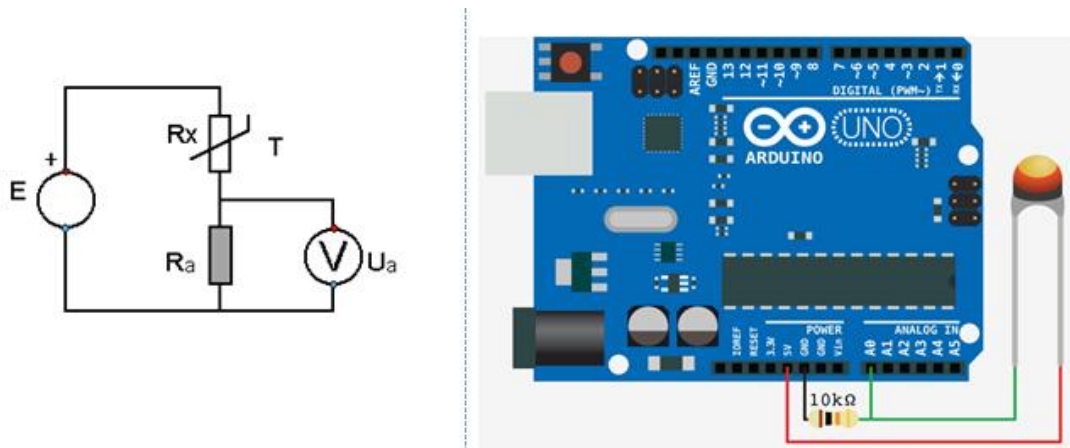


Figure 27 schéma de câblage de la sonde NTC

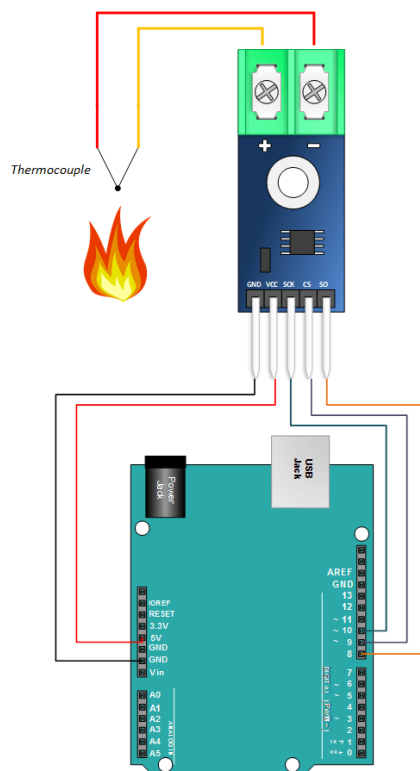


Figure 28 schéma de câblage de la sonde K

➤ Le SSR et la Résistance :

Pour assurer la commande à travers le signal PWM émis par le contrôleur PID, nous avons utilisé un SSR pour commander la résistance, qui a une puissance de 500w.

1.2.4. La commande du vérin

Pour commander le vérin qui assure l'injection de la cartouche dans la moule, nous avons utilisé une électrovanne, commandée par deux SSR.

Au début nous avons utilisé les Relay pour commander l'électrovanne, mais ces derniers ont causé un effet d'électromagnétisme qui résulte en un crash du système à cause du champ magnétique crée au bornes des bobines de l'électrovanne , alors comme solution , nous avons remplacé ses relais par des SSR.

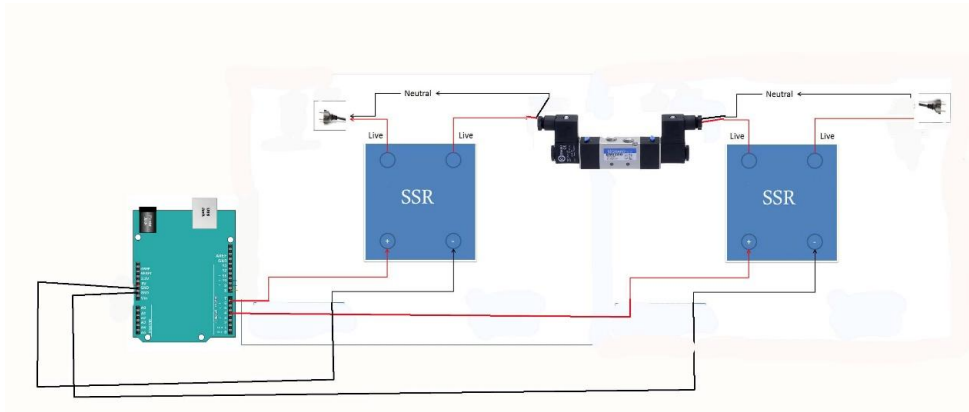


Figure 29 principe de fonctionneent

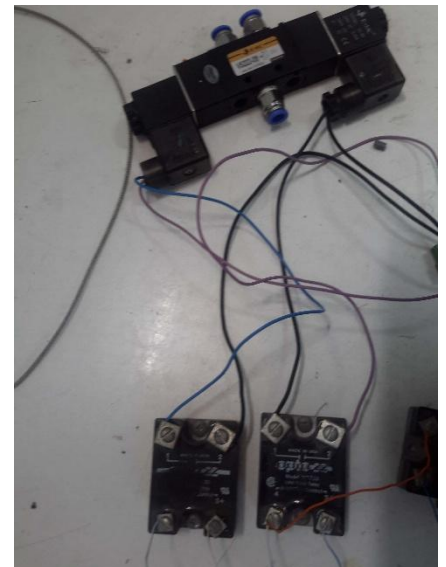


Figure 30 Câblage de l'électrovanne

1.2.5. Eléments de sécurité

Pour assurer la sécurité d'utilisation de notre machine nous avons utilisé deux capteurs, un pour la température et l'autre pour la pression .



Figure 32 Capteur de pression



Figure 31 Capteur de température

1.3. Programmation

1.3.1. Le cycle de chauffage

Nous avons utilisé l'ide de l'Arduino pour écrire le code de fonctionnement. Le cycle de fonctionnement de la machine est basé sur le principe suivant :

| |
|---------------------|
| start machine |
| CHOISIRE MATIERE |
| demarage du Cyle |
| Chaufague Machine |
| Insertion Cartouche |
| Chauffage cartouche |
| Injection |
| fin cycle |

Figure 33 Cycle de fonctionnement

1.1.1 Le Menu

Le menu permet à l'utilisateur d'interagir avec la machine et la configurer selon ces besoins.

| | | Description | LCD |
|---------|-------------------|--|--|
| 0-0 | Accueil | Message Accueil (Splash) | |
| 1-1 | Mode Utilisateur | Ce Mode permet l'utilisation de la machine par l'Operateur | |
| 1-1-1 | Choix Matière | Choisir la matière à partir d'une liste | Choix Matière (Matière Default) |
| 1-1-2 | Start Cycle | Cycle général (Chauffage → Insertion Cartouche → Injection) | Commencer l'Injection |
| 1-1-2-1 | Cycle Injection | Affichage des Infos Pour Cycle D'injection | Température : 125 °C Durée restante : 3 Min Statut : Chauffage Machine |
| 2-2 | Mode Admin | Ce mode permet la configuration de la machine | |
| 2-2-1 | Ajout Matière | Permet l'ajout d'une nouvelle matière avec durée de chauffage, Température et désignation comme paramètres | Désignation : XXXXXXXX Température : XXX °C durée : XXX Min |
| 2-2-2 | Modifier Matière | Permet la modification des paramètres des matières existantes | Afficher la liste des matières |
| 2-2-2-1 | | Afficher la liste des matières | Désignation : XXXXXXXX Température : XXX °C durée : XXX Min |
| 2-2-3 | Supprimer matière | Permet la suppression d'une ou plusieurs matières | Afficher la liste des matières |

Figure 34 Structure du menu

1.3.2. Les bibliothèques utilisées

Nous avons utilisé plusieurs bibliothèques qui nous ont facilité la tâche de programmation ces bibliothèques sont

- LiquidCrystal.h bibliothèque de l'afficheur LCD
- PID.h bibliothèque du régulateur pid
- Max6675.h bibliothèque du thermocouple

2. La réalisation

La réalisation de notre système a pris un temps considérable, et a subi de nombreuses modification sur le système pour aboutir à la fin a un résultat optimal.

De nombreux essais sont fait pour s'assurer que le système fonctionne correctement .

Les figures suivantes illustrent les différentes étapes de la réalisation pratique



Figure 35 Squelette intérieure de la machine



Figure 36 Différents composants testés



Figure 37 Test du fonctionnement



Figure 38 Menu

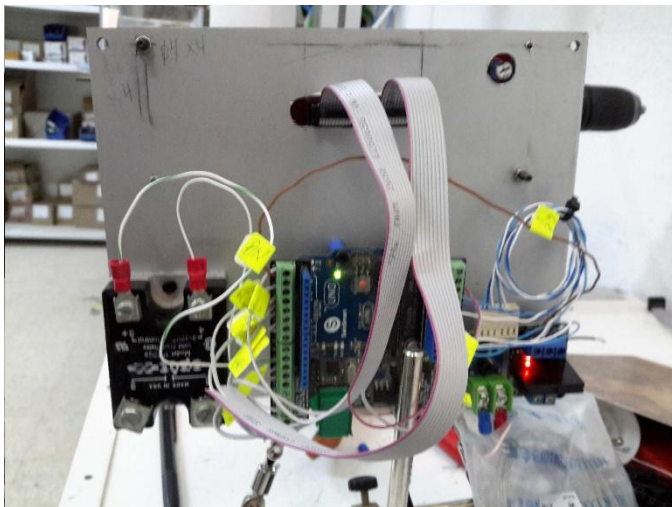


Figure 39 Assemblage final

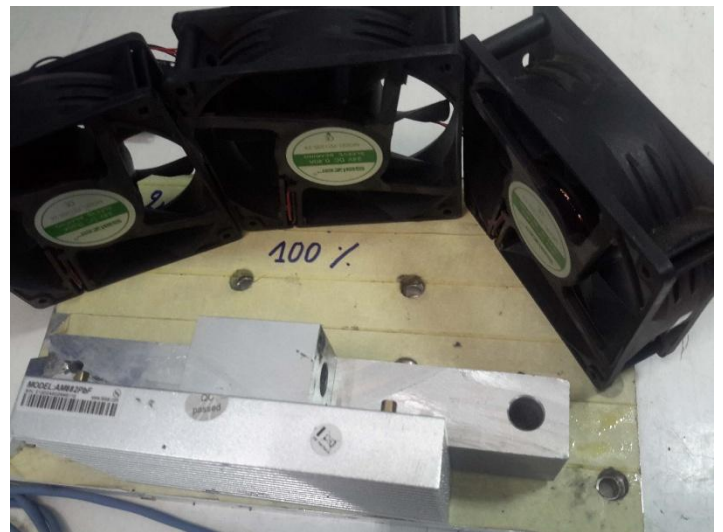


Figure 40 Four de test



Figure 41 Assemblage final LCD

Conclusion Générale

Dans le contexte industriel actuel, toute entreprise tend à déterminer ses besoins en machines de production dans le but de satisfaire ses clients en partant du constat que tout client cherche pour un achat le coût, la qualité et le délai. En particulier, l'entreprise **ENERGIE**, essaye d'amasser son savoir-faire pour répondre aux nécessités de son secteur d'activité. C'est dans cet esprit que s'est effectué, ce projet de stage d'été.

Au premier lieu on a réalisé une recherche bibliographique qui nous a été un support sur lequel on a proposé des solutions technologiques pour le procédé de thermoformage. En second lieu, nous avons commencé par la réalisation de l'analyse fonctionnelle qui nous a permis de bien étudier la machine dans son environnement et de définir les choix techniques nécessaires pour la conception.

Ensuite nous avons fait une conception de notre système et nous avons choisi les composants les plus convenables à utiliser en se basant sur plusieurs essais pratiques.

Nous avons passé par la suite à la réalisation de notre système, qui finalement a donné les résultats souhaités.

Enfin, nous ne pouvons pas terminer ce rapport sans mentionner que ce stage a été très bénéfique à ma formation et m'a permis de bien assimiler beaucoup de termes pratiques et théoriques.

Annexes

Annexe 1 Thermocouple DATASHEET

19-252015; Rev 1; 3/02

MAXIM

Cold-Junction-Compensated K-Thermocouple-to-Digital Converter (0°C to +1024°C)

General Description

The MAX6675 performs cold-junction compensation and digitizes the signal from a type-K thermocouple. The data is output in a 12-bit resolution, SPI™-compatible, read-only format.

This converter resolves temperatures to 0.25°C, allows readings as high as +1024°C, and exhibits thermocouple accuracy of 8LSBs for temperatures ranging from 0°C to +700°C.

The MAX6675 is available in a small, 8-pin SO package.

Features

- † Direct Digital Conversion of Type-K Thermocouple Output
- † Cold-Junction Compensation
- † Simple SPI-Compatible Serial Interface
- † 12-Bit, 0.25°C Resolution
- † Open Thermocouple Detection

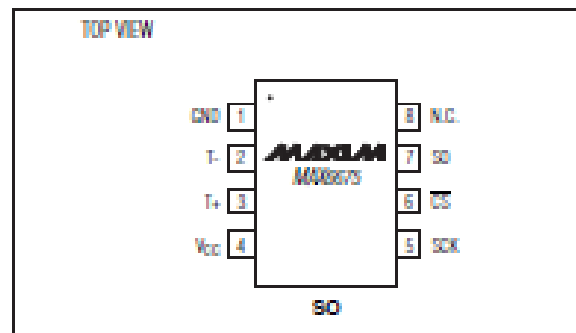
Ordering Information

| PART | TEMP RANGE | PIN-PACKAGE |
|------------|----------------|-------------|
| MAX6675ISA | -20°C to +85°C | 8 SO |

Applications

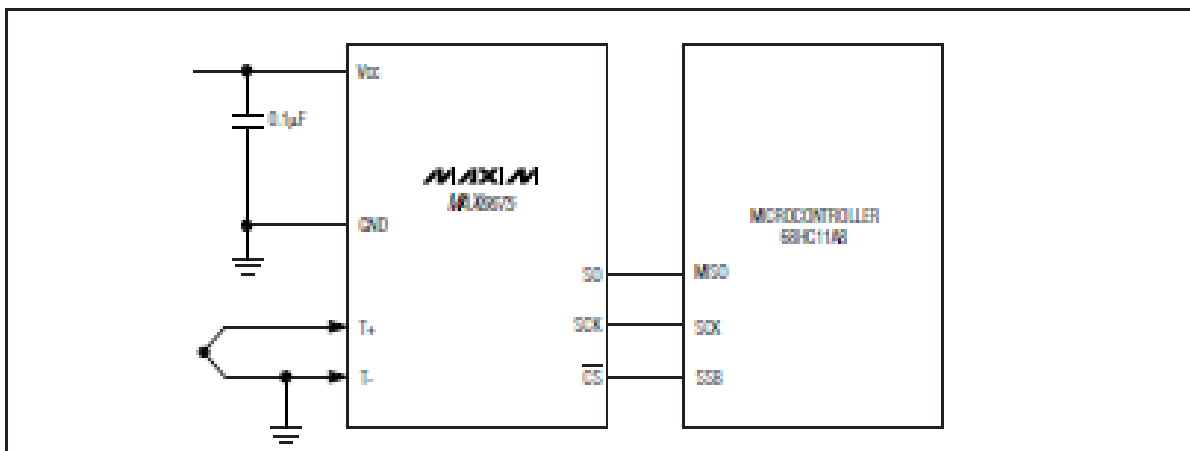
Industrial
Appliances
HVAC
Automotive

Pin Configuration



SPI is a trademark of Motorola, Inc.

Typical Application Circuit



MAXIM

Maxim Integrated Products 1

For pricing, delivery, and ordering information, please contact MaxInvDallas Direct! at 1-888-629-4642, or visit Maxim's website at www.maxim-ic.com.

MAX6675

Annexe 2 RepRapDISCOUNT2004 DATASHEET