

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de L'Enseignement Supérieur et de la A Recherche Scientifique

Université Mouloud Mammeri De Tizi-Ouzou



Faculté De Génie Electrique Et D'informatique
DEPARTEMENT D'AUTOMATIQUE

Mémoire de Fin d'Etude De MASTER PROFESSIONNEL

Domaine : Science Et Technologie

Filière : Génie électrique

Spécialité : Automatique et Informatique Industrielles

Présenté par

Smail MEBTOUCHE

Said MERABET

Mémoire dirigé par M. MERABET. K et co-dirigé par Mme BOUDJEMAA. F

Thème

Etude d'Automatisation de conditionneuse sous vide COLIMATIC Thera 450 SAIDAL

Mémoire soutenu publiquement le 25 Septembre 2017 devant le jury composé de :

M. Takfarinasse CHELLI

MAA, UMMTO, Président

Mme. Fadila BOUJEMAA

MAA, UMMTO, Rapporteur

Mme. Zohra ZAABOUT

MAB, UMMTO, Examineur

REMERCIEMENTS

REMERCIEMENTS

Etant au terme de notre parcours à l'université, l'occasion nous est offerte par ce travail, d'exprimer nos sentiments de reconnaissance à toutes les personnes qui ont contribué de loin ou de près à concrétiser notre rapport.

Ainsi nous remercions le corps professionnel de la faculté de l'université de Mouloud MAMMARI de Tizi-Ouzou et à ceux du département d'automatique en particulier.

L'expression de notre profonde gratitude s'adresse plus particulièrement à notre promotrice Madame BOUJEMAA pour sa disponibilité en vue de la direction de ce mémoire. Nous la remercions très sincèrement pour sa contribution à ce travail.

Notre grande gratitude s'adresse aux membres de jurés qui ont accepté de présenter pour évaluer et participer à la conclusion de notre modeste travail.

Nos remerciements s'adressent à tous nos amis et nos familles qui nous ont accompagnés et assistés avant et pendant nos études.

MEBTOUCHE Smail et MERABET Said

Sommaire

Abréviations	1
Liste des figures et des tableaux	2
Avant-propos	5
Introduction général	9

Chapitre I : Présentation et instrumentation de la machine

Introduction	10
1. Présentaion de la machine.....	10
1.1. Données techniques	10
1.2. Description de la machine	11
1.3. Mise en marche de la machine	15
2. Principe de fonctionnement	16
2.1. Le thermoformage	16
2.2. Conditonnement sous vide	17
3. L'instrumentation de la machine	17
3.1 Les capteurs.....	18
3.2 Les actionneurs.....	23
3.3 Les Préactionneurs	27
3.4 Le thermorégulateurs	29
3.5 Le panneau de commande	30
Conclusion.....	31

Chapitre II : Automate Programmable industrielle et Langage de Programmation

Introduction	32
1. Les systèmes automatisés	32
2. Modélisation avec GRAFCET	33
3. Problématique et solution proposée	38
4. La partie Automate programmable industriel	39
4.1. Choix de l'API	40
4.2. Automate programmable industriel S7-1200	40
4.3 Structure matérielle du S7-1200.....	41
5.Choix de l'alimentation	43
6. Partie programmation	44
6.1. Totally Integrated Automation Portal	44
6.2. Création de notre projet en TIA Portal.....	47
Conclusion	50

Chapitre III : Supervision

Introduction	51
1. Généralités sur la supervision	51
1.1. La supervision	51
1.2 Avantages de la supervision.....	51
1.3 Constitution d'un système de supervision	52
2. Choix de l'interface Homme /Machine.....	53
3 Le logiciel SIMATIC WinCC	54
4.Conception d'une interface Homme - Machine	55
4.1.Les paramètres de liaison créés par le système lors de l'intégration.....	55
4.2. Créattion du projet.....	56
4.3. Les différentes vues du projet	56

Sommaire

4.4 Les alarmes	58
Conclusion.....	59
Conclusion générale	60
Références bibliographiques	61

Symboles et Abréviations

API Automate Programmable industriel

E/S Entrée / Sortie

I Entrées

Q Sorties

M Mémentos

TOR Tout ou rien

DI Entrée digitale

DO Sortie digitale

AI Entrée analogique

PS Gamme des alimentations stabilisées de Siemens.

SM Gamme des modules E/S des automates de Siemens.

CONT Le langage à base de schémas de contacts

LOG Le langage à base de logigramme.

LIST Le langage de liste d'instructions.

CPU Unité centrale de l'automate

DI Entrée TOR

DO Sortie TOR

FB Bloc de fonction

FC Fonction

HMI Human Machine Interface

OB Bloc organisationnel

PID Proportionnel Intégral Dérivé

SIMATIC Siemens Automatic

TIA Portal Totally Integrated Automation Portal

S7 STEP 7 (logiciel de programmation SIEMENS)

TIA Totally Integrated Automation

Win CC Windows Control Center

IHM Interface Homme Machine

Introduction

Du 02/04/2017 au 01/05/2017 nous avons effectué un stage au sein du groupe **SAIDAL** filiale **BIOTIC** situer au Gué du Constantine, Kouba – Alger. Au cours de ce stage on s'est intéressé à l'étude de la machine Thera 450 pour au final effectué une solution de commande automatique.

1. Présentation de groupe SAIDAL

SAIDAL est une Société par actions, au capital de 2 500 000 000 dinars algériens. 80 % du capital du Groupe SAIDAL sont détenus par l'Etat et les 20 % restants ont été cédés en 1999 par le biais de la Bourse à des investisseurs institutionnels et à des personnes physiques.

Organisé en Groupe industriel, SAIDAL a pour mission de développer, de produire et de commercialiser des produits pharmaceutiques à usage humain.

Le Groupe SAIDAL a pour objectif stratégique de consolider sa position de leader dans la production de médicaments génériques, ce faisant, à la concrétisation de la politique nationale du médicament mise en œuvre par les pouvoirs publics.

1.1. Les filiales

SAIDAL a mis en œuvre un plan de restructuration qui s'est traduit par sa transformation en groupe industriel regroupant les filiales suivantes :

- **Antibiotical** : Cette filiale située à Médéa, est dotée de toutes les installations nécessaires à la production d'antibiotiques pénicilliniques et non pénicilliniques.
- **IBERAL** : C'est une Société par actions issue d'un partenariat public/privé (SAIDAL 60%/ Flash Algérie 40%)

IBERAL Spa a pour missions principales de réaliser et d'exploiter un projet industriel de production de spécialités pharmaceutiques à usage de médecine humaine.

- **Pharmal** : Pharmal dispose de trois usines de production et d'un laboratoire de contrôle de la qualité qui assure des prestations pour ces unités ainsi que pour des clients externes.
 - **Usine Dar El Beida** : production d'une large gamme de médicaments sous plusieurs formes galéniques.

- **Usine Constantine** : elle dispose de deux ateliers spécialisés dans la production de sirops.
 - **Unité d'Insuline** : Cette unité est spécialisée dans la production d'insuline humaine à trois types d'action : rapide (Rapid), lente (Basal) et intermédiaire (Comb 25).
 - **Usine Annaba** : fabrication des formes sèches.
- **Somedial** : Située dans la zone industrielle d'Oued Smar, SOMEDIAL est le résultat d'un partenariat entre le Groupe SAIDAL, le Groupe Pharmaceutique Européen (GPE) et FINALEP. Elle dispose de trois départements : un pour la fabrication des liquides (sirops et solutions buvables), un autre pour la fabrication des formes sèches (gélules et comprimés), et un dernier pour la fabrication des produits hormonaux.
- **Biotic** : Elle dispose de quatre (04) usines de production :
- **Usine El Harrach** : Elle dispose de quatre ateliers de production : sirops, solutions, comprimés et dragées, pommades.
 - **Usine Chercell** : Elle dispose de trois ateliers de production : sirops, formes sèches (comprimés, poudre en sachets, gélules) et concentré d'hémodialyse.
 - **Usine Batna** : Elle est consacrée à la production des suppositoires.
 - **Usine Gué de Constantine**: Notre lieu de travail.

1.2.Présentation du site de production Gué de Constantine

Situé sur la route reliant entre Kouba et Baraki (BP. 67 KOUBA, ALGER) ; il a été créé en 1988 par le Groupe SAIDAL, filiale BIOTIC avec une capacité de production de 18 Millions d'unités de vente. Il se compose de deux parties distinctes :

- L'une pour la fabrication des formes galéniques (suppositoires, ampoules et comprimés)
- L'autre dotée d'une technologie très récente spécialisée dans la production des solutés massifs (poches et flacons).

Cette usine dispose d'un laboratoire de contrôle de la qualité.

2. Production des solutés injectables

Les solutions injectables étant destinées à être administrées en grande quantité par voie veineuse périphérique ou centrale, elles doivent correspondre à certains critères de limpidité, pH, concentration osmotique, être exempte de pyrogène et être stériles: [1]

- La limpidité doit être vérifiée avant l'administration par mirage de la poche ou du flacon contenant la solution.
- Le pH des liquides de l'organisme est de 7,4. Les solutions injectables de pH voisin de la neutralité permettent d'obtenir une bonne tolérance veineuse
- Les préparations doivent avoir une osmolarité aussi proche que possible des liquides tissulaires avec lesquels elles sont en contact.
- Les préparations injectables doivent être dépourvues de pyrogène, c'est-à-dire de substances susceptibles de provoquer une brusque élévation de la température après injection.
- Toutes ces substances injectables doivent être stériles

3. L'unité de production des solutés injectables

L'unité de production des solutés injectables se compose de :

- Zone de stockage des matières premières (glucose, NaCl, films et vannes).
- Zone des fluides pour préparation injectable (EAU P.P.I).
- Zone de préparation et de remplissage.
- Zone de stérilisation et de conditionnement.

4. Processus de production de l'unité soluté injectable poche

Les étapes de fabrication des solutés injectables sont:(Figure 1)

- Réception des matières premières (liquide, solide).
- Mélange de la matière (solide) avec l'eau PPI (liquide).
- Filtration de la solution et transfert vers les remplisseuses.

Avant-propos

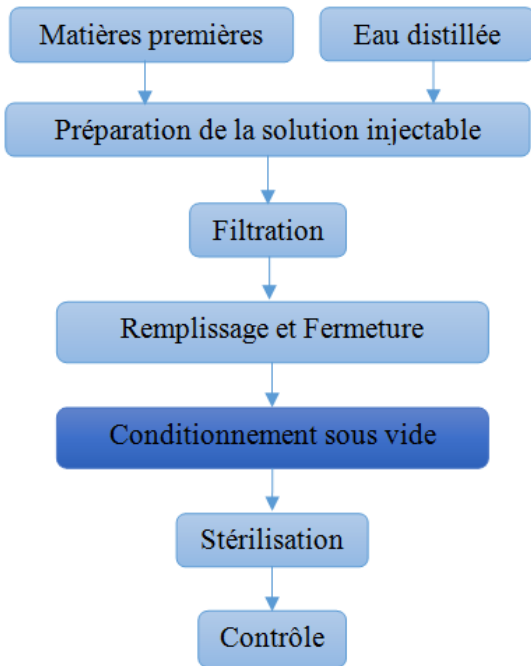


Figure 1 : Schéma de fabrication des solutés injectables



Figure 2 : Poche solutés injectables

Après le remplissage et la fermeture (Figure 2); l'étape suivante et le conditionnement sous vide des poches, qui nécessite un deuxième emballage. La Thera 450 est une machine fabriquée par la société COLIMATIC spécialement pour remplir cette tâche; elle sera présentée d'une manière détaillée dans le chapitre suivant.

Introduction générale

L'automatique, en tant que technique, a évolué au cours des dernières décennies vers l'étude et la maîtrise des systèmes de plus en plus complexes permettant l'exécution et le contrôle de tâches techniques fonctionnant sans intervention humaine ou à l'aide d'une intervention réduite.

L'utilisation croissante de l'automatisation a influencé en profondeur sur l'évolution générale de l'industrie et par conséquent sur l'amélioration des conditions de vie quotidienne. Tout au long de l'histoire industrielle, l'automatisation a en effet permis une augmentation constante de la productivité, ce qui réduit considérablement le temps de travail nécessaire à la production. Ce faisant, la pénibilité des tâches d'exécution s'est, elle également, considérablement réduite.

L'automatisation appliquée à l'industrie est née. Elle s'épanouira et se généralisera à l'ensemble des activités industrielles dans la première moitié du XXe siècle, en association avec l'instauration de nouvelles méthodes d'organisation du travail. Depuis lors, elle ne cessera de se perfectionner grâce à l'utilisation des techniques issues de l'électronique, de la robotique et de l'informatique.

L'introduction de l'informatique, en particulier, dans les processus de fabrication a considérablement accéléré le développement de l'automatisation, en assurant la sécurité et en augmentant la flexibilité des systèmes de production. En effet, avec l'avènement des API (Automate Programmable Industriel), sont apparues des machines à commande numérique dont les mouvements sont enregistrés sur unité de stockage, et qui peuvent accomplir plusieurs opérations d'usinages différentes. Si, en 1950, les API étaient encore peu courants, moins d'un demi-siècle plus tard, ce sont des millions d'API qui, isolés ou en réseau, peuvent accomplir des tâches complexes, non seulement de contrôle, mais aussi de pilotage de machines, de traitement de données, de circulation de l'information et de simulation. Ils sont utilisés à tous les stades du processus productif (conception, production, contrôle de la qualité de produits).

L'entreprise Nationale « SAIDAL » est l'une des entreprises qui a débuté l'expérience des installations automatisées en introduisant les API, et ceux suite à l'intervention des firmes étrangères. SAIDAL axe sa politique de qualité sur l'amélioration continue de ces processus, produits et services dans le but d'accroître la satisfaction de ses clients tout en augmentant les normes de sécurité du personnel et des installations.

Le travail présenté dans ce mémoire a été réalisé en effectuant un stage pratique au niveau de la filiale BIOTIC de SAIDAL, sise à GUE DE CONSTANTINE (ALGER). Il consiste à faire l'étude et automatisation de la machine COLIMATIC Thera 450.

Après le constat fait de la détérioration de l'API de la machine et les retards induits sur la de production, il nous a apparu nécessaire de proposer une nouvelle solution de commande à base d'un autre automate programmable industriel visant à remettre en service cette machine.

La machine de conditionnement sous vide des poches solutés massifs COLIMATIC Thera 450 est commandée par un Automate Programmable Industriel de type S7-200 propre au constructeur SIEMENS (Allemand). Il demeure limité car la firme a arrêté sa production.

L'entreprise reste d'ailleurs dépendante du constructeur en termes de modifications, d'amélioration et de défaillances au niveau du programme utilisateur.

L'objet de notre étude est d'illustrer la nécessité de substitution d'un Automate Programmable Industriel de type S7-1200 pour une meilleure disponibilité.

Le travail effectué est organisé de la façon suivante :

- Le chapitre I est consacré à l'instrumentation et le mode de fonctionnement de la machine.
- Le chapitre II est consacré à la modélisation de système et la présentation de l'Automate Programmable Industriel et son langage de programmation SIMATIC Step 7 v13.
- Le chapitre III s'intéresse à de supervision de la machine.
- Enfin, nous terminons ce présent rapport par une conclusion générale.

Chapitre I

Présentation et instrumentation de la machine

Introduction

Pour bien comprendre le fonctionnement de la machine de conditionnement sous vide Thera 450, ce premier chapitre sera consacré entièrement à son étude, et ce, en faisant une présentation détaillée de la machine et ses différentes stations et son mode de fonctionnement, tout en finissant avec l'instrumentation.

I.1. Présentation de la machine

La machine thermoformatrice Thera 450 (Figure I.1) représente le résultat des longues années d'expériences de la société Italienne COLIMATIC dans le secteur des machines de conditionnement automatique. La machine permet le conditionnement des produits de diverses formes et dimensions sous vide ou sous atmosphère modifiée, dans des conditions de sûreté et rentabilité maximale.



Figure I.1 : la machine THERA 450 [2]

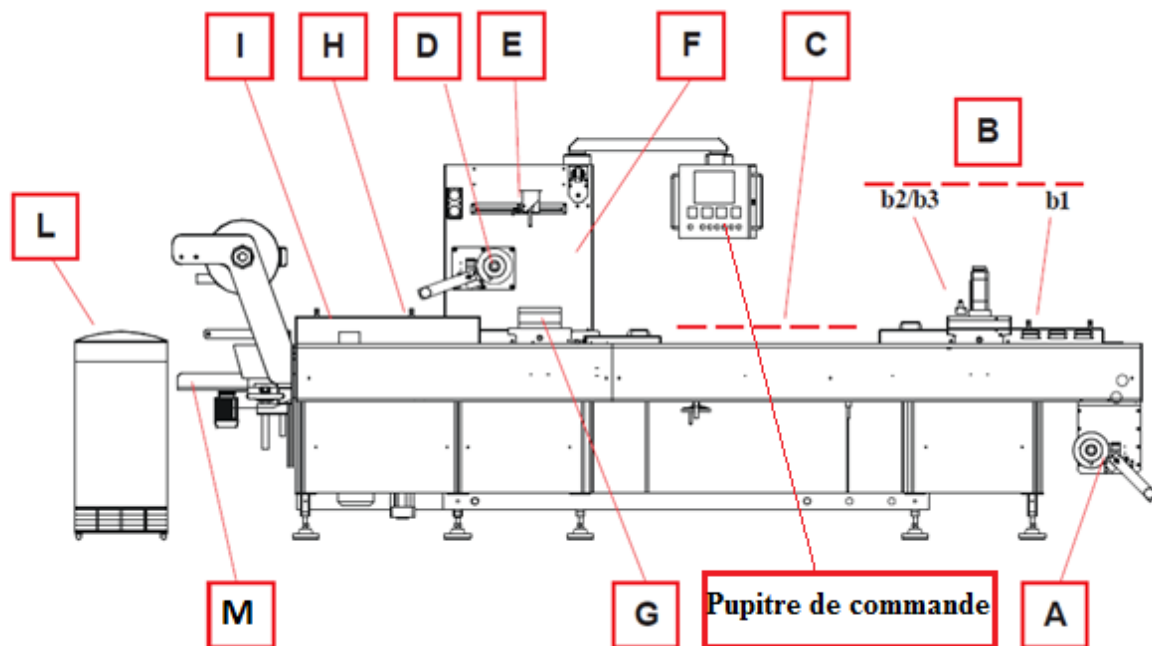
I.1.1. Données technique

Alimentation installation électrique	400 Volt - 3 ph - N + Terra
Electric absorption	Max 10kwh
Consommation d'air	max 900 N.L/ min a 6 Ate
Pression d'air d'exercice	8-10 Bar
Consommation d'eau de refroidissement	80-100 L / h - T = 18-20°C

Tableau I.1 : Caractéristiques techniques de la machine [2]

I.1.2. Description de la machine

Les différentes stations de la machine sont représentées sur le schéma suivant (Figure I.2):



- | | |
|---------------------------------|--|
| A. Porte bobine inférieure | E. Photocellule de centrage impression |
| B. Station de formage | F. Zone d'impression |
| b1. Préchauffage | G. Station de soudage |
| b2. Cloche de formage | H. Station de découpage transversale |
| b3. Cloche de formage + poinçon | I. Station de découpage longitudinale |
| C. Zone de charge | L. Appareil d'aspiration des lisières |
| D. Porte bobine supérieure | M. Ruban transporteur de sortie |

Figure I.2 : Schéma de la machine Thera 450 [2]

a. Porte-bobine inférieure et supérieure

Le film inférieur est enroulé dans la bobine et fixé sur l'arbre du groupe **porte-bobine inférieur** (Figure I.3).[2]

- | |
|--------------------------------|
| A. Rouleau porte-bobine |
| B. Anneau d'arrêt de la bobine |
| C. Bouton de blocage |
| D. Bouton de régulation axiale |
| E. Anneaux d'orientation |

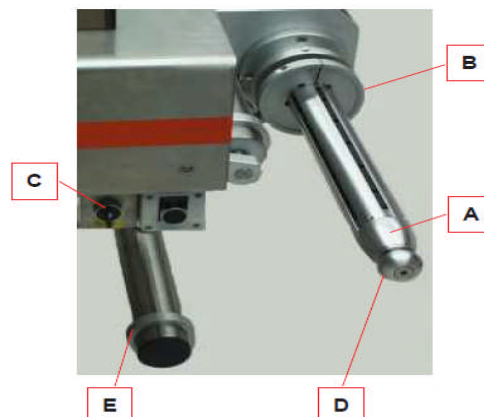


Figure I.3 : Porte-bobine inférieur

Le film supérieur de couverture est enroulé en bobine et est bloqué sur l'arbre du groupe **porte-bobine supérieur** (Figures I.4). [2]

- A. Rouleau porte-bobine
- B. Anneau d'arrêt de la bobine
- C. Bouton de blocages
- D. Le bouton de régulation axiale

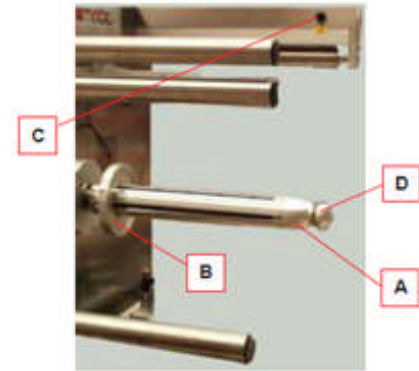


Figure I.4 : Porte-bobine supérieur

b. Station de formage

La première zone active est la **station de formage**.

En fonction du type de film utilisé et suivant les exigences opérationnelles du client, la Station de formage peut être préparée des différentes façons :

- **Préchauffage (b1)**: La station de préchauffage, quand prévue, a pour fonction de réchauffer le film afin d'optimiser les temps de formage et d'améliorer la qualité de l'emballage.
- **Cloche de formage (b2)**: La cloche de formage est la station où le film est déformé jusqu'à obtenir la forme de l'impression désirée. Le film est formé en exploitant le vide créé dans la cloche par une pompe. Si le préchauffage n'est pas prévu, le film est chauffé dans cloche au moyen de plaques chauffantes (Figure I.5).
- **Cloche de formage + poinçon (b3)**: L'utilisation de poinçon est liée à l'utilisation du préchauffage. Le film est formé en exploitant l'action combinée du vide et des poinçons. [3]

- 0: Film.
- 1: Cloche supérieure.
- 2: Cloche inférieure.
- 3: Élément mitoyen (si prévu).
- 4: Plaques d'espacement.
- 5: Outillage.
- 6: Plaques porte-résistances.
- 7: Plaque chauffante.
- 8: Plaque de préchauffage supérieur.
- 9: Plaque de préchauffage inférieur.
- 10: Joint.

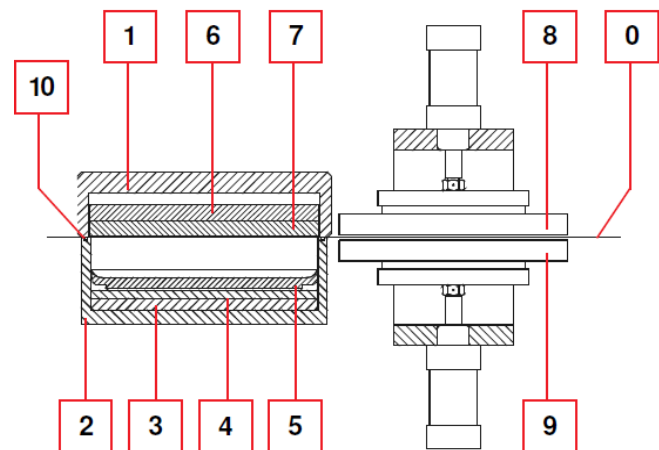


Figure I.5 : Cloche de formage avec préchauffage [2]

c. Zone de charge

À la sortie de la station de formage il y a une **zone de chargement (C)** où les paquets sont remplis.

La dimension de la surface de charge a un accès confortable pour l'opérateur afin d'effectuer le chargement (Figures I.6). [2]

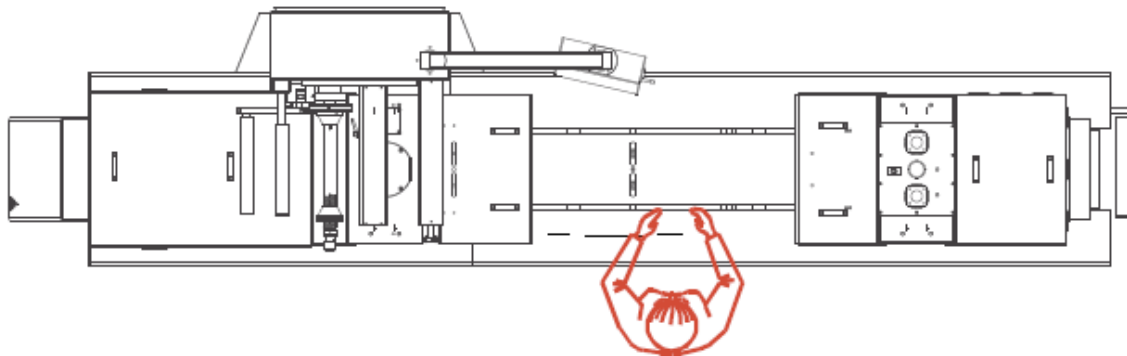


Figure I.6 : stationnement de l'opérateur [2]

d. Station de soudage

Le film supérieur est inséré dans la station de soudure (Figures I.7) où la plaque de soudure ferme le paquet hermétiquement.

Pendant cette opération et en fonction du type de produit fabriqué, il est possible de créer le vide et/ou en modifier l'atmosphère en injectant des mélanges de gaz binaire (CO₂ et N₂) ou gaz ternaire (O₂, CO₂ et N₂).[2]

0: Film.

1: Couvercle de la cloche supérieure.

2: Cloche supérieure.

3: Cloche inférieure.

4: Élément mitoyen (si prévu).

5: Plaques d'espacement/moule

6: Confection.

7: Membrane d'expansion.

8: Plaques porte-résistances.

9: Plaque de soudure.

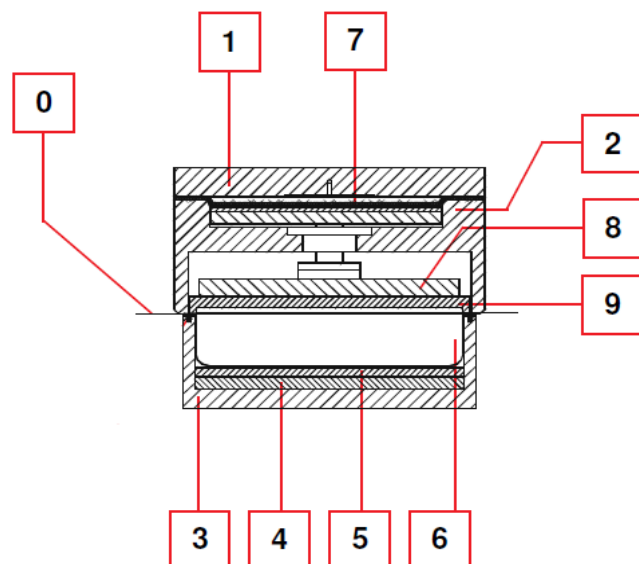


Figure I.7 : Cloche de soudure [3]

e. Stations de découpages

À la sortie de la station de soudure il y a une station découpe transversale (Figures I.8) où les paquets sont séparés transversalement.

La coupe est exécutée avec un emporte-pièce pneumatique (vérin).

La station découpe longitudinale (Figures I.9) sépare les paquets longitudinalement. Mode d'exécution de la coupe : Découpe longitudinale motorisée. [2]

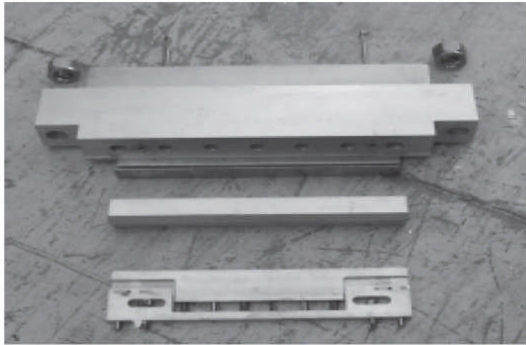


Figure I.8 : lame de découpage transversale

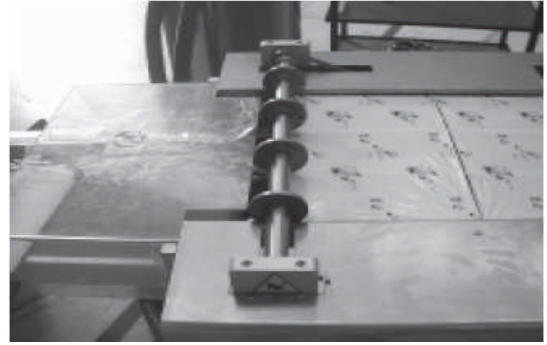


Figure I.9 : Station découpe longitudinale

f. Appareil d'aspiration des lisières

La partie latérale de film n'a pas été utilisée. La machine est équipée d'un dispositif pour éloigner cette partie-là. Ce dispositif est l'aspirateur des lisières. [2]

g. Ruban transporteur de sortie

Les paquets parfaitement cachetés et séparés sont éloignés de la machine au moyen d'une glissière ou d'un ruban transporteur de sortie. [2]

h. Pompe à vide

Une pompe à vide est un type de pompe permettant de faire le vide, c'est-à-dire d'extraire l'air ou tout autre gaz contenu dans une enceinte close, afin d'en diminuer la pression.

La machine Thera 450 est équipée de deux pompes à vide :

- Une pour la station de formage (Figures I.10).
- Une autre pour la station de soudage (Figures I.11).



Figure I.10 : pompe à vide pour la station de moulage



Figure I.11 : pompe à vide pour la station de soudage

I.1.3. Mise en marche de la machine

La Thera 450 est conçu pour fonctionner en deux mode ; le mode automatique et le mode manuel.

Voici une aperçue sur le pupitre de commande (Figures I.12):

A : Bouton coup-de-poing rouge. **Arrêt d'urgence.**

B : Bouton-poussoir lumineux jaune. **Reset.**

C : Bouton-poussoir lumineux bleu. **Reset alarmes.**

D : Bouton-poussoir lumineux vert. **Start.**

E: Bouton-poussoir lumineux rouge. **Stop.**

T: Témoin blanc. **Sous tension.**

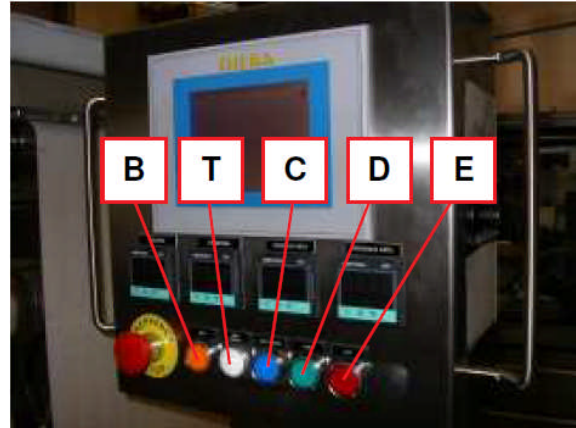


Figure I.12 : pupitre de commande

➤ Démarrage

- Avant d'effectuer les opérations de démarrage, s'assurer que les branchements électriques, hydrauliques et pneumatiques ont été effectués correctement.
- Le témoin du bouton-poussoir lumineux **Reset** (indiqué par **B** sur la Figures I.12) s'allume.
- Le témoin blanc **Sous tension** (indiqué par **T** sur la Figures I.12) s'allume.
- Vérifier que tous les carters de protection sont positionnés correctement et que le bouton d'arrêt d'urgence n'est pas appuyé.
- Appuyer sur le bouton-poussoir **Reset** (indiqué par **B** sur la Figures I.12) pour remettre à zéro les éventuelles urgences.
- S'il n'y a pas d'urgences activées, le témoin du bouton-poussoir **reset** s'éteint.
- Appuyer sur le bouton-poussoir **reset alarms** pour remettre à zéro les alarmes.

➤ Le cycle automatique

- Appuyer une fois sur le bouton-poussoir **start** pour activer les commandes.
- Appuyer encore une fois sur le bouton-poussoir **start** pour faire partir le cycle en automatique.
- Appuyer une fois sur le bouton-poussoir **stop** pour terminer le cycle en automatique.
- Appuyer encore une fois sur le bouton-poussoir **stop** pour désactiver tous les accessoires de la machine.

I.2. Principe de fonctionnement

La Thera 450, principalement, est une thermo-formeuse et conditionneuse sous vide, donc elle en a deux fonctions principales : le thermoformage et le conditionnement sous vide.

I.2.1. Le thermoformage

Comme son nom l'indique, le thermoformage est une technique qui consiste à former une pièce en plastique en la soumettant à la chaleur et à la pression.

La pression peut être exercée soit par évacuation d'air sous une paroi de la feuille, soit par pression d'air, soit par compression de la feuille chaude entre un moule concave et un moule convexe.

La technique de thermoformage consiste essentiellement à resserrer la feuille thermoplastique (le film) sur un cadre et à la soumettre à la chaleur. Une fois la feuille ramollie, le moule, placé en dessous de la feuille, s'élève vers la feuille. L'air résiduel entre le plateau porte-moule et la feuille chaude est alors évacué par une pompe à vide. La pression atmosphérique se charge d'achever le processus en compressant la feuille chaude sur le moule. La feuille adopte ainsi l'empreinte de ce dernier. Une fois refroidie en deçà de la température de durcissement ou du point de défection calorifique, le plateau est abaissé et la pièce moulée retirée.[9]

❖ Le thermoformage se déroule selon les phases suivantes (Figures I.13):

1. Chauffage de la matière.
2. Mise en forme de la matière sur le moule (par le vide, sous pression...).
3. Refroidissement (la pièce reste sur le moule).
4. Démoulage et évacuation de la pièce.

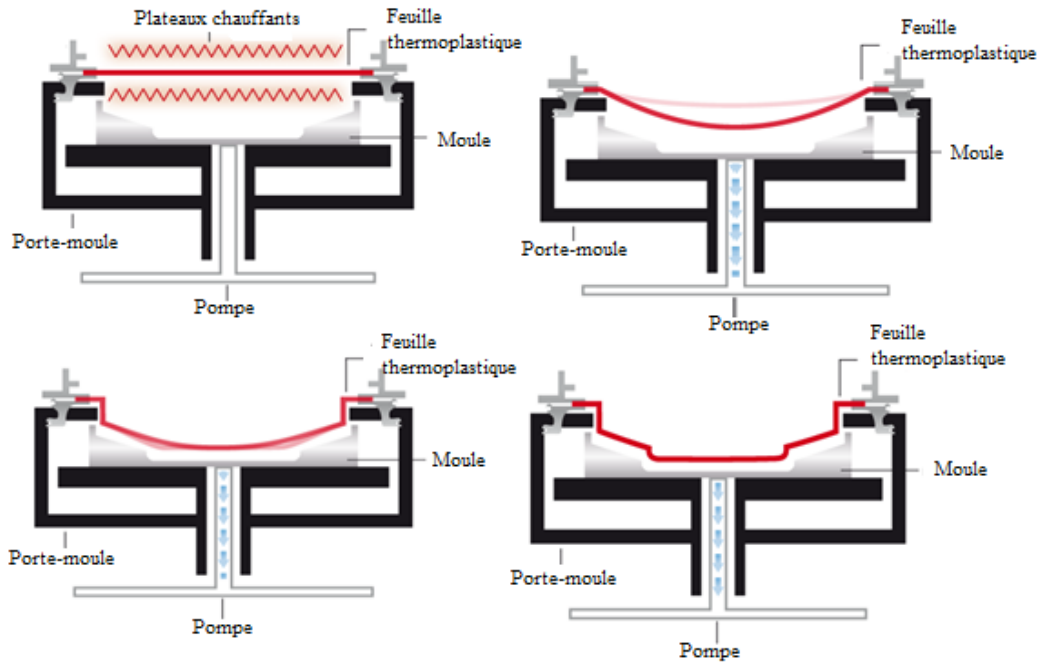


Figure I.13 : Les phases de thermoformage

I.2.2. Conditionnement sous vide

Le conditionnement sous vide est une technique moderne d'emballage de produits alimentaires. Cela implique l'extraction de l'air contenu dans l'emballage pour ensuite le sceller hermétiquement. De cette façon, l'oxygène et les contaminants biologiques et chimiques comme les substances polluantes, les bactéries et les moisissures se trouvant normalement présentes dans l'air sont éliminées et n'entrent pas en contact avec le produit. [9]

❖ Le conditionnement sous vide se déroule selon le schéma suivant (Figures I.14):

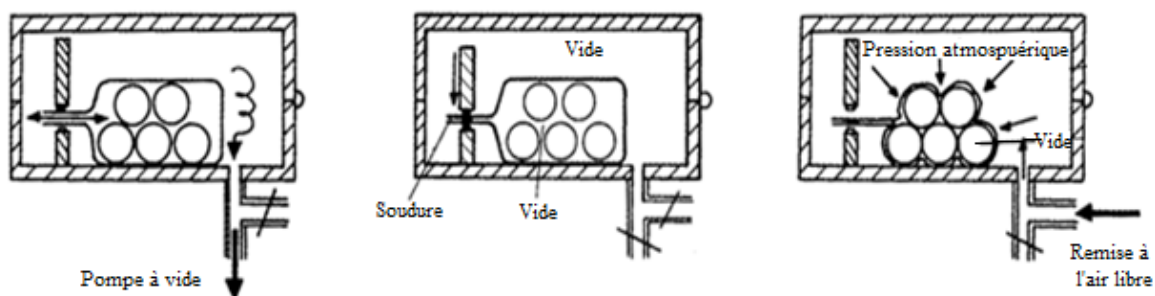


Figure I.14 : Les phases de conditionnement sous vide

I.3. L'instrumentation de la machine

On peut diviser la machine en trois parties (Figure I.15) :

- Le corps de la machine qui contient les capteurs et les actionneurs.

- Le tableau électrique où les préactionneurs et l'automate sont posés.
- Le panneau de commande (Interface Homme-Machine et les boutons).

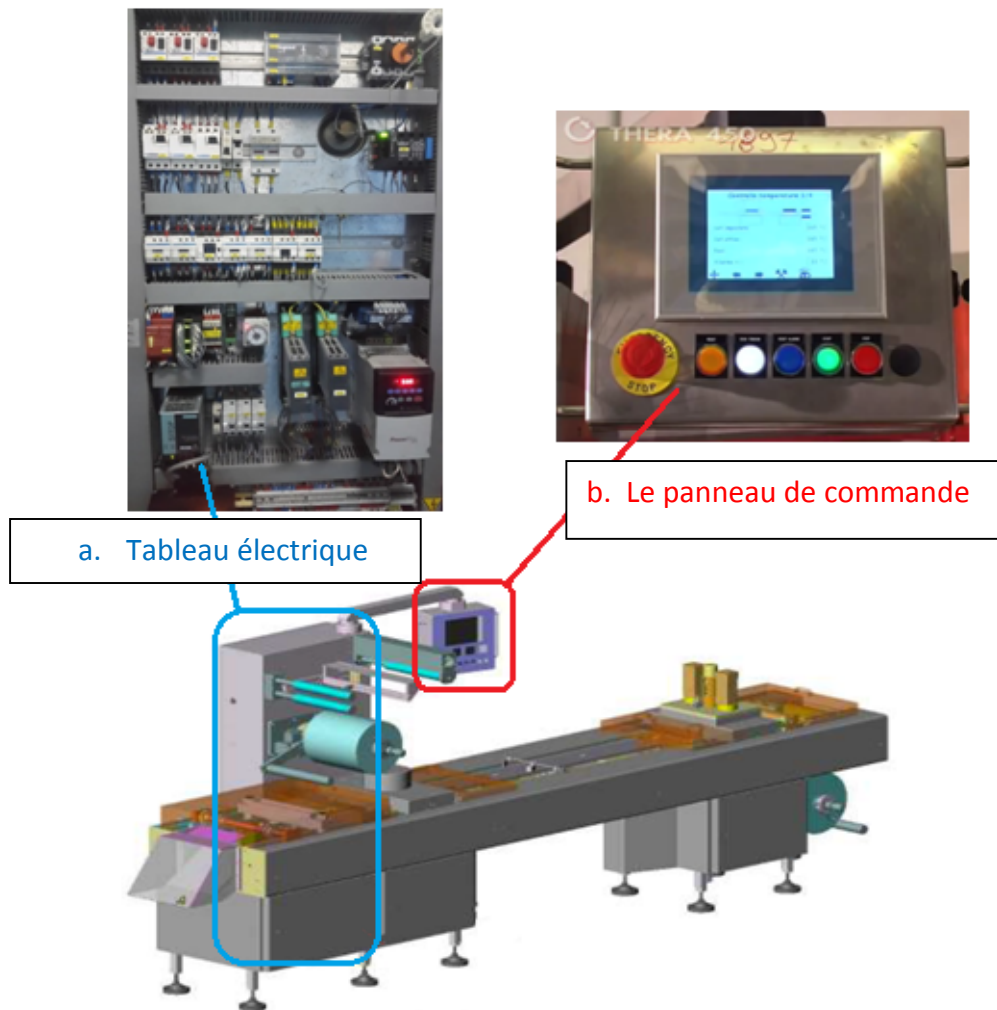


Figure I.15 : Constitution de la machine THERA 450

I.3.1. Les capteurs

Un capteur est un organe qui transforme une grandeur physique en une grandeur normée, généralement électrique (Figure I.16), qui peut être interprétée par un dispositif de contrôle commande.

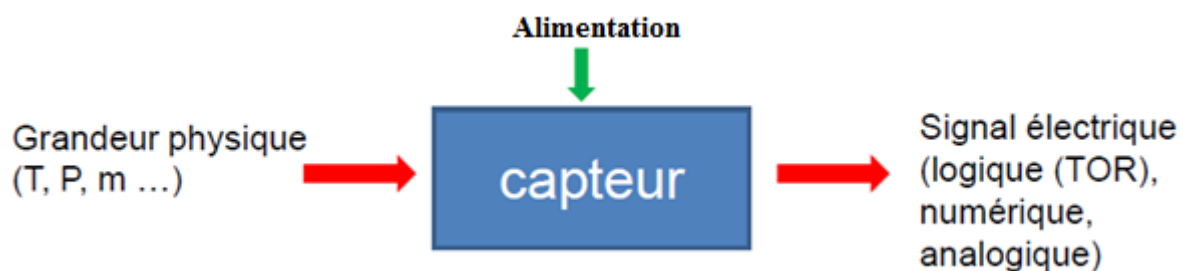


Figure I.16 : Schéma du capteur

Dans la machine Thera 450 ; on peut, principalement, compter les capteurs suivant :

➤ Capteur de proximité inductif

Les capteurs de proximité sont généralement utilisés pour détecter la présence ou l'absence d'une cible métallique.

Dans un capteur de proximité, l'appareil reçoit un courant électrique, ce qui fait circuler un courant alternatif dans une bobine. Lorsqu'une cible conductrice ou magnétiquement perméable (disque d'acier, par exemple) s'approche de la bobine, cela change l'impédance de cette dernière. Lorsqu'un certain seuil est dépassé, cela constitue un signal indiquant la présence de la cible (Figure I.17).[3]

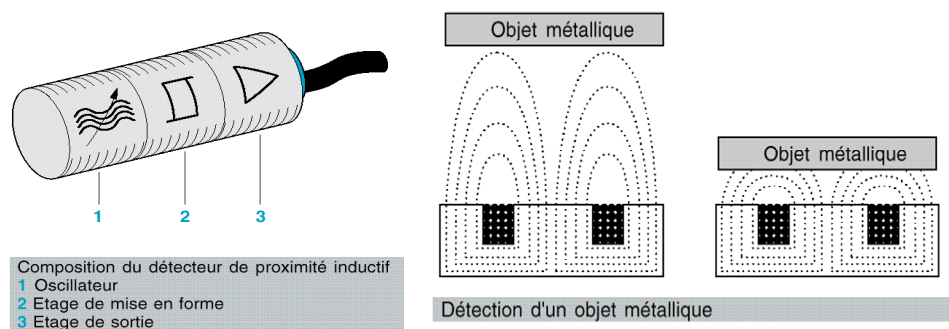


Figure I.17 Constitution et fonctionnement d'un capteur proximité inductif

❖ Caractéristiques principales de capteur utilisé

- Marque : Schneider electric (Figure I.18).
- Réf : XS4P12PC410D.
- Type de signal de sortie : Numérique (ou TOR)
- Domaine de fonctionnement : 0...3.2 mm.
- Portée nominale : 4 mm.
- Tension d'alimentation : 12...24 V DC avec protection inversion de polarité.



Figure I.18 : capteur de la proximité

❖ Utilisation de ce capteur

Ce type de capteur est utilisé pour la détection de fin des bobines (Figure I.19) à l'aide d'un bras de tension de film qui tombe au niveau de capteur à la fin de film

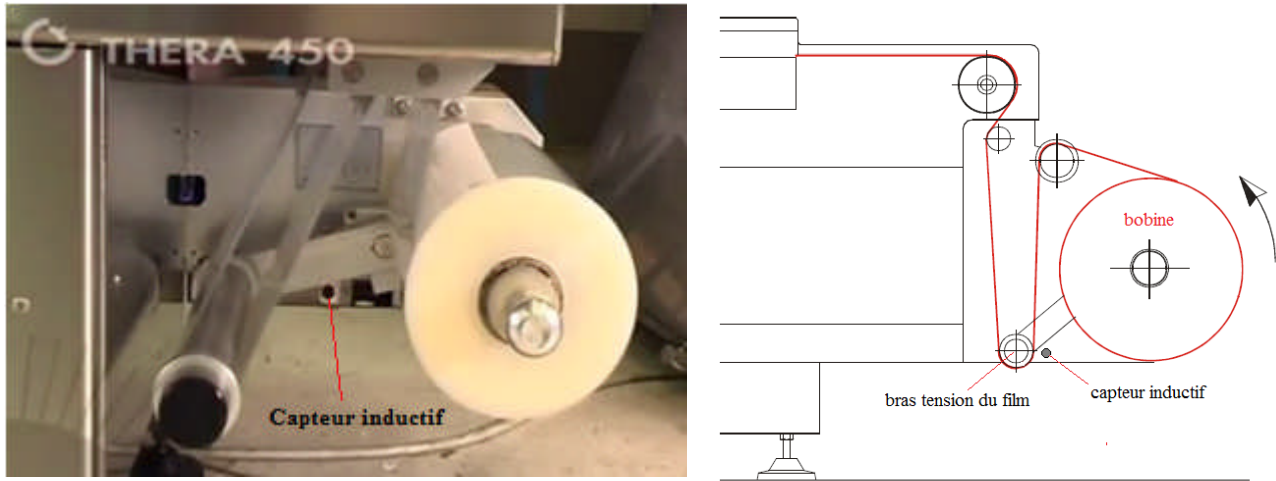


Figure I.19 : L'utilisation du capteur de proximité

➤ Capteur de sécurité

Est un capteur de proximité avec aimant ou capteur magnétique (Figure I.20). Les capteurs magnétiques de sécurité basés sur un contact sont destinés à la surveillance de protecteurs mobiles, tels que des portes de protection, des capots ou des couvercles. La technologie de détection sans contact et donc inusable permet de répondre aux exigences de longévité, de compacité et d'hygiène, offrant à l'utilisateur une grande liberté pour élaborer le concept de sa machine.[3]

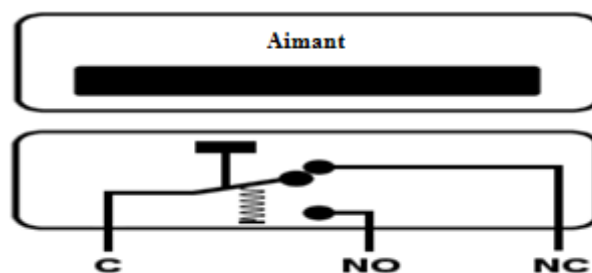


Figure I.20 : Schéma capteur magnétique

❖ Caractéristiques principales du capteur utilisé

- Marque : Elobau(Figure I.21).
- Réf : Elobau165-270 et 304 261.
- Tension d'alimentation : 24 V.
- Type signal de sortie : Numérique (TOR).



Figure I.21 : Capteur magnétique

❖ Utilisation de ce capteur

Les Carters de sécurité sont des barrières de sécurité mobiles placées sur la machine en des points considérés dangereux (Figure I.22) pour la sécurité des opérateurs, équipées avec capteurs magnétiques de sécurité.

Ces capteurs sont utilisés pour détecter l'ouverture des carters de sécurité, et ils sont positionnés comme la montre la figure suivante (les zones cadrées en rouge représentent les Carters de sécurité) :

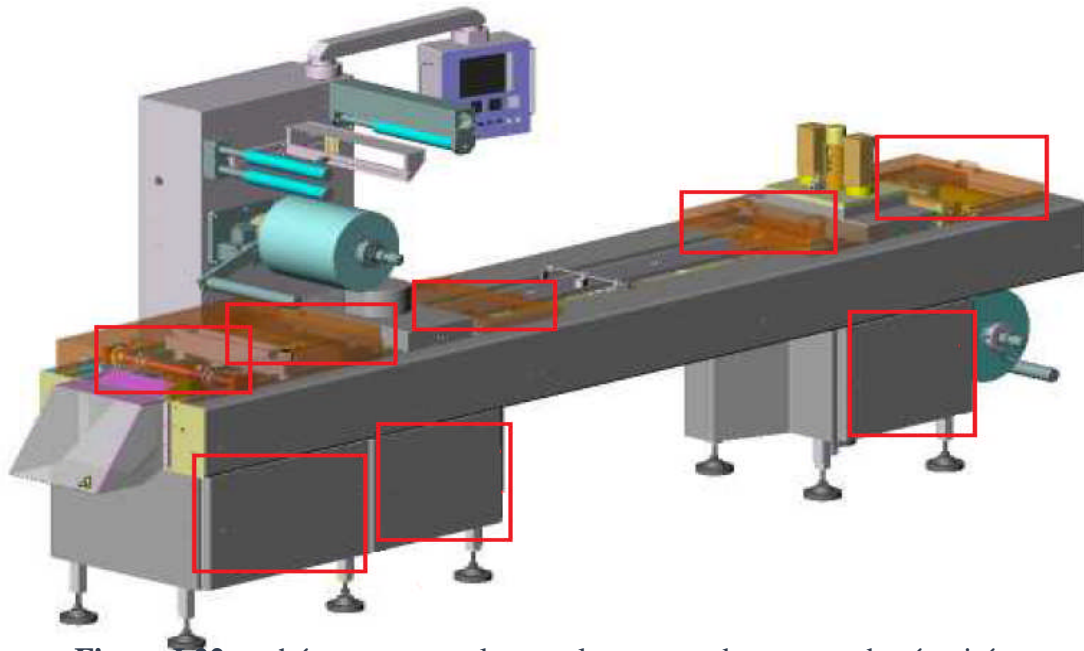


Figure I.22 : schéma montrant les emplacements des carters de sécurité

➤ Capteur de pression

Un capteur de pression (ou sonde de pression) est un dispositif destiné à convertir les variations de pression en variations de tension électrique. Lorsque la sonde est reliée à un système numérique, les variations analogiques sont d'abord converties en signaux numériques binaires par un convertisseur analogique-numérique avant d'être transmises à l'ordinateur de contrôle et de gestion.[3]

❖ Caractéristiques principales de capteur utilisé

- Marque : Tecsis (Figure I.23).
- Réf : TEC-SIS 3245.
- Type signal de sortie : analogique.
- Tension d'alimentation : 10... 30 V.
- Sortie : 4...20 mA.
- Mesure de pression absolue : 0...0.25 bar.



Figure I.23 : capteur de pression

❖ Utilisation de ce capteur

Ce capteur est destiné à la mesure de pression dans la cloche de soudure.

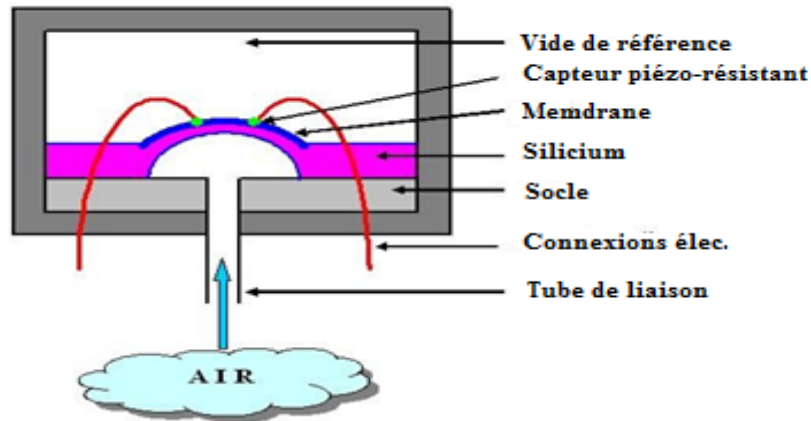


Figure I.24 : Schéma capteur de pression

➤ Encoder incrémental

Le codeur incrémental est un capteur angulaire de position. Il est destiné à des applications de positionnement, de contrôle de déplacement ou de mesure de vitesse d'un mobile, par comptage et décomptage des impulsions qu'il délivre (Figure I.25).

Son axe est lié mécaniquement à l'arbre de la machine qui l'entraîne. Il fait tourner un disque incassable comportant des zones opaques et transparentes. Une diode L.E.D. émet un rayonnement lumineux arrivant sur des photodiodes au passage de chaque zone transparente du disque.

Le codeur incrémental délivre des impulsions permettant la définition d'une direction et un comptage.

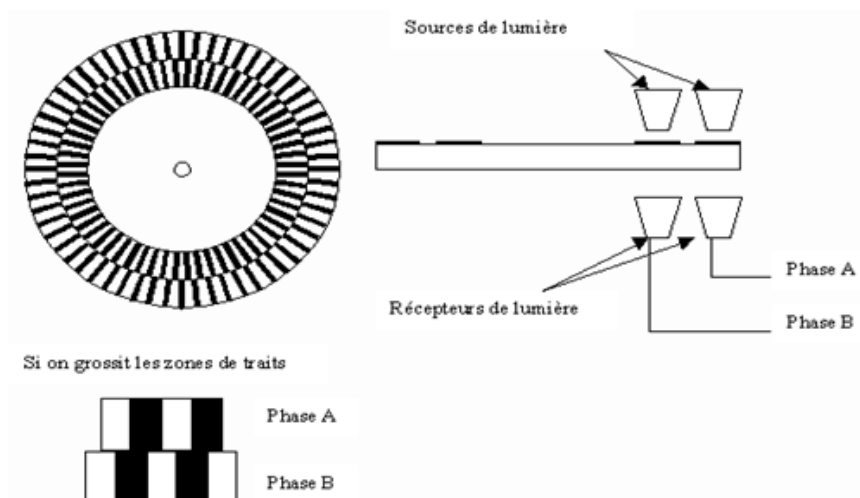


Figure I.25 : Schéma de codeur

❖ **Caractéristiques principal de codeur**

- Réf : TEKEL TK461-FA (Figure I.26).
- Tension d'alimentation : 11... 30 V.
- Sortie : 3 canal A et B et Z.
- Fréquence de sortie : 0 à plus de 50 KHz.



Figure I.26 : codeur TEKEL

Il est positionné comme la montre la figure suivante (Figure I.27):

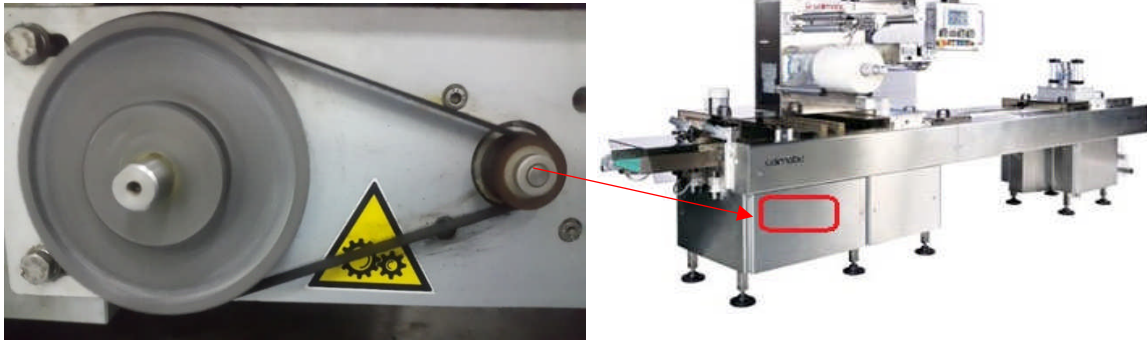


Figure I.27 : Emplacement de codeur

I.3.2. Les actionneurs

Dans une machine ; un actionneur est l'organe qui engendre un phénomène physique à partir de l'énergie qu'il reçoit. Dans les définitions de l'automatisme, l'actionneur appartient à la partie opérative.

➤ **Moteurs asynchrones**

Le moteur asynchrone triphasé est largement utilisé dans l'industrie, sa simplicité de construction en fait un matériel très fiable et qui demande peu d'entretien (Figure I.28). Il est constitué d'une partie fixe, le stator qui comporte le bobinage, et d'une partie rotative, le rotor qui est bobiné en cage d'écureuil. [4]

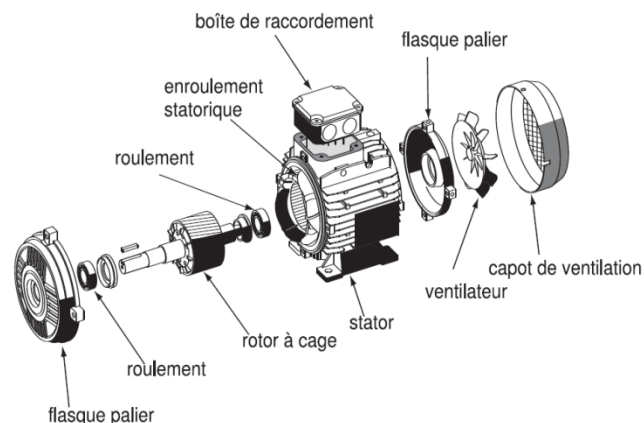


Figure I.28 : vue d'un moteur asynchrone

La machine thera 450 possède 5 moteurs asynchrones utilisés pour des différent applications :

- ✓ **Moteur translation de la chaine** (Figure I.29): Ce moteur est utilisé pour avancer la chaine qui tracte le film dans les déférentes stations de la machine (0.75 kW--2805 tr/min).

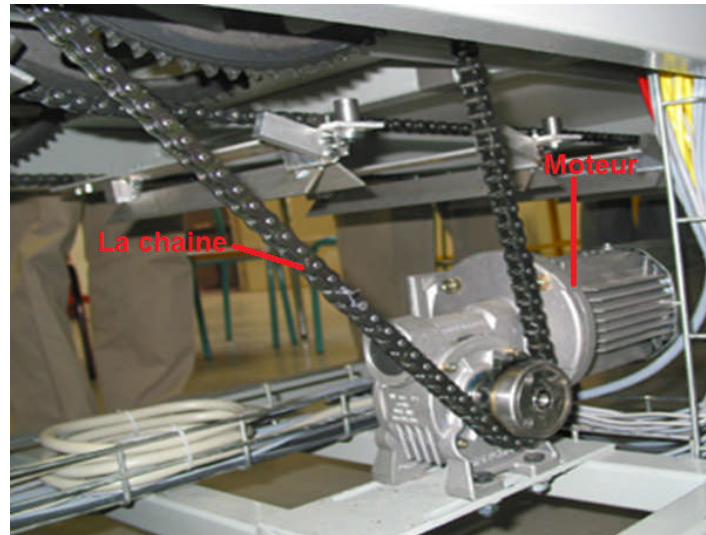


Figure I.29 : moteur translation de la chaine

- ✓ **2 pompes à vide** (Figure I.30): pour la station de thermoformage et de soudure



Figure I.30 : Pompes à vide

- ✓ **Aspirateur de lisières** (Figure I.31) :

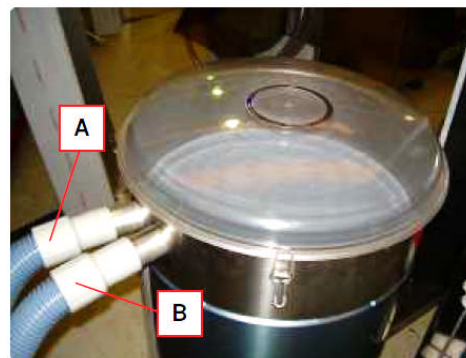
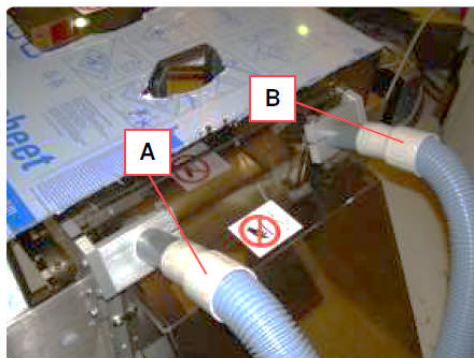


Figure I.31 : Aspirateur de lisières

- ✓ **Lames longitudinales** (Figure I.32): Ce moteur fait tourner les lames de séparation des poches (0.18 kW—2820 tr/min).

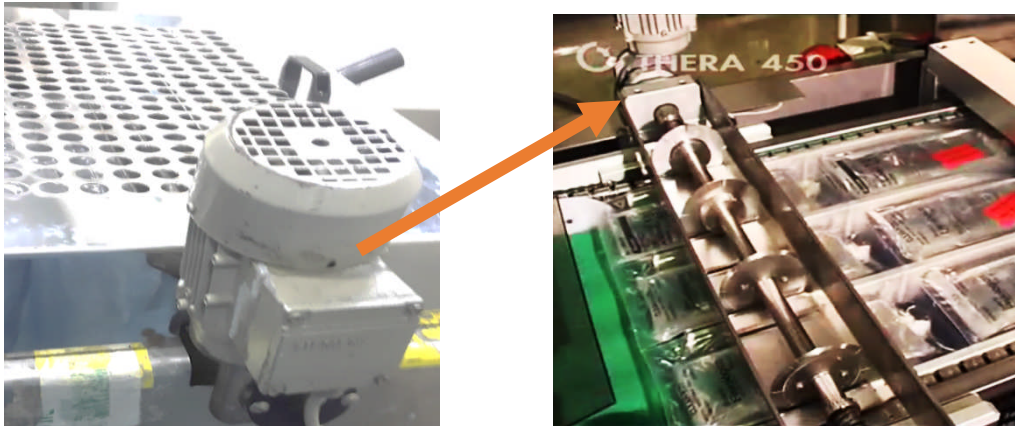


Figure II.32 : Moteur des lames longitudinales

- ✓ **Convoyeur de sortie des poches** (Figure I.33): (0.18 kW—2820 tr/min).

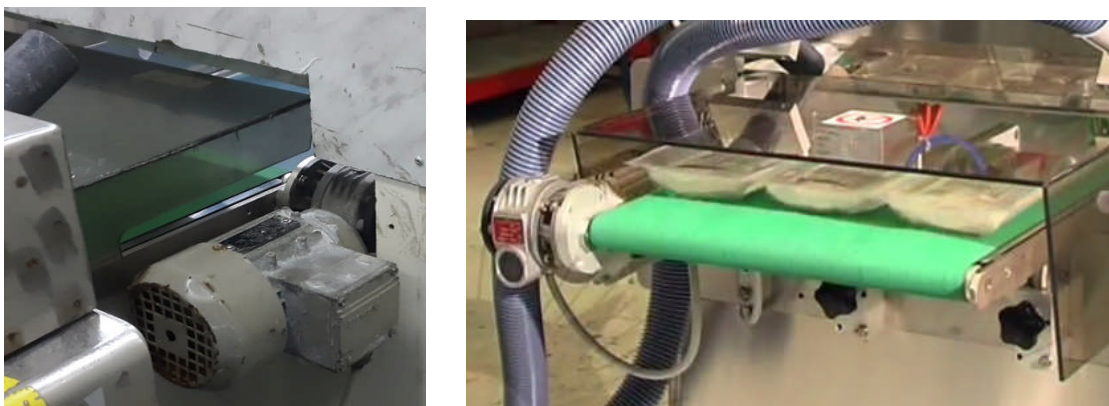


Figure I.33 : moteur de convoyeur de sortie des poches

➤ Les vérins pneumatiques

Les vérins font partie de la famille des actionneurs (éléments qui produisent une action). Ceux-ci transforment une énergie fluïdique en une énergie mécanique créant ainsi un mouvement le plus souvent de translation.

Pour les utilisations simple; les vérins pneumatiques offrent une solution parfaite et moins cher, Ils reçoivent un débit d'air qui provoque le déplacement relatif du piston par rapport au cylindre.

Un vérin peut travailler en poussée ou en traction (double effets).[4]

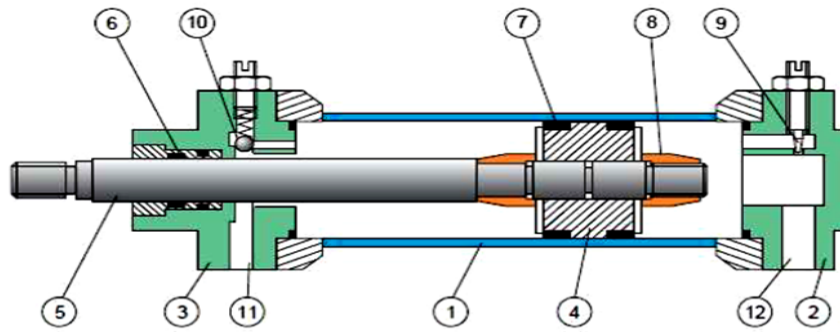


Figure I.34 : Schéma de vérin

- | | | | |
|----|----------------|-----|--------------------------------------|
| 1. | Tube de vérin. | 7. | Joint de piston. |
| 2. | Fond arrière. | 8. | Douille d'amortissement. |
| 3. | Fond avant. | 9. | Régleur d'amortissement. |
| 4. | Piston. | 10. | Clapet anti-retour. |
| 5. | Tige. | 11. | Orifice de roulement d'alimentation. |
| 6. | Joint de tige. | 12. | Orifice d'alimentation de roulement. |

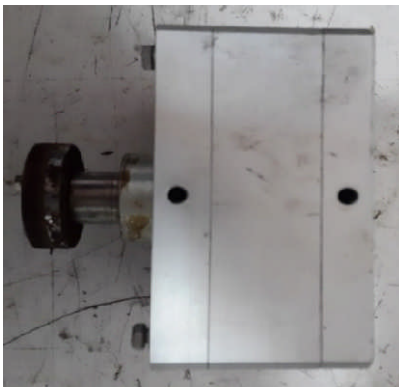


Figure I.35 : vérin type 1



Figure I.36 : vérin type 2

La Thera450 contient 4 vérins pneumatiques de 2 types différent. Le 1^{er} (Figure I.35) est destiné pour la fermeture et ouverture des cloches, aussi pour la lame transversale. Le 2^{ème} (Figure I.36) est utilisé dans la station de soudure. [4]

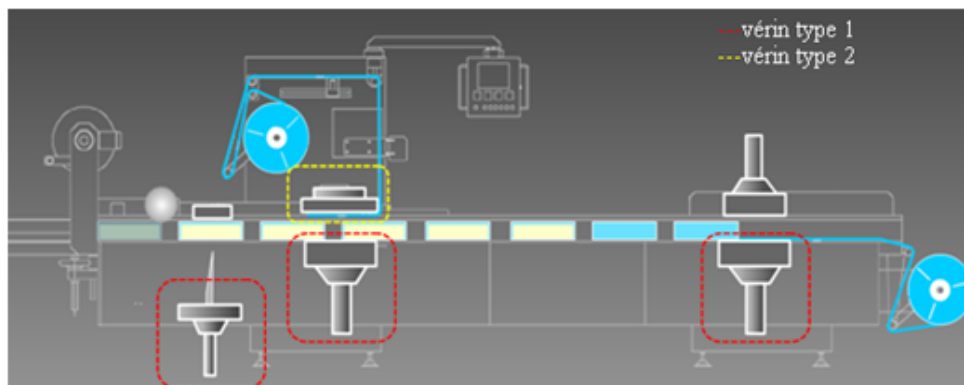


Figure I.37 : Emplacement des vérins [2]

➤ **Les électrovannes :**

Ou électrovalve, est une vanne commandée électriquement. Grâce à cet organe il est possible d'agir sur le débit d'un fluide dans un circuit par un signal électrique. L'électrovanne est un actionneur électromagnétique tout ou rien. La machine est équipée par deux types d'électrovannes, un pour l'air et l'autre pour l'eau.[4]

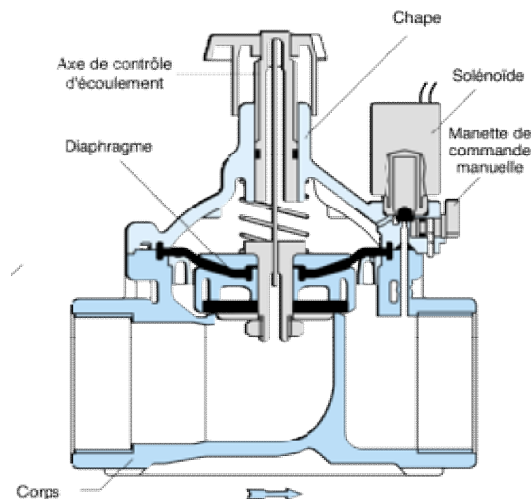


Figure I.38 : Schéma d'une électrovanne

I.3.3. Les préactionneurs :

Le préactionneur est l'organe qui s'occupe de distribuer une énergie forte adaptée à l'actionneur en fonction de la commande venant de la commande (API ; dans la plupart des systèmes industriels). La raison d'être du préactionneur réside donc dans les problèmes de distribution de l'énergie à l'actionneur.

➤ **Le variateur de vitesse :**

Un variateur électronique de vitesse est un dispositif destiné à régler la vitesse et le moment d'un moteur électrique à courant alternatif en faisant varier la fréquence et la tension, respectivement le courant, délivrées à la sortie de celui-ci. Leurs applications vont des plus petits aux plus grands moteurs. Alors qu'environ un quart de la consommation d'électricité mondiale provient des moteurs électriques utilisés par l'industrie, les variateurs de vitesse ne restent que peu répandus, alors qu'ils permettent des réductions de consommation d'énergie conséquente.

La machine utilise un seul variateur de vitesse qui commande le moteur de translation de la chaîne de la marque Allen-Bradley Powerflex 40 (Figure I.39).



Figure I.39 : Variateur Allen-Bradley

➤ Les contacteurs

Un contacteur (Figure I.40) est un appareil électrotechnique destiné à établir ou interrompre le passage du courant, à partir d'une commande électrique, il est utilisé afin d'alimenter des moteurs industriels de grande puissance et en général des consommateurs de fortes puissances. Ils possèdent un pouvoir de coupure important.

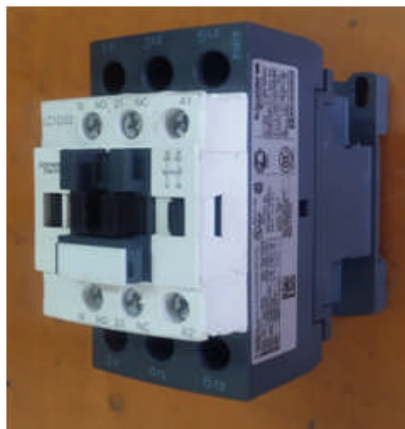


Figure I.40 : Contacteur

➤ Le distributeur

Le distributeur est l'élément de la chaîne de transmission d'énergie utilisé pour commuter et contrôler la circulation des fluides sous pression. Bien que certains capteurs fonctionnent

sur les mêmes principes, on réserve plus particulièrement ce terme au préactionneur alors équivalent du relais pour l'électricité.

Généralement constitué d'un tiroir qui coulisse dans un corps, il met en communication des orifices (connectables ou non) suivant plusieurs associations. Le tiroir peut être actionné par un levier, une bobine, un piston, ou un ressort de rappel (pour ceux disposant d'une position neutre ou stable). La machine possède un distributeur qui contrôle les vérins, il est de la marque FESTO de 8 voie /24 v(Figure I.41).

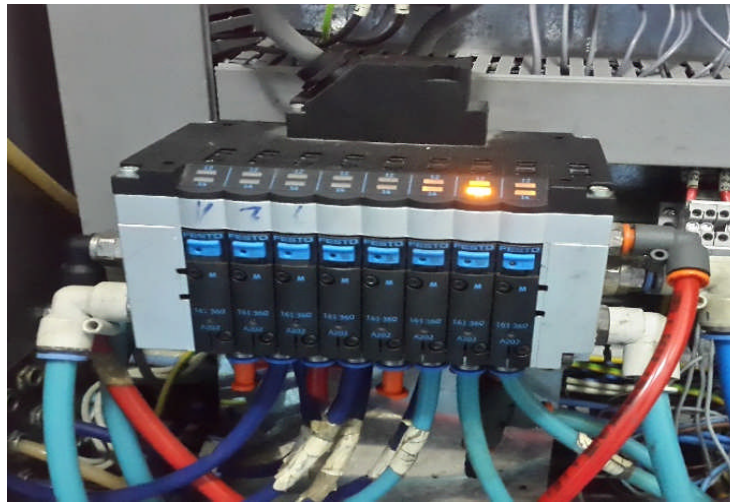


Figure I.41 : Distributeurs

I.3.4. Le thermorégulateur

La thermorégulation de puissance, conçu pour les processus industriels de chauffage électrique. Son architecture a été optimisée pour le contrôle de la température des installations à zones multiples. Il se compose d'une unité de commande, c'est-à-dire le régulateur PID avec microprocesseur et dispositif de contrôle de la charge, ainsi que d'un module de puissance avec dissipateur en aluminium.

La machine utilise deux thermorégulateurs pour contrôler la température de thermoformage et de soudure. Le module utilisé est GEFTRAN GFX-M1-40/480 (Figure I.42).[5]



Figure I.42: Thermorégulateur GEFTRAN

I.3.5. Le panneau de commande

Le panneau de commande nous permis de contrôler et de visualiser l'état de fonctionnement de la machine (Figure I.43).



Figure I.43: Panneau de commande

Il contient :

➤ Interface Homme-Machine (IHM)

Les interfaces homme-machines (IHM) définissent les moyens et outils mis en œuvre afin qu'un humain puisse contrôler et communiquer avec une machine.

Les écrans tactiles sont des IHMs très populaire afin de centraliser le contrôle d'un procédé sur un seul écran. Ainsi, il est possible d'afficher plusieurs informations et de mettre à la disposition de l'opérateur des commandes qui affecteront le procédé. Ils sont surtout utilisés en complément avec un API (automate programmable industriel) pour avoir un affichage des états des entrées/sorties et des alarmes du système.

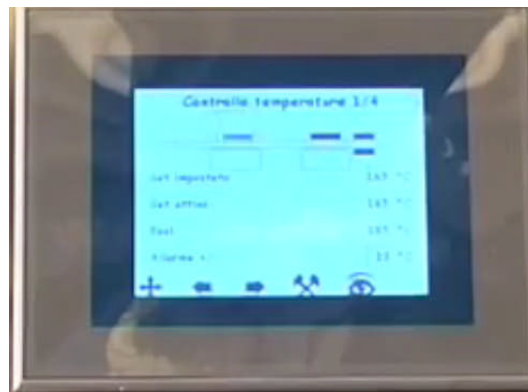


Figure I.44 : Ecran HMI

➤ Boutons poussoirs

Le bouton poussoirs est un **interrupteur** ou un organe ou appareillage de commande qui permet d'ouvrir et de fermer un circuit alimentant un appareil électrique aux valeurs des intensités nominales. Il se double parfois d'un variateur permettant de moduler le courant. Dans notre machine il y a 5 interrupteurs de type poussoir lumineux, ils sont montés sur le panneau de commande (Figure I.12).

Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présentés la machine COLIMATIC Thera 450 en décrivant ses stations et son mode de fonctionnement. Par la suite, nous avons présenté son principe de fonctionnement. Et pour finir, nous avons présenté son instrumentation. Cette étude nous facilitera le développement d'une solution de commande et l'automatisation de la Thera 450.

Chapitre II

Développement de la solution commandée

Introduction

L'automatisation est une technologie qui consiste à commander et gérer les procédés industriels et maîtriser des systèmes de plus en plus complexes. Afin de répondre au cahier de charge et assurant le bon fonctionnement des différents cycles de la machine Thera 450; la mise en place d'un API est obligatoire.

Dans ce chapitre ; nous allons modéliser le fonctionnement de la machine en utilisant l'outil Grafset, puis présenter les problèmes posés par l'ancien système et proposer une solution optimale.

II.1. Les systèmes automatisés

Un système de production est dit automatisé lorsqu'il peut gérer de manière autonome un cycle de travail préétabli qui se décompose en séquences et/ou en étapes. Les systèmes automatisés, utilisés dans le secteur industriel, possèdent une structure de base identique. Ils sont constitués de plusieurs parties plus ou moins complexes reliées entre elles : [6]

➤ Partie opérative

C'est la partie mécanique du système qui effectue les opérations. Elle est constituée en général :

- Actionneurs
- Capteurs

➤ La partie commande

Ce secteur de l'automatisme gère selon une suite logique le déroulement ordonné des opérations à réaliser. Il reçoit des informations en provenance des capteurs de la Partie Opérative, et les restitue vers cette même Partie Opérative en direction grâce à des préactionneurs.

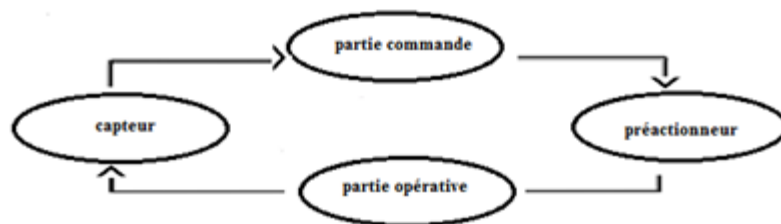


Figure II. 1 : Système automatisé

II.2. Modélisation

Pour bien comprendre le fonctionnement du processus ; nous avons fait un Grafcet du niveau 2 structuré, partagé sur quatre graphes :

- Le premier graphe est le Grafcet principale ; il contient trois macro-étapes ;
- La macro-étape M6, représentée par son Grafcet qui a comme entrée et sortie respectivement : E6 et S6, représente le cycle de préchauffage. Cette station là, elle peut être activé ou non avec un bouton Act.
- La macro-étape M7, représentée par son Grafcet qui a comme entrée et sortie respectivement : E7 et S7, représente le cycle de moulage (thermoformage) et de découpage.
- La macro-étape M8, représentée par son Grafcet qui a comme entrée et sortie respectivement : E8 et S8, représente le cycle de soudage et de conditionnement.

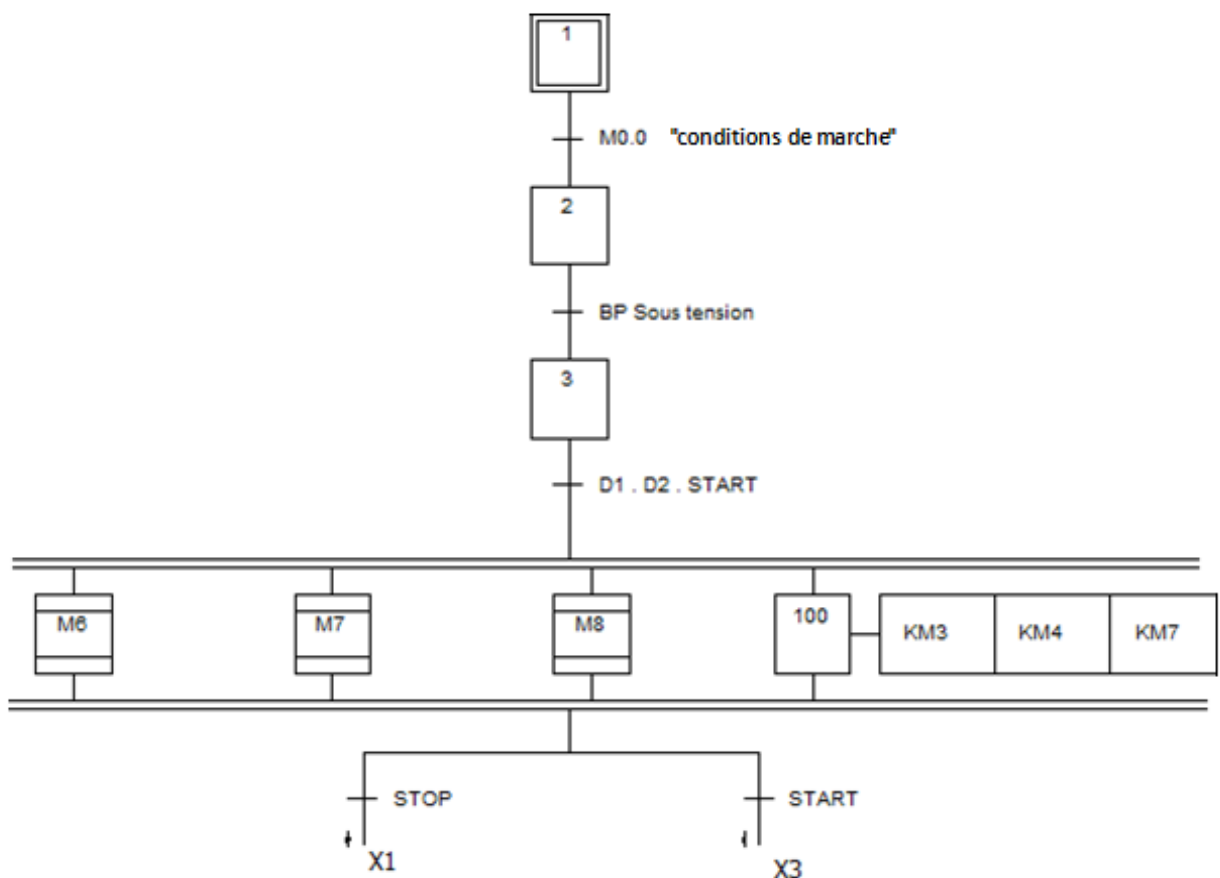


Figure II. 2 : Grafcet

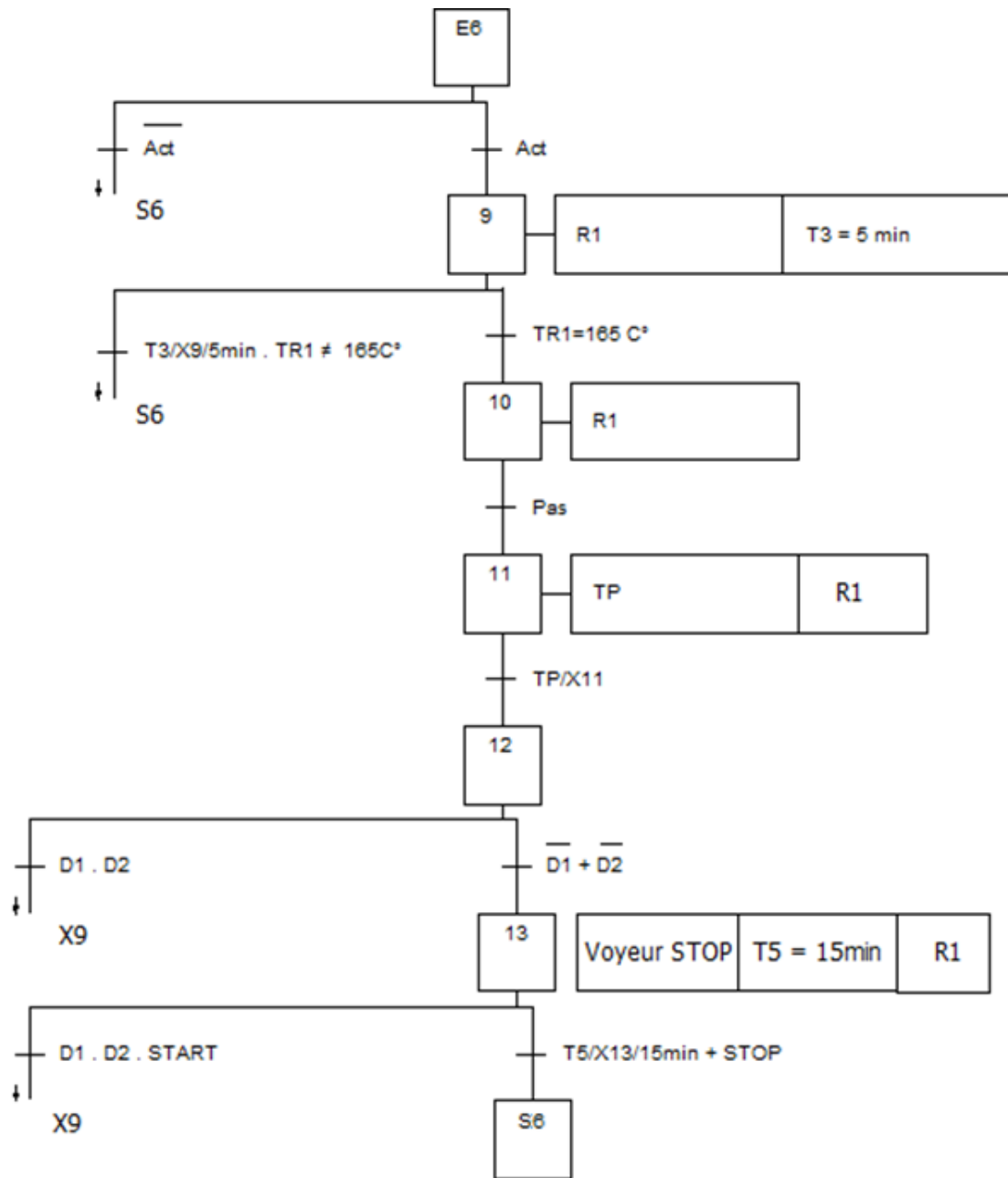


Figure II. 3 : Macro-étape cycle préchauffage

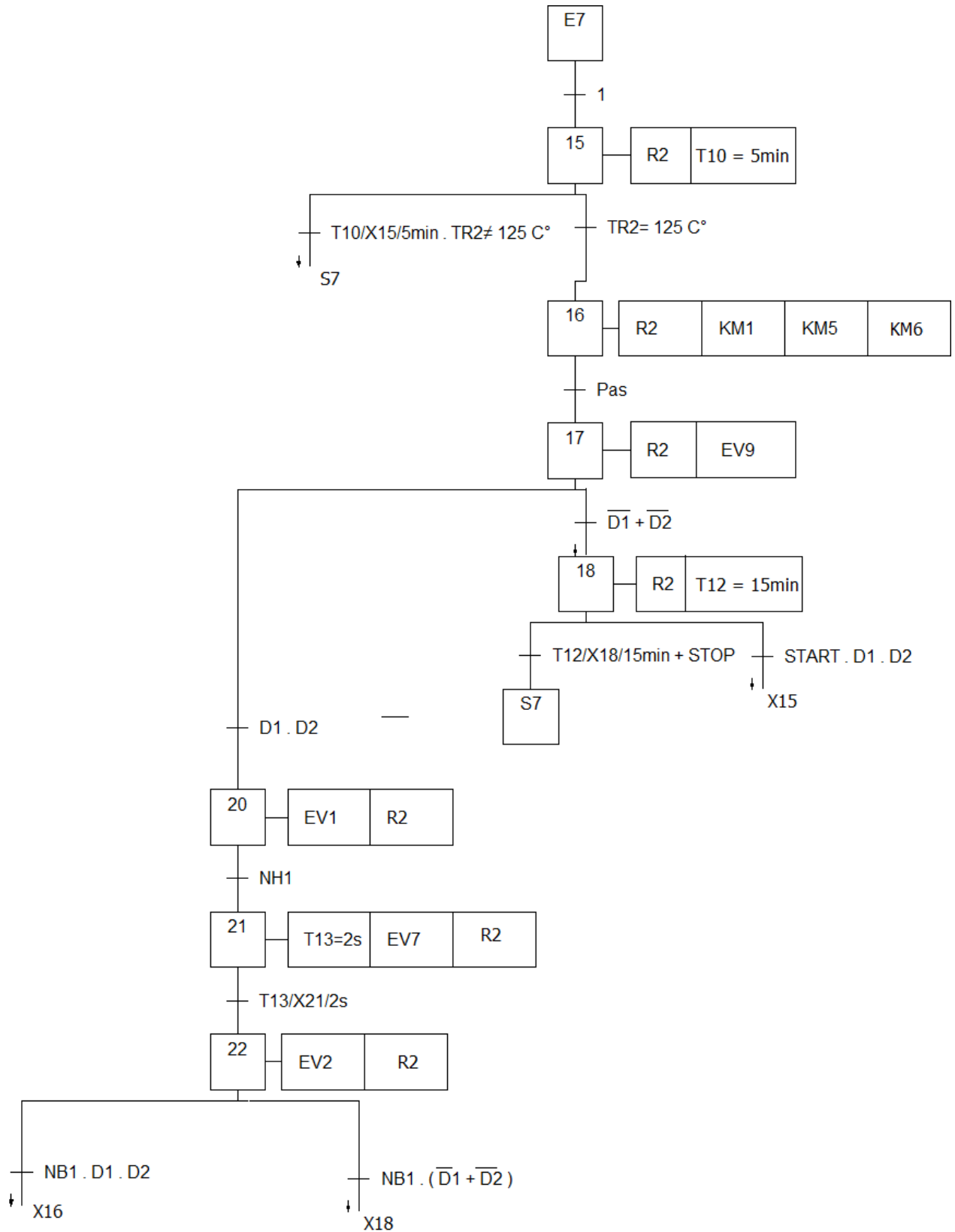


Figure II. 4 : Macro-étape cycle moulage et découpage

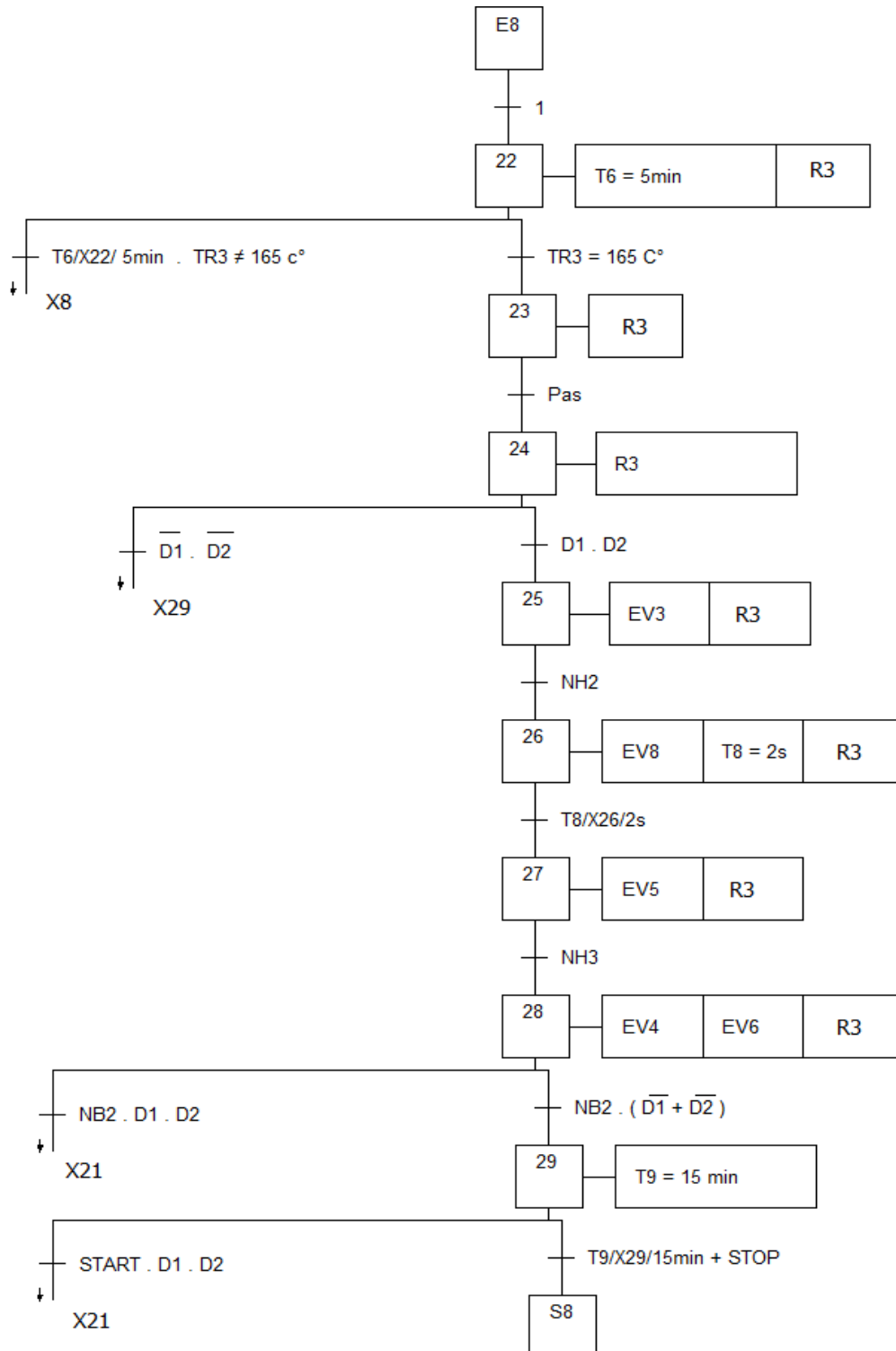


Figure II. 5 : Macro-étape cycle soudage et conditionnement

Les variables d'entrées

Entrée	Symbole	Adresse
Encodeur canal A	CANAL A	I0.0
Encodeur canal B	CANAL B	I0.1
Encodeur canal Z	CANAL Z	I0.2
Détection de la bobine supérieure	D1	I0.3
Détection de la bobine inférieure	D2	I0.4
Activation préchauffage	ACT	I0.5
Pas (moteur chaîne)	PAS	I0.6
Capteur vérin 1 moulage fin de course	NH1	I0.7
Capteur vérin 1 moulage fin de course	NB1	I1.0
Capteur vérin 2 soudage fin de course	NH2	I1.1
Capteur vérin 2 soudage fin de course	NB2	I1.2
Capteur vérin 3 moulage fin de course	NH3	I1.3
Bouton START	START	I1.4
Bouton STOP	STOP	I1.5
Bouton RESET	RESET	I1.6
Défaut thermique moteur chaîne	DT1	I1.7
Défaut thermique pompe à vide 1	DT2	I2.0
Défaut thermique pompe à vide 2	DT3	I2.1
Défaut thermique aspirateur	DT4	I2.2
Défaut thermique moteur coupe transversale	DT5	I2.3
Bouton d'arrêt d'urgence	Art D'URG	I2.4
Carter de sécurité formage et préchauffage	C1	I2.5
Carter de sécurité soudage	C2	I2.6
Carter de sécurité coupe transversale	C3	I2.7
Carter de sécurité coupe longitudinale	C4	I3.0
Bouton MARCHE AVANT moteur chaîne	MARCHE AV	I3.1
Bouton MARCHE ARRIERE moteur chaîne	MARCHE AR	I3.2
Bouton SOUS TENSION	SOUS TENSION	I3.3
Capteur analogique niveau d'eau	CA NIV D'EAU	IW10
Capteur analogique débit d'eau	CA DEBIT D'EAU	IW12
Capteur analogique pression d'air (soudage)	CA PRESS D'AIR	IW14
Capteur analogique température d'eau	CAT D'EAU	IW16
Capteur analogique température préchauffage	CAT PRECH	IW18
Capteur analogique température moulage	CAT MOUL	IW20
Capteur analogique température soudage	CAT SOUD	IW22

Tableau II. 1 : Les variables d'entrées

Les variables de sorties

Sortie	Symbole	Adresse
Electrovanne vérin 1 moulage	EV1	Q0.0
Electrovanne vérin 1 moulage	EV2	Q0.1
Electrovanne vérin 2 soudage	EV3	Q0.2
Electrovanne vérin 2 soudage	EV4	Q0.3
Electrovanne vérin 3 soudage	EV5	Q0.4
Electrovanne l'air libre soudage	EV6	Q0.5
Electrovanne pompe à vide 1 (moulage)	EV7	Q0.6
Electrovanne pompe à vide 2 (soudage)	EV8	Q0.7
Electrovanne coupe longitudinale	EV9	Q1.0
Commutateur moteur chaîne marche avant	KM1	Q1.1
Commutateur moteur chaîne marche arrière	KM2	Q1.2
Commutateur moteur pompe à vide 1	KM3	Q1.3
Commutateur moteur pompe à vide 2	KM4	Q1.4
Commutateur moteur coupe transversale	KM5	Q1.5
Commutateur moteur tapis	KM6	Q1.6
Commutateur moteur aspirateur des déchets	KM7	Q1.7
Résistance préchauffage	R1	Q2.0
Résistance moulage	R2	Q2.1
Résistance soudage	R3	Q2.2
Lampe STOP	LAMPE STOP	Q2.3

Tableau II. 2 : Les variables de sorties

II.3. Problématique et solution proposé

Actuellement l'unité de production des poches solutés massifs est équipée par deux machines de conditionnement, les deux sont gérés à l'aide d'un automate programmable S7-200 de Siemens pour chacune.

Le problème qui se pose c'est que l'une des machines est en arrêt à cause de la détérioration de son API (Figure II.2).

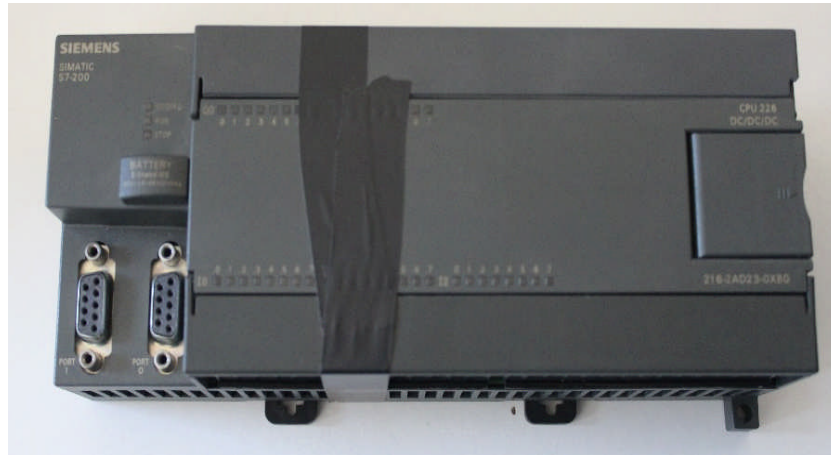


Figure II. 6 : L'API de la machine Thera 450 endommagé

Pour que la machine en arrêt reprend servisse l'automate défectueux doit être remplacé par un autre automate convenable.

II.4. La partie Automate programmable industriel

L'Automate Programmable Industriel est un appareil électronique programmable, adapté à l'environnement industriel, qui réalise des fonctions d'automatisme pour assurer la commande des préactionneurs et des actionneurs à partir des informations logique, analogique ou numérique.



Figure II. 7 : Les Automates Programmables Industriels

II.4.1. Choix de l'API

Les critères de choix d'un automate programmable industriel sont :

- La capacité de traitement du processeur (vitesse, données, opération...)
- Le type et le nombre d'entrées et sorties nécessaires
- La fiabilité et la robustesse
- La nature de traitement (temporisation, comptage...)
- La communication avec d'autre système
- La qualité du service après-vente
- Le cout d'investissement, de fonctionnement, de maintenance de l'équipement

En tenant compte des critères pour le choix de l'API qui sont mentionnés ci-dessus, nous avons sélectionné le S7-1200 qui répond exactement aux critères, ce dernier est une nouvelle gamme qui remplace l'ancien automate programmable industriel S7-200 de la firme SIEMENS.

II.4.2. Automate programmable industriel S7-1200

L'automate SIMATIC S7-1200 est un système de commande modulaire utilisé pour les moyennes performances. Il existe un éventail complet de modules pour une adaptation optimisée à la tâche d'automatisation.

SIMATIC S7-1200 est un perfectionnement des systèmes d'automatisation SIMATIC S7-200 les nouvelles performances suivantes :

- Performance système accrue
- Un accumulateur de 32 bit
- Fonctionnalité Motion Control intégrée
- PROFINET IO IRT
- Innovations linguistiques STEP 7 sous réserve de fonctions éprouvées
- Web serveur pour commande et diagnostic avec des navigateurs internet [7]

II.4.3. Structure matérielle du S7-1200

L'automate S7-1200 est composé d'une CPU, une alimentation intégrée, des circuits d'entrée et de sortie, un PROFINET intégré, des E/S rapides de commande de mouvement, ainsi que des entrées analogiques intégrées dans un boîtier compact en vue de créer un contrôleur puissant. [7]

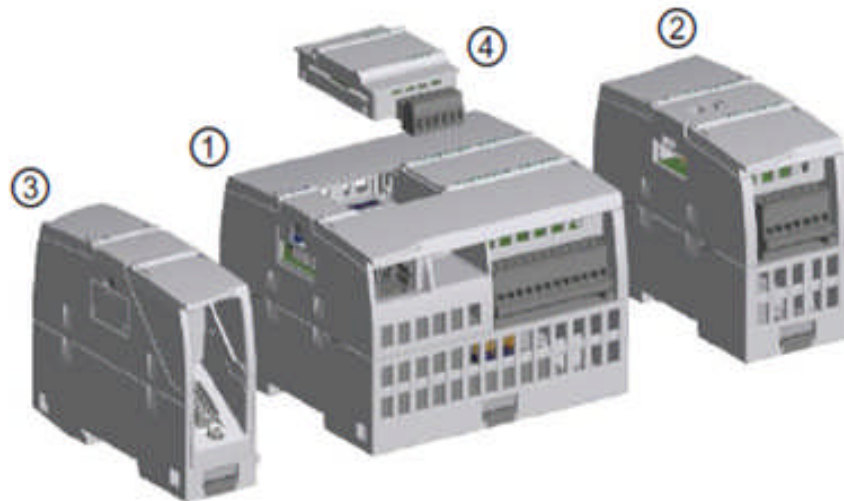


Figure II. 8 : Possibilités d'extension de la CPU

1. CPU
2. Module d'entrées-sorties (SM)
3. Module de communication (CM), processeur de communication (CP) ou adaptateur TS Adapter
4. Signal Board (SB), Communication Board (CB) ou Batterie Board (BB)

1. Unités centrales CPU

La CPU est le cerveau de l'automate, elle lit l'état des entrées, ensuite, elle exécute le programme utilisateur qui se trouve en mémoire et enfin, commande les sorties. Elle comporte une unité de commande et de calcul, des mémoires, un programme système et des interfaces de communication. Elle réalise toutes les fonctions logiques, arithmétiques et de traitement numérique (transfert, comptage, temporisateur...).

L'API S7-1200 dispose d'une large gamme de CPU tel que 1214C **6ES7 214-1AG40-0XB0** utilisée dans notre projet et qui permet la mise en place jusqu'à 8 modules.

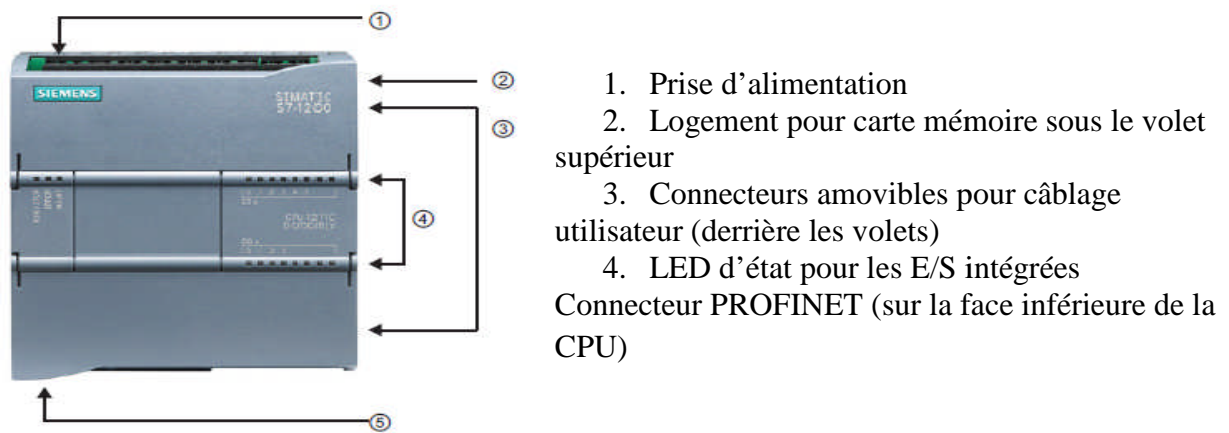


Figure II. 9 : Les différentes parties de la CPU 1214C

Caractéristique technique de la CPU 1214C

Caractéristique		CPU 1214C
Mémoire utilisateur	De travail	75Ko
	De chargement	4Mo
E/S intégrées locales	TOR	14 entrées/10 sorties
	Analogique	2 entrées
Taille de la mémoire image	Entrées (I)	1024 octets
	Sorties (Q)	1024 octets
Mémentos (M)		8192 octets
Module d'entrées-sorties (SM) pour extension		8
Compteurs rapides	total	6
Prix		318,6€

Tableau II. 3 : Caractéristique technique de la CPU 1214C

2. Modules d'entrées et sorties

Ils assurent le rôle d'interface entre la CPU et processus, en récupérant les informations sur l'état de ce dernier et en coordonnant les actions.

Plusieurs types de modules sont disponibles sur le marché selon l'utilisation souhaitée :

a. Modules TOR (Tout Ou Rien)

L'information traitée ne peut prendre que deux états (vrai/faux, 0 ou 1 ...).

b. Modules analogiques

L'information traitée est continue et prend une valeur qui évolue dans une plage bien déterminée. C'est le type d'information délivrée par un capteur (débitmètre, capteur de niveau, thermomètre...etc.).

c. Modules spécialisés

L'information traitée est contenue dans des mots codés sous forme binaire ou bien hexadécimale. C'est le type d'information délivrée par un ordinateur ou un module intelligent.

3. Les liaisons de communications

Elles permettent la communication de l'ensemble des blocs de l'automate et des éventuelles extensions. Les liaisons s'effectuent :

- Avec l'extérieur par des borniers sur lesquels arrivent des câbles transportant le signal électrique.
- Avec l'intérieur par des bus reliant divers éléments, afin d'échanger des données, des états et des adresses.

II.5. Choix de l'alimentation

SITOP PSU300M/ 300B est une alimentation à commande primaire pour la connexion à une alimentation triphasée. Une tension continue régulée électroniquement qui peut être réglée via un potentiomètre est Disponible à la sortie de l'appareil. Essentiellement utilisé pour la sécurité et l'alimentation de l'automate. [8]



Figure II. 10 : Module d'alimentation SITOP

II.6. La partie programmation

II.6.1. Totally Integrated Automation Portal

La plateforme Totally Integrated Automation Portal est le nouvel environnement de travail Siemens qui permet de mettre en œuvre des solutions d'automatisation avec un système d'ingénierie intégré comprenant les logiciels SIMATIC STEP 7 et SIMATIC WinCC

TIA portal est le progiciel de base pour la configuration et la programmation de systèmes d'automatisation SIMATIC. Le logiciel assiste dans toutes les phases du processus de création de la solution d'automatisation à la conception de l'interface utilisateur, il répond aux connaissances ergonomiques modernes et son apprentissage est très facile.

1. Stratégie pour la conception d'une structure programme complète et optimisée

La mise en place d'une solution d'automatisation avec TIA PORTAL nécessite la réalisation des tâches fondamentales suivantes :

- ✓ **Création du projet SIMATIC Step7**
- ✓ **Configuration matérielle**

Dans une configuration, on définit les modules mis en œuvre dans la solution d'automatisation ainsi que les adresses permettant d'y accéder depuis le programme utilisateur, pouvant en outre, y paramétrer les caractéristiques des modules. [10]

✓ Définition des mnémoniques

DaKJns une table des mnémoniques, on remplace des adresses par des mnémoniques locales ou globales de désignation plus évocatrice afin de les utiliser dans le programme.

✓ Création du programme utilisateur

En utilisant l'un des langages de programmation mis à disposition, on crée un programme affecté ou non à un module, qu'on enregistre sous forme de blocs, de sources ou de diagrammes.[10]

2. Editeur de programme et les langages de programmation

✓ Les blocs de programmation

Le système d'automatisation utilise différents types de blocs qui contiennent le code du programme utilisateur et les données correspondantes. Selon les exigences du processus à automatiser, le programme peut être structuré en différents blocs.

Les blocs que l'on doit charger dans la CPU pour réaliser la tâche d'automatisation, englobe :

- Les blocs de code (OB, FB, FC) qui contiennent les programmes.
- Les blocs de données DB d'instance et DB globaux qui contiennent les paramètres du programme.

a. Les blocs d'organisation (OB)

Les blocs d'organisation constituent l'interface entre le système d'exploitation et le programme utilisateur. L'ensemble du programme peut être concaténé dans un seul bloc d'organisation OB1 (programme linéaire), traité de manière cyclique par le système d'exploitation, ou être structuré en plusieurs blocs (programme structuré)

On distingue plusieurs types d'OB :

- Ceux qui gèrent le traitement de programmes cycliques
- Ceux qui sont déclenchés par un événement
- Ceux qui traitent les erreurs

b. Les blocs fonctionnels (FB)

Le **FB** est un sous-programme écrit par l'utilisateur et exécuté par des blocs de code. On lui associe un bloc de données d'instance relatif à sa mémoire et contenant ses paramètres.

Les blocs fonctionnels conviennent donc pour la programmation de fonctionnalités récurrentes encore plus complexes, par exemple pour des opérations de régulation.

c. Les blocs fonctionnels (FC)

Une fonction (FC) assure une fonctionnalité spécifique dans une séquence de programme. Les fonctions peuvent être paramétrables. Dans ce cas, les paramètres requis sont transmis à la fonction lorsqu'elle est appelée. Les fonctions conviennent donc pour la programmation de fonctionnalités récurrentes et complexes, par exemple pour des opérations de calcul.

La FC contient des routines pour les fonctions fréquemment utilisées. Elle est sans mémoire et sauvegarde ses variables temporaires dans la pile de données locales. Cependant elle peut faire appel à des blocs de données globaux pour la sauvegarde de ses données.

d. Les blocs de données

Les blocs de données (DB) servent à l'enregistrement de données utilisateur. Les blocs de données globaux servent à l'enregistrement de données qui peuvent être utilisées par tous les autres blocs. Les blocs de données d'instances sont affectés à des blocs fonctionnels.

Les différents blocs cités ci-dessus peuvent être édités avec l'application 'CONT LIST LOG'.

✓ Langages de programmation

Les langages de programmation CONT, LIST et LOG, font partie intégrante du logiciel de base.

- Le schéma à contacts (CONT) est un langage de programmation graphique. La syntaxe des instructions fait penser aux schémas de circuits électriques. Le langage CONT permet de suivre facilement le trajet du courant entre les barres d'alimentation en passant par les contacts, les éléments complexes et les bobines
- La liste d'instructions (LIST) est un langage de programmation textuel proche de la machine. Dans un programme LIST, les différentes instructions correspondent, dans une large mesure, aux étapes par les quelles la CPU traite le programme.
- Le logigramme (LOG) est un langage de programmation graphique qui utilise les boîtes de l'algèbre de Boole pour représenter les opérations logiques. Les fonctions complexes, comme par exemple les fonctions mathématiques, peuvent être représentées directement combinées avec les boîtes logiques.
- GRAPH est un langage de programmation permettant la description aisée de commandes séquentielles (programmation de graphes séquentiels). Le déroulement du processus y est subdivisé en étapes. Celle-ci contiennent en particulier des actions pour la commande des sorties. Le passage d'une étape à la suivante est soumis à des conditions de transition.[10]

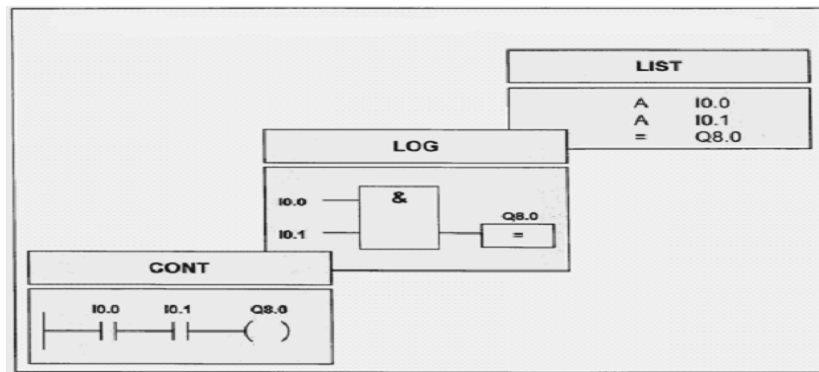


Figure II. 11 : Mode de représentation de langages de programmations

3. Structure d'un programme

L'écriture du programme utilisateur complet peut se faire dans le bloc d'organisation OB1. Cela n'est recommandé que pour les programmes de petite taille. Pour les automatismes complexes, ce qui est le cas de notre système, la subdivision en partie plus petite est recommandée, celle-ci correspondent aux fonctions technologiques du processus, et sont appelées blocs (programmation structurée).

Cette structure offre les avantages suivants :

- Ecriture des programmes importants
- Standardiser certaines parties du programme
- Simplifier l'organisation du programme
- Modifier facilement le programme
- Simplifier le test du programme en l'exécutant section par section [10]

II.6.2. Création de notre projet en TIA PORTAL

Un projet STEP 7 V13 contient la description complète de l'automatisme. Il comporte deux grandes parties :

La configuration matérielle et la création de programme.

a. Configuration matérielle

Elle consiste à l'organisation suivie pour la disposition des racks de modules, d'appareils, de la périphérie centralisée et c'est l'architecture interne de la boîte de commande (API).

Le choix s'est porté sur les modules suivants :

- Module d'alimentation

Une alimentation externe SITOP PSU300M/ 300B de référence « SITOP 6EP1333-3BA00 ».

- Unité centrale

Une CPU 1214C DC/DC/DC avec écran de référence «6ES7 214-1AG40-0XB0», Mémoire de travail 75 Ko ; alimentation DC24V avec DI14 x DC24V SINK/SOURCE, DQ10 x DC24V et AI2 intégrées ; 6 compteurs rapides et 4 sorties d'impulsions intégrées ; extension des E/S intégrées par Signal Board ; jusqu'à 3 modules de communication pour communication série ; jusqu'à 8 modules d'entrées-sorties pour extension des E/S ; 0,04 ms/k instructions ; interface PROFINET pour programmation, communication IHM et API-API.

- Module d'entrée

Un module d'entrée TOR DI16x DC 24V de référence « 6ES7 221-1BH32-0XB0 ».

- Module de sortie

Un module d'entrée TOR DQ 16 x DC 24V de référence « 6ES7 222-1BH32-0XB0 ».

- Module entrée analogique

Un module d'entrée TOR AI 8 x TC 24V de référence « 6ES7 231-5QF32-0XB0 ».

La figure suivante illustre la configuration matérielle de la station centralisée :

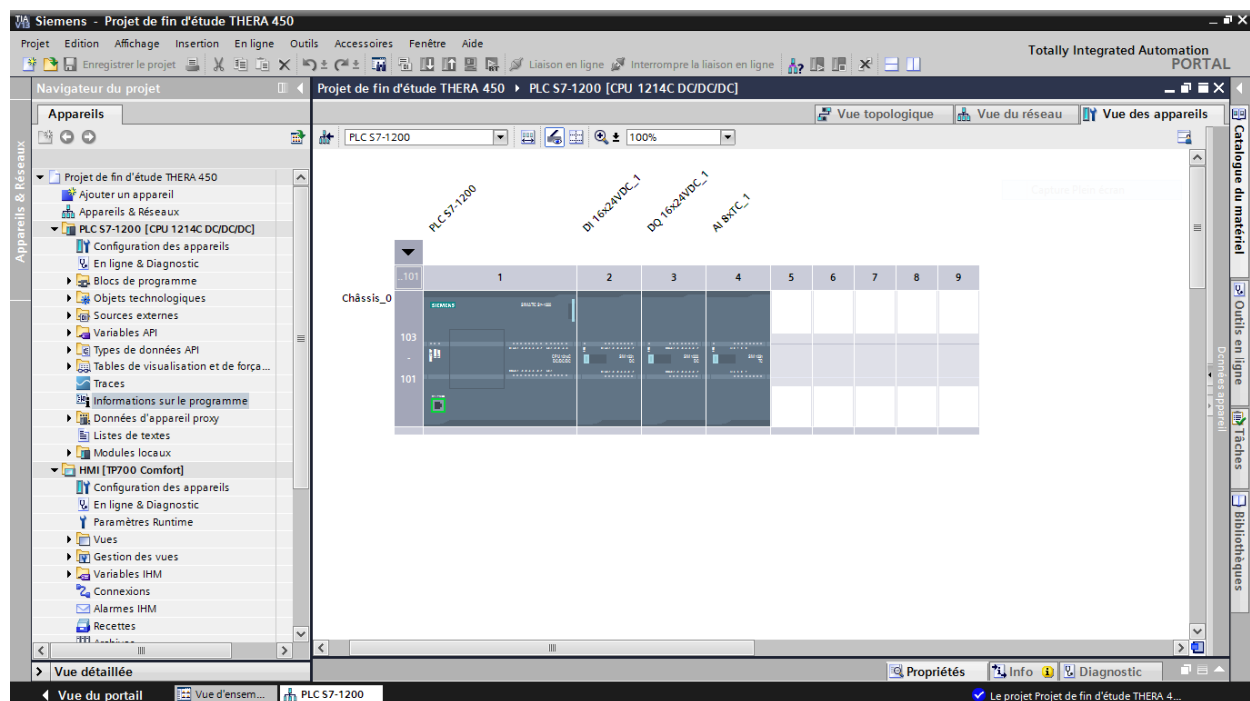
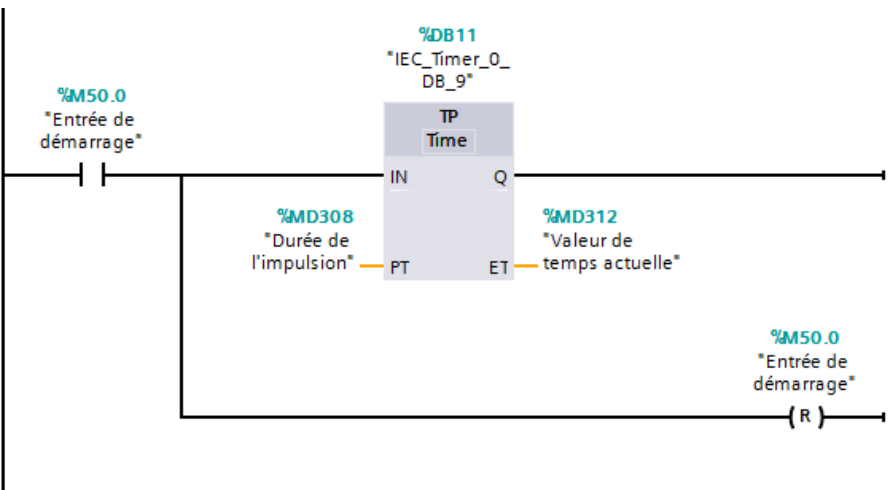
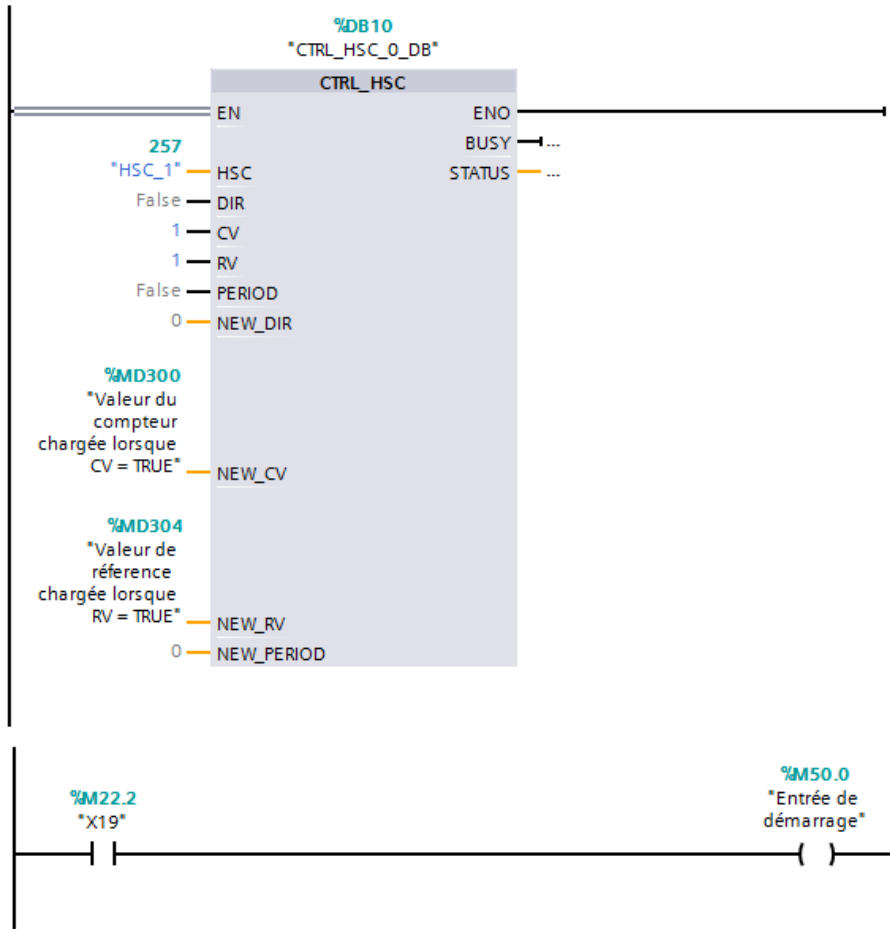


Figure II. 12 : Configuration matérielle

b. Un exemple de notre programmation

On a utilisé un compteur rapide HSC qui nous a permis de programmer le pas de la machine.



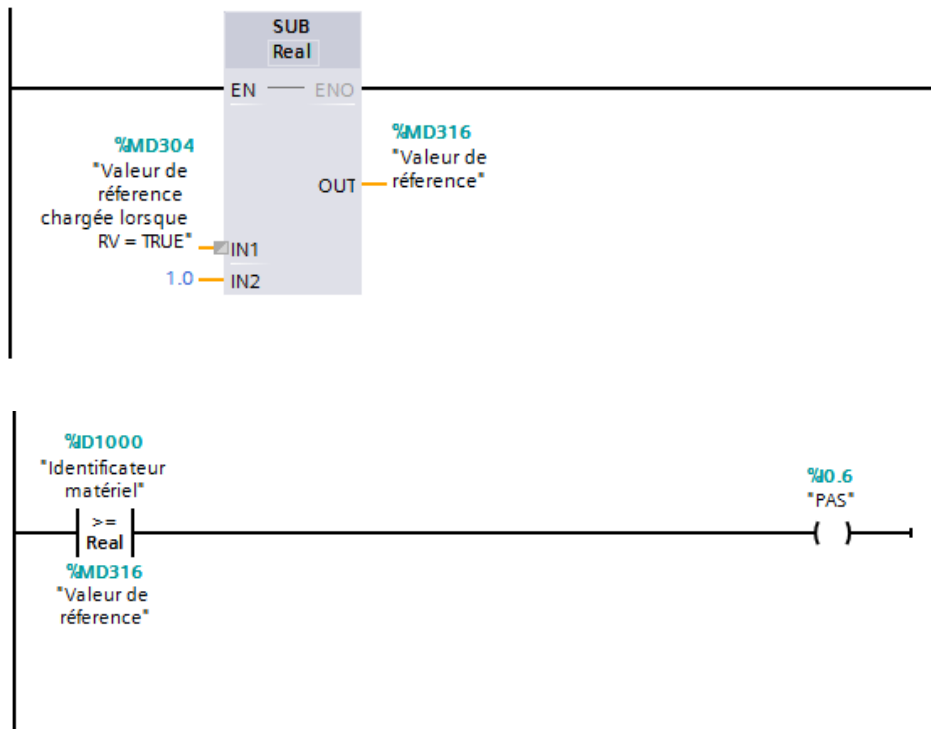


Figure II. 13 : Vue Hardware Interrupt [OB40]

c. Simulation

La simulation avec le S7-1200 doit s’effectuer en présence du contrôleur, faute de matériel, on devait trouver une solution d’échange qui va permettre l’exécution de programme. Notre programme a été réalisé puis simulé sous forme de S7-GRAF puis converti en CONT (Figure II.11) :

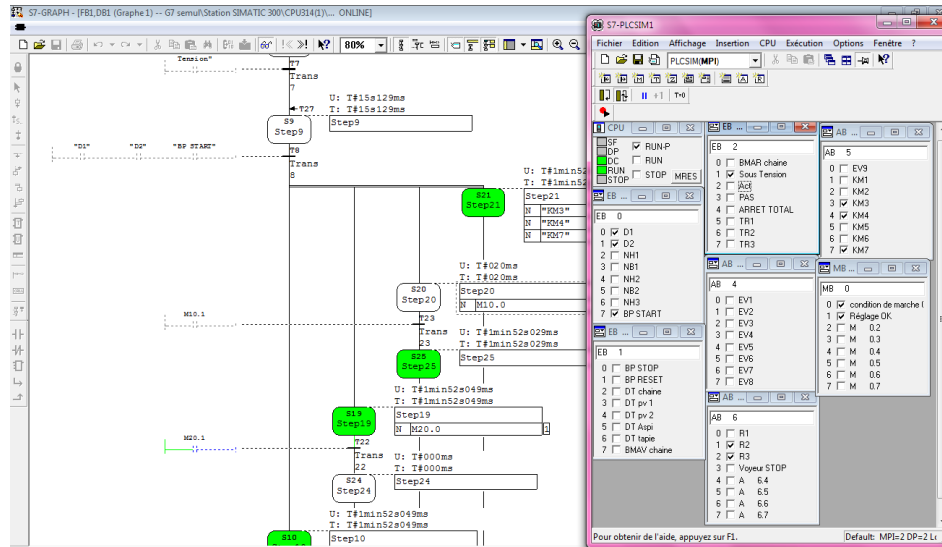


Figure II. 14 : Simulation avec le S7-GRAF

Conclusion

Dans ce chapitre nous avons pris soin de bien choisir un Automate convenable pour notre travail, en se basant sur des critères et des choix spécifiques, le programmé et le simulé avec le logiciel SIMATIC STEP7 V13.

On a aussi présenté brièvement le logiciel de programmation SIMATIC STEP7 V13, et pour la supervision, nous allons utiliser WinCC Comfort intégré au logiciel de programmation et c'est le but de chapitre suivant.

Chapitre III

Développement d'une solution de supervision

Introduction

Quel que soit le domaine d'activité, la clé de la performance se trouve dans la capacité à comprendre son activité pour l'optimiser et prendre des décisions rapides. Cette compréhension s'obtient au moyen d'une interface Homme-Machine (IHM). Ce type d'interface est un ensemble de vues préalablement créés et configurées, à l'aide d'un logiciel adéquat, afin de les présenter à l'opérateur.

Dans ce chapitre, nous allons présenter l'application de contrôle/commande que nous avons réalisé pour la machine. Cette application a été créée et simulé à l'aide du logiciel WinCC Comfort de SIEMENS.

III.1. Généralités sur la supervision

III.1.1. La supervision

La supervision est une commande en temps réel et une création des interfaces graphique grâce à un écran placé au poste de pilotage.

Il existe plusieurs configurations d'interface de contrôle / commande. La configuration la plus simple est de rassembler toutes les informations sur une **Interface Homme-Machine**, pour faciliter la tâche de l'opérateur.

III.1.2. Avantages de la supervision

Un système de supervision donne de l'aide à l'opérateur dans la conduite du processus, son but est de présenter à l'opérateur des résultats expliqués, interprétés et son avantage principal est :

- ✓ Surveiller le processus à distance.
- ✓ La détection des défauts.
- ✓ Le diagnostic et le traitement des alarmes.
- ✓ Traitement des données.

Dans notre application, nous avons utilisé le pupitre et le logiciel Win CC flexible de SIEMENS pour la supervision de la machine.

III.1.3. Constitutions d'un système de supervision

Les systèmes de supervision se composent généralement d'un moteur central (logiciel), à qui se rattachent des données provenant des équipements (automates). Le logiciel de supervision assure l'affichage, le traitement des données, l'archivage et la communication avec d'autres périphériques. Ayant pour fonction, la mise à la disposition de l'opérateur des données instantanées du procédé. Les modules de visualisation comportent (Figure III.1) : [6]

✓ **Le module d'archivage**

Ayant comme rôle la mémorisation des données (alarmes et événements) pendant une longue période et l'exploitation des données dans des applications spécifiques pour les fins de maintenance ou de gestion de production.

✓ **Le module de traitement**

Permet la mise en forme des données afin de les présenter via le module de visualisation aux opérateurs sous une forme prédéfinie.

✓ **Le module de communication**

Ayant pour fonctions l'acquisition, le transfert de données et la gestion de la communication avec les automates programmables industriels et autres périphériques.

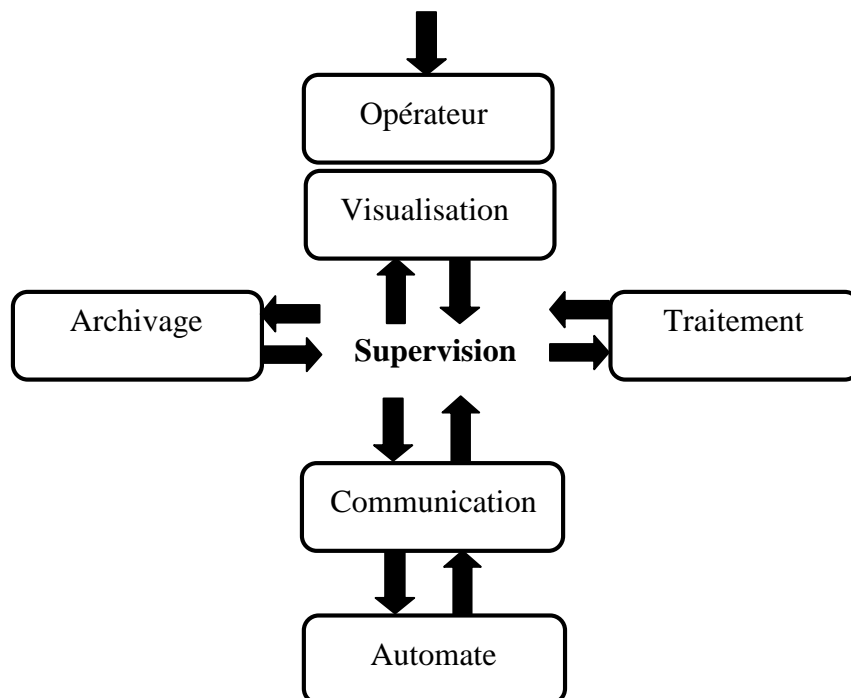


Figure III.1: Schéma synoptique d'un système de supervision

III.2. Choix de l'interface homme-machine

La série SIMATIC TP Comfort de Siemens est livrée dans une variété d'écrans larges de 7 à 22" avec fonctionnement tactile.

Nous avons choisi le pupitre TP 700 Comfort (Figure III.1) de la famille SIEMENS. Ce terminal d'exploitation (**I**nterface **H**omme **M**achine) offre une facilité, une maniabilité et surtout des fonctionnalités avancées. La mise en œuvre de cette interface de supervision nécessite le développement des programmes en utilisant des outils de programmations tel que WinCC Comfort.

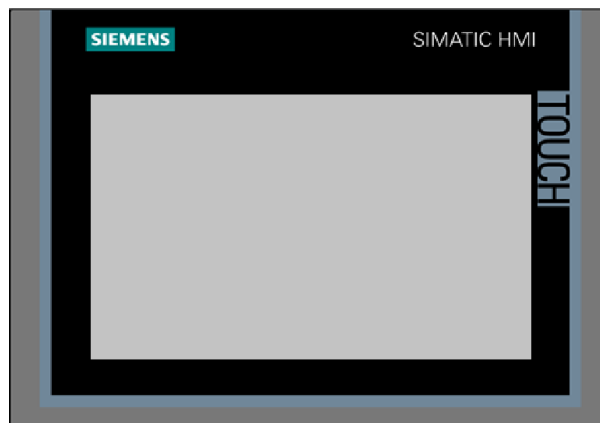


Figure III.2 : L'interface de supervision TP700 Comfort

✓ Caractéristiques techniques

Série fabricant	TP700
Type d'affichage	TFT
Taille de l'affichage	7 pouces
Résolution de l'affichage	800 x 480pixels
Dimensions	214 x 158 x 63 mm
Couleur de l'afficheur	Coloré
Nombre de ports USB	3
Type de port	Ethernet, MPI, Profibus DP
Mémoire embarquée	12 Mo

Tableau III.1 : Les caractéristiques techniques de l'interface de supervision TP700 Comfort

III.3. Le logiciel SIMATIC WinCC

Le SIMATIC WinCC (Windows Control Center), dans le Totally Integrated Automation Portal (TIA Portal) fait partie d'un nouveau concept d'ingénierie intégré qui offre un environnement d'ingénierie homogène pour la programmation et la configuration de solutions de commande, de visualisation et d'entraînement.

WinCC dans le TIA Portal est le logiciel pour toutes les applications IHM allant de solutions de commande simples avec des Basic Panels aux applications SCADA pour systèmes multipostes basés sur PC. La gamme de solutions offerte par le prédécesseur de SIMATICWinCC flexible s'en trouve considérablement élargie. [11]

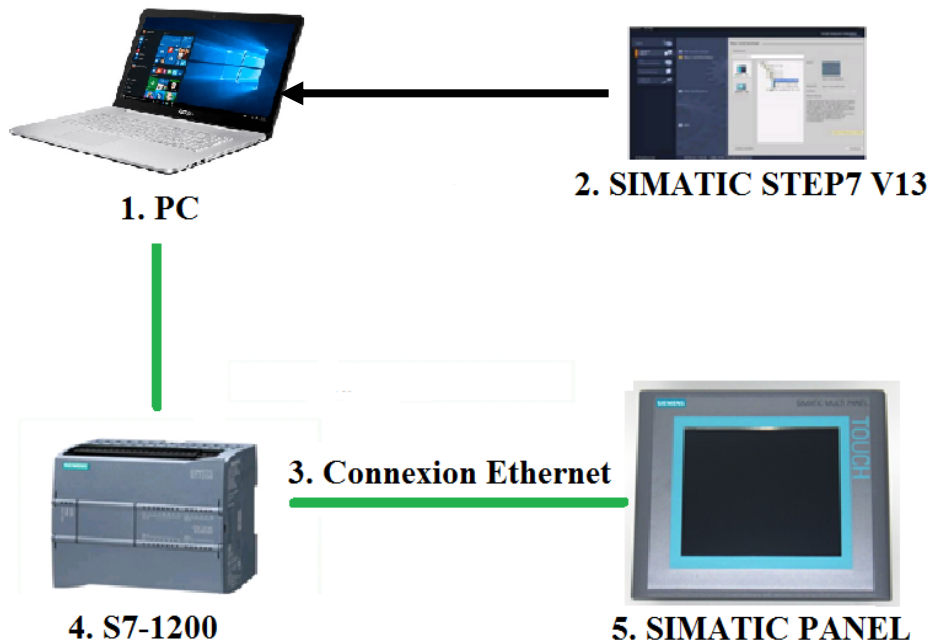


Figure III.3 : L'interface Homme-Machine dans un processus automatisé

WinCC gère les tâches suivantes : [11]

- **Représentation du processus**

Le processus est représenté sur le pupitre opérateur. Si, par exemple, un changement intervient dans le processus, l'affichage est mis à jour sur le pupitre opérateur.

- **Commande du processus**

L'opérateur peut commander le processus via l'interface graphique. Par exemple, l'opérateur peut définir une consigne pour l'automate ou modifier des paramètres.

- **Affichage d'alarmes**

Si des états critiques surviennent dans le processus, une alarme se déclenche automatiquement. Par exemple, quand une limite fixée est dépassée.

- **Archivage des valeurs de processus et des alarmes**

Le système IHM peut archiver des alarmes et des valeurs de processus. Cela vous permet de documenter les caractéristiques du processus ou d'accéder ultérieurement à des données de production plus anciennes.

- **Documentation des valeurs et des alarmes**

Le système IHM affiche les alarmes et les valeurs de processus sous forme de protocole. Vous pouvez ainsi afficher les données de production à chaque changement d'équipe.

- **Gestion des paramètres du processus et des machines**

Le système IHM peut enregistrer les paramètres de processus et des machines dans des recettes. Cela vous permet de transférer ces paramètres en une seule fois à l'automate.

III.4. Conception d'une interface Homme /Machine

III.4.1. Les paramètres de liaison créés par le système lors de l'intégration

A l'ouverture de WINCC, on enregistre le projet puis on l'intègre au projet de programmation conçu dans 'TIA portal' afin d'introduire les variables manipulées. Puis nous définissons la liaison entre le pupitre et l'automate.

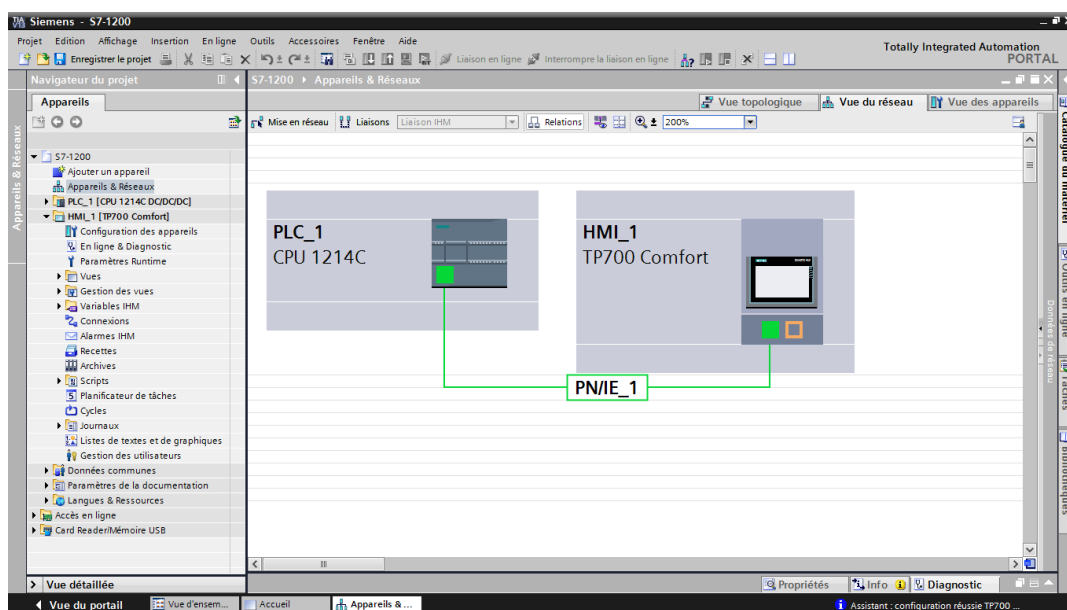


Figure III.4 : Liaison entre l'API et le panel

III.4.2. Création du projet

Le projet est à la base de la configuration d'interface graphique. On crée puis on configure dans le projet tous les objets indispensables à la commande et au contrôle de la machine. Dans notre cas les objets nécessaires sont :

- Les vues pour représenter et commander la machine.
- Les variables qui transmettent les données entre la machine et le pupitre opérateur.
- Les alarmes qui affichent au les états du fonctionnement de la machine.

III.4.3. Les différentes vues du projet

Les vues sont les éléments principaux du projet. Elles permettent de visualiser et de contrôler la machine. L'interface graphique de notre machine se compose de plusieurs vues.

- ✓ La vue d'écran de verrouillage : En appuyant sur le cadenas au, milieu de l'écran (Figure III.4); une fenêtre s'ouvre pour entrer le nom et le code d'utilisateur, pour accéder à la page d'accueil.

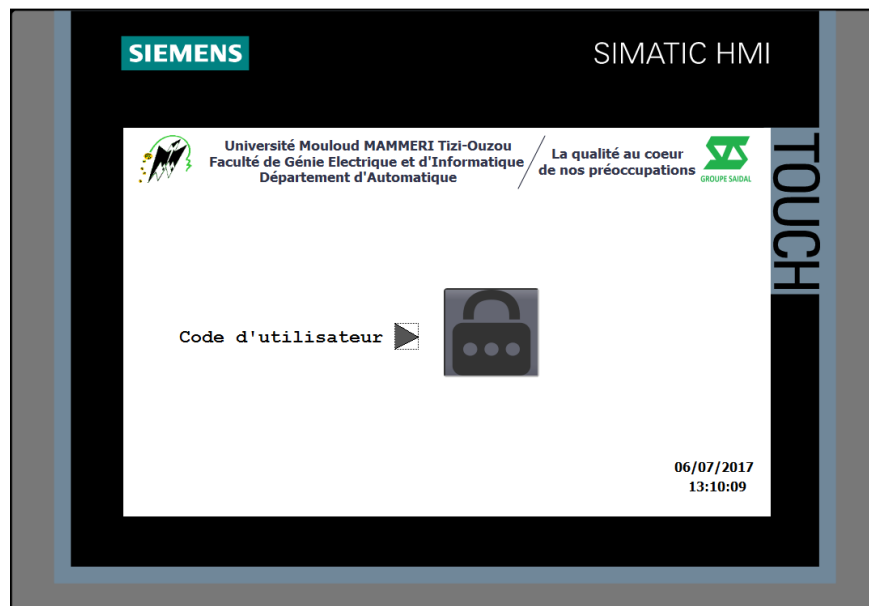


Figure III.5 : Vue d'écran de verrouillage

- ✓ La vue de la page d'accueil : Dans cette vue, on trouve les différents commandes et données de la machine (Figure III.6):
 - a. Les boutons de navigation
 - b. Les boutons de commande
 - c. Les données système

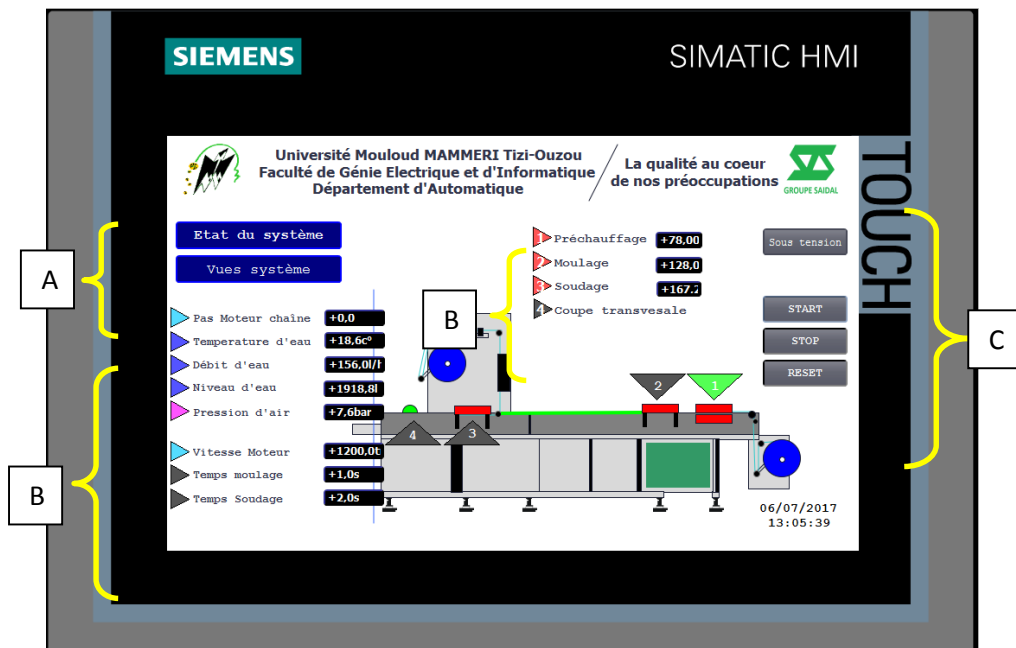


Figure III.6 : Vue de la page d'accueil

- ✓ Vue d'Etat du système : Cette vue donne accès aux différents réglages de la machine (Figure III.7).

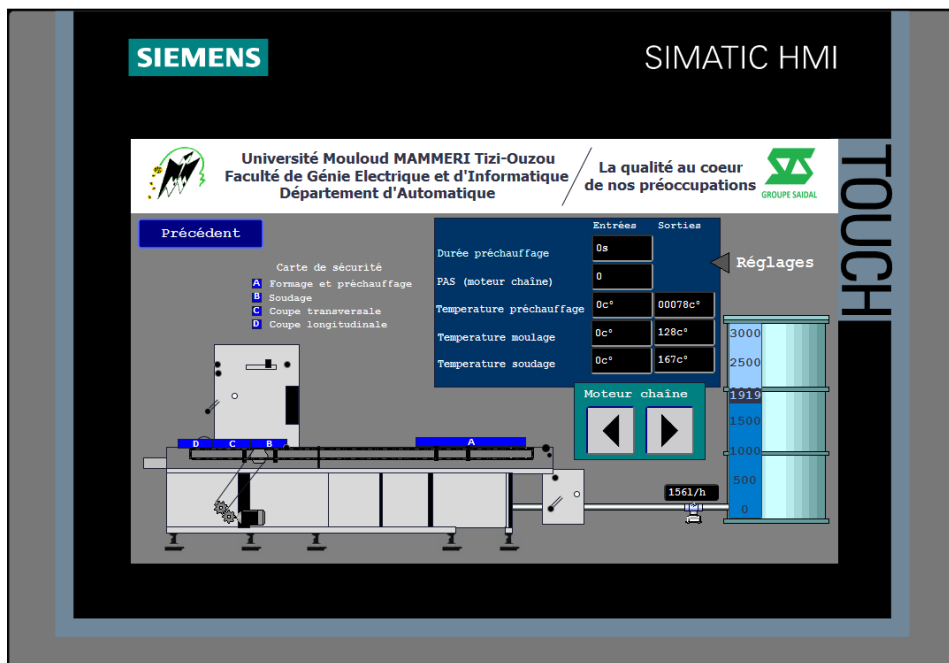


Figure III.7 : Vue d'Etat du système

Conclusion générale

Conclusion générale

La fonction d'un automaticien doit être l'optimisation de techniques permettant d'aboutir un objectif avec simplicité et performance.

Le stage que nous avons effectué au sein de l'usine SAIDAL BIOTIC de Gue de Constantine nous a permis d'améliorer l'ensemble des connaissances en le domaine de l'industrie tout au long de notre cursus.

Le but de ce projet était de proposer une automatisation et supervision afin d'améliorer le fonctionnement de la machine de conditionnement sous vide « THERA 450 COLIMATIC ». Pour cela, nous avons procédé par étapes afin de réaliser ce but. Ces étapes ont été décrites dans les chapitres de ce rapport.

Afin de mieux comprendre la Thera 450, au commencement de notre projet nous avons fait une étude globale sur la machine ; une description générale des déférant station de la machine, son instrumentation, puis son principe de fonctionnement.

Après cela ; nous avons exposé le problème et proposé une automatisation pour la machine, cette solution elle a été basée autour d'un automate programmable SIEMENS de la gamme SIMATIC de type S7-1200. Le choix de la CPU ainsi que les différents modules ont été effectué selon les besoins de la machine.

A la fin ; nous avons terminé notre travail par la description de système de supervision avec Win CC Comfort, et nous avons présenté les différentes pages de l'interface implémentée. Cette supervision permet à l'opérateur de savoir avec précision les endroits des pannes lors d'une défaillance.

Comme perspective, nous espérons que l'étude d'automatisation du processus que nous avons mené dans ce mémoire puisse être testé et implémenté sur la machine réelle

Références Bibliographiques

[1]: Livre de Cours de Pharmacie galénique, Université d'Alger « Faculté de Médecine », Année 2002.

[2]: Manuel d'utilisation de la machine COLIMATIC THERA 450 [Document de l'usine].

[3] : TS IRIS (Physique appliquée) Les capteurs par Christian BISSIERES.

[4] : Cours des actionneurs PDF par GUY Gauthier (Août 2001).

[5] : site officiel de GEFTRAN : [Document électronique].

www.gefran.com/fr/products/44-gfx-single-loop-pid-power-controller-max-120a-master-salve

[6] : Les Automates programmables industriels (API) par Philippe RAYMOUND ; Notes de cours – BTS Octobre 2005

[7] : Site officiel de SIEMENS : Automate S7-1200.

<http://w3.siemens.com/mcms/programmable-logic-controller/en/basic-controller/s7-1200/Pages/Default.aspx>

[8] : Site officiel de SIEMENS : Alimentation SITOP.

<http://w3.siemens.com/mcms/power-supply-sitop/fr/modular/pagesdefault.aspx>

[9] : Catalogo COLIMATIC Thera 450 ENG 05/2006.

[10]: SIMATIC TIA PORTAL- Programmation Niveau 1 « Logiciel d'ingénierie SIEMENS », documents de SAIDAL.

[11] : Site officiel de SIEMENS : Logiciel SIMATIC Win CC Comfort.

<http://www.industry.siemens.com/topics/global/fr/tia-portal/hmi-sw-tia-portal/wincc-tia-portal-es/Pages/Default.aspx>
