

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRETIQUE ET POPULAIRE
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEURE
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE SAAD DAHLEB BLIDA
FACULTE DE SCIENCES DE L'INGENIEUR
DEPARTEMENT D'ELECTRONIQUE



PROJET DE FIN D'ETUDES

POUR L'OBTENTION DU DIPLOME
DE MASTER 2 EN ELECTRONIQUE

OPTION : AUTOMATIQUE

**CONCEPTION, REALISATION ET
COMMANDE D'UN ROBOT INDUSTRIEL
H PACKAGING PAR L'AUTOMATE
PROGRAMMABLE ZILIO LOGIC
SR3B261BD ET CB280**

Réalisé par :

* M^{elle} BERRETIMA SOMIA

Proposé par :

* M^r KAZED BOUALEM

* M^r ZEMOURI FARID

Promotion : Octobre 2011

Remerciements

Tous d'abord, je veuf remercie Dieu le tout puissant de m'avoir permis de réaliser ce modeste travail et donner la force et la patience d'accomplir ce travail.

Avant d'exposer les résultats de ce travail je tiens à présenter me vifs remerciements à tous ce qui ont contribués de près ou de loin par leur encouragements et leurs aides pour la réalisation de ce travail en particulier :

Mr BOUALEM KAZED, mon promoteur, qui a bien voulu encadrer ce travail

Je voudrais exprimer aussi mes profondes gratitudes à Mr ZEMOURI FARID, pour avoir aidés et pour ses précieux conseils, et orientations.

je ne manquerions pas de remercier vivement Mm

AGOUN HAKIM chef d'atelier et leur assistant JABOB

ISMAILÉ pour tout ce qu'ils ont fait pour nous.

En fin je n'oublie pas de dire merci à tous ce qui a partagé avec moi les moments les plus difficiles dans la réalisation de ce travail et ce qui me souhaite bon courage

Sommaire

Introduction Général.....	1
----------------------------------	----------

Chapitre I : Généralités

I.1 Introduction	2
I.2 Définition et historique	3
I.2.1 Définitions	3
I.2.2 Historique	5
I.3 Caractéristiques d'un robot	5
I.4 Vocabulaire utilisé dans le domaine de la robotique	7
I.5 Domaine d'application de la robotique industrielle	7
I.5.1 Robot industriels de soudage	8
I.5.2 Robot industriels d'Emballage / Palettisation.....	8
I.5.3 Robot industriels dans l'industrie Agro-alimentaire	9
I.5.4 Robot industriels d'Assemblage.....	10
I.6 Introduction aux systèmes automatisés.....	10
I.6.1 Fonction globale d'un système.....	10
I.6.2 Système de production.....	12
I.6.3 Automatisation.....	13
I.6.4 Structure d'un système automatisé.....	15
I.7 Energie pneumatique	16
I.8 Conclusion.....	17

Chapitre II : Les API et leur environnement de programmation

II.1 Introduction	18
II.2 Historique	18
II.3 Définition générale	19
II.4 Domaine d'utilisation des automates A.P.I	20

II.5 Nature des informations traitées par l'automate	20
II.6 Architecture des API	21
II.6.1 Aspect extérieur.....	21
II.6.2 Structure interne.....	23
II.6.3 Fonction réalisées.....	24
II.7 Fonctionnement	24
II.8 Câblage des entrées / sorties d'un automate	25
II.8.1 Alimentation de l'automate.....	25
II.8.2 Alimentation des entrées de l'automate.....	26
II.8.3 Alimentation des sorties de l'automate.....	27
II.9 Programmation	28
II.9.1 Langage de programmation.....	28
II.9.2 Programmation à l'aide du GRAFCET(SFC :Sequential Function Chart)....	30
II.10 Sécurité	31
II.11 Critères de choix d'un API	32
II.12 Modules programmable Zelio Logic	33
II.12.1Présentation.....	33
II.12.2 Modules logiques compacts.....	33
II.12.3 Modules logiques modulaires et extensions.....	33
II.12.4 Le module SR3B261BD.....	34
II.12.5 Programmation.....	35
II.12.6 Présentation du logiciel Zelio soft 2.....	35
II.13 conclusion	41

Chapitre III : Conception mécanique

III.1 Introduction	43
III.2 Actionneurs	45

III.2.1	Eléments pneumatiques :.....	45
III .2.1.1	Vérins pneumatiques :.....	45
III.2.1.2	Les distributeurs pneumatiques (Pré-actionneurs) :.....	49
III.2.1.3	Ventouse et Générateur de vide ou "Venturi" :	51
III.2.2	Les moteurs à courant continu :.....	53
Chapitre IV : Conception électronique.		
IV.1	Introduction :.....	56
IV.2	Les éléments constituent le mécanisme :.....	56
IV.3	Actionneurs :.....	57
IV.3.1	Etage de puissance :.....	57
IV.3.1.1	Commande de sens de rotation d'un moteur à cc par le pont H :..57	
IV.3.1.2	Commande de la vitesse de rotation :.....	59
IV.3.1.3	Le pont H (L6203) :.....	61
IV.3.2	Etage d'isolation galvanique :.....	62
IV.3.3	Partie de commande :.....	65
IV.3.3 .1	Présentation du module <i>CUBLOC</i> :.....	65
IV.3.3.2	la gestion de robot par l'automate programmable Zelio logic :.....	73
IV.4	Les capteurs :.....	74
IV .4.1	Le capteur GP 2D 150A :.....	74
IV.5	Le capteur potentiomètre :.....	75
IV.6	La partie modélisme :.....	77
IV.6.1	Servomoteurs :.....	77
IV.7	Conclusion :.....	79

Chapitre V : résultats expérimentaux.

V.1 Introduction :.....	80
V.2 Partie mécanique :.....	80
V.3 Partie électronique :.....	81

الملخص

الهدف من هذا المشروع هو تصميم و انجاز آلي اصطناعي موجه إلى الصناعة الغذائية والصيدلانية ذو 6 درجات من الحرية متكون من ذراعين آليين و بساط دوار يقوم كل ذراع برفع العلب التي تأتي عن طريق البساط بقوة الضغط و ترتيبها في صناديق و ذلك بواسطة محركات كهربائية و دوافع هوائية كل عناصر متحكم فيها بواسطة المكرو مراقب CB280 و الآلي المبرمج Zelio logic. الالى

Résumé

L'objectif de ce projet est de concevoir et réaliser un robot industriel a **6ddl** destine a l'industrie agroalimentaire et pharmaceutique il constituée de deux bras et un convoyeur, chaque bras soulever les boites qui viennent à travers le tapis avec une ventouse et de les mettre dans les caisses. Toutes est effectuée a l'aide des moteurs électriques et vérins pneumatiques et des capteurs, commandées par le microcontrôleur CB280 et L'automate programmable Zelio logic.

Abstract

n	_t	fr	UTF-8	2
1				

The objective of this project is to design and build an industrial robot has **6dof** for industrial food and pharmaceutical is comprised of two arms and a conveyor, each arm lift boxes that come through the lurking a suction cup and the put in the box. All is done with electric motors and pneumatic actuators and sensors, controlled by the microcontroller CB280 and the PLC Zelio Logic.

Introduction Générale

Conçus à l'origine afin de réaliser des tâches pénibles et dangereuses pour l'homme, les robots ont largement été utilisés en industrie afin d'augmenter la productivité (soudage, peinture, assemblage...etc.). A moyen terme, ils tendent à investir de plus en plus notre vie quotidienne.

De ce fait, la robotique constitue un marché porteur et très lucratif. A l'avenir, les experts annoncent une forte croissance du nombre de robots notamment dans le domaine de la robotique de service, l'assistance aux personnes handicapées, la robotique médicale ou encore pour les loisirs.

En Algérie comme dans le monde, le champ d'application des robots est immense. Il est donc clair que l'orientation de projets de recherche vers ce domaine est nécessaire, et constitue une stratégie de développement porteuse.

L'objectif de notre projet est la conception, réalisation et commande d'un robot H Packaging (d'emballage) à 6 ddl par un automate programmable industriel et le microcontrôleur CB280.

Chapitre I : Généralités

I.1 Introduction :

La robotique est un ensemble de disciplines techniques électromécaniques actionnée par le biais d'un ensemble de logiciels leur conférant une intelligence artificielle pour servir un objectif commun, cet objectif est l'automatisation flexible de nombreux secteurs de l'activité humaine, l'objet est le robot. D'une part, les progrès réalisés dans les disciplines mentionnées ci haut permettent de construire des robots et autres systèmes mécatroniques performants et fiables. D'autre part, les situations économiques actuelles dans les pays industrialisés, notamment la crise qui a suivi le choc pétrolier des années soixante dix et l'émergence de nouveaux pays industrialisés capable de produire à faible cout ou de fournir rapidement des produits nouveaux et ou de qualité supérieure et assurant la garantie.ces exigences on conduit au développement d'une automatisation flexible impliquant l'implantation de robot dans de nombreuses branches d'activités.

Le nombre de projets de recherche en robotique bénéficiant d'une couverture médiatique importante est croissant, au delà du caractère informatif d'une telle médiatisation, celle-ci entraîne des attentes de plus en plus fortes de la part du grand publique et des industriels : les uns se mettent à rêver d'un compagnon domestique, les autres imagines l'usine du future et ses robots dociles. Chacun se construit donc l'image du robot idéal et pense pouvoir retirer un bénéfice de l'utilisation de robots dans son domaine d'activité. De la santé au service passant par la médecine, la défense, la recherche ou la culture, une infinité de possibilités d'utilisation de systèmes robotiques apparait. La réalité des choses est un peu différente. En effet, si la société actuelle est avide de technologie, l'aspect émotionnel d'une interaction homme robot quotidienne et multiple semble toujours délicat à gérer, surtout pour les hommes. Ainsi, faute de débouché et de démonstration d'une autonomie réelle, la robotique de service reste, à de rares exceptions près, à l'état de démonstrateur technologique et les robots sont aujourd'hui encore utilisés de manière privilégiée pour des missions ou les objectifs sont quantifiables et clairement définis.

Chapitre I : Généralités

De telles missions n'en sont pour autant pas moins complexes et de bras manipulateurs industriels dédiés à des tâches précises, simples, dans un environnement bien calibré, nous sommes passés à des robots dont l'espace de travail s'est étendu. Cette extension vient en réponse à la nature des missions qui sont aujourd'hui envisagées en robotique : exploitation, manipulation en milieu hostile (domaine terrestre, sous marin ou spatial), intervention, opération de fabrication sur des pièces de grandes dimensions (soudure, peinture, polissage) ; les exemples ne manquent pas. [17]

Dans ce chapitre on va présenter quelques généralités autour des robots industriels, les systèmes automatisés,etc.

I.2 Définition et historique : [17], [13]

I.2.1 Définitions :

Robot industrielle : C'est une machine constituée d'un mécanisme à plusieurs ddl prenant souvent l'apparence d'un ou plusieurs bras se terminant dans un poignet capable de tenir un outil, un outillage ou instrument de contrôle. Son unité de contrôle utilise notamment un dispositif de mémoire éventuellement de perception et d'adaptation à l'environnement et aux circonstances. Ces machines polyvalentes sont généralement étudiées pour effectuer la même fonction de façon cyclique et peuvent être adaptées à d'autres fonctions.

Degré de liberté ddl : C'est le nombre de translation et de rotation possibles, (appelé aussi quelque fois le nombre d'axes) pour positionner complètement un objet dans l'espace, 6 ddl sont nécessaires et suffisants (3 translations, 3 rotation) ; les ddl supplémentaires éventuels proposés quelquefois, sont utilisés pour le contournement d'obstacles (peinture, à l'intérieur d'une carrosserie par exemple).

Articulation : Son rôle est de lier deux corps en limitant le nombre de degrés de

Chapitre I : Généralités

Liberté de l'un par rapport à l'autre. Le nombre de degré de liberté résultant m est appelé mobilité du robot. Il existe deux types d'articulations ; prismatique notée P et correspondant un à une translation et rotoïde qui correspond à une rotation, elle est notée R .

Espace de travail (volume de travail) : C'est le volume à l'intérieur duquel se déplace l'extrémité de préhension (en général en m^3). De plus en plus, les constructeurs définissent l'espace de travail par deux vues telles que celles représentées dans la (figure I. 2) par exemple. Ce genre de plan (coté) permet d'établir le volume exact dans lequel évolue l'organe de préhension.

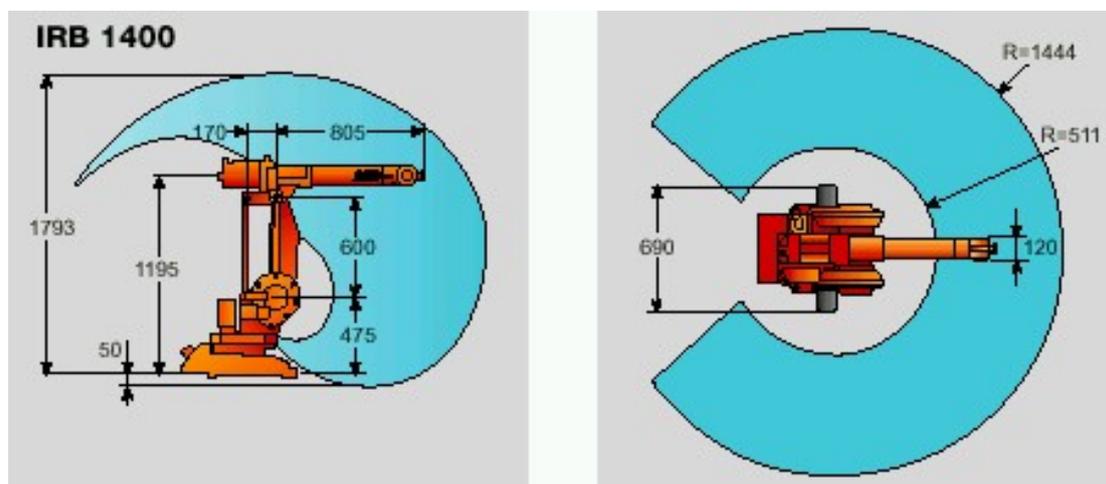


Figure I. 1 : Exemple du volume de travail d'un robot.

Apprentissage : Cette définition se rapporte au mode de programmation qui consiste à enregistrer ou mémoriser le contenu du travail que doit effectuer le robot, à l'aide d'opération manuelle effectuée par l'opérateur.

Temps de réponse : Il mesure le temps mis par le robot initialement à l'arrêt pour rallier une position donnée avec une précision donnée. Il dépend de la distance à parcourir, la vitesse et la charge.

Chapitre I : Généralités

Capacité de levage(ou charge maximale) : C'est la charge maximale que peut manipuler le robot tout en conservant ses caractéristiques .Ceci comprend le poids de l'organe terminal.

Capacité de levage nette = Capacité de levage – poids de l'organe terminal.

Capacité maximale de levage permise : C'est le poids maximum pour lequel le robot peut accomplir une certaine tâche malgré la détérioration de certaines de ses caractéristiques (ex : vitesse, précision...).

I.2.2 Historique :

Qu'elle est l'origine du mot « robot » ?

Le terme robot est apparu pour la première fois vers 1920 dans une pièce de théâtre du tchèque K. Tschapek où il désignait de petits êtres artificiels anthropomorphes répondant parfaitement aux ordres de leur maître ("robota" signifie travail en tchèque).

- ✓ En 1945 : L'apparition du premier manipulateur électrique télé-opéré.
- ✓ En 1947 : Invention du premier robot qui peut être programmé.
- ✓ En 1961 : Montage d'un robot sur une chaîne de fabrication de Générale Motors.
- ✓ En 1961 : Premier robot avec contrôle en effort.
- ✓ En 1963 : Le premier contrôle du robot avec vidéo.

I.3 Caractéristiques d'un robot : [18]

L'intérêt d'une caractérisation est de mettre à la disposition des différents intervenants dans le domaine de la robotique industrielle, chefs d'entreprises, ingénieurs..., un moyen efficace de comparaison des performances de plusieurs manipulateurs et de leur permettre ainsi d'effectuer le meilleur choix possible du robot.

Chapitre I : Généralités

Cependant, la versatilité (flexibilité d'utilisation), l'auto adaptabilité à l'environnement (capacité d'initiative) ou encore la complexité technologique des robots rendent leur caractérisation très difficile. Des travaux de normalisation (à l'image du groupe de travail TC 184/SC) développés par les deux principaux organismes de normalisation à l'échelle internationale l'ISO (Organisation Internationale de Normalisation) et la CEI (Commission Electrotechnique Internationale) ont été effectués.

Le but essentiel de ces travaux est de caractériser un robot de façon intrinsèque et ce indépendamment des applications. Plusieurs caractéristiques permettent de réaliser cet objectif :

La morphologie : Elles sont nombreuses et dépendent de la combinaison de deux paramètres ; le type d'articulation P ou R , et les angles que font deux axes successifs du robot (0 ou 90°).

Les performances (Précision et répétabilité) :

Précision : Les imprécisions ($>1\text{mm}$) sur le positionnement absolu sont dues essentiellement aux erreurs dans le modèle géométrique, aux erreurs de quantification de la mesure de position ou encore aux flexibilités.

Répétabilité : C'est l'erreur maximale de positionnement répétée de l'outil en tout point de son espace de travail. Elle est en général inférieure à 1mm .

Les vitesses et accélérations max : Elles dépendent de la qualité des actionneurs utilisés. Il existe deux vitesses : la vitesse maximale de translation ou de rotation de chaque axe. Les constructeurs donnent souvent une vitesse maximale de l'organe terminal. L'accélération maximale est donnée pour chaque axe dans sa configuration la plus défavorable (charge maximale, inertie maximale). Elle dépend fortement de l'inertie et donc de la position du robot.

La résolution : Elle est spécifiée par la norme ISO 9283.

Chapitre I : Généralités

I.4 Vocabulaire utilisé dans le domaine de la robotique : [17]

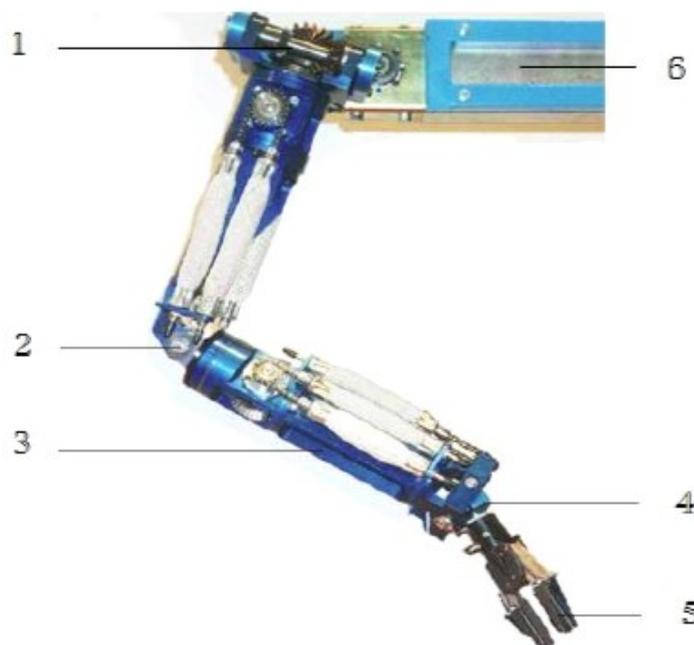


Figure I. 2 : Constituants d'un bras manipulateurs.

1. Actionneur = moteur.
2. Axe = articulation.
3. Corps = segment.
4. Organe terminal.
5. Effecteur = outil.
6. Base.

I.5 Domaine d'application de la robotique industrielle : [13]

Les robots sont intensivement utilisés dans le domaine de l'industrie, où ils effectuent des tâches répétitives ou dangereuses avec rigueur. Avec les progrès de la robotique, la technologie des robots industriels s'améliore et leur coût diminue. La robotique dont les applications se multiplient, est un marché en pleine expansion. Dans ce qui suit on montre quelques exemples des robots industriels :

Chapitre I : Généralités

I.5.1 Robots industriels de soudage : Une des applications les plus courantes de la robotique industrielle est le **soudage**. Le soudage robotisé des châssis de voiture améliore la sécurité car un robot ne manque jamais son point de soudure et les réalise toujours de la même manière tout au long de la journée. A peu près 25 % des robots industriels sont impliqués dans différentes opérations de soudure. [13]



Figure I.3 : Le robot industriel Kawasaki FS-03N, robot de soudage. [3]

I.5.2 Robots Industriels d’Emballage / Palettisation : L’emballage et la **palettisation** sont toujours des applications mineures des robots industriels, comptant seulement pour 2,8% du parc en 1997. Les prévisions pour ce type d’applications sont en croissance significative étant donné que les robots deviennent de plus en plus faciles à manipuler. [13]



Figure I. 4 : le robot rongeur. [3]

I.5.3 Robots industriels dans l'industrie Agro-alimentaire :
L'industrie agro-alimentaire est un champ d'applications voué à jouer un rôle majeur dans le futur. Comme montré sur la **Figure I.5**, les constructeurs développent une gamme spécifique de produits pour ce domaine. [13]



Figure I.5 : Robot Delta. [3]

Chapitre I : Généralités

I.5.4 Robots Industriels d'Assemblage : L'assemblage occupe environ 33% des applications du parc des robots industries (1997). Beaucoup de ces robots peuvent être trouvés dans l'industrie automobile et l'industrie électronique. [13]

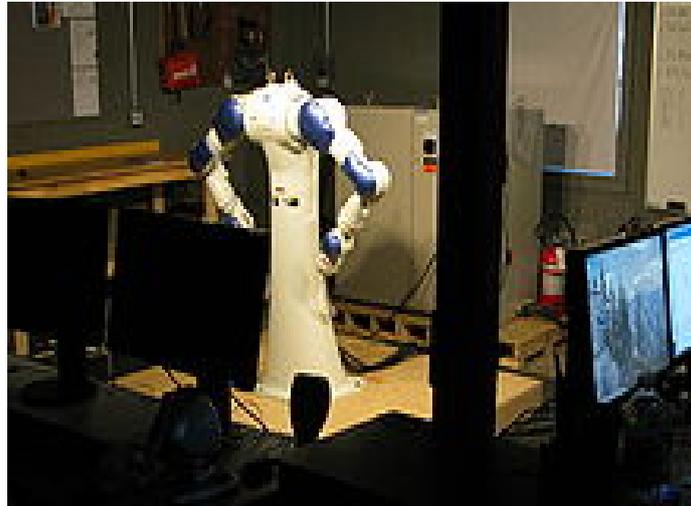


Figure I. 6 : Le robot industriel Motoman SDA10. [3]

I.6 Introduction aux systèmes automatisés : [2]

I.6.1 Fonction globale d'un système:

La fonction globale de tout système automatisé est de conférer une **valeur ajoutée** à un ensemble de **matières d'œuvre** dans un **environnement** ou **contexte** donné.

➤ **Matières d'œuvre**

Une matière d'œuvre peut se présenter sous plusieurs formes. Par exemple :

- Un **PRODUIT**, c'est-à-dire de la matière, à l'état solide, liquide ou gazeux, et sous une forme plus ou moins transformée :
- ✓ Des objets techniques : lingot, roulement, moteur, véhicule...
- ✓ Des produits chimiques : pétrole, éthylène, matière plastique...
- ✓ Des produits textiles : fibre, tissu, vêtement...

Chapitre I : Généralités

- ✓ Des produits électroniques : transistor, puce, microprocesseur, automate programmable...
- ✓ Qu'il faut : concevoir, produire, stocker, transporter, emballer, utiliser...

- De l'**ENERGIE**

- ✓ Sous forme : électrique, thermique, hydraulique...
- ✓ Qu'il faut : produire, stocker, transporter, convertir, utiliser...

- De l'**INFORMATION**

- ✓ Sous forme écrite, physique, audiovisuelle...
- ✓ Qu'il faut : produire, stocker, transmettre, communiquer, décoder, utiliser...

- Des **ETRES HUMAINS**

- ✓ Pris individuellement ou collectivement.
- ✓ Qu'il faut : former, informer, soigner, transporter, Servir...

- **Valeur ajoutée**

La Valeur Ajoutée à ces matières d'œuvre est l'**objectif global** pour lequel a été défini conçu, réalisé, puis éventuellement modifié, le système. Cette Valeur Ajoutée peut résulter par exemple :

- D'une **MODIFICATION PHYSIQUE** des matières d'œuvre
 - ✓ Traitement mécanique : usinage, formage, broyage, impression...
 - ✓ Traitement chimique ou biologique
 - ✓ Conversion d'énergie
 - ✓ Traitement thermique : cuisson, congélation...
 - ✓ Traitement superficiel : peinture, teinture...
- D'un **ARRANGEMENT PARTICULIER**, sans modification des matières d'œuvre
 - ✓ Montage, emballage, assemblage...
 - ✓ Couture, collage...

Chapitre I : Généralités

- D'une **MISE EN POSITION** particulière, ou d'un **TRANSFERT**, de ces matières d'œuvre
 - ✓ Manutention, transport, stockage
 - ✓ Commerce
 - ✓ Communication

- D'un **PRELEVEMENT D'INFORMATION** sur ces matières d'œuvre
 - ✓ Contrôle mesure lecture examens... [2]

➤ Contexte et valeur ajoutée

La **NATURE**, la **QUANTITE** et la **QUALITE** de la valeur ajoutée peuvent varier pour tenir compte de l'évolution des besoins de la société dans laquelle s'insère le système. Ce qui peut conduire à modifier le système, voire l'abandonner pour en construire un nouveau.

L'environnement, c'est-à-dire le **CONTEXTE** physique, social, économique, politique, ... joue un rôle essentiel dans le fonctionnement du système et influe sur la qualité et/ou la quantité de la Valeur Ajoutée.

I.6.2 Système de production :[2]

Un **SYSTEME DE PRODUCTION** est un système à caractère industriel possédant les caractéristiques suivantes :

- ✚ L'obtention de la valeur ajoutée présente, pour un ensemble de matières d'œuvre donné, un caractère reproductible.
- ✚ La valeur ajoutée peut être exprimée et quantifiée en termes économiques. Un système de production répond au besoin d'élaborer des produits, de l'énergie ou de l'information à un coût rentable pour l'utilisateur du système.

L'élaboration progressive de la valeur ajoutée sur les matières d'œuvre est obtenue :

- ✚ Au moyen d'un ensemble d'éléments ou de dispositifs opératifs, appelés **partie opérative** et plus ou moins mécanisés.

Chapitre I : Généralités

✚ Par l'action, à certains moments, d'opérateurs humains et/ou de dispositifs de commande pour assurer la coordination des dispositifs opératifs.

Exemples de système de production

- ☞ Usine de fabrication chimique, métallurgique, électronique...
- ☞ Société de service (informatique...), groupe de presse, banque...

I.6.3 Automatisation :[2]

L'automatisation de la production consiste à transférer tout ou partie des tâches de coordination, auparavant exécutées par des opérateurs humains, dans un ensemble d'objets techniques appelé **PARTIE COMMANDE**.

La Partie Commande mémorise le savoir faire des opérateurs pour obtenir la suite des actions à effectuer sur les matières d'œuvre afin d'élaborer la valeur ajoutée.

Elle exploite un ensemble d'informations prélevées sur la Partie Opérative pour élaborer la succession des ordres nécessaires pour obtenir les actions souhaitées.

➤ Objectifs de l'automatisation :

L'automatisation permet d'apporter des éléments supplémentaires à la valeur ajoutée par le système. Ces éléments sont exprimables en termes d'objectifs par :

✚ accroître la productivité du système c'est-à-dire augmenter la quantité de produits élaborés pendant une durée donnée. Cet accroissement de productivité exprime un gain de valeur ajoutée sous forme :

- d'une meilleure rentabilité.
- d'une meilleure compétitivité.

✚ améliorer la flexibilité de production.

✚ améliorer la qualité du produit grâce à une meilleure répétabilité de la valeur ajoutée.

✚ s'adapter à des contextes particuliers :

- adaptation à des environnements hostiles pour l'homme (milieu salin, spatial, nucléaire ,...).
- adaptation à des tâches physiques ou intellectuelles pénibles pour l'homme (manipulation de lourdes charges, tâches répétitives parallélisées...).

Chapitre I : Généralités

+ augmenter la sécurité,... etc.

➤ **Conduite et surveillance d'un système automatisé :**

Il s'avère très difficile en pratique d'intégrer dans une Partie Commande la totalité des savoir faire humains de sorte que l'automatisation reste souvent partielle : certaines tâches restent confiées à des intervenants humains.

A ces causes techniques viennent s'ajouter des considérations économiques de compétitivité, des considérations financières imposant un fractionnement des investissements, des considérations sociales d'automatisation douce.

Certaines tâches restent donc manuelles et l'automatisation devra donc prendre en compte la spécificité du travail humain, c'est-à-dire en particulier :

+ assurer le dialogue entre les intervenants et le système automatisé,

+ assurer la sécurité de ces intervenants dans l'exécution de leurs tâches manuelles.

En outre le modèle de fonctionnement de la Partie Commande, choisi par le concepteur du système, ne correspond qu'à un ensemble de situations prévues, c'est-à-dire retenues par le concepteur parmi un ensemble de situations possibles.

Or il est impératif de pouvoir faire face à des situations non prévues (donc non retenues en général pour des raisons économiques compte tenu de leur faible probabilité), voire imprévisibles.

Seul un opérateur peut alors intervenir et prendre les décisions requises par cette situation : il assure une fonction de **conduite** et de **surveillance** du système automatisé. Cette fonction peut être plus ou moins assistée par un ensemble de moyens (pupitres, informatique...).

Le concepteur devra alors :

+ fournir à l'intervenant (ou lui permettre de prélever) toutes les informations significatives (ou INDICES) nécessaires à l'analyse de la situation,

Chapitre I : Généralités

✚ lui permettre d'agir sur le système, soit directement (dépannage...), soit indirectement (consignes de sécurité, de marches et d'arrêts...).

I.6.4 Structure d'un système automatisé : [1]

Tout système automatisé peut se décomposer selon le schéma ci-dessous :

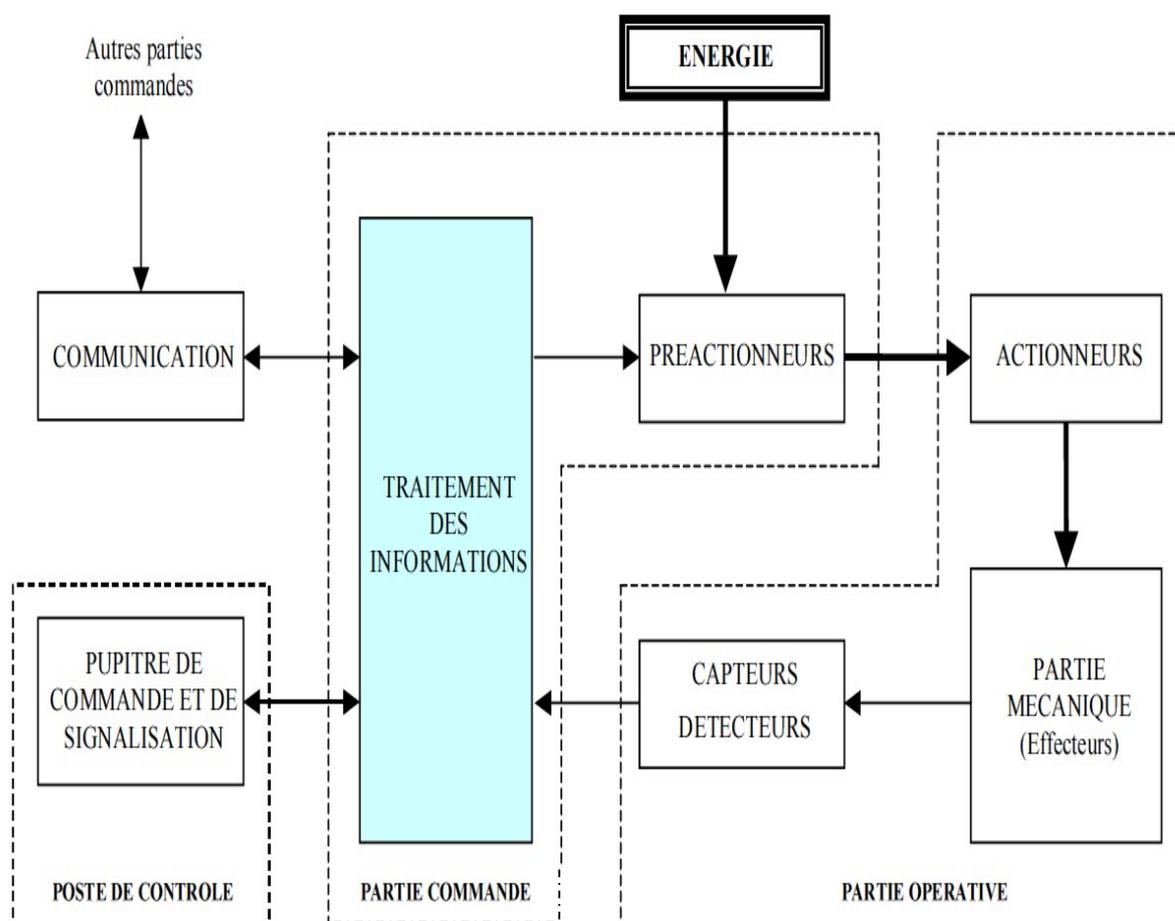


Figure I.7 : La structure d'un système automatisé.

☞ **Partie opérative :**

Elle agit sur la matière d'œuvre afin de lui donner sa valeur ajoutée.

Les **actionneurs** (moteurs, vérins) agissent sur la partie mécanique du système qui agit à son tour sur la matière d'œuvre.

Les **capteurs / détecteurs** permettent d'acquérir les divers états du système.

Chapitre I : Généralités

☞ **Partie commande :**

Elle donne les ordres de fonctionnement à la partie opérative.

Les **préactionneurs** permettent de commander les actionneurs ; ils assurent le **transfert d'énergie** entre la source de puissance (réseau électrique, pneumatique ...) et les actionneurs. Exemple : contacteur, distributeur ...

Ces préactionneurs sont commandés à leur tour par le bloc **traitement des informations**. Celui-ci reçoit les consignes du **pupitre de commande** (opérateur) et les informations de la partie opérative transmises par les capteurs / détecteurs.

En fonction de ces consignes et de son programme de gestion des tâches (implanté dans un automate programmable ou réalisé par des relais (on parle de logique câblée), elle va commander les préactionneurs et renvoyer des informations au **pupitre de signalisation** ou à d'autres systèmes de commande et/ou de supervision en utilisant un **réseau** et un **protocole de communication**.

☞ **Poste de contrôle :**

Composé des **pupitres de commande et de signalisation**, il permet à l'opérateur de commander le système (marche, arrêt, départ cycle ...). Il permet également de visualiser les différents états du système à l'aide de voyants, de terminal de dialogue ou d'interface homme-machine (IHM).

I.7 Energie pneumatique :

L'énergie pneumatique est fréquemment employée sur les manipulateurs à cycles préréglés ou « **tout ou rien** » pour lesquels la précision n'est pas obtenue par une boucle d'asservissement mais par des butées mécaniques. [6]

La difficulté de contrôle des mouvements et le rendement peu important sont les inconvénients majeurs des systèmes pneumatiques .Cependant certains avantages sont à considérer :

- La simplicité de la mise en œuvre :
 - Génération par compresseur disponible habituellement sur site industriel.

Chapitre I : Généralités

- Transport par canalisations rigide ou souple.
- Stockage possible dans des réservoirs.
- Economiques :
 - Peu couteux.
 - Pas de consommation d'énergie lorsque l'actionneur n'est pas en fonctionnement.
- Robustesse.

I.8 conclusion :

Dans ce chapitre on a donné quelques généralités concernant la robotique industrielle, domaine d'application, les systèmes automatisé.

Chapitre I : Généralités

Chapitre I : Généralités

II.1 Introduction :

L'industrie moderne que, l'on peut qualifier d'industrie de qualité et de quantité, ne cesse d'exiger un matériel de contrôle de plus en plus performant afin de réaliser les deux objectifs, simultanément. Et c'est pour cette raison qu'on voulait remplacer les dispositifs de commande classiques avec tous les inconvénients qui en découlent (logique câblée très compliquée, encombrement, difficulté d'entretien ...) par un autre beaucoup plus performant et avantageux.

Ce serait certainement l'Automate Programmable Industriel qui devient de nos jours le cœur de toute unité industrielle moderne.

Voici donc une description plus ou moins détaillée de l'API et de tout ce qui y est lié en terme de soft et de hard.

II.2 Historique :

Au début des années 50, les ingénieurs étaient déjà confrontés à des problèmes d'automatismes, les composants de base de l'époque étaient les relais électromagnétique à un ou plusieurs contacts. Les circuits conçus comportaient des centaines voire des milliers de relais. Le transistor n'était connu que comme un composant d'avenir et les circuits intégrés étaient inconnus.

Vers 1960, les semi-conducteurs (transistors, diodes) sont apparus dans les automatismes sous forme de circuits digitaux. Ce n'est que quelques années plus tard, que l'apparition des circuits intégrés a amorcé une révolution dans la façon de concevoir les automatismes. Ceux-ci étaient très peu encombrants et leur consommation était des plus réduite. On pouvait alors concevoir des fonctions de plus en plus complexes à des coûts toujours décroissants.

C'est en 1969 que les constructeurs américains d'automobiles (General Motors en Particulier) ont demandé aux firmes fournissant le matériel d'automatisme des

systèmes plus évolués et plus souples pouvant être modifiés simplement sans coût exorbitants.

Les ingénieurs américains ont résolu le problème en créant un nouveau type de produit nommé automates programmables. Ils n'étaient rentables que pour des installations d'une certaine complexité, mais la situation a très vite changé, ce qui a rendu les systèmes câblés obsolètes.

De nombreux modèles d'automates sont aujourd'hui disponibles ; depuis les nanoautomates bien adaptés aux machines et aux installations simples avec un petit nombre d'entrées/sorties, jusqu'aux automates multifonctions capables de gérer plusieurs milliers d'entrées/sorties, et destinés au pilotage de processus complexes. [1]

II.3 Définition générale :

Un Automate Programmable Industriel API dit Programmable Logic Controller PLC dans le langage industriel, est une machine électronique spécialisée dans la conduite et la surveillance en temps réel de processus industriels et tertiaires. Il exécute une suite d'instructions introduites dans ses mémoires sous forme de programme, et s'apparente par conséquent aux machines de traitement de l'information.

Trois caractéristiques fondamentales le distinguent des outils informatiques tels que les ordinateurs utilisés dans les entreprises et le tertiaire :

- Il peut être directement connecté aux capteurs et pré actionneurs grâce à ses Entrées/sorties industrielles.

Il est conçu pour fonctionner dans des ambiances industrielles sévères, (Température, vibration, micro-coupures de la tension d'alimentation, Parasite, etc.).

- Enfin, sa programmation à partir de langages spécialement développés pour le Traitement de fonctions d'automatisme facilite son exploitation et sa mise en œuvre.

Chapitre II : les API et leur environnement de programmation.

Selon la norme française EN 61131-1, un automate programmable est un :

« Système électronique fonctionnant de manière numérique, destiné à être utilisé dans un environnement industriel, qui utilise une mémoire programmable pour Le stockage interne des instructions orientées utilisateurs aux fins de mise en œuvre des fonctions spécifiques, telles que des fonctions de logique, de mise en séquence, de temporisation, de comptage, et de calcul arithmétique, pour commander au moyen d'entrées et de sorties tout ou rien ou analogiques divers types de machines ou de processus. L'automate programmable et ses périphériques associés sont conçus pour pouvoir facilement s'intégrer à un système d'automatisme industriel et être facilement utilisés dans toutes leurs fonctions prévues. ». [1]

II.4 Domaines d'utilisation des automates A.P.I : On utilise les API dans tous les secteurs industriels pour la *commande des machines* (convoyage, emballage ...) ou des *chaînes de production* (automobile, agroalimentaire ...) ou il peut également assurer des fonctions de *régulation de processus* (métallurgie, chimie ...). Il est de plus en plus utilisé dans le domaine du *bâtiment* (tertiaire et industriel) pour le contrôle du chauffage, de l'éclairage, de la sécurité ou des alarmes. [1]

II.5 Nature des informations traitées par l'automate :

Les informations peuvent être de type :

- ✓ Tout ou rien (T.O.R.) : l'information ne peut prendre que deux états (vrai/faux, 0 ou 1 ...). C'est le type d'information délivrée par un détecteur, un bouton poussoir ...
- ✓ Analogique : l'information est continue et peut prendre une valeur comprise dans une plage bien déterminée. C'est le type d'information délivrée par un capteur (pression, température ...)
- ✓ Numérique : l'information 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. [1]

II.6 Architecture des API : [2]

II.6.1 Aspect extérieur :

Les automates peuvent être de type **compact** ou **modulaire** :

De type **compact**, on distinguera les *modules de programmation* (LOGO de Siemens, ZELIO de Schneider, MILLENIUM de Crouzet ...) des *microautomates*.

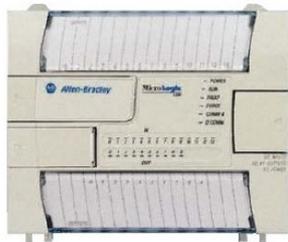
Il intègre le processeur, l'alimentation, les entrées et les sorties. Selon les modèles et les fabricants, il pourra réaliser certaines fonctions supplémentaires (comptage rapide, E/S analogiques ...) et recevoir des extensions en nombre limité.

Ces automates, de fonctionnement simple, sont généralement destinés à la commande de petits automatismes.

De type **modulaire**, le processeur, l'alimentation et les interfaces d'entrées / sorties résident dans des unités séparées (**modules**) et sont fixées sur un ou plusieurs **racks** contenant le "fond de panier" (bus plus connecteurs).

Ces automates sont intégrés dans les automatismes complexes où puissance, capacité de traitement et flexibilité sont nécessaires.

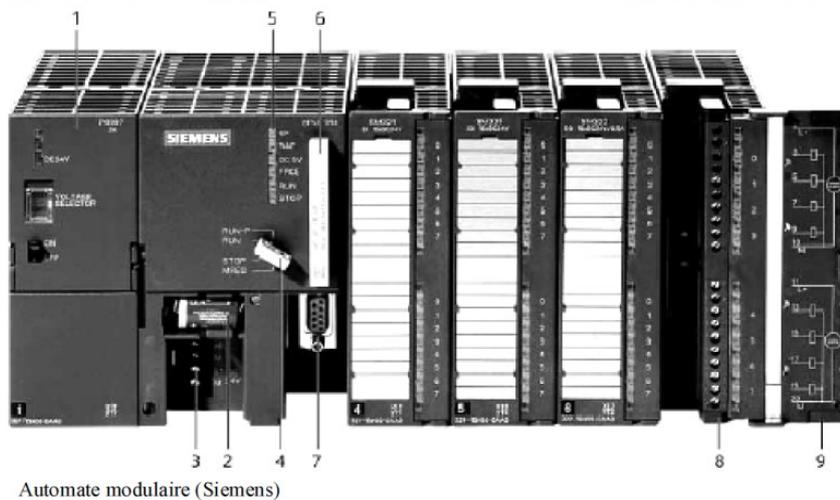
Chapitre II : les API et leur environnement de programmation.



Automate compact (Allen-bradley)



Automate modulaire (Modicon)



Automate modulaire (Siemens)

- | | | | |
|---|---|---|----------------------------|
| 1 | Module d'alimentation | 6 | Carte mémoire |
| 2 | Pile de sauvegarde | 7 | Interface multipoint (MPI) |
| 3 | Connexion au 24V cc | 8 | Connecteur frontal |
| 4 | Commutateur de mode (à clé) | 9 | Volet en face avant |
| 5 | LED de signalisation d'état et de défauts | | |

Figure II.1 : Les types d'API compacts et modulaires.

II.6.2 Structure interne :

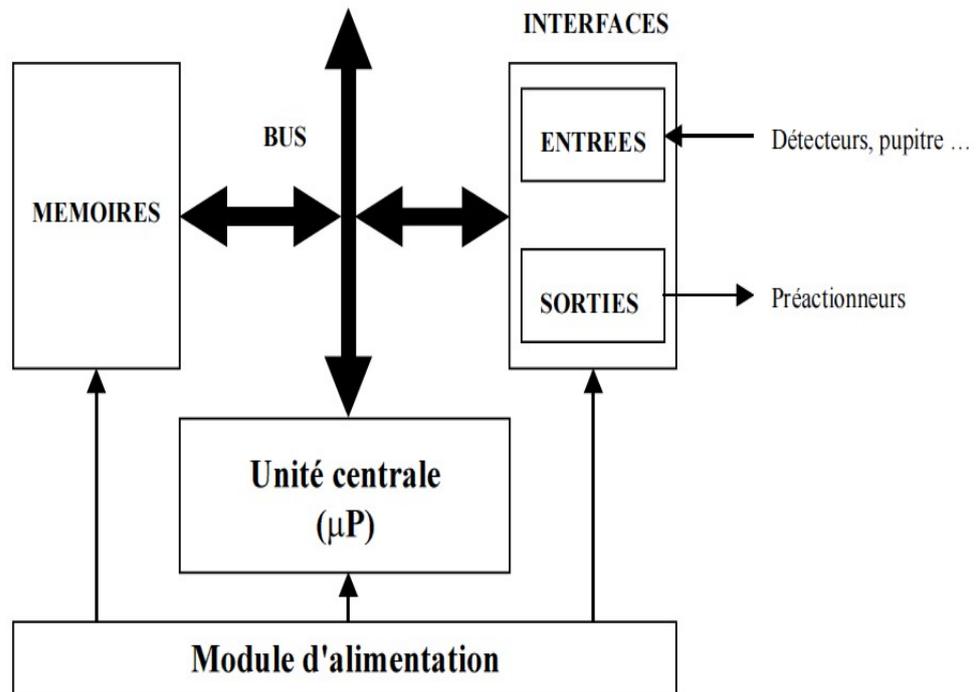


Figure II.2 : Structure interne d'un API.

Nous analyserons successivement chacun des composants qui apparaissent sur ce schéma.

- ☞ **Module d'alimentation** : il assure la distribution d'énergie aux différents modules.
- ☞ **Unité centrale** : à base de microprocesseur, elle réalise toutes les fonctions logiques, arithmétiques et de traitement numérique (transfert, comptage, temporisation ...).
- ☞ **Le bus interne** : il permet la communication de l'ensemble des blocs de l'automate et des éventuelles extensions.
- ☞ **Mémoires** : Elles permettent de stocker le système d'exploitation (**ROM** ou **PROM**), le programme (**EEPROM**) et les données système lors du

fonctionnement (**RAM**). Cette dernière est généralement secourue par pile ou batterie. On peut, en règle générale, augmenter la capacité mémoire par adjonction de barrettes mémoires type **PCMCIA**.

☞ Interfaces d'entrées / sorties :

- Interface d'entrée : elle permet de recevoir les informations du S.A.P. ou du pupitre et de mettre en forme (filtrage, ...) ce signal tout en l'isolant électriquement (optocouplage).
- Interface de sortie : elle permet de commander les divers préactionneurs et éléments de signalisation du S.A.P. tout en assurant l'isolement électrique.

II.6.3 Fonctions réalisées :

Les automates compacts permettent de commander des sorties en T.O.R et gèrent parfois des fonctions de comptage et de traitement analogique.

Les automates modulaires permettent de réaliser de nombreuses autres fonctions grâce à des modules intelligents que l'on dispose sur un ou plusieurs racks. Ces modules ont l'avantage de ne pas surcharger le travail de la CPU car ils disposent bien souvent de leur propre processeur.

II.7 Fonctionnement :

La plupart des automates programmables industriels ont un fonctionnement cyclique (**Figure II.3**). Le processeur est géré en fonction d'un programme qui est une suite d'instructions placées en mémoire. Lorsque le fonctionnement est dit synchrone par rapport aux entrées et aux sorties, le cycle de traitement commence par la prise en compte des entrées qui sont figées en mémoire pour tout le cycle.

Le processeur exécute alors le programme instruction par instruction en rangeant à chaque fois les résultats en mémoire. En fin de cycle les sorties sont affectées d'un état binaire, par mise en communication avec les mémoires correspondantes. Dans ce cas, le temps de réponse à une variation d'état d'une entrée peut être compris entre un ou deux temps de cycle (durée moyenne d'un temps de cycle est de 5 à 15 ms).

Il existe d'autres modes de fonctionnement, moins courants :

Chapitre II : les API et leur environnement de programmation.

- ✓ synchrone par rapport aux entrées seulement.
- ✓ asynchrone.

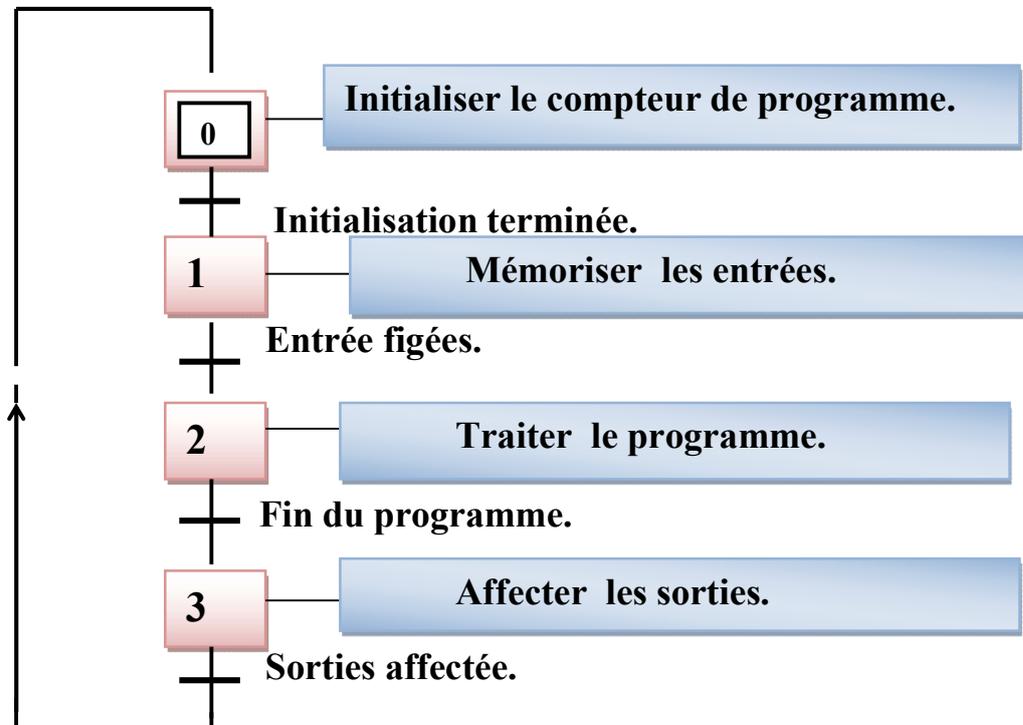


Figure II.3 : Cycle de fonctionnement d'un API.

II.8 Câblage des entrées / sorties d'un automate :

II.8.1 Alimentation de l'automate (voir schéma ci-après) : [2]

L'automate est alimenté généralement par le réseau monophasé 230V ; 50 Hz mais d'autres alimentations sont possibles (110V etc. ...). La protection sera de type magnéto-thermique (voir les caractéristiques de l'automate et les préconisations du constructeur).

Il est souhaitable d'asservir l'alimentation de l'automate par un circuit de commande spécifique (contacteur KM1).

De même, les sorties seront asservies au circuit de commande et alimentées après validation du chien de garde.

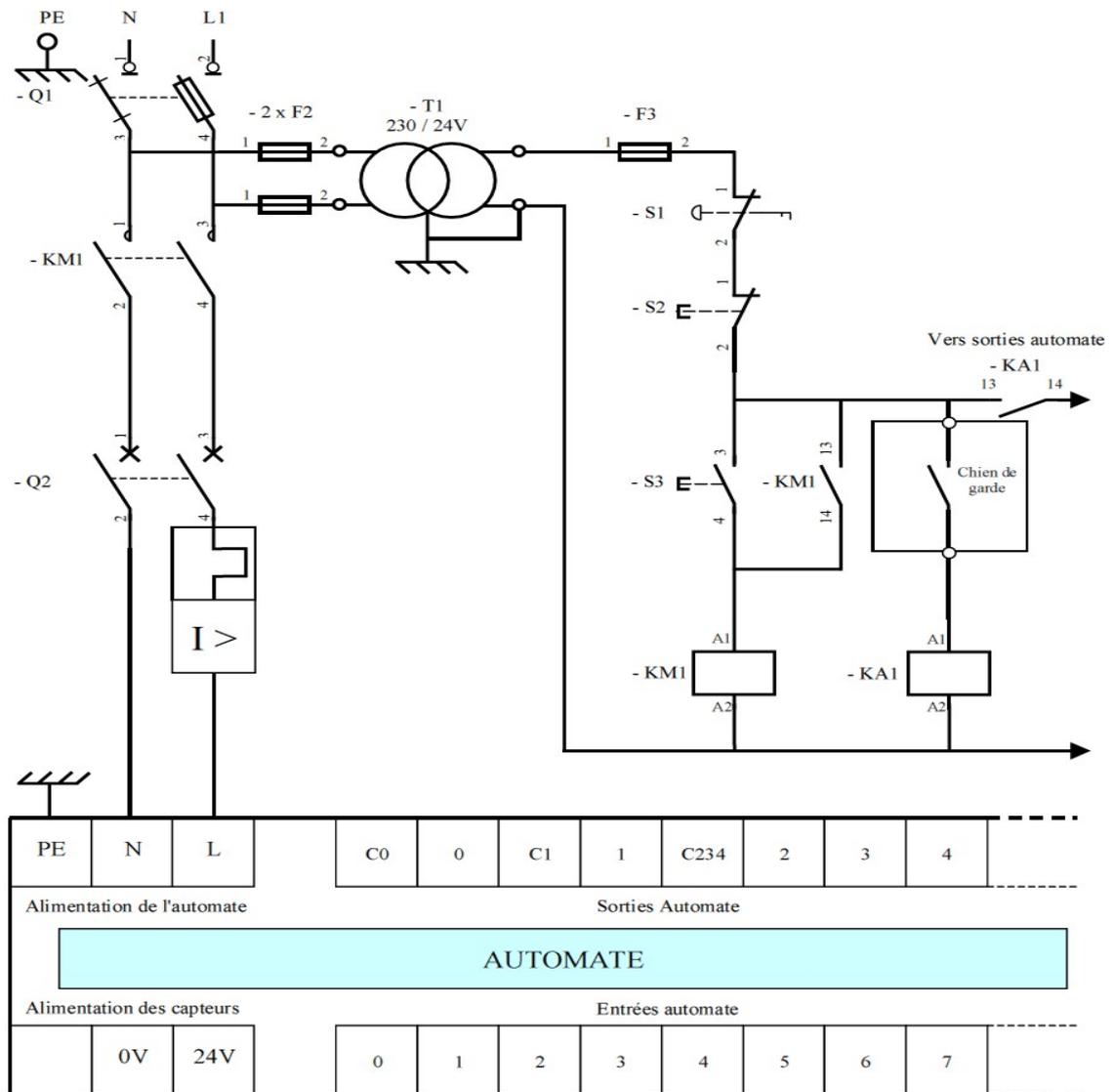


Figure II.4 : L'alimentation de l'API.

II.8.2 Alimentation des entrées de l'automate :

L'automate est pourvu généralement d'une alimentation pour les capteurs/détecteurs (logique positive ou négative).

Les entrées sont connectées au 0V (commun) de cette alimentation.

Les informations des capteurs/détecteurs sont traitées par les interfaces d'entrées.

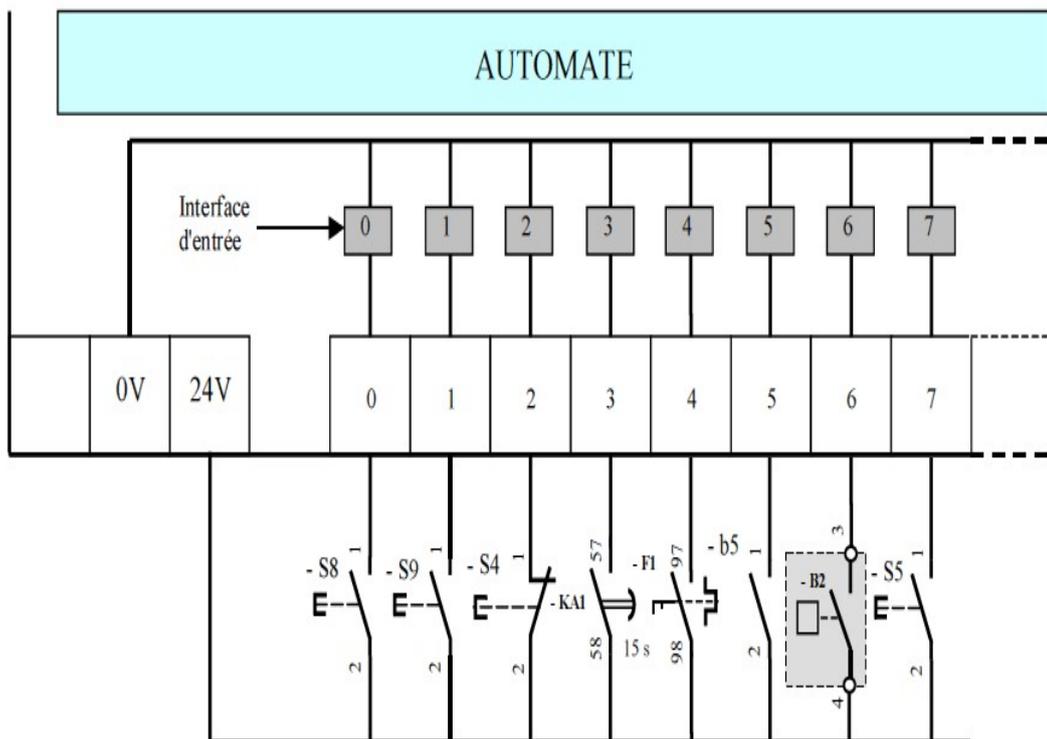


Figure II.5: Alimentation des entrées de l'API.

II.8.3 Alimentation des sorties de l'automate :

Les interfaces de sorties permettent d'alimenter les divers préactionneurs. Il est souhaitable d'équiper chaque préactionneurs à base de relais de circuits RC (non représentés).

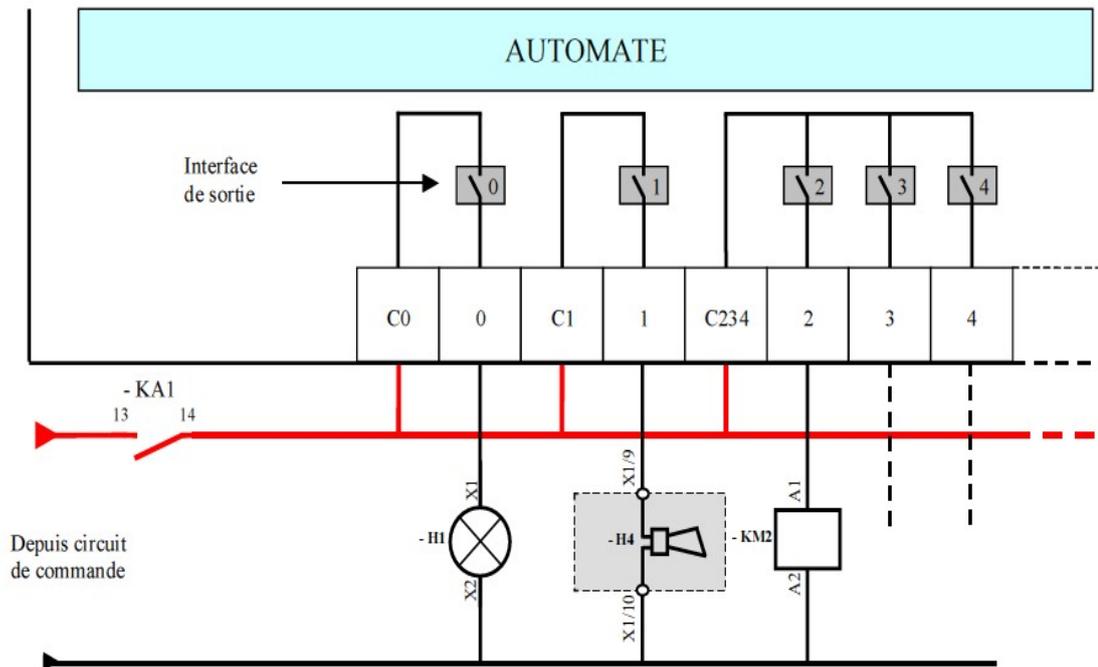


Figure II.6: Alimentation des sorties de l'API.

II.9 Programmation :

II.9.1 Langages de programmation : [1]

Il existe 4 langages de programmation des automates qui sont normalisés au plan mondial par la norme CEI 61131-3.

Chaque automate se programme via une console de programmation propriétaire ou par un ordinateur équipé du logiciel constructeur spécifique.

- ❖ **Liste d'instructions (IL : Instruction List)** : Langage textuel de même nature que l'assembleur (programmation des microcontrôleurs). Très peu utilisé par les automaticiens.

Chapitre II : les API et leur environnement de programmation.

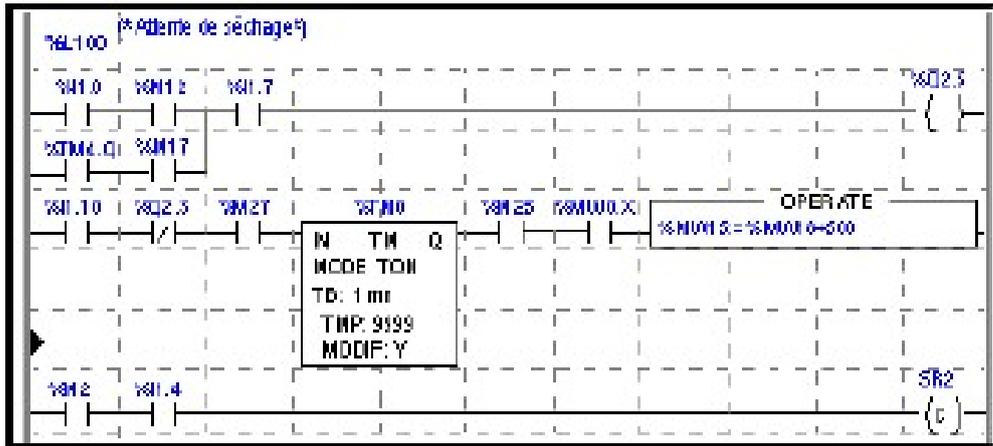
```
! %L0 : LD      %I1.0
        ANDN   %M12
        OR (   %TM4.Q
        AND   %M17
        )
        AND   %I1.7
        ST    %Q2.5
! %L5 : LD      %I1.10
        ANDN   %Q2.3
        ANDN   %M27
        IN    %TM0
        LD    %TM0.Q
        AND   %M25
        AND   %M000>X5
[ %M0015 := %M0018+500]
```

- ❖ **Langage littéral structuré (ST : Structured Text)** : Langage informatique de même nature que le Pascal, il utilise les fonctions comme *if ... then else ...* (si ... alors ... sinon ...). Peu utilisé par les automaticiens.

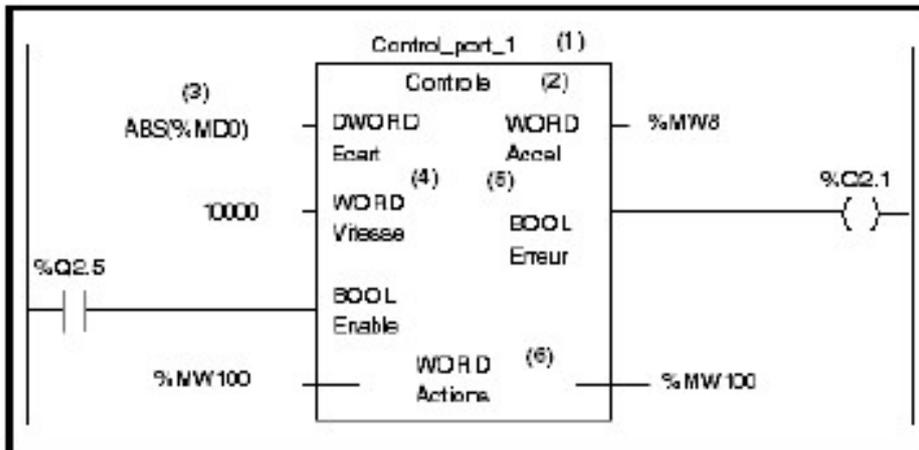
```
IF %M0 THEN
  FOR %M0099 := 0 TO 31 DO
    IF %M00100 [%M0099] > 0 THEN
      %M0010 := %M00100 [%M0099];
      %M0011 := %M0099;
      %M1 := TRUE;
      EXIT;          (*Sortie de la boucle FOR*)
    ELSE
      %M1 := FALSE;
    END_IF;
  END_FOR;
ELSE
  %M1 := FALSE;
END_IF;
```

- ❖ **Langage à contacts (LD : Ladder diagram)** : Langage graphique développé pour les électriciens. Il utilise les symboles tels que : contacts, relais et blocs fonctionnels et s'organise en réseaux (labels). C'est le plus utilisé.

Chapitre II : les API et leur environnement de programmation.

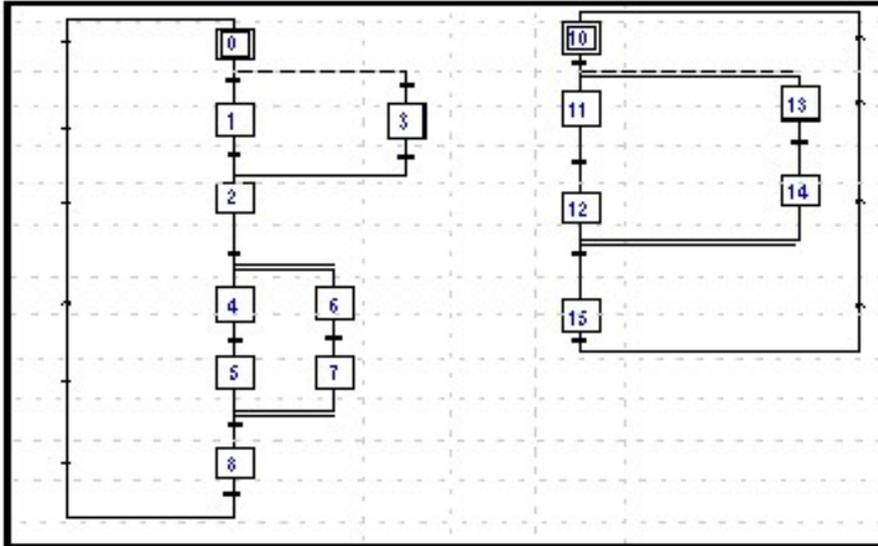


- ❖ **Blocs Fonctionnels (FBD : Function Bloc Diagram) :** Langage graphique où des fonctions sont représentées par des rectangles avec les entrées à gauche et les sorties à droite. Les blocs sont programmés (bibliothèque) ou programmables. Utilisé par les automaticiens.



II.9.2 Programmation à l'aide du GRAFCET (SFC: Sequential Function Chart) :

Le GRAFCET, langage de spécification, est utilisé par certains constructeurs d'automate (Schneider, Siemens) pour la programmation. Parfois associé à un langage de programmation, il permet une programmation aisée des systèmes séquentiels tout en facilitant la mise au point des programmes ainsi que le dépannage des systèmes. On peut également traduire un grafcet en langage en contacts et l'implanter sur tout type d'automate.



Certains logiciels permettent une programmation totale en langage GRAFCET et permettent de s'adapter à la plupart des automates existants (logiciels CADEPA ou AUTOMGEN).

II.10 Sécurité : [2]

Les systèmes automatisés sont, par nature, source de nombreux dangers (tensions utilisées, déplacements mécaniques, jets de matière sous pression ...). Placé au coeur du système automatisé, l'automate se doit d'être un élément fiable car :

- un dysfonctionnement de celui-ci pourrait avoir de graves répercussions sur la sécurité des personnes.
- les coûts de réparation de l'outil de production sont généralement très élevés.
- un arrêt de la production peut avoir de lourdes conséquences sur le plan financier.

Aussi, l'automate fait l'objet de nombreuses dispositions pour assurer la sécurité :

- ✚ Contraintes extérieures : l'automate est conçu pour supporter les différentes contraintes du monde industriel et à fait l'objet de nombreux tests normalisés (tenue aux vibrations, CEM ...).

Chapitre II : les API et leur environnement de programmation.

✚ Coupures d'alimentation : l'automate est conçu pour supporter les coupures d'alimentation et permet, par programme, d'assurer un fonctionnement correct lors de la réalimentation (reprises à froid ou à chaud).

Mode RUN/STOP : Seul un technicien peut mettre en marche ou arrêter un automate et la remise en marche se fait par une procédure d'initialisation (programmée).

✚ Contrôles cycliques :

☞ Procédures d'autocontrôle des mémoires, de l'horloges, de la batterie, des tensions d'alimentation et des entrées / sorties.

☞ Vérification du temps de scrutation à chaque cycle appelée *Watchdog (chien de garde)*, et enclenchement d'une procédure d'alarme en cas de dépassement de celui-ci (réglé par l'utilisateur) .

✚ Visualisation : Les automates offrent un écran de visualisation où l'on peut voir l'évolution des entrées / sorties.

La défaillance d'un automate programmable pouvant avoir de graves répercussions en matière de sécurité, les normes interdisent la gestion des arrêts d'urgence par l'automate, celle-ci doit être réalisée en technologie câblée.

On peut également ajouter des modules de sécurité à l'automate (sécurité des machines).

Il existe enfin des automates dits de sécurité (**APIs**) qui intègrent des fonctions de surveillance et de redondance accrues et garantissent la sécurité des matériels.

II.11 Critères de choix d'un API :[2]

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

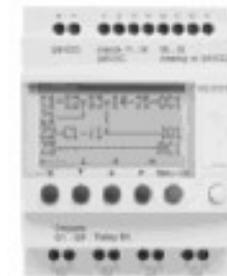
- Les compétences/expériences de l'équipe d'automaticiens en mise en œuvre et en programmation de la gamme d'automate.
- La qualité du service après-vente.
- Les capacités de traitement du processeur (vitesse, données, opérations, temps réel..).

- Le type des entrées/sorties nécessaire.
- Le nombre d'entrées/sorties nécessaire.

II.12 Modules programmables Zelio Logic :

II.12.1 présentation :

Les modules Zelio Logic sont destinés à la réalisation de petits équipements d'automatisme. Ils sont utilisés dans les secteurs d'activité de l'industrie et du tertiaire. Leur compacité et leur facilité de mise en œuvre en font une alternative compétitive aux solutions à base de



logique câblée ou de cartes spécifiques. [14] **Figure II.7** : Module zelio logic compact.

II.12.2 Modules logiques compactes : [14]

Les modules logiques compacts répondent aux besoins d'automatismes simples. Les entrées/sorties sont au nombre de :

- 12 ou 20 E/S, alimentées en 24V AC ou 12V DC.
- 10, 12 ou 20 E/S, alimentées en 100...240V AC ou 24V DC.

II.12.3 Modules logiques modulaires et extensions :

Les entrées/sorties pour les modules logiques modulaires sont au nombre de :

- 26 E/S, alimentées en 12V DC,
- 10 ou 26 E/S, alimentées en 24V AC, 100...240V AC ou 24V DC.

Pour plus de performance et de flexibilité, les modules Zelio Logic modulaires peuvent recevoir des extensions afin d'obtenir un maximum de 40 E/S :

- Extensions de communication réseau Modbus ou Ethernet, alimentées en 24V DC par le module Zelio

Chapitre II : les API et leur environnement de programmation.

Logic de même tension.

➤ Extension d'entrées/sorties analogiques avec 4 E/S, alimentées en 24V DC par le module Zelio Logic de même tension.

➤ Extensions d'entrées/sorties TOR avec 6, 10, ou 14 E/S, alimentées par le module Zelio Logic de même. [14]

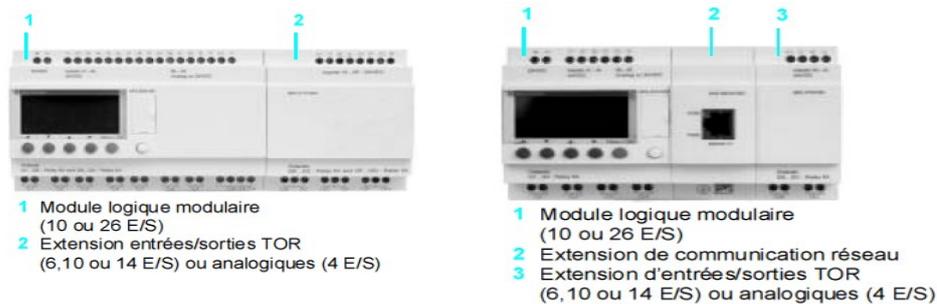


Figure II.8 : Module Zelio logic Modulaire.

II.12.4 Le module SR3B261BD :

Au cours de ce projet on va utiliser le module logique compact **SR3B261BD** afin de commander les actionneurs et les preactionneurs pneumatiques de notre automatisme ce dernier est caractériser par :

- ☞ Alimentation 24VAC.
- ☞ 16 entres :
 - 6 entres analogiques.
 - 10 entres T.O.R (tout ou rien).
 - 10 sorties.

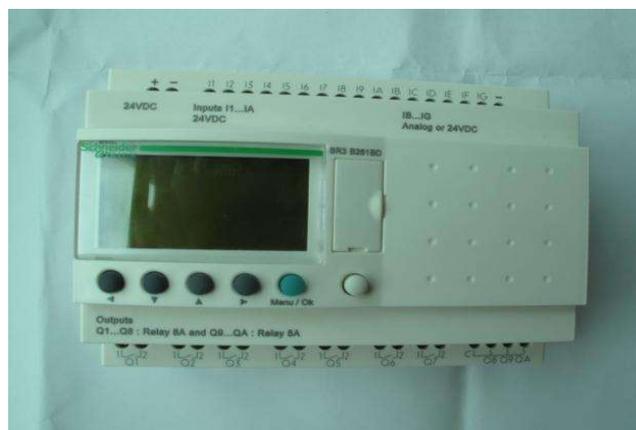


Figure II.9 : la gamme SR3B261BD. [19]

II.12.5 Programmation : [15]

La simplicité de leur programmation, garantie par l'universalité des langages, satisfait aux exigences de l'automaticien et répond aux attentes de l'électricien.

La programmation peut être effectuée :

- De façon autonome en utilisant le clavier du module Zelio Logic (langage à contacts).
- Sur PC avec le logiciel "Zelio Soft 2".

II.12.6 Présentation du logiciel Zelio soft 2 : [15]

Comme plusieurs automates disponibles sur le marché, l'automate Zelio logic de la société Télémécanique (maintenant Schneider automation) possède son propre logiciel de programmation. Proportionnellement à la majorité des autres logiciels toutefois, Zelio soft 2 fourni une interface pour la programmation des schémas à contact (LADDER) et autre pour les schémas de blocs fonctionnels (FBD).

Le logiciel "Zelio Soft 2" permet : [14]

-  la simulation, le monitoring et la supervision,
 -  le chargement et le déchargement de programmes,
 -  l'édition de dossiers personnalisés,
 -  la compilation automatique de programmes,
 -  l'aide en ligne.
- **Interface générale du logiciel** :[16]

Lorsque le logiciel Zelio Soft 2 est lancé, la fenêtre d'accueil suivante s'ouvre :

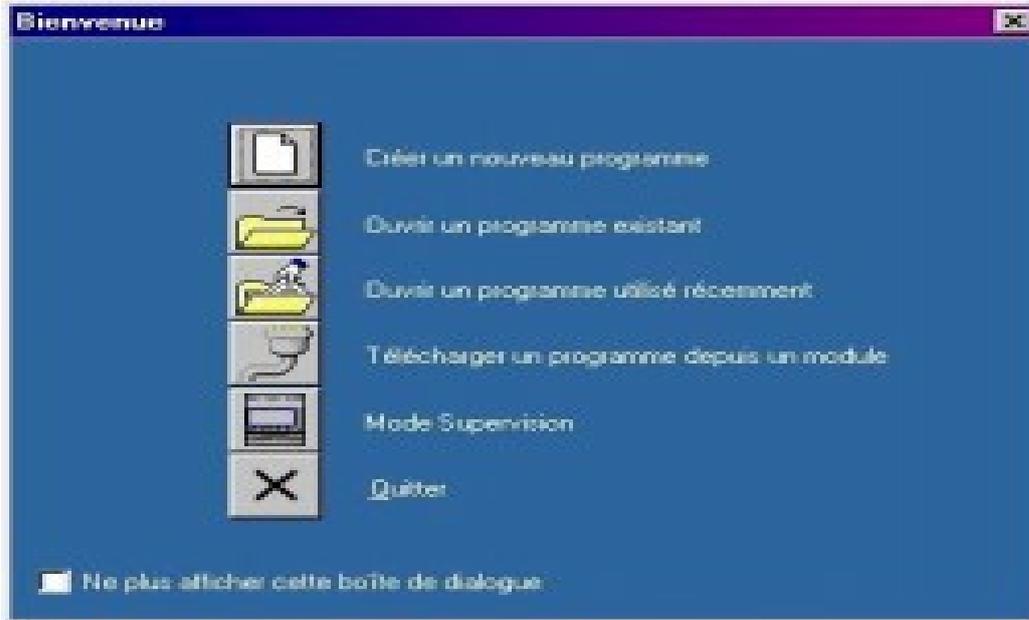


Figure II.10 : Démarrage d'une application.

Pour démarrer une application, on clique sur **Créer un nouveau programme** ou bien on choisisse **Nouveau** dans le menu **Fichier** si le logiciel est déjà lancé. La fenêtre de choix du module logique s'affiche alors :

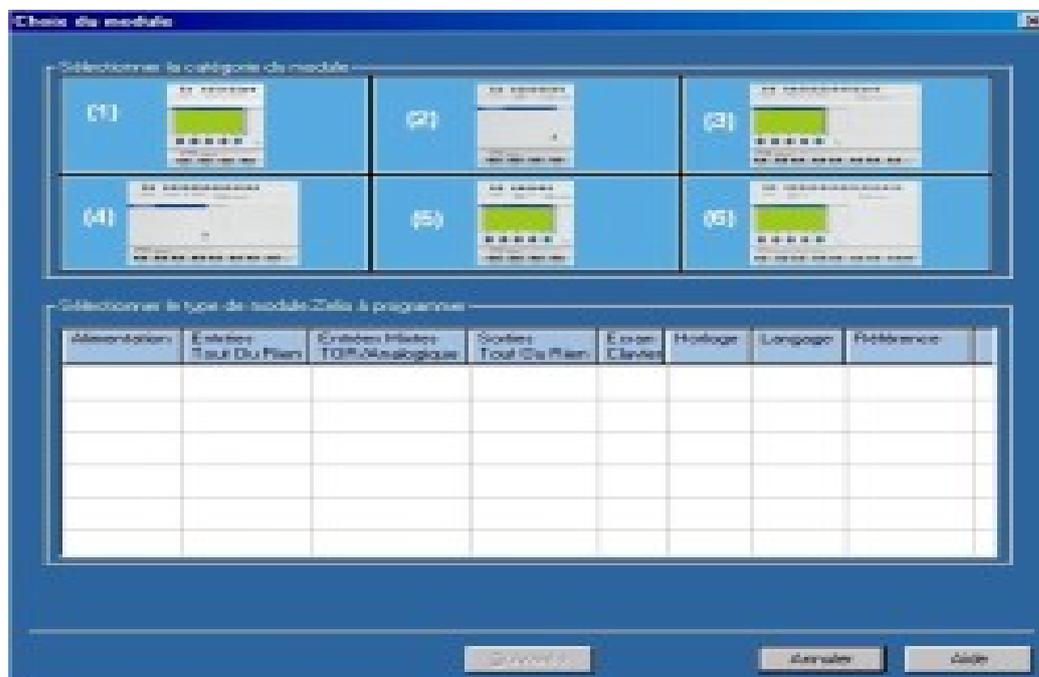


Figure II.11 : Fenêtre de choix du module. [16]

Chapitre II : les API et leur environnement de programmation.

Dans un premier temps, on sélectionne la catégorie du module désiré (l'extension ou bien la gamme voulue) :

- (1) 10/12 ENTREES/SORTIES SANS EXTENSION.
- (2) 10/12 ENTREES/SORTIES SANS ECRAN SANS EXTENSION.
- (3) 20 ENTREES/SORTIES SANS EXTENSION.
- (4) 20 ENTREES/SORTIES SANS ECRAN SANS EXTENSION.
- (5) 10 ENTREES/SORTIES AVEC EXTENSIONS.
- (6) 26 ENTREES/SORTIES AVEC EXTENSIONS.

Une fois la catégorie sélectionnée (sélection sur fond jaune), la liste des modules correspondants apparaît en dessous, cliquez sur le type de module désiré, après sur **Suivant**.

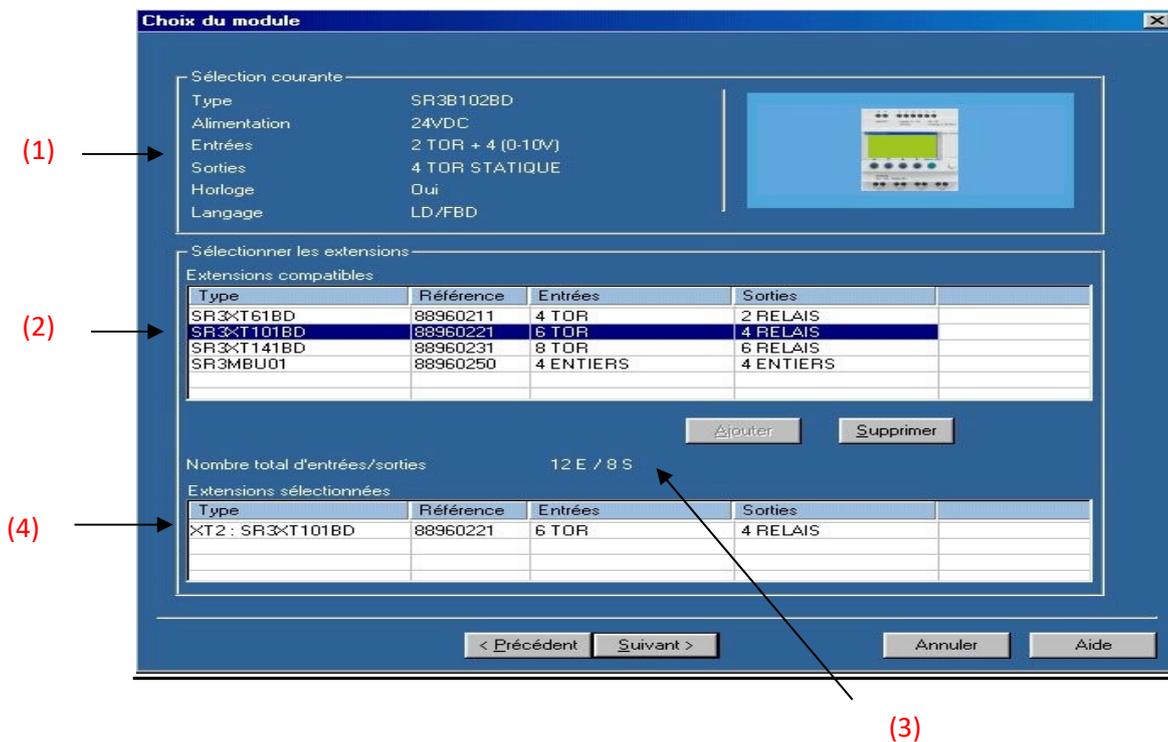


Figure II.12 : Fenêtre de choix de l'extension. [16]

Un récapitulatif des caractéristiques du module est alors affiché en haut de la fenêtre

(1). Un clic sur **Précédent** permet de revenir sur le choix du module.

Il est alors possible d'ajouter une extension d'entrées sorties et/ou une extension communication, comme le propose la liste (2). Il suffit de double-cliquer sur

l'extension désirée, et le nombre total d'entrées sorties est mis à jour à la ligne (3).

Chapitre II : les API et leur environnement de programmation.

L'extension sélectionnée est alors visible en bas de la fenêtre (4). Puis on clique sur **Suivant**, l'écran du choix du type de programmation apparaît: [16]

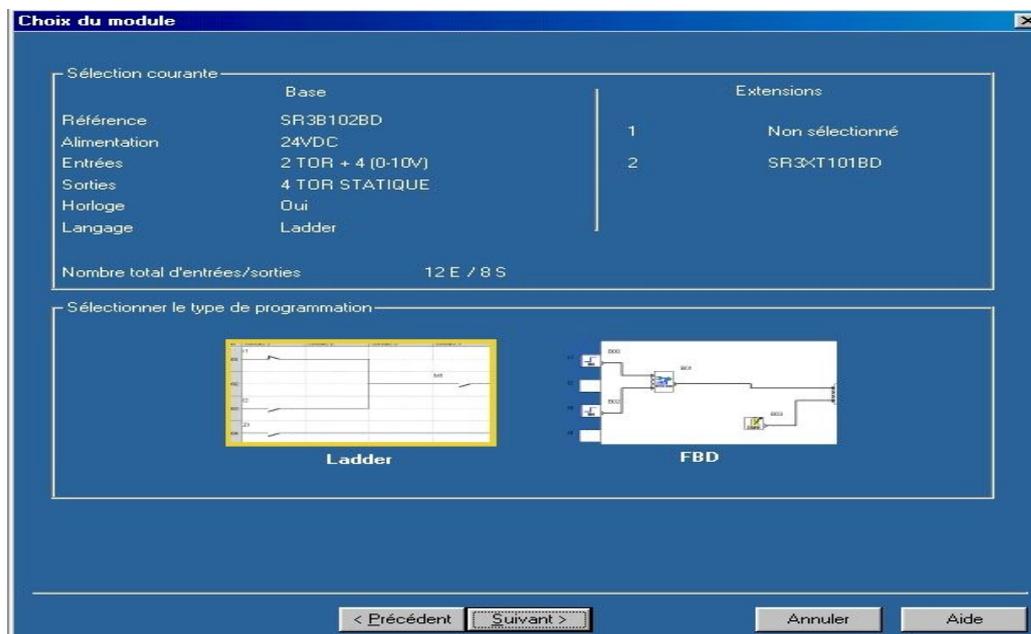


Figure II.13 : Le choix de type de programmation.

Un récapitulatif de la sélection courante (module choisi + extensions éventuelles) est affiché en haut. L'encadré inférieur permet de choisir son type de programmation, LADDER ou FBD. [16]

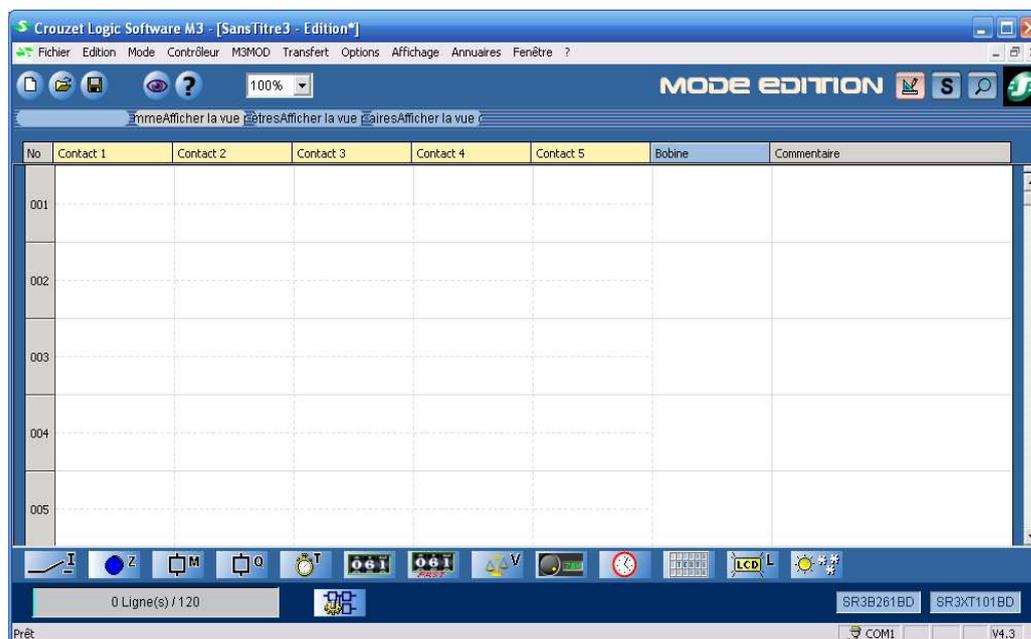


Figure II.14 : interface de programmation avec langage LADDER (feuille de câblage).

➤ **La barre d'outils :**

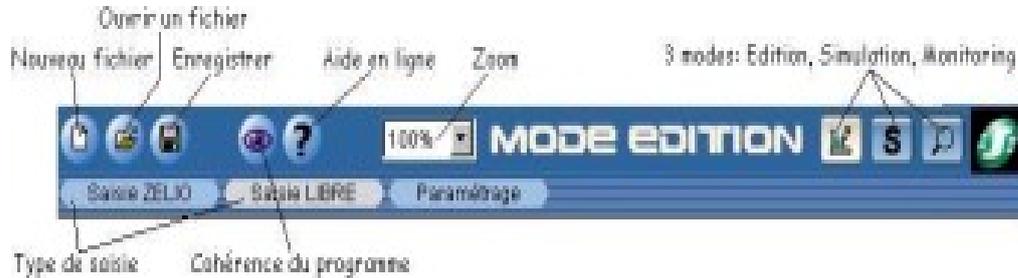


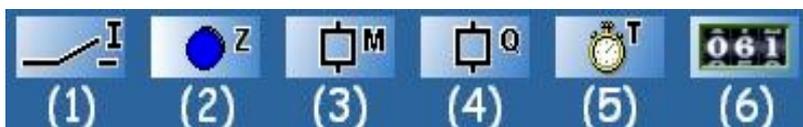
Figure II .15 : la barre d'outils. [16]

La barre d'outils contient des raccourcis vers des éléments du menu et propose la fonction *Cohérence du programme* développée plus loin. Elle permet également de choisir le *mode* : Edition, Simulation ou Monitoring. Enfin, elle propose les 2 types de saisie : Saisie Zelio (façade du module logique) et la Saisie Libre (schéma électrique ou schéma LADDER). La pause du curseur sur l'icône du bouton permet d'afficher l'action associée au bouton. [16]

➤ **Saisir un programme sur la feuille de câblage :[16]**

Lorsque nous avons sélectionné le type de module et le langage à contact, une feuille de câblage apparaît alors :

Nous sommes par défaut en **mode Edition Saisie Libre** : Le schéma est divisé en colonnes, permettant de distinguer le type de bloc à placer. Les cinq premières colonnes sont réservées aux contacts (couleur jaune), la sixième permet de placer la bobine de sortie (couleur bleue). La dernière colonne est réservée à la saisie de commentaires associés à chaque ligne. Les lignes en pointillés sont les lignes où il est possible de câbler afin de relier les fonctions entre-elles et réaliser les fonctions logiques élémentaires **ET** et **OU**. Pour créer un bloc sur la feuille, choisir le type de bloc en se plaçant sur l'icône correspondante en bas de la feuille :



Chapitre II : les API et leur environnement de programmation.



- | | |
|----------------------------|------------------------------------|
| (1) Entrée I Tout Ou Rien. | (7) Comparateur de compteur. |
| (2) Bouton de façade. | (8) Comparateur analogique. |
| (3) Relais auxiliaire M. | (9) Horloge hebdomadaire. |
| (4) Sortie Q. | (10) Afficheur. |
| (5) Temporisateur. | (11) Rétro Eclairage. |
| (6) Compteur. | (12) Changement d'heure Eté/Hiver. |

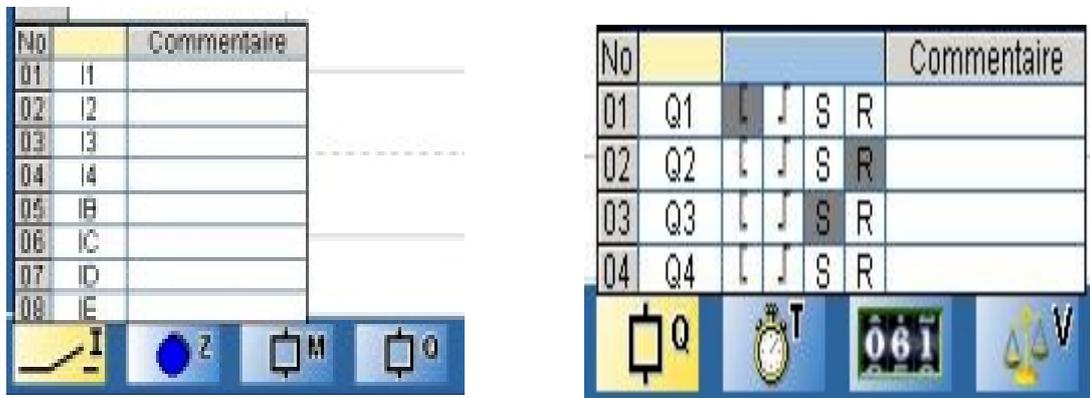


Figure II .16 : Fenêtres de saisir les Entres /Sorties.

➤ Simulation du programme :[16]

pour Simuler le programme saisi en cliquant sur l'icône de simulation en haut à droite :



Le programme saisi est alors compilé et l'écran de simulation s'affiche.

On clique ensuite sur l'icône **RUN** pour simuler la mise en marche du module :



Chapitre II : les API et leur environnement de programmation.

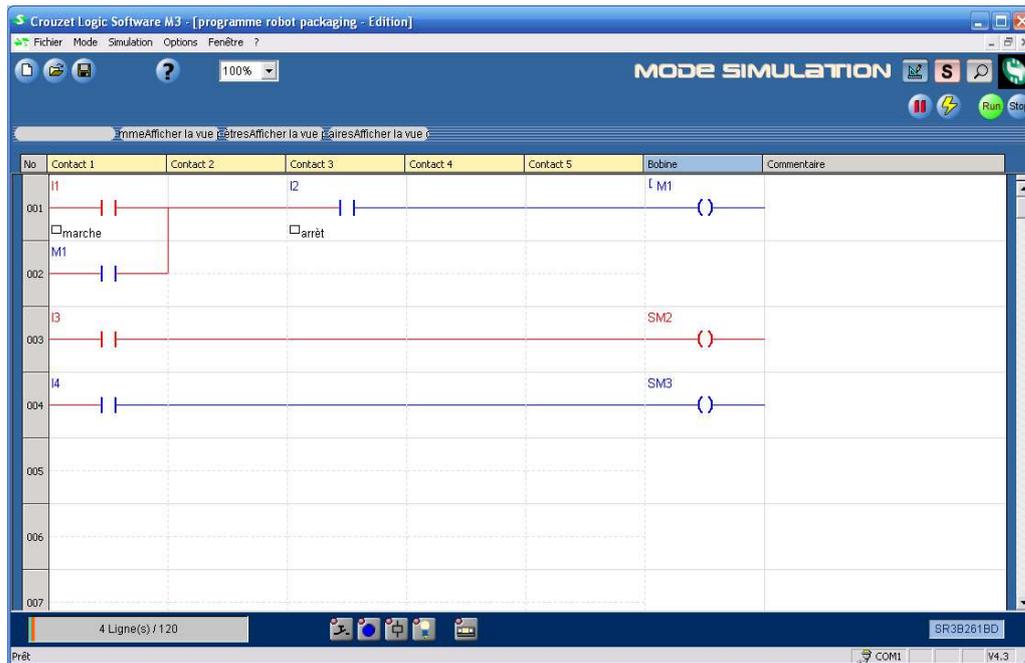


Figure II.17 : Exemple de la simulation de programme.

➤ Transfert du programme :[16]

Après avoir mis sous tension le module et connecté celui-ci à l'ordinateur, nous pouvons transférer le programme, d'abord on retourne en **mode Edition** et en cliquant sur l'icône correspondante :



(3)

Dans le menu **Transfert**, on sélectionne **Transférer Programme** puis on clique sur **PC>MODULE**

II.13 conclusion :

On constate la facilité et la souplesse qu'offre L'A.P.I pour sa programmation, connexion, et adaptation aux conditions industrielles, avec toutes les fonctionnalités indispensables à l'automatisation des processus. La diversité des possibilités, mise en oeuvre et son cout, le rendent incontournable lors de l'élaboration d'une solution.

Chapitre II : les API et leur environnement de programmation.

Mais il ne faut pas oublier qu'il est nécessaire d'avoir une bonne analyse du problème à résoudre tout en assurant le respect des règles d'installation.

III.1 Introduction :

Dans le domaine de la robotique, que ce soit mobile ou industrielle, la partie la plus délicate et la plus importante à réaliser c'est la conception mécanique. (Manque de moyen, précision, agilité et patience).

Dans ce qui suit on va détailler les principaux mécanismes, qui constituent notre robot, à commencer du démarrage de convoyeur (tapie roulante) jusqu'au stockage.

➤ **Principe de fonctionnement du mécanisme principal :**

Après avoir la détection de les boites a saisies notre conception consiste à aspirer ces dernières, la soulever, faire une rotation rapide et les stocker dans un endroit déterminé.

Une fois l'opération est effectuée le cycle est répété.

➤ **Description des bras et leur préhenseurs (organe terminal) :**

Par analogie avec l'être humain, le bras qui équipe la plupart des industries ,reproduit le mouvement de saisir d'un objet avec leur préhenseurs , notre robot est menu de 2 bras à ventouse d'aspiration cette ventouse est reliée avec le vérin qui lui faire une mouvement de translation verticale afin d' effectuer l'opération d'aspiration ,et les postions d'organe terminal sont déterminées grâce à un servomoteur qui permet de tourner le vérin à gauche et à droite



Figure III.1 : vue en face du 2 bras.

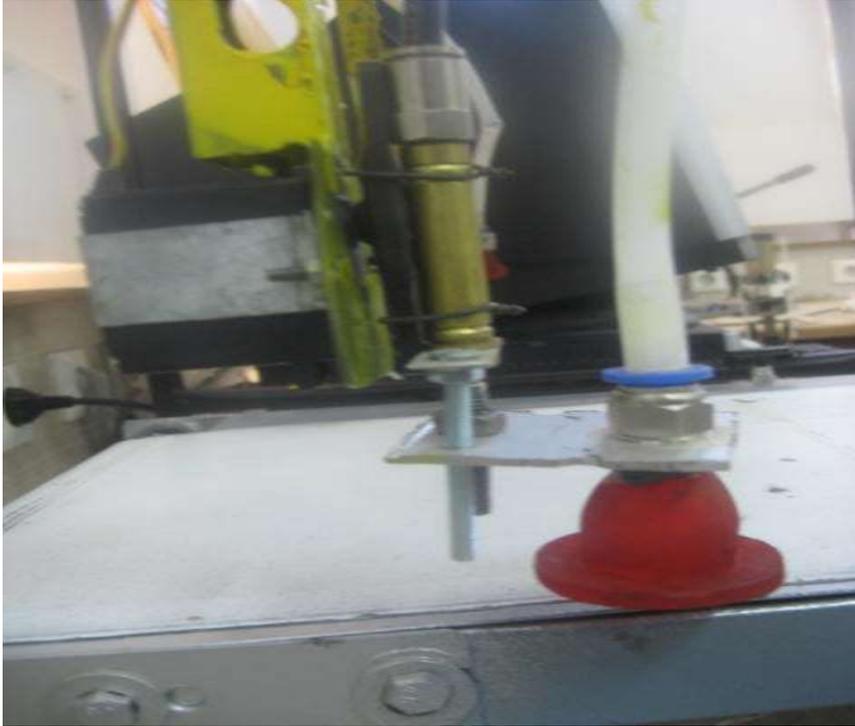


Figure III.2 : le préhenseur (l'organe terminal) aspirateur.



Figure III .3 : le convoyeur.

Chapitre III : Conception mécanique

Nous allons maintenant nous intéresser aux actionneurs pneumatiques et électriques de la prototype et leurs fonctionnements.

III.2 Actionneurs :

III.2.1 Eléments pneumatiques :

III .2.1.1 Vérins pneumatiques :

Un vérin pneumatique est actionneur qui permet de transformer l'énergie de l'air comprimé en un travail mécanique .Un vérin pneumatique est soumis à des pressions d'air comprimé qui permettent d'obtenir des mouvements dans un sens puis dans l'autre .Les mouvements obtenus peuvent être linéaires ou rotatifs. [6]

Cet actionneur de conception robuste et de simplicité de mise en œuvre est utilisé dans toutes les industries manufacturières.Il permet de reproduire les actions manuelles d'un opérateur tel que pousser, tirer, plier, serrer, selever, poinçonner, ...etc.



Figure III.4 : Verin pneumatique. [6]

➤ Constitutions d'un vérin :

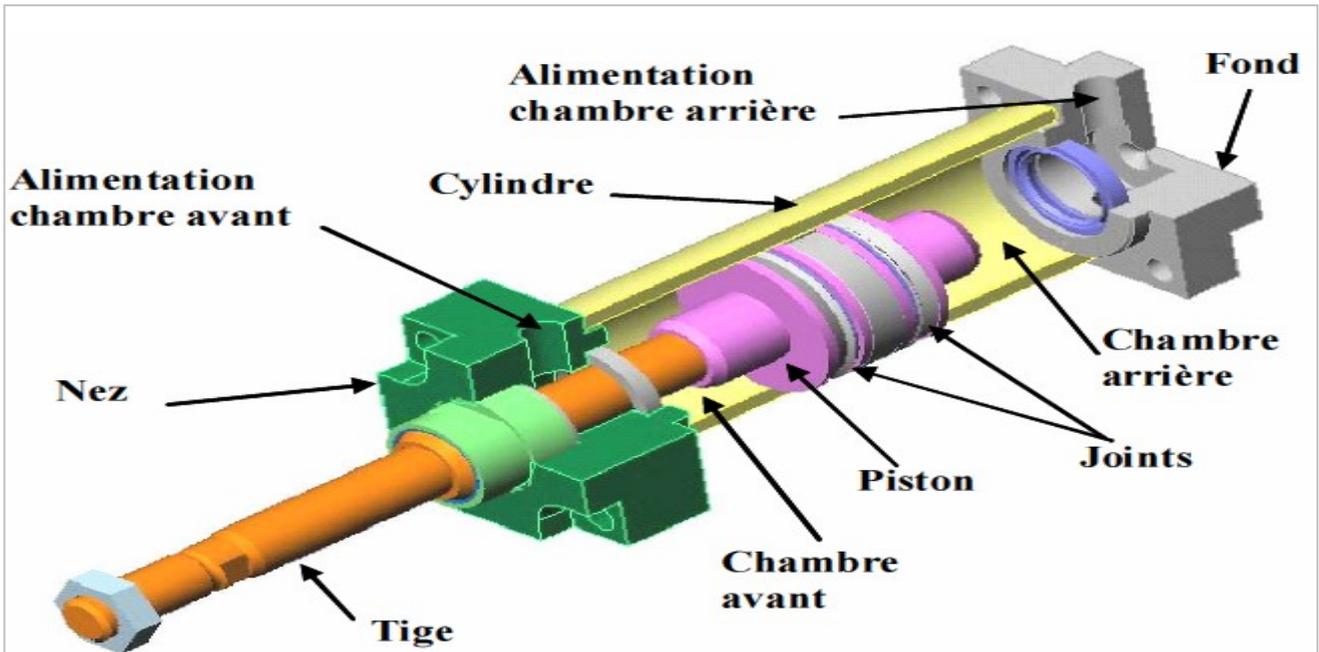


Figure III.5 : Constitutions d'un vérin. [9]

➤ Les vérins pneumatiques à simple effet (VSE): []

Ce sont des vérins qui effectuent un travail dans un seul sens. Ils permettent soit de pousser soit de tirer une charge. Un vérin pneumatique à simple effet n'a qu'une seule entrée d'air sous pression et ne développe un effort que dans une seule direction. La course de retour à vide est réalisée par la détente d'un ressort de rappel incorporé dans le corps du vérin. [6]

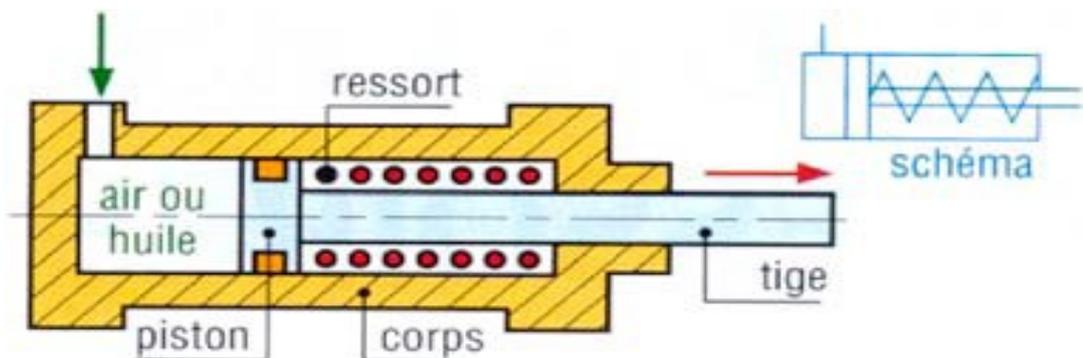


Figure III.6 : Vérin simple effet classique, rappel par ressort. [8]

➤ **Les vérins pneumatiques à double effet (VDE):**

Un vérin à double effet a deux directions de travail. Il comporte deux orifices d'alimentation et la pression est appliquée alternativement de chaque côté du piston ce qui entraîne son déplacement dans un sens puis dans l'autre. [6]

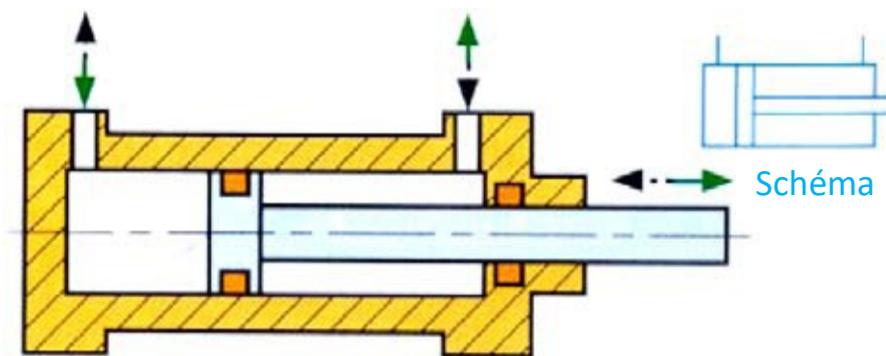


Figure III.7: Vérin à double effet. [8]

➤ **Choix d'un vérin :**

☞ **Critères de choix :**

Un certain nombre de critères doivent être pris en compte pour déterminer le vérin à utiliser.

Il faut d'abord connaître l'effort de déplacement de la charge et son sens pour définir les deux caractéristiques dimensionnelles du vérin, sa section φ et sa course. Il sera ensuite nécessaire de déterminer la vitesse de la tige afin de déterminer

Chapitre III : Conception mécanique

l'énergie cinétique et l'amortissement de l'ensemble mobile (piston+ tige+ charge).[6]

➤ **Effort développé : [11]**

La poussée théorique d'un vérin est donnée par la relation :

$F = p \cdot S$ avec F en N, p la pression en bar, S la surface du piston en cm^2

En réalité, l'effort développé par le vérin doit être supérieur à la poussée théorique pour tenir compte des frottements. On adopte un coefficient de majoration appelé **taux de charge**. Le plus souvent, on adopte un taux de charge $T_c = 60\%$.

L'effort développé par le vérin est donné par :

$$F = \frac{Mg}{T_c} \quad \text{avec } M \text{ masse à déplacer en kg et } g, \text{ la gravité} = 9,81 \text{ m/s}^2.$$

Un vérin ne développe pas le même effort en sortie ou en rentrée de tige. La poussée est plus importante en sortie de tige qu'en rentrée de tige.

En sortie de tige, la surface du piston sur laquelle est appliquée la poussée est égale à

$$S_1 = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \quad (\text{voir fig. 1})$$

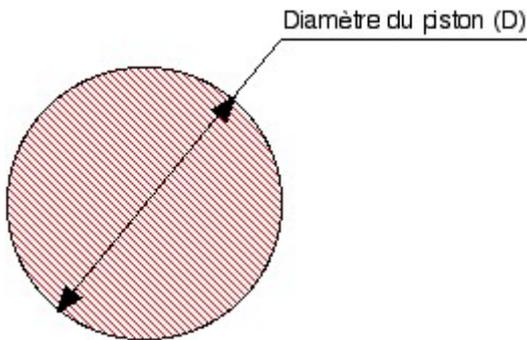


Fig. 1 Surface du piston en sortie de tige.

En rentrée de tige, la surface n'est plus que:

$$S_2 = \frac{\pi \cdot (D^2 - d^2)}{4} \quad (\text{voir fig. 6})$$

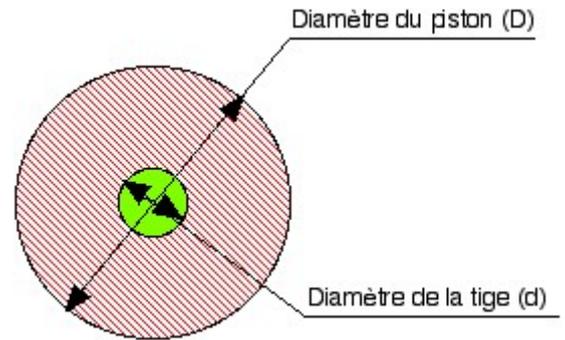


Fig. 2 Surface du piston en rentrée de tige.

Figure III.8 : Représentation les deux surfaces du piston. [11]

Comme $S_2 < S_1$, à pression constante, l'effort développé est moins important en rentrée de tige qu'en sortie de tige.

III.2.1.2 Les distributeurs pneumatiques (Pré-actionneurs) :

Ils ont pour fonction essentielle de distribuer le fluide dans des canalisations qui aboutissent aux chambres des vérins. Comme le contacteur associé à un moteur électrique, le distributeur est le pré-actionneur associé à un vérin pneumatique.



Figure III.9 : Distributeur pneumatique. [10]

Les distributeurs sont définis par deux caractéristiques fonctionnelles:

* le nombre d'orifices principaux nécessaires au fonctionnement des différents types d'actionneurs, non compris les orifices de pilotage.

* le nombre de positions, généralement 2, définissant l'une l'état repos l'autre l'état travail. il est possible d'avoir 3 positions, il y aura alors deux positions travail et une position repos. [6]

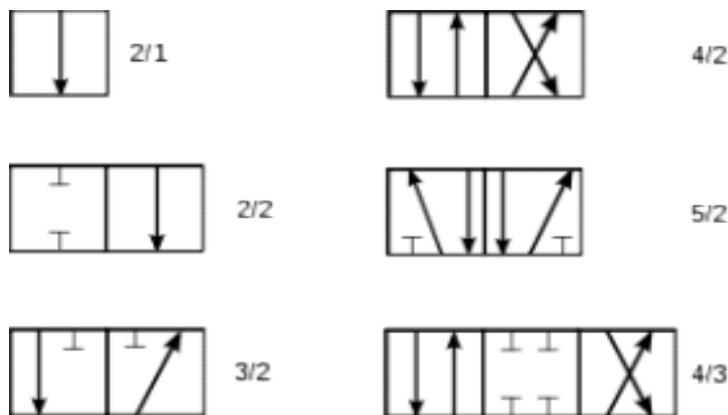


Figure III.10 : Représentation schématique des principaux distributeurs selon le nombre d'orifices et le nombre de positions. [7]

- si le vérin est à simple effet et ne comporte donc qu'un seul orifice à alimenter, on utilise un distributeur ne comportant qu'un seul orifice de sortie : distributeur 3/2 à trois orifices (pression, sortie, échappement) et à deux positions.
- si le vérin est à double effet et comporte donc deux orifices sur lesquels il faut alterner les états de pression et d'échappement, on utilise un distributeur comportant deux orifices de sortie. Deux possibilités sont offertes :
 - ★ distributeurs 4/2 à quatre orifices (pression, sortie 1, sortie 2, échappement) et deux positions.
 - ★ distributeurs 5/2 à cinq orifices (pression, sortie 1, sortie 2, échappement 1, échappement 2) et deux positions. [7]

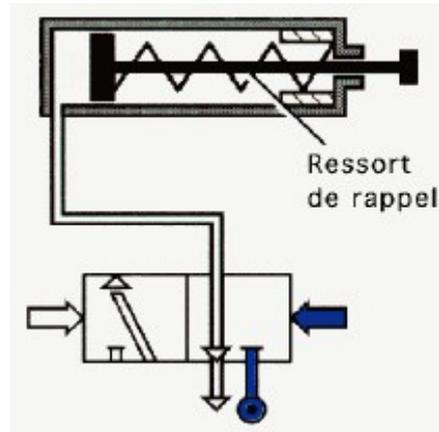


Figure III.11 : Vérin à simple effet avec son distributeur. [11]

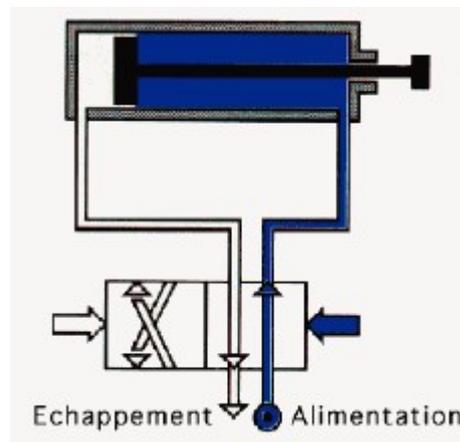


Figure III.12: Vérin à double effet avec son distributeur. [11]

➤ Différents types de pilotage : [6]

Pour le pilotage des distributeurs on a deux types :

☞ Le pilotage pneumatique :

Lorsque la configuration et le taux de complexité de l'installation automatisée entraînent le choix d'une solution "tout pneumatique", les distributeurs sont à commande pneumatique, car leur pilotage est assuré par des signaux de pression émis par la partie commande pneumatique.

☞ Le pilotage électrique :

Lorsque le traitement de l'information est réalisé en version électrique ou électronique il est nécessaire que les distributeurs soient équipés d'une ou de deux électrovannes de pilotage dont le rôle est de transformer le signal électrique provenant de la PC en un signal pneumatique de pilotage du distributeur.

III.2.1.3 Ventouse et Générateur de vide ou "Venturi" : [6]

➤ **Ventouses :**

Ce sont des éléments de préhension souples destinés à être utilisés avec un générateur de vide. De matière, de forme et de diamètre différents elles permettent de répondre pratiquement à tous les cas d'applications de manutention.

☞ **Domaines d'application :**

Les industries de l'agro-alimentaire, du verre, du bois. La prise de pièces en sortie de presse à injecter, l'imprimerie pour le brochage et le retournement de feuilles, le conditionnement de produits et le chargement de petits transferts rotatifs, le collage d'étiquettes sur des bouteilles ou flacons.

Pour les machines de production, en plus des vérins, divers types d'actionneurs pneumatiques sont utilisés : turbines pour perceuses, taraudeuses, mouleuses, moteurs, soufflettes, buses de sablage, pistolets à peinture,

➤ **Générateur de vide ou "Venturi" :**

☞ **Fonctionnement :**

Un étranglement prévu à l'intérieur de l'éjecteur provoque une accélération du flux d'air (P) vers l'orifice R qui entraîne l'air ambiant de l'orifice A et provoque ainsi une dépression.

Basé sur le principe de l'effet venturi ces appareils permettent d'obtenir à partir d'une source d'air comprimé à 5 bars, un vide correspondant à 87 % de la pression atmosphérique.

Chapitre III : Conception mécanique

Avec le développement de l'automatisation de reprise et d'assemblage, saisir une pièce devient un problème courant. La préhension par le vide est souvent utilisée.

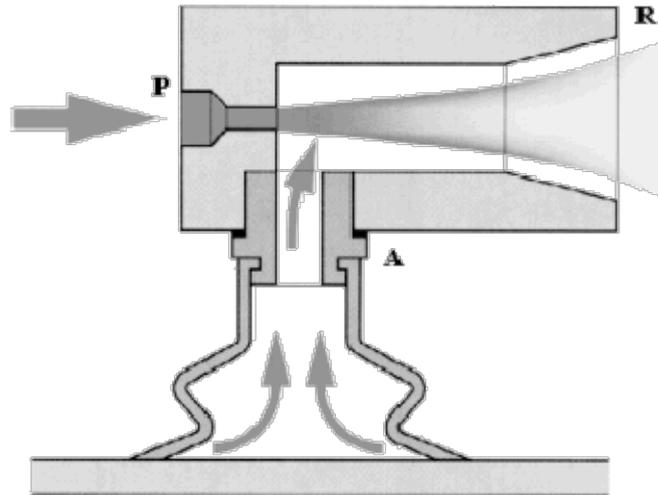


Figure III.8 : Venturi associé à une ventouse. [10]

➤ Étude dynamique du venturi :

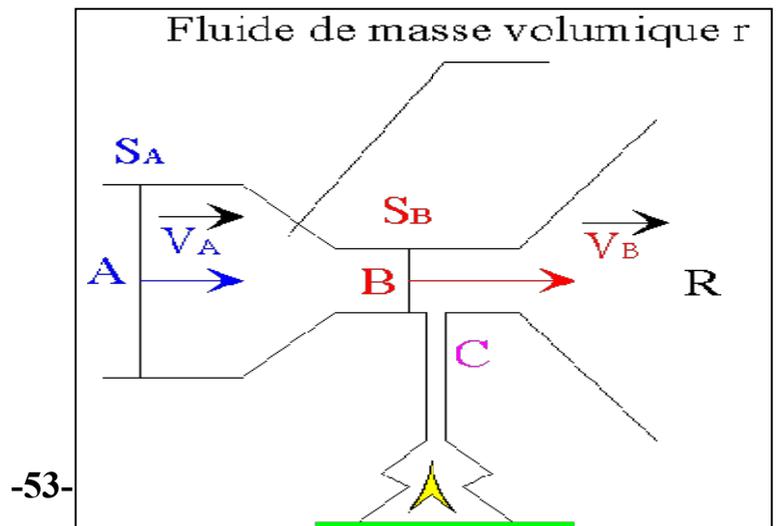
L'étranglement (B) provoque une accélération du flux d'air vers l'orifice de sortie (R) qui entraîne l'air ambiant de l'orifice (C) et provoquant ainsi une aspiration. Lorsque l'orifice C est bouché, il y a dépression.

$$\frac{S_A}{S_B} = k V_A^2 = \frac{2(P_A - P_B)}{\rho(k^2 - 1)}$$

S_A, S_B sections de la veine en mm^2

P_A, P_B pressions en A et B en Pascals

V_A, V_B vitesses du fluide en A et B



III.2.2 Les moteurs à courant continu :



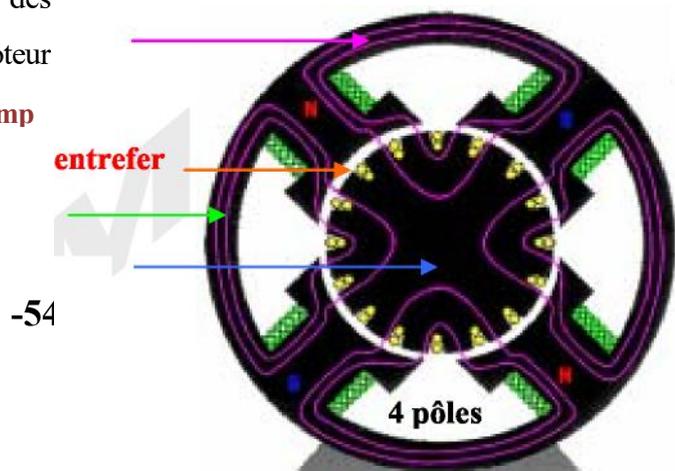
➤ Principe de fonctionnement et caractéristiques :

L'inducteur (ou stator) crée un champ magnétique fixe \mathbf{B} . Ce stator peut être à « aimants permanents » ou constitué (comme sur le schéma) d'électro-aimants.

L'induit (ou rotor) porte des conducteurs parcourus par un courant continu (alimentation du moteur), ces spires, soumises à des forces (forces dites « de Laplace »), entraînent la rotation du rotor.

Il en résulte une variation du flux du champ magnétique à travers chaque spire, elle engendre une f.é.m. qui est « redressée » par l'ensemble {collecteur + balais

La valeur moyenne E de cette f.é.m. est proportionnelle à la vitesse angulaire de rotation Ω du rotor, au **flux maximal** du champ magnétique créé par l'inducteur à travers une spire ($\varphi = \mathbf{B} \cdot \mathbf{S}$) et à une constante K qui dépend des caractéristiques de la conception du moteur (nombre de conducteurs, : **Lignes de champ** spire, nombre de paires de pôles,..).



Chapitre III : Conception mécanique

$$E = K \cdot \varphi \cdot \Omega$$

n en $\text{rad} \cdot \text{s}^{-1}$

φ en Weber

E en V

Inducteur (stator)

Induit (rotor)

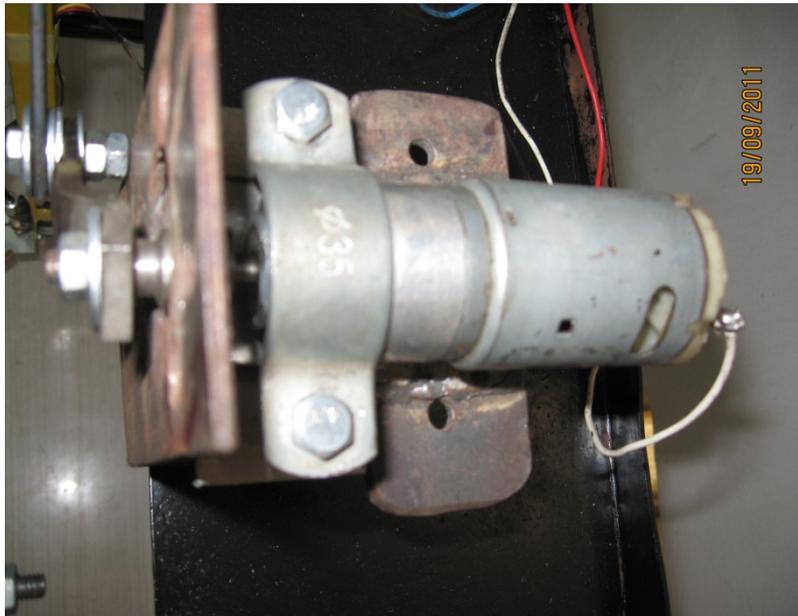


Figure III.9 : Moteur qui tourne le bras.



Figure III.10 : Moteur qui fait la rotation du convoyeur.

Chapitre IV : Conception électronique.

IV.1 Introduction :

Après avoir les principaux éléments qui constituent la partie mécanique de notre robot, on doit concevoir des interfaces électroniques, pour pouvoir commander les actionneurs et les capteurs, autrement dit la mise en marche du ce mécanisme.

La partie électronique de ce système est repose sur trois étages importants, étage de commande qui est le cerveau de notre robot, et constitue de deux parties :

- L'automate programmable qui gère la partie pneumatique.
- la carte de commande à base du microcontrôleur qui gère la partie électronique (actionneurs, capteurs).

etage de puissance pour les moteurs à CC, et en fin un étage d'isolation galvanique pour isoler la commande de la puissance.

Notre système de détection est composé de :

- Deux capteurs Infra rouge IR (émetteur –récepteur) qui ont pour rôle de détecter le passage des objets qui traversent le tapie.
- Deux capteurs Potentiomètres linéaires pour détecter la positon du bras.

Pour pouvoir faire une conception d'une interface électronique à un système mécanique, on doit connaître ses éléments (actionneurs, capteurs).

IV.2 Les éléments constituent le mécanisme :

Notre robot se compose des éléments suivants :

- Deux motoréducteurs à cc pour le mouvement des 2 bras.
- Un motoréducteur à cc pour le mouvement du tapie roulant.
- Deux servomoteurs pour le mouvement de l'organe terminal pour chacun des deux bras.
- Deus capteurs infrarouge de présence des objets de type GP2D150A.
- Deux capteurs potentiomètre linéaire de détection de la potion des deux bras.
- Deux vérins pneumatiques à simple effet pour la translation de l'organe terminale.

Chapitre IV : Conception électronique.

- Deux distributeurs pneumatiques à simple effet 220VAC pour alimenter Les vérins.
- Une pompe sous vide branché avec les ventouses pour l'aspiration.
- Une électrovanne pneumatique auxiliaire.

IV.3 Actionneurs :

IV.3.1 Etage de puissance :

Il y a plusieurs montages qui permettent de commander un moteur à cc suivant l'application (sens de rotation, vitesse de rotation ou les deux au même temps) parmi ses derniers « le pont H ».

IV.3.1.1 Commande de sens de rotation d'un moteur à cc par le pont H :

Un Pont en H est un circuit électronique qui permet d'appliquer un voltage à une charge dans 2 directions différentes. Ce circuit est couramment utilisé en robotique et d'autres applications pour permettre aux moteurs DC de tourner dans d eux sens. Le nom « pont en H » est vient de la position des éléments de commutation dans le circuit, placé dans les quatre branches d'un H. [23]

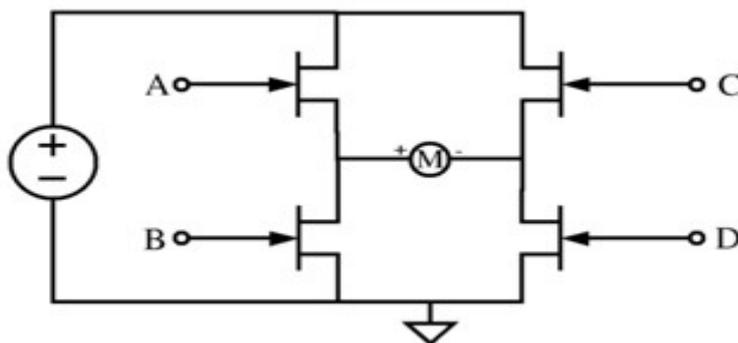


Figure IV.1 : Schéma d'un pont en H.

➤ **Comment le pont en H fonctionne-t-il ?**

Chapitre IV : Conception électronique.

Principe d'inversion de polarité :

La première idée qui vient à l'esprit lorsqu'on veut inverser les polarités d'un moteur est le schéma suivant :

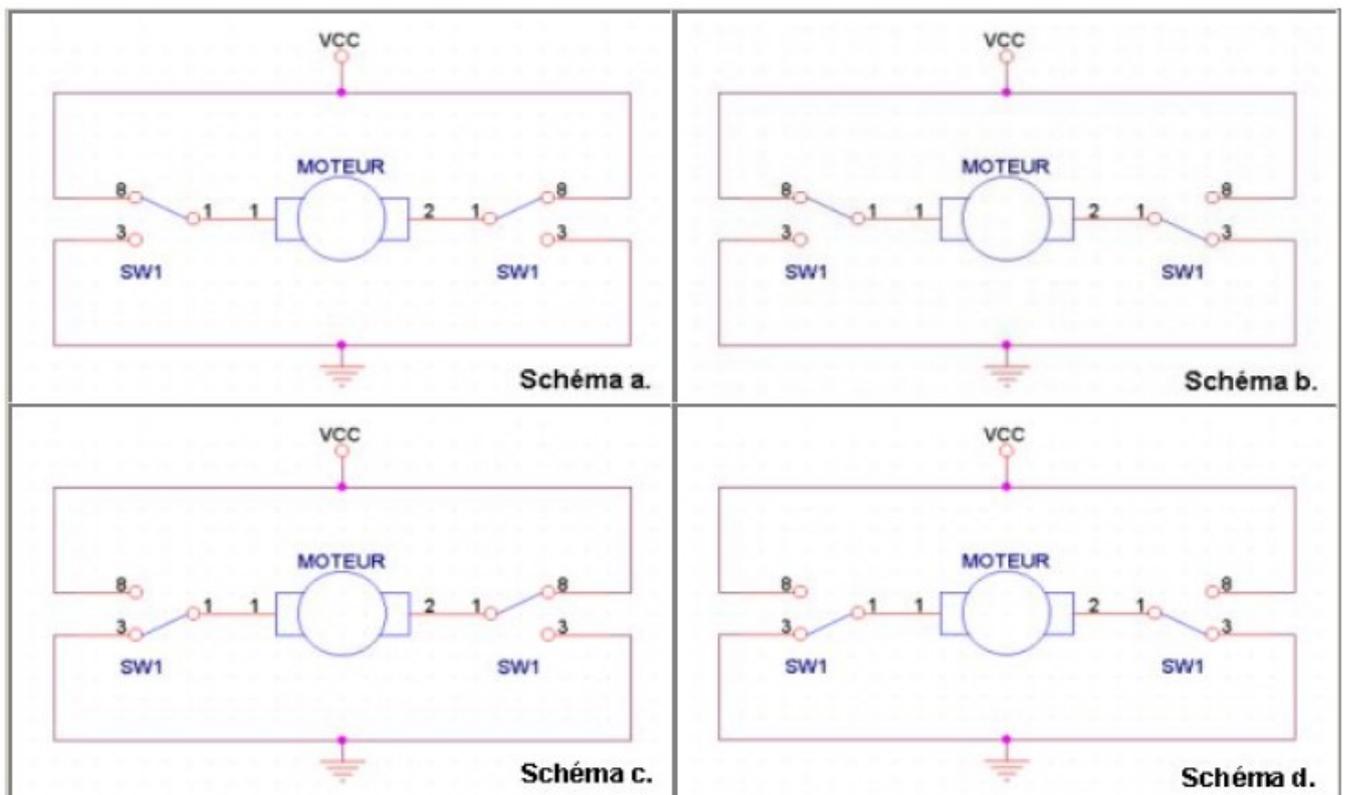


Figure IV.2 : principe d'inversion de polarité. [24]

En regardant les schémas, on devine le sens de rotation du moteur : sur le schéma (a). Le moteur est à l'arrêt (on devrait même dire qu'il est freiné : en effet court circuiter les deux pôles de moteur revient à le freiner). Sur le schéma(b), il tourne dans le sens inverse du schéma c. et enfin sur le schéma (d), il est freiné.

Et bien voici la base du pont en H, toute l'idée réside dans ce schéma. Bien sur, pour l'implémenter, il va nous falloir remplacer les interrupteurs par des transistors.

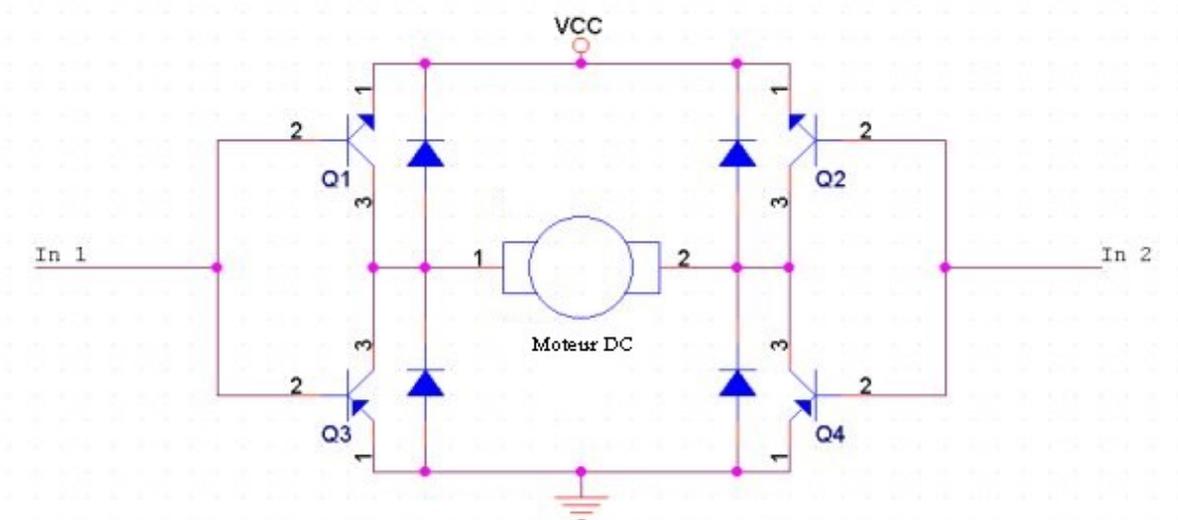


Figure IV .3 : commande d'un moteur DC par pont de transistor. [24]

La figure ci-dessus représente le schéma interne du pont en H. Quand l'entrée IN1 (ou IN2) est active et l'entrée IN2 est inactive (ou IN1), le transistor Q1 (ou Q2) est passant et le transistor Q3 (ou Q4) est bloqué. Quand IN1 est actif, le pole 1 du moteur est au potentiel Vcc, et lorsque, IN1 est à l'état bas, le pole 1 du moteur est à la masse.

IN1	IN2	L'état du moteur
0	0	ARRET
0	1	SENS 1
1	0	SENS 2
1	1	ARRET

IV.3.1.2 Commande de la vitesse de rotation :[23]

Quand on veut faire varier la vitesse d'un moteur, la première idée qui vient à l'esprit est de faire varier la tension à la borne du moteur. Voici un exemple de courbe vitesse en fonction de la tension :

Chapitre IV : Conception électronique.

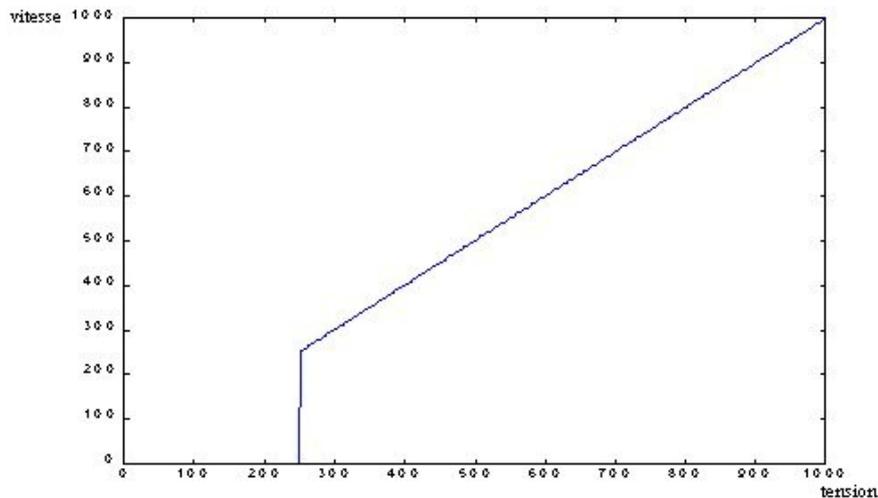


Figure IV .4 : courbe vitesse en fonction de la tension.

Nous constatons que pour des valeurs faibles de la tension, le moteur ne tourne pas. Lorsque la tension est trop basse, la force électromotrice ne peut pas vaincre les frottements et le rotor reste fixe. On ne peut donc pas faire tourner un moteur très lentement avec cette méthode.

Pour corriger ce problème, on utilise des signaux PWM.

➤ Principe du PWM :[23]

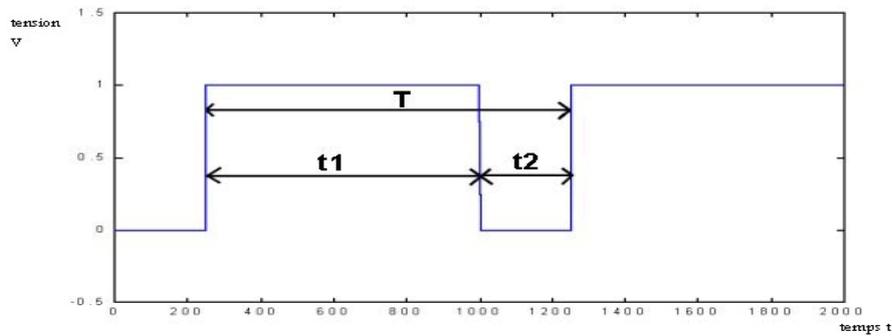
La modulation de largeur d'impulsion **MLI** (Pulse Width Modulation) est une méthode permettant de générer des signaux analogiques continus à l'aide des systèmes en fonctionnement tout ou rien.

Un signal **PWM** est un signal dont la période est fixe, mais le rapport cyclique varie. En d'autres termes, **t1** et **t2** varient tout en conservant **t1+t2=T=constante**.

Figure IV .5 : principe de PWM.

Chapit

Le
PWM



but du
est de

permettre d'avoir une tension continue variable à partir d'une source de tension continue fixe.

La tension moyenne vue par la charge est donc dépendante du rapport cyclique du signal source (rapport entre le temps d'enclenchement et le temps de déclenchement), nous parlons de taux du PWM, donné habituellement en pourcentage %.

Pour notre cas le moteur est alimenté avec 12Volts, le PWM nous permet donc de balayer toute la plage de 0V (taux de 0%) à 12V (taux de 100%) et ainsi avoir une source variable de 0 à 12V.

IV.3.1.3 Le pont H (L6203) :

C'est un circuit intégré qui englobe toutes les caractéristiques citées ci-dessus (commande de vitesse et inversion de polarité). On a utilisé ce circuit de commande de puissance dont la structure des transistors est en H d'où la notion pont en H.

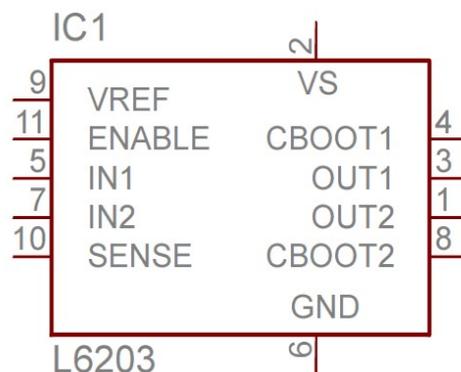


Figure IV .6 : Pont H intégré L6203.

➤ Caractéristiques du pont H L6203 :

Le L6203 est caractérisée par :

✚ Tension max : 46V.

✚ Courant max : 6A.

Chapitre IV : Conception électronique.

✚ Il contrôle un seul moteur à cc.

✚ Utilisation : 3 entrées **IN1**, **IN2**, **ENABLE**.

☞ Si **ENABLE=0** : Le pont ne répond pas quelque soit **IN1**, **IN2**.

☞ Si **IN1=1** et **IN2=0** : Il tourne dans un sens.

☞ Si **IN1=0** et **IN2=1** : Il tourne dans l'autre sens.

☞ Si **IN1=IN2** : Frein moteur.

➤ Le brochage du L6203 :

Le pont L6203 est câblé comme représenté la Figure IV.6:

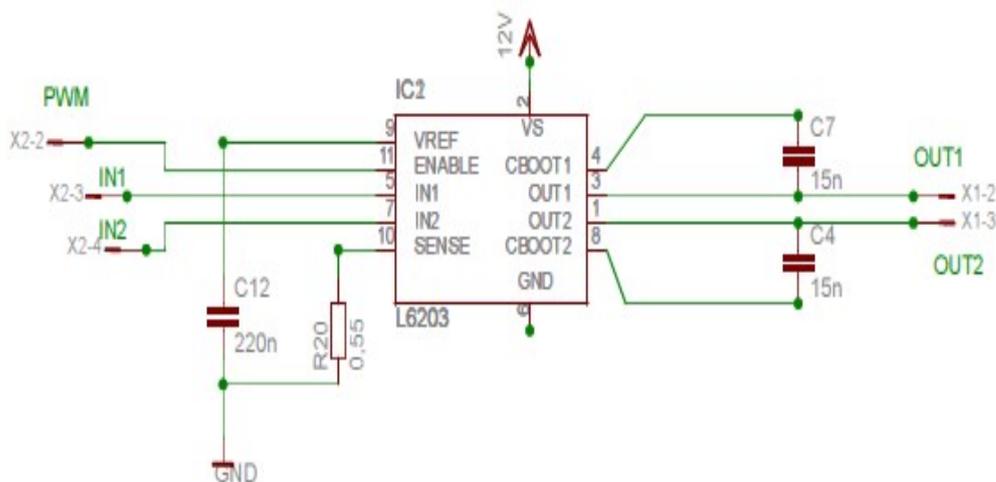


Figure IV .7: Schéma de câblage du L6203.

IV.3.2 Etage d'isolation galvanique :

C'est une interface qui fait l'adaptation entre l'étage de la commande avec celui de la puissance.

Son principe est basé sur la séparation des masses des deux étages, afin d'éviter les courants de retour.

L'**opto-coupleur**, encore appelé **photo-coupleur** est un composé de deux éléments :

- Un **photoémetteur**, dans le visible ou l'infrarouge.
 - Un **photorécepteur**, le plus souvent un **phototransistor**.
- Chapitre IV : Conception électronique.**
-

L'opto-coupleur transmet des informations logiques ou analogiques sous forme de signal électrique, via une liaison optique qui **isole électriquement** l'entrée de la sortie.

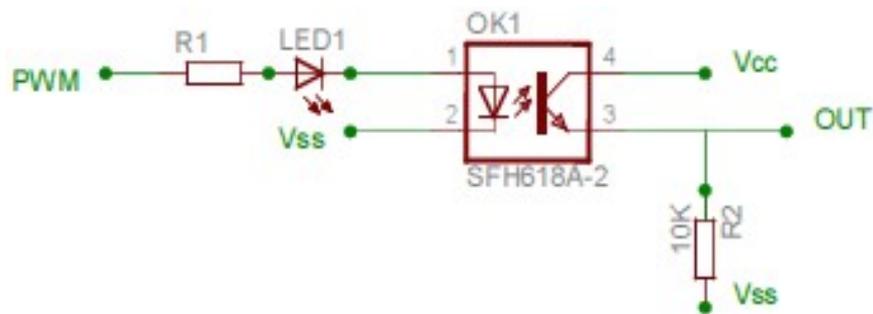


Figure IV.8 : Câblage de l'opto-coupleur.

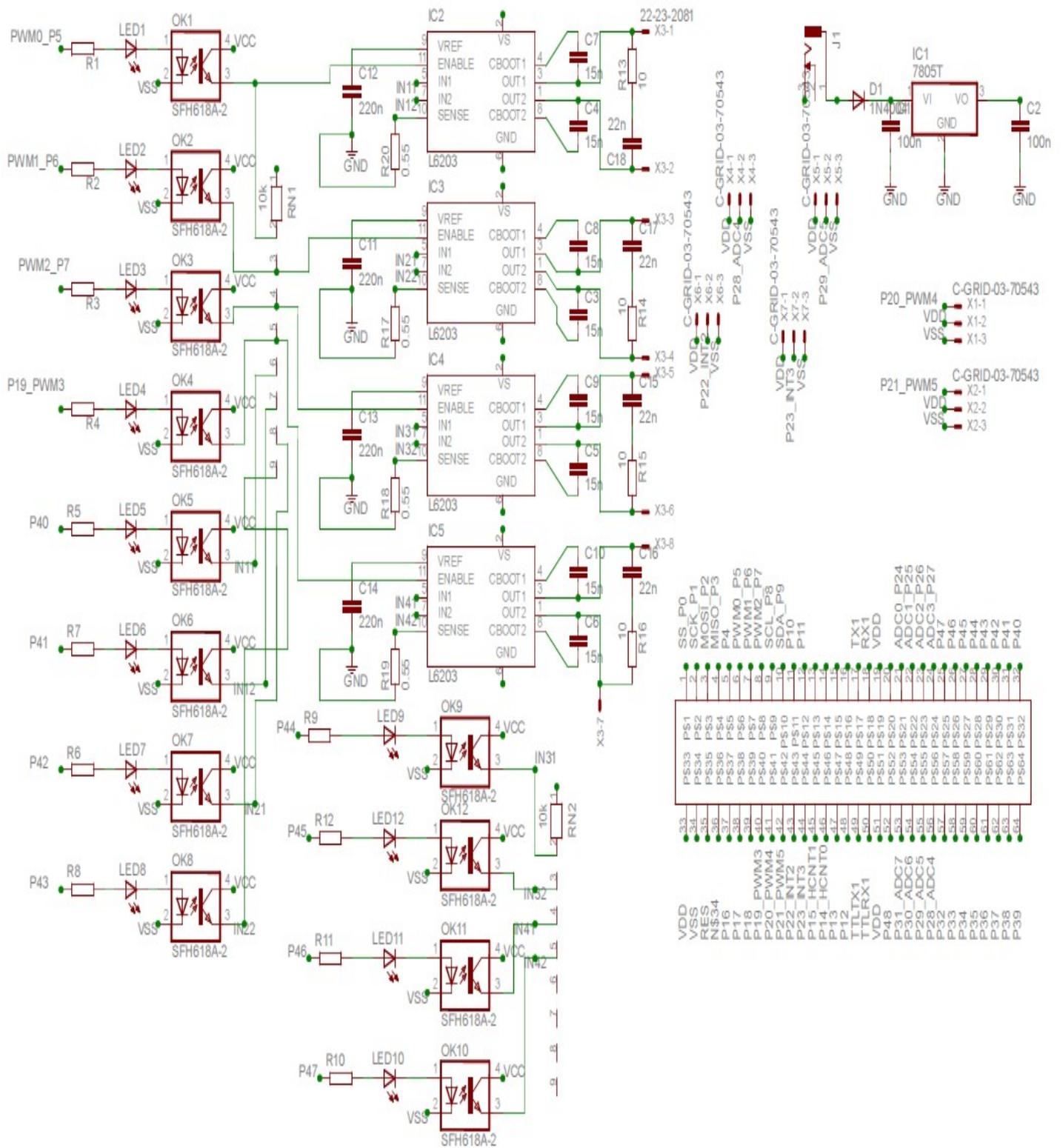


Figure IV.9: Schéma de développement de la carte de puissance et l'étage d'isolation galvanique réalisé par EAGLE.

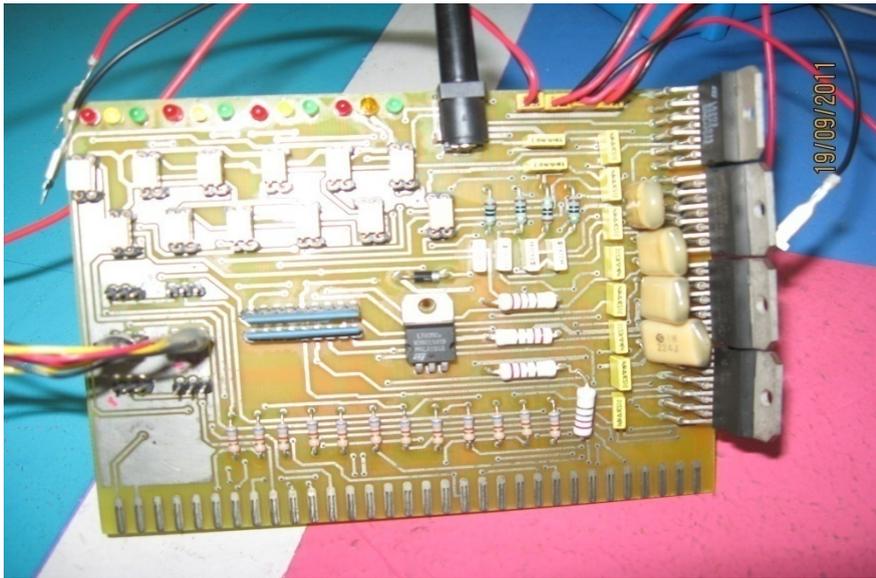


Figure IV.10 : Photo de la carte de puissance.

Les composants essentiels qui composent cette carte ce sont :

- ☞ 4 ponts de L6203.
- ☞ 12 opto-coupleurs de SFH618A-2.
- ☞ 2 emplacements pour les capteurs potentiométriques.
- ☞ 2 emplacements pour les capteurs Infrarouge.
- ☞ 2 emplacements pour les servomoteurs.
- ☞ L'alimentation de 12V.
- ☞ Et quelques résistances, capacités et diodes pour la protection.
- ☞ Les files du câblage des moteurs à cc.

IV.3.3 Partie de commande :

Dans cette partie on va présenter deux parties de commande. La première c'est la commande des capteurs et les moteurs avec le microcontrôleur *CUBLOC CB280*, la deuxième partie c'est la gestion des éléments pneumatique avec l'API *ZILIO LOGIC SR3B261BD*.

IV.3.3 .1 Présentation du module *CUBLOC* :[20]

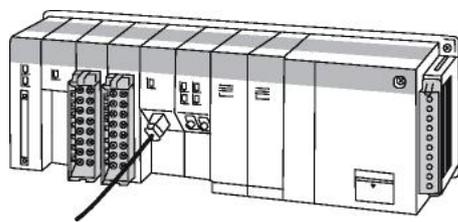
Chapitre IV : Conception électronique.

➤ Qu'est-ce qu'un module CUBLOC™ ?

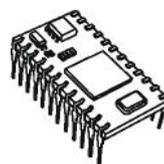
Les CUBLOC™ sont différents que l'automate PLC traditionnels que nous avons déjà peut être pu utiliser. Les automates traditionnels se présentent généralement sous la forme de boîtiers modulaires dotés de divers connexions.

Les CUBLOC™ s'apparentent pour leur part à de mini automates « OEM » qui se présentent sous forme de modules hybrides, lesquels nous permettront de pouvoir les intégrer au sein de notre produit final en nous laissant ainsi une plus grande flexibilité sur la taille et les spécificités de notre application. [20]

Les modules CUBLOC™ sont similaires aux automates traditionnels en ce sens qu'ils peuvent tout comme eux être programmés en langage LADDER. Toutefois leur petite taille nous permettra de les intégrer directement sur le circuit imprimé de notre application comme un microcontrôleur traditionnel.



traditionnel PLC



CUBLOC core module

Figure IV.11 : Les modules du PLC et CUBLOC™ .

Le principale avantage du module CUBLOC™ vis-à-vis des autres automates et que les CUBLOC™ peuvent compenser certaines limitations propres à la programmation en langage LADDER par une programmation additionnelle en langage BASIC (très évoluée). La programmation en langage LADDER est en effet toute indiquée pour prendre en charge des actions qui s'inscrivent dans un diagramme de séquence, mais lorsqu'une application nécessite de stocker des données, d'afficher des graphiques et de réaliser d'autres tâches plus complexes les automates traditionnels ne sont alors plus adaptés. C'est la principale raison

Chapitre IV : Conception électronique.

laquelle une programmation en langage BASIC a été ajoutée sur les modules CUBLOC™ dès lors, nous pourrions à la fois programmer en LADDER et en BASIC.

Un des autres avantages du langage BASIC géré par les modules CUBLOC™ vis à vis d'autres modules programmables en langage BASIC vient du fait que les 2 technologies intégrées au CUBLOC™ (la programmation en BASIC et en LADDER) soient totalement indépendantes. [20]

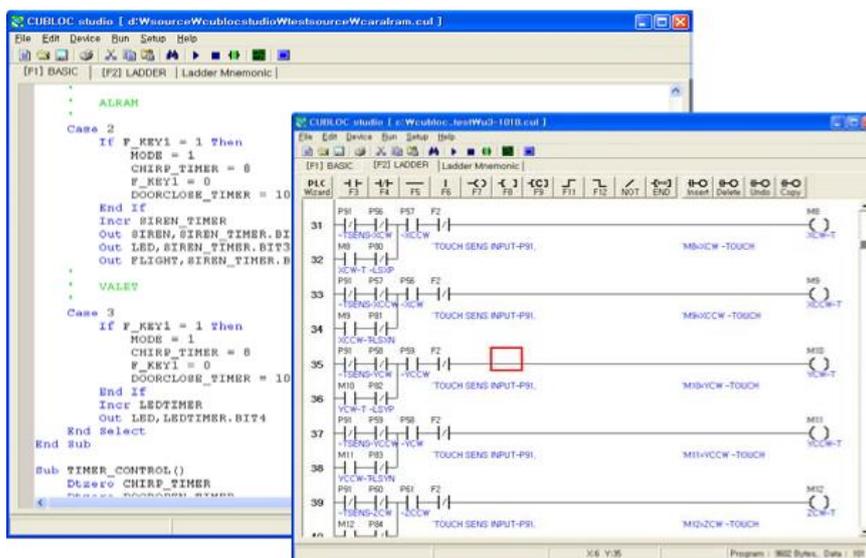
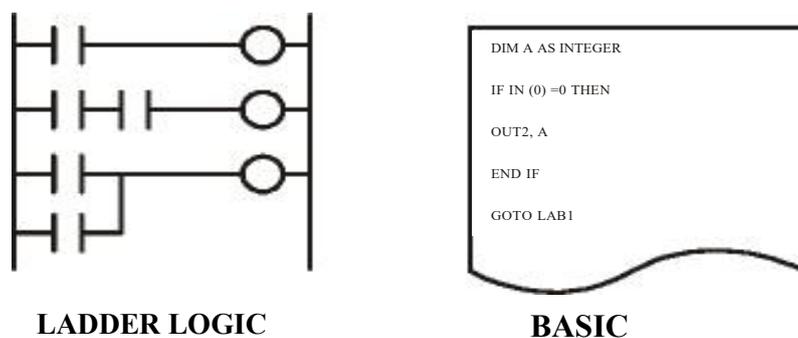
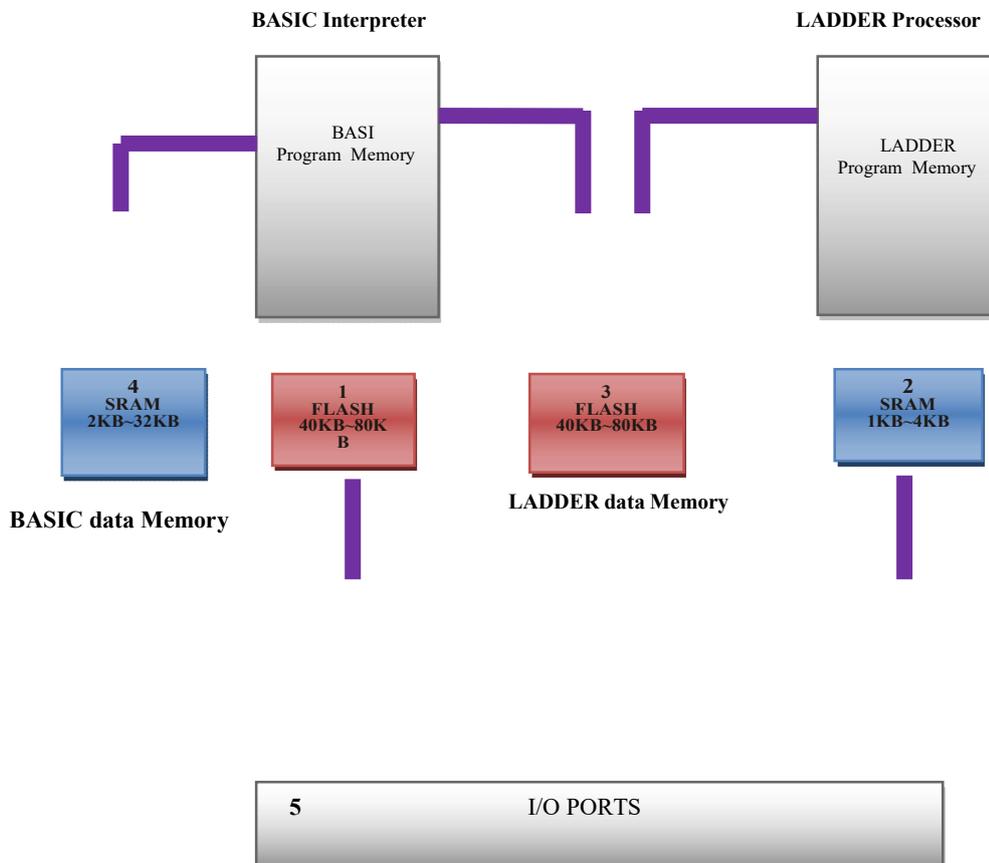


Figure IV .12 : L'environnement de développement des CUBLOC™ appelé "CUBLOC Studio".

Chapitre IV : Conception électronique.

➤ Structure interne du module CUBLOC™ :



L'interpréteur BASIC dispose d'une mémoire Flash dédiée au programme BASIC. Le processeur de gestion du LADDER dispose également de sa mémoire Flash pour l'exécution du programme LADDER.

Les Entrées/Sorties peuvent être partagées librement entre les programmes BASIC et LADDER.

La mémoire de données du BASIC ne pourra être accédée que par l'interpréteur BASIC tandis que la mémoire des données du LADDER pourra être accédée à la fois par l'interpréteur BASIC comme par le processeur LADDER.

La mémoire programme du BASIC (1) et du LADDER (2) se partage la même ressource de mémoire Flash. Cette ressource mémoire est de 80 K. Une application entièrement

programmée en BASIC peut utiliser l'intégralité de ces 80 K. De même, une application entièrement programmée en LADDER peut également utiliser l'intégralité de cette mémoire. Une application programmée en BASIC et en LADDER pourra être développée dès lors que le total du programme BASIC et LADDER ne dépasse pas les

80 K. Les modèles CB2XX disposent actuellement de **80 K.** Les futures versions de modules CUBLOC™ pourront disposer davantage de mémoire. Les ports d'Entrées/Sorties (5) peuvent être partagés entre le BASIC et le LADDER. L'utilisateur doit spécifier les ports d'E/S utilisés dans le BASIC et ceux utilisés dans Le LADDER. Il est possible d'utiliser tous les ports uniquement pour le BASIC ou uniquement pour le LADDER. [20]

Il existe différents modules CUBLOC™, lesquels se distinguent par leur capacité mémoire, nombre d'E/S, etc....., comme représente la figure ci-après :



Figure IV.14 : La différente gamme du module CUBLOC™.

Parmi ces gammes on s'intéresse par le module CB280 :

➤ **Module CB280 :**

Le CB280 se présente sous la forme d'un module capoté 64 broches dont 49 broches peuvent être utilisées en E/S. le CB280 ne dispose pas de régulateur interne et doit être alimenter uniquement sous une tension régulée et filtrée de + 5 Vcc.



✓ **Principales caractéristiques du CB280 : [21]**

- 80K de mémoire FLASH.
- 2K mémoire SRAM pour le BASIC.
- 1K mémoire SRAM pour le LADDER.
- 4K mémoire EEPROM.
- 49 entrées/sorties dont :
 -  8 convertisseurs "A/N" sur 10 bits.
 -  6 sorties PWM (DAC) sur 10~16 bits.
 -  4 broches d'interruption externes.
 -  2 compteurs haute vitesse 16 bits.
- Liaison MODBUS (SLAVE, ASCII MODE).
- 1 port RS 232(ou série TTL) + 1 port USB + BUS I2C et SPI
- Dimensions : 25,4 x 35 x 11 mm.

SOUT	1	●	●	17	VDD	TX1	33	●	●	49	TTLTX1
SIN	2	●	●	18	VSS	RX1	34	●	●	50	TTLRX1
ATN	3	●	●	19	RES	AVDD	35	●	●	51	AVREF
VSS	4	●	●	20	N/C	N/C	36	●	●	52	P48
SS_P0	5	●	●	21	P16	ADC0_P24	37	●	●	53	P31_ADC7
{Input_only}SCK_P1	6	●	●	22	P17	ADC1_P25	38	●	●	54	P30_ADC6
MOSI_P2	7	●	●	23	P18	ADC2_P26	39	●	●	55	P29_ADC5
MISO_P3	8	●	●	24	P19_PWM3	ADC3_P27	40	●	●	56	P28_ADC4
P4	9	●	●	25	P20_PWM4_INT0	P47	41	●	●	57	P32
PWM0_P5	10	●	●	26	P21_PWM5_INT1	P46	42	●	●	58	P33
PWM1_P6	11	●	●	27	P22_INT2	P45	43	●	●	59	P34
PWM2_P7	12	●	●	28	P23_INT3	P44	44	●	●	60	P35
{CUNET}SCL_P8	13	●	●	29	P15_HCNT0	P43	45	●	●	61	P36
{CUNET}SDA_P9	14	●	●	30	P14_HCNT1	P42	46	●	●	62	P37
P10	15	●	●	31	P13	P41	47	●	●	63	P38
P11	16	●	●	32	P12	P40	48	●	●	64	P39

Figure IV.16 : Les broches et les E/S du CB280.

➤ **La carte de commande a base du module CB280 :**

C'est la carte qu'on a utilisé afin de contrôler les moteurs à cc, les servomoteurs et les capteurs des détections, son schéma est réalisé avec EAGLE représenté ci-dessous :

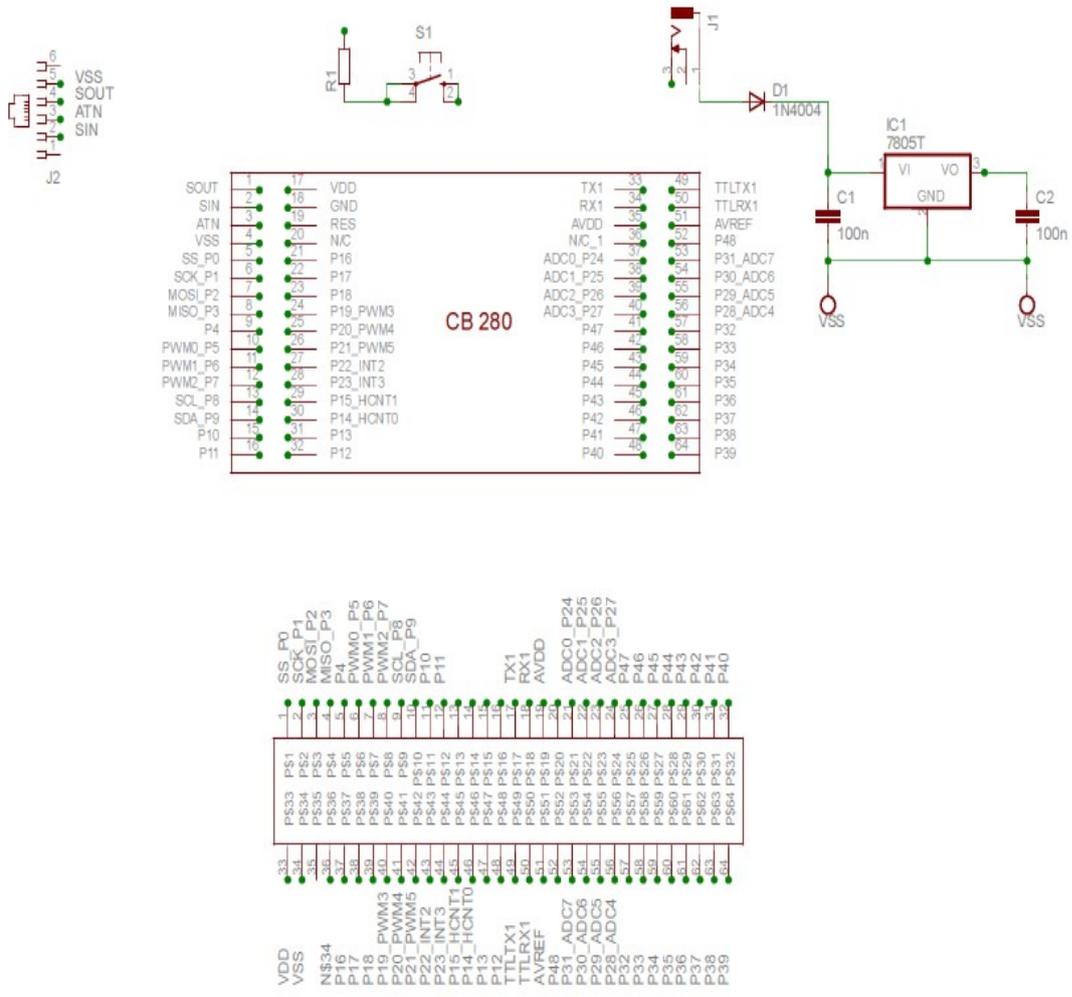
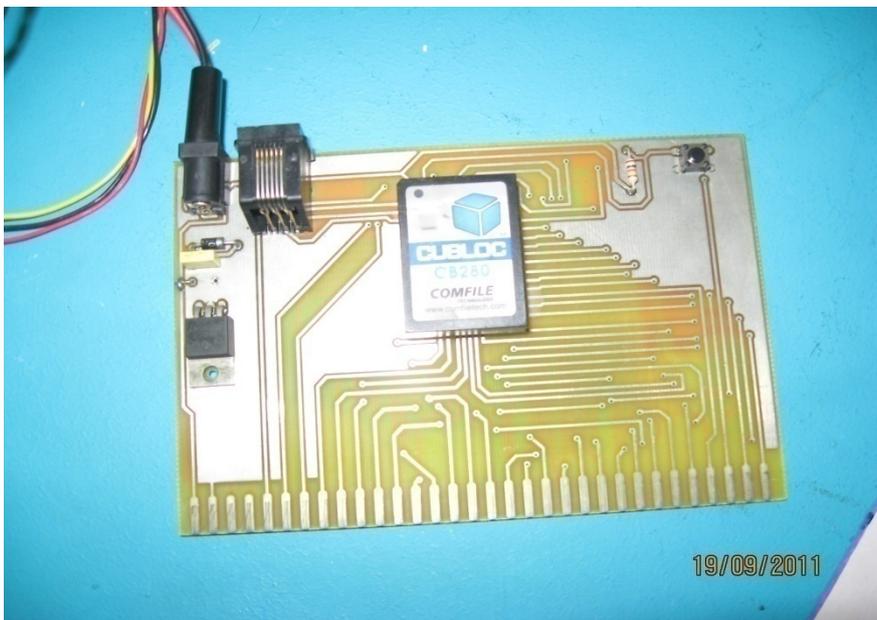


Figure IV.17 : schéma de développement la carte de commande réalisé par EAGLE.



Chapitre IV : Conception électronique.

Figure IV .18 : Photo de la carte de commande à base du CB280.

Cette carte est constituée de :

- Alimentation 9V.
- Régulateur 7805T.
- Une interface d'adaptation qui assure la communication (échange d'informations) entre la porte série de l'ordinateur et le microcontrôleur via la porte série RS232.

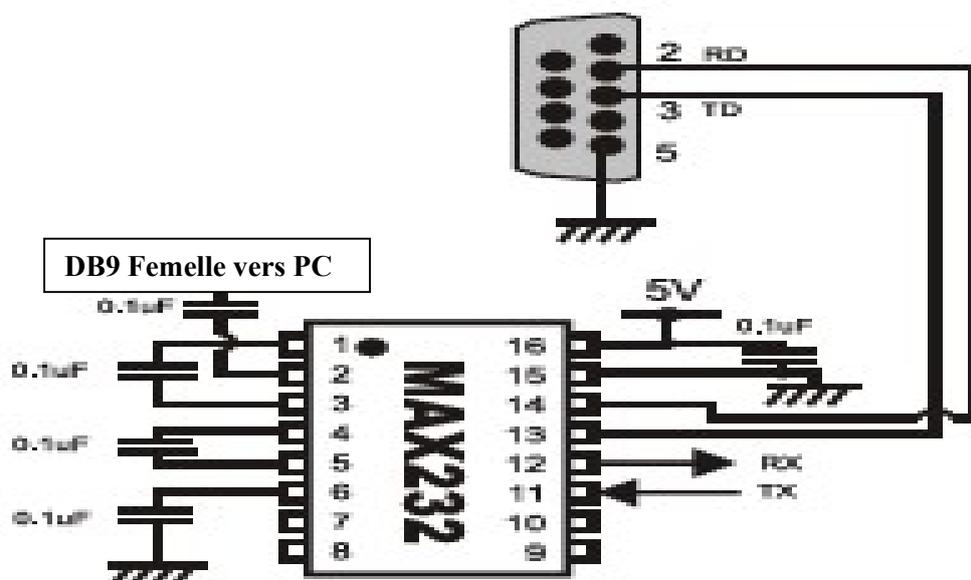
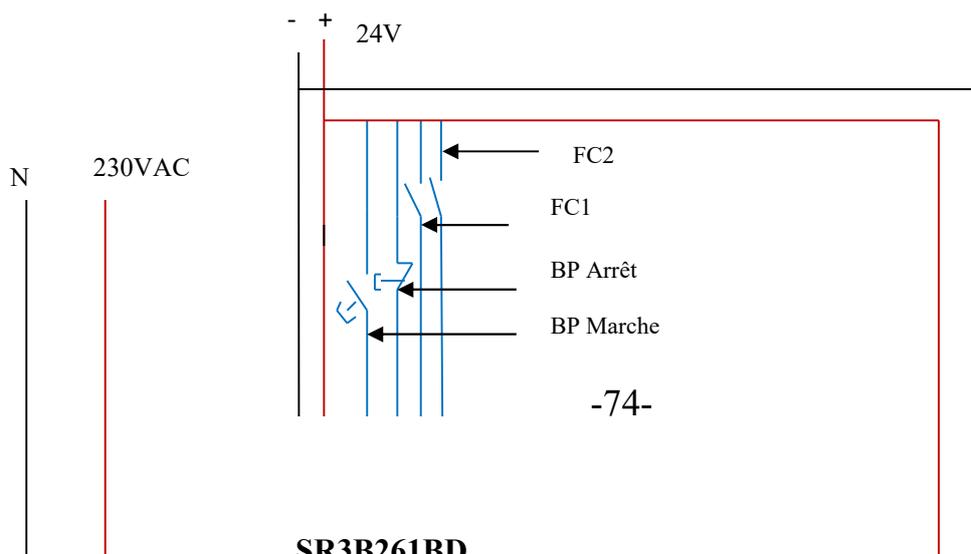


Figure IV .19 : interface PC-CB280.

IV.3.3.2 la gestion de robot par l'automate programmable Zelio logic :

Cette partie concerne la commande des actionneurs et preactionneurs pneumatiques par l'automate programmable, la figure ci-dessous montre le câblage de ces éléments avec l'automate d'où :

- Y₁ : Bobine du distributeur 1.
- Y₂ : Bobine du distributeur 2.
- Y₃ : Bobine d'électrovanne.
- Y₄ : Bobine de la pompe sous vide.
- FC1 : Capteur fin d'course 1.
- FC2 : Capteur fin d'course 2.



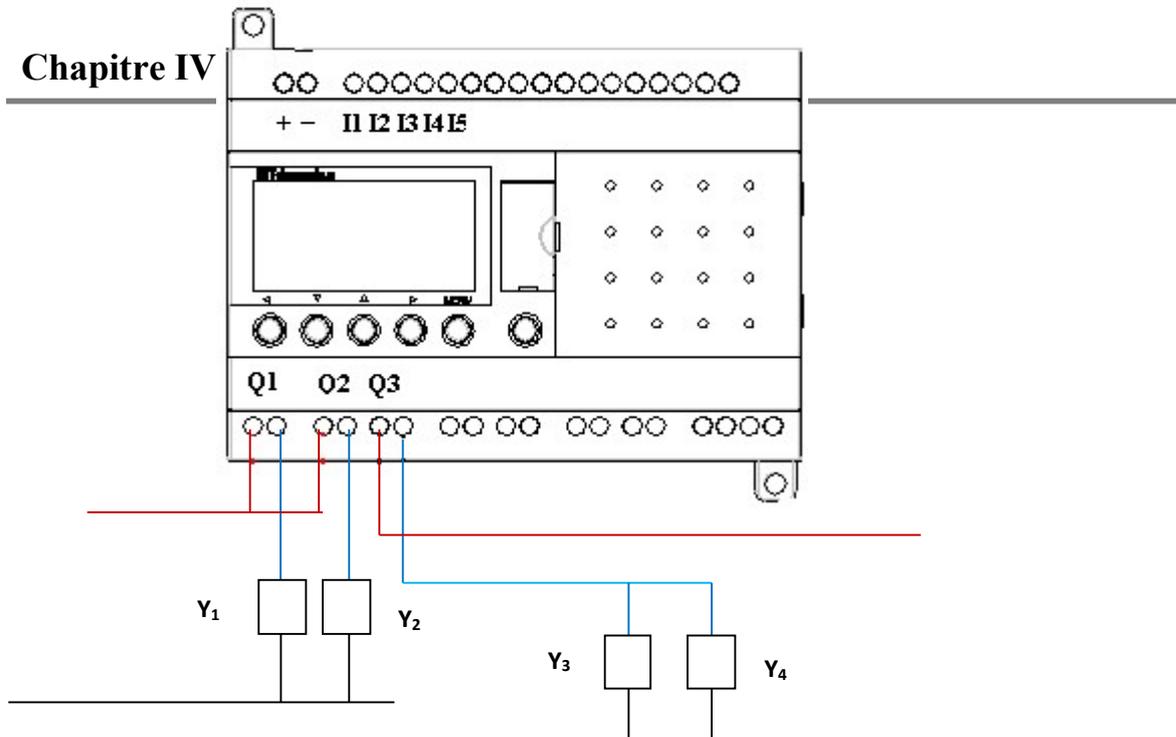


Figure IV.20 : Câblage des éléments pneumatiques avec l'automate.

IV.4 Les capteurs :

IV .4.1 Le capteur GP 2D 150A :



Figure IV.20 : Télémètre infrarouge "SHARP GP2D150A"

C'est un capteur optique basé sur le principe de réflexion .Il émet des rayons (IR) qui se réfléchissent dans le cas ou un obstacle se présente dans un intervalle de **0 à 15cm** près. Avec circuit de traitement du signal présentant un signal de sortie sous forme de tension analogique ou numérique selon le modèle.

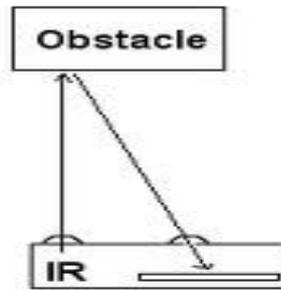


Figure IV.21 : principe de réflexion d'un capteur IR.

Dans notre application, on a utilisé deux télémètres infrarouge GP2DA50A, dont les deux sont situent au niveau de convoyeur l'un à droit et l'autre à gauche afin de détecter la présence des produits à saisir.

IV.5 Le capteur potentiomètre :[5]

Appelé aussi "Résistance variable", et parfois Rhéostat. Le potentiomètre peut être considéré comme une résistance dont on peut faire varier la valeur ohmique entre deux points, par simple action mécanique sur un axe rotatif ou rectiligne. Il est constitué d'une piste résistive sur

Laquelle entre en contact un curseur mobile, qui peut se promener d'une extrémité à l'autre de la piste (Figure IV.21).Il présente un signale de sortie sous forme de tension analogique.

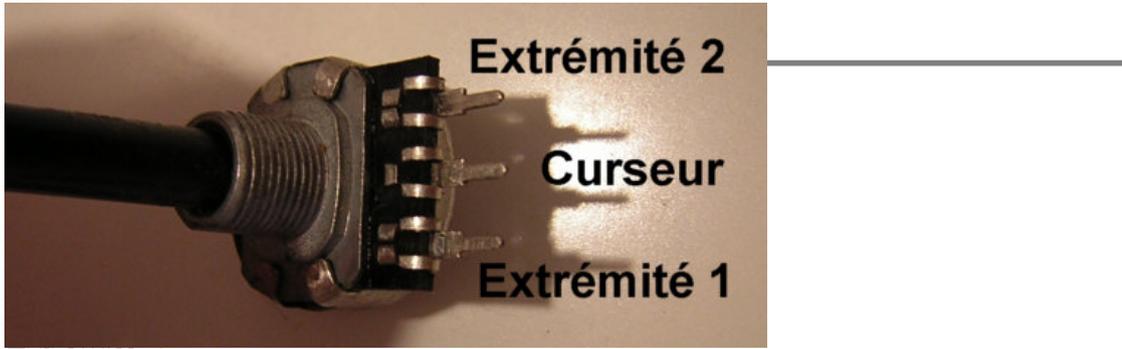
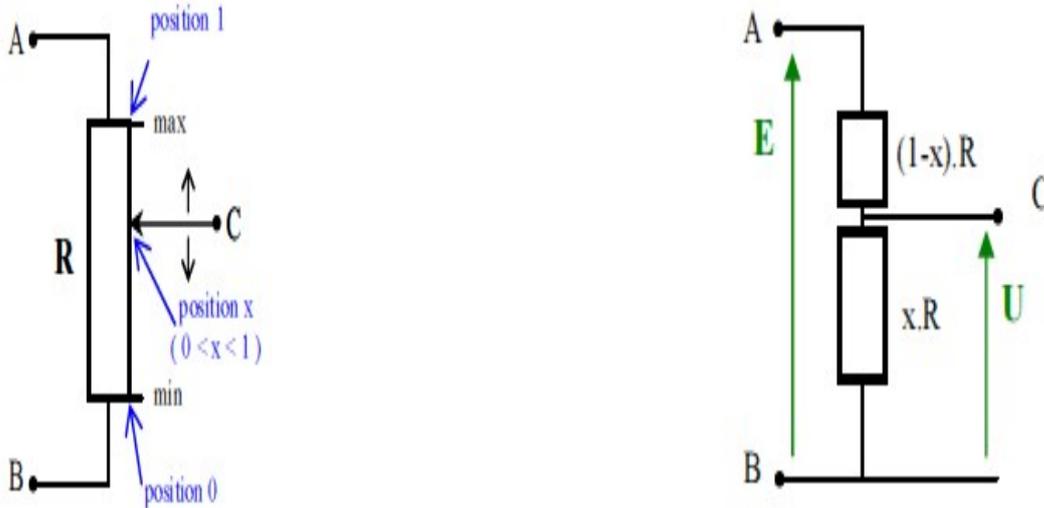


Figure IV .21 : Capteur potentiomètre rotatif. [5]

Pour mesurer la position d'un objet, il suffit de le relier mécaniquement au curseur C d'un potentiomètre (schéma ci-dessous) : [4]



On applique une tension continue E entre les extrémités A et B du potentiomètre.

La tension U en sortie aura l'expression suivante :

$$U = E \frac{x.R}{R} = x.E$$

La tension U en sortie est donc ~~proportionnelle~~ \longleftrightarrow la position x du curseur.

Au cours de ce projet on a utilisé deux capteurs potentiomètres linéaires caractérisées

par :

Chapitre IV : Conception électronique.

1 tour.

- ✚ Résistance de 10KOhm.
- ✚ Un axe tournant plastique.
- ✚ Alimentation de 5V.

Chacun de ces deux capteurs placés avec l'un des deux bras (c.-à-d. fait la rotation avec le bras) pour donner les positions à chaque instant. La photo ci-dessous montre le montage du capteur au niveau de l'axe qui faire tourner le bras :

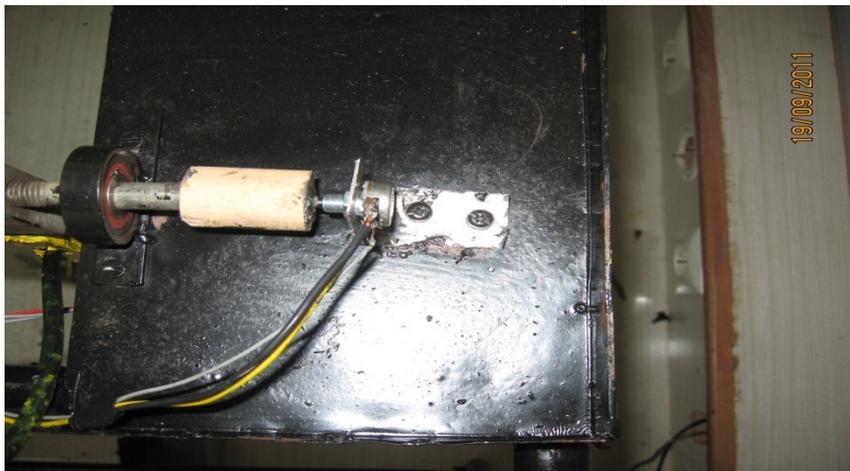


Figure IV.22 : le montage du potentiomètre.

IV.5 La partie modélisme :

IV.5.1 Servomoteurs :



Figure IV.23 : Le servomoteur HS 422. [21]

Un servomoteur est un moteur électrique muni d'engrenages et commandé par un circuit interne de détection de position (par potentiomètre). Outre la tension d'alimentation, on applique à un Servomoteur un signal de commande qui lui indique la position à prendre. Il surveille donc lui-même son attitude et la maintient ou la modifie, selon les ordres. Cela signifie que, sans variation du signal de gouverne, le servomoteur reste immobile. Pour faire bouger l'axe de sortie, il faut lui envoyer un train d'impulsions sur son entrée de commande. C'est la largeur des impulsions qui détermine l'angle de rotation (la position) de l'axe de sortie. La durée de l'impulsion peut être comprise entre 0.9 et 2.1ms, 1.5ms correspond au centre. Un petit détail qui a son importance : cette impulsion doit être répétée toutes les 20ms. [22]

Exemple : en envoyant une impulsion de 0.9ms, l'axe va tourner jusqu'à la position extrême gauche. Avec 2.1ms il va tourner jusqu'à l'extrême droite. Et avec 1.5ms il revient au centre.

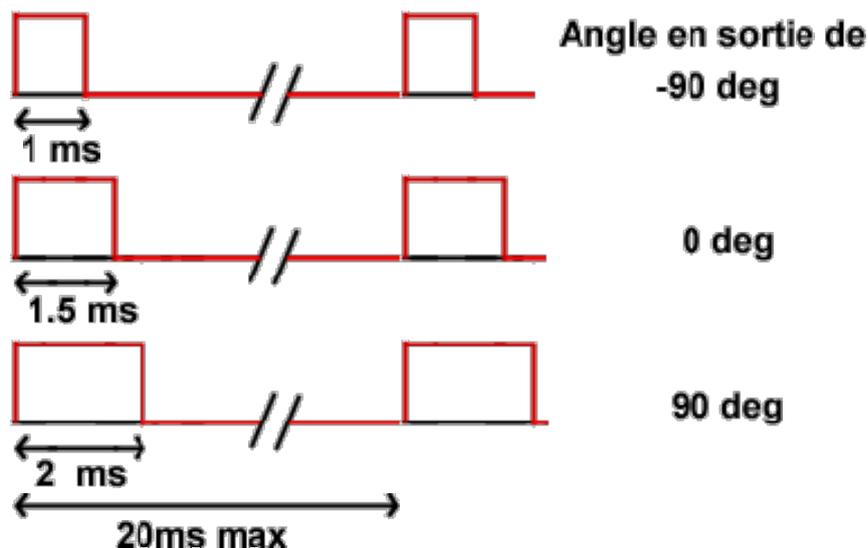


Figure IV.24 : Commande du servomoteur. [22]

Dans notre application on a utilisé deux servomoteurs pour la rotation des vérins afin de nous donner la position désirer. la photo ci-dessous représente le montage des servomoteurs avec les verins :

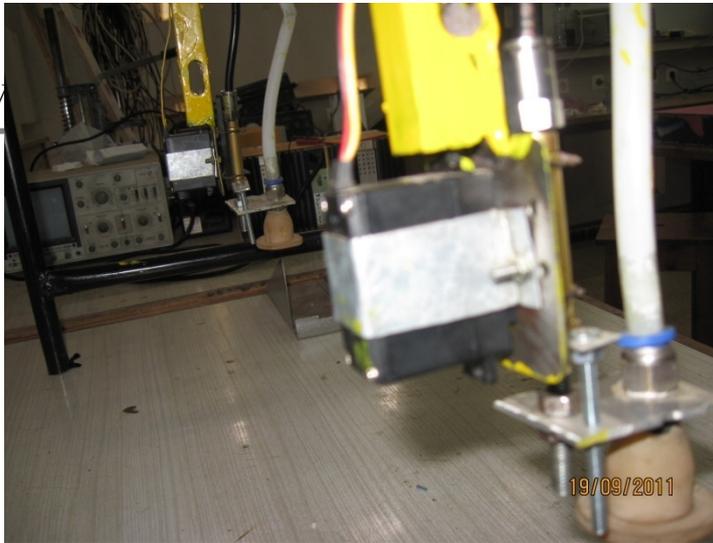


Figure IV.25 : le montage du servomoteur avec le vérin sur le bras.

IV.6 Conclusion :

Dans ce chapitre on a été donné toutes les explications sur la partie commande de notre robot et les détails sur les cartes électronique qu'on a utilisé, ainsi l'automate programmable destinée a la partie pneumatique et son câblage.

Chapitre V : Résultats expérimentaux

V.1 Introduction :

Enfin, nous terminons la partie théorique de notre projet de fin d'étude et nous entamons la partie expérimentale en donnant les résultats obtenus après l'essai de la machine.

V.2 Partie mécanique :

➤ Description du robot :

Notre robot a la forme d'une lettre H, car il a deux bras parallèles. Il est caractérisé par les dimensions suivantes dont :

- Le support à 4 pieds en fer qui porte le mécanisme principal (les moteurs, les distributeurs, pompe sous vide, les capteurs, les deux bras) se forme d'un parallélogramme à un :

Longueur(ou largeur) : 79 cm, hauteur 59,5cm.

- Les deux bras qui sont parallèles ils ont un :

Longueur : 36cm.

Largeur : 4cm.

- Le convoyeur qui permet le passage des objets grâce à un moteur à cc et port les deux capteurs infrarouge de la détection à un :

Longueur

: 49,5cm.

Largeur : 35cm.

Hauteur : 10,5cm.

- Les cartes électroniques et l'API sont placées sur un rail fixé sur le support.
- Un tableau de commande qui contient les boutons passoirs « marche - arrêt ».

➤ Boîte à saisir :

Notre robot est destiné pour manipuler des objets légers comme par exemple : les pièces de chocolat, le petit pain, les boîtes, et les tubes pharmaceutiques, ...etc.

Pour cela on a choisi une boîte de médicament pour faire l'essai cette dernière caractérisée par un :

Chapitre V : Résultats expérimentaux

Longueur : 9cm.

Largeur : 4cm.

Hauteur : 1,5cm.

Son poids est de 100mg.



Figure V.1 : Photo d'une boîte à saisie.

V.3 Partie électronique :

➤ **Commande des positions des deux bras :**

Pour cela on a placé deux capteurs potentiomètres chacun pour un bras avec les axes qu'il fait les mouvements des deux bras.

Pour étudier ce problème on prend le cas d'un seul bras et on applique les résultats sur le deuxième :

Premièrement on a monter le potentiomètre sur le bras, ensuite on alimente le moteur qui gère le bras et on lit la valeur du capteur qui correspond à la position du bras à chaque instant, et à la fin on prend les valeurs qui correspondent aux positions suivantes :

Position initiale.

Position de prise.

Position de dépôt.

Et on a intégré ces valeurs au sein du programme pour faire contrôler précisément par le microcontrôleur CB280.

Chapitre V : Résultats expérimentaux

Après on a fait la liaison entre la carte de commande et l'automate programmable pour faire lancer la coté pneumatique pour cela on à utilisé un capteur fin course toute ou rien(T.O.R) placé aussi en haut de bras pour objectif de détecter seulement les positions de prise et de dépose, et envoyer un signale a l'automate.

➤ **Grafcet :**

Ce grafcet monter toute la cycle de fonctionnement de notre robot ,on commence par la détection jusqu'au stockage .le schéma est illustré dans la page suivant :

Conclusion général et perspectives.

Nous avons présenté dans ce mémoire, les différentes étapes qu'on a suivies lors de la conception et la réalisation de notre projet.

On a d'abord donné quelques généralités concernant la robotique industrielle, et en deuxième on a parler un peu sur les automates programmable et on a expliquer la fonctionnement de l'automate zelio logic

et en troisième lieu on a entamé l'étape de la conception mécanique en précisant le principe de fonctionnement des différents actionneurs (éléments pneumatiques et moteur cc).

Ensuit on a présenté les interfaces électroniques et leur principe de fonctionnement ainsi que la partie de modélisme dans la conception électronique.

Enfin, on a terminé ce projet avec les résultats qu'on a obtenus lors de l'essai du mécanisme tel que sa commande de position de ses bras, son grafcet de fonctionnement.

Perceptives :

Dans ce projet on a utilisé deux bras à deux ventouse, qu'ils ne peuvent manipuler que des objets léger .Toutefois on peut les remplacer par une pince à deux doigts (autrement dit standard) et l'équiper d'une caméra pour une éventuelle amélioration de saisie d'objets mobiles.

Bibliographies

- [1] Alain GONZAGA, « cours des automates programmables industriels ».
- [2] Philippe LE BRUN, « Automates programmables industriels».
- [3] <http://fr.wikipedia.org/wiki/robot>
- [4] <http://cbissprof.free.fr>
- [5] <http://SONELEC-MUSIQUE.COM>
- [6] http://philippe.berger2.free.fr/automatique/cours/elts-pneu/les_elements_pneumatiques.htm#top
- [7] : [http://fr.wikipedia.org/wiki/Distributeur_\(automatisme\)](http://fr.wikipedia.org/wiki/Distributeur_(automatisme))
- [8] L.ISAMBERT, « Cours sur la pneumatique »
- [9] Web :cour pneumatique /PDF
- [10] <http://www.alibaba.com/showroom/sns-solenoid-valve-air-pneumatic>
- [11] <http://geea.org.pagesperso-orange.fr/PNEUM/verin>
- [12] <http://home.scarlet.be/lestechriques/moteur>
- [13] Pierre DUYSINX, « ELEMENTS DE ROBOTIQUE »
- [14] Catalogue Schneider Automatisation
- [15] Catalogue Télémécanique : Modules Logiques
- [16] Auto Formation A Zelio Logic.

Bibliographies

- [17] Amira Islam, « Développement D'un Robot Joueur D'échecs »Thèse d'ingénieur à l'université de Tunisie.
- [18] ZIOUI Nadjat , « Conception, Réalisation Et Commande D'un Robot Scara » Thèse d'ingénieur en automatique à l'ENP.
- [19] <http://www.TELEMECANIQUESR3B261BDZELIO> 24VDC_ 16 DI-10 RO Farnell France.
- [20] [www .comfiletech.com](http://www.comfiletech.com)
- [21] www.lextronic.fr
- [22] <http://Servomoteurs - Brodeur Electronique>.
- [23] Romain Bichet, « PWM ET PONTS EN H »
- [24] [http:// commande moteur pwm.free.fr](http://commande moteur pwm.free.fr)