

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
République Algérienne démocratique et populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique

جامعة سعد دحلب البليدة  
Université SAAD DAHLAB de BLIDA

كلية التكنولوجيا  
Faculté de Technologie

قسم الإلكترونيك  
Département d'Électronique



# Mémoire de Projet de Fin d'Études

présenté par

ACHEROUF Mohamed Ameziane

&

KASSA Kahina

Pour l'obtention du diplôme de Master en Électronique

Option Automatique

---

Thème

---

# Automatisation d'une chaîne de conditionnement pédagogique

---

Proposé par : KAZED Boualem

Année Universitaire 2014-2015

## Remerciements

---

Après avoir rendu louanges à Dieu, pour nous avoir donné le courage et la grâce d'accomplir ce travail qui est certes le fruit d'un effort personnel.

Nous remercions en premier lieu Mr B.KAZED, notre encadreur, pour son aide et disponibilité tout au long de ce projet.

Nous remercions les membres du jury, K.KARA et M.L.FAS qui ont eu l'amabilité d'examiner ce document et d'évaluer son contenu.

Nous remercions mes amis : AMEUR Abdelatif, TOUATI Lyes, REBIAI Abdellah, SISSANI Sarah, AGUEMMOUME Nor el Houda.

Sans oublier l'équipe de mécanique (de l'usine S.I.M), le département de mécanique et de l'aéronautique (université de SAAD DAHLEB).

ACHEROUF & KASSA

## Dédicaces

---

Je dédie ce modeste travail :

A ma très chère mère, pour ses sacrifices depuis qu'elle m'a mis au monde, et qui n'a pas cessé de m'encourager, de me soutenir dans les moments difficiles et qui a su m'entourer de toute son affection et son amour pour que je puisse réussir.

A mon père, qui m'a toujours soutenu et aide à affronter les difficultés.

A mes frères Mounir, Seddik, Elyes et leurs femmes.

A tous mes amis en particulier :

ABDELATIF, ELYES, SARAH, HOUDA, WALID, OUMAIMA, ABDELLAH, AHMED.

A tous ceux qui me sont chers.

ACHEROUF Mohamed Ameziane

Je dédie ce modeste travail :

A mes parents pour leur grande aide qu'ils m'ont portée, que Dieu les garde.

A mon frère Toufik.

A mes chères sœurs Samira & Nawel.

A l'ensemble de la famille KASSA et AGUELMINE.

A tous mes amies Houda, Sara, Rabia.

A tous les enseignants de l'université de Blida.

KASSA Kahina

---

**ملخص :** إن الهدف من هذا المشروع هو تحقيق مركز تعليم جاهز لاستخدامه كمنصة تعلم عن الأنظمة الآلية. خصوصية هذا العمل تكمن في حقيقة أن عنصر التحكم المستخدم، هو CUBLOC CB220، ويتكون من وحدة نمطية للبرمجة، سواء في لغة بسيطة أو في اللغة سلم. العمل الذي سيتم وصفه في هذه الورقة تدور حول عدة جوانب. استغلال وحدة البرمجة المطلوبة تطلب انشاء لوحتين إلكترونيتين لتوفير البرمجة وإدارة نظام الإدخال / الإخراج. العمل المقترح يتكون من مجموعة من أجهزة الاستشعار والمحركات من أنواع مختلفة، وهذا يسمح للمستخدمين باكتشاف واستخدام المكونات الأساسية في النظام الآلي.

**كلمات المفاتيح :** الآلية , CUBLOC CB280, خط التعبئة والتغليف

---

**Résumé :** Le but de ce projet est de réaliser une station pédagogique prête à être utilisée comme plateforme d'apprentissage de systèmes automatisés. La particularité de ce travail réside dans le fait que l'élément de commande utilisé, le CUBLOC CB220, est constitué d'un module programmable, aussi bien en langage Basic qu'en langage Ladder. Le travail qui sera décrit dans ce mémoire tourne autour de plusieurs aspects ; L'exploitation du module de programmation a nécessité la réalisation de deux cartes électroniques assurant la programmation et la gestion des entrées/sorties du système à automatiser. La plateforme proposée dispose d'un ensemble de capteurs et actionneurs de différents types, ceci permet aux utilisateurs de découvrir et utiliser l'essentiel des éléments constituant un système automatisé.

**Mots clés :** Automatismes, CUBLOC CB280, Chaîne de conditionnement.

---

**Abstract :** The aim of this project is to achieve a teaching station ready to be used as a learning platform for automated systems. The peculiarity of this work lies in the fact that the control element used, the CUBLOC CB220, consists of a programmable module , both in Basic language in Ladder language. The work that will be described in this paper revolves around several aspects ; operation of the programming module required the construction of two electronic boards providing the programming and management of I / O system to automate. The proposed platform has a set of sensors and actuators of different types, this allows users to discover and use the essential constituents an automated system.

**Keywords :** Automatism, CUBLOC CB280 , packaging chain .

---

## Listes des acronymes et abréviations

P.O : Partie Opérative.

P.C : Partie Commande.

GPAO : Gestion de la Production Assistée par Ordinateur.

GMAO : Gestion de Maintenance Assistée par Ordinateur.

G.G.E : Gestion Globale d'Entreprise.

G.P : Gestion de production.

TOR : Tout Ou Rien.

PLC : Programmable Logic Controller.

SFC : Sequential Function Chart.

FBD : Function Block Diagram

LD : Ladder Diagram.

ST: Structured Text.

IL : Instruction List.

BASIC: Beginner's All-purpose Symbolic Instruction Code.

OEM : Original Equipment Manufacturer.

TTL : Transistor Transistor Logic.

EEPROM : Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory

SRAM : Static Random-Access Memory.

PWM : Pulse Width Modulation.

UART : Universal Asynchronous Receiver Transmitter.

RTC : Real Time Clock.

NC : Normaly Close.

NO : Normaly Open.

LED/DEL : Light Emitting Diode (Diode Eléctro - Luminescente).

MOS : Metal Oxide Semiconductor.

RGY : RED/Green/Yellow.

KB : Kilos Bytes.

V : Volt.

A : Ampère.

$\Omega$  : Ohm.

MPa : Mega Pascal.

Rad : Radian.

rad/s : Radian par seconde.

M : Mètre.

mm/s : Millimètre par seconde.

CIM : Computer Integrated Manufacturing.

SPDT : Single Pole Double Throw.

## Table des matières

Introduction générale.....	1
1.1 Introduction .....	2
1.2 Historique .....	4
1.3 Système automatisé .....	5
1.3.1 Définition .....	5
1.3.3 Architecture de système automatisée .....	6
1.4 Les niveaux d'automatisation .....	8
1.5 Structure générale .....	9
1.5.1 Décomposition de la P.O-P.C .....	9
1.5.2 Les éléments de la PO et PC.....	10
1.6 Structure d'une chaîne fonctionnelle.....	12
1.7 Les différentes classes de systèmes de commande .....	13
1.7.1 Système en boucle ouverte.....	13
1.7.2 Système en boucle fermée.....	14
1.8 Technologies des automatismes .....	14
1.9 Les différents langages de programmation [9] .....	16
1.10 Systèmes de conditionnement .....	19
1.10.1 Le conditionnement « ou emballage primaire » .....	19
1.10.2 L'emballage « ou suremballage ».....	20
1.10.3 Le packaging « ou emballage logistique » .....	21
2.1 Introduction .....	23
2.2 Présentation .....	24
2.3 La structure interne des CUBLOC.....	24
2.4 Pourquoi les deux technologies à la fois ? .....	25
2.5 Les avantages des modules CUBLOC.....	26
2.6 Aspect matériel des CUBLOC .....	27
b Caractéristiques électriques.....	28
2.6.2 Le module CB280 .....	28
2.7 Utiliser le LADDER uniquement.....	30



2.8	Le préprocesseur « BASIC » .....	31
2.9	Le LADDER de CUBLOC.....	31
2.9.1	Les bases du LADDER .....	31
2.10	La carte de commande.....	32
2.11	Relais électromécaniques .....	34
a	Brochage d'un relais électromécanique .....	34
b	Avantages du relais électromécanique .....	34
c	Inconvénients du relais électromécanique .....	35
2.12	Diode de roue libre .....	36
2.13	La carte de puissance .....	37
2.14	Conclusion .....	40
3.1	Introduction .....	41
3.2	Energie pneumatique.....	41
3.2.1	Présentation.....	41
3.2.2	Constitution d'une installation pneumatique .....	42
3.2.3	Compresseur .....	43
3.3	Les capteurs .....	44
3.2.1	Capteurs de proximité optiques.....	45
a	définition.....	45
b	Constitution .....	45
c	Détecteur à réflexion .....	45
d	Avantages .....	46
3.3.2	Capteur de position.....	47
a	Définition et principe de fonctionnement.....	47
b	Constitution .....	47
c	Les différents capteurs de position .....	47
d	Avantages .....	48
e	Inconvénients.....	48
f	Domaines d'utilisations.....	48
g	Critères de choix .....	49
3.3.3	Manomètre .....	49
3.4	Pré- actionneurs.....	49
3.4.1	Définition .....	49
3.4.2	Distributeurs pneumatiques .....	50

a	Principe de fonctionnement .....	50
b	Constitution .....	51
c	Stabilité des distributeurs .....	51
d	Commander un distributeur .....	52
3.5	Actionneurs.....	53
3.5.1	LES VERINS PNEUMATIQUES.....	53
a	Définition .....	53
b	Calcul de la force d'un vérin.....	54
c	Critères de choix d'un vérin .....	55
3.5.2	Vérin simple effet.....	55
a	Définition .....	55
b	Constitution d'un vérin simple effet .....	56
c	Principe de fonctionnement .....	56
d	Avantages et Inconvénients .....	57
3.5.3	Vérin double effet .....	57
a	Définition .....	57
b	Constitution d'un vérin à double effet .....	57
c	Principe de fonctionnement .....	58
d	Avantages et inconvénients .....	58
3.5.4	Exemples d'utilisation .....	59
3.6	Moteur DC (EMG30) .....	59
3.6.1	Pont H .....	60
3.7	La pince d'emballage .....	62
3.8	Les mécanismes de transformation du mouvement.....	62
3.8.1	Le système a pignon et crémaillère.....	63
a	Engrenage à crémaillère .....	63
b	Caractéristiques cinématiques.....	64
c	Avantages .....	64
d	Inconvénients.....	64
3.8.2	Le système à vis et écrou .....	64
a	Avantages .....	65
b	Inconvénients.....	65
3.9	La machine .....	65
3.10	Conclusion .....	68

4.1	Développement en LADDER.....	69
4.2	Monitoring en LADDER .....	70
4.3	La liste des registres utilisés par le LADDER .....	70
4.4	Utilisation des " E/S " .....	71
4.5	Utilisation des " alias " .....	72
4.6	Démarrage du programme LADDER.....	72
4.7	Les instructions du LADDER .....	74
4.7.1	Les instructions de bas niveau .....	74
4.8	Les bases de CUBLOC studio .....	77
4.10	Cahier des charges .....	80
4.11	Conclusion .....	84
	Conclusion générale.....	85

## Liste des figures

<b>Figure 1.1.</b> Schéma d'un système automatisé. ....	5
<b>Figure 1.2.</b> Exemple d'une machine autonome. ....	6
<b>Figure 1.3.</b> Exemple des machines associé en ligne.....	6
<b>Figure 1.4.</b> Exemple d'une commande centralisée.....	7
<b>Figure 1.5.</b> Exemple d'une machine à commande décentralisée. ....	7
<b>Figure 1.6.</b> Exemple d'une machine flexible à commande repartie.....	8
<b>Figure 1.7.</b> Les niveaux d'automatisation dans l'industrie.....	9
<b>Figure 1.8.</b> Composition d'un système de production. ....	10
<b>Figure 1.9.</b> Structure de la chaine fonctionnelle.....	13
<b>Figure 1.10.</b> Système en boucle ouverte. ....	13
<b>Figure 1.11.</b> Système en boucle fermée. ....	14
<b>Figure 1.12.</b> Exemple d'un système sous GRAFCET. ....	17
<b>Figure 1.13.</b> Programmation en FBD. ....	17
<b>Figure 1.14.</b> Programmation en langage LADDER.....	18
<b>Figure 1.15.</b> Programmation en IL. ....	19
<b>Figure 1.16.</b> Exemple d'un système de conditionnement alimentaire. ....	20
<b>Figure 1.17.</b> Exemple dun système de ser emballage.....	21
<b>Figure 1.18.</b> Système de conditionnement.....	22
<b>Figure 2.1.</b> La structure interne des CUBLOCS.....	25
<b>Figure 2.2.</b> Les différentes taches possibles des CUBLOC.....	26
<b>Figure 2.3.</b> Module et Brochage de CUBLOC CB280. ....	28
<b>Figure 2.4.</b> Circuit électrique sous LADDER.....	31
<b>Figure 2.5.</b> Circuit électrique simple.....	31
<b>Figure 2.6.</b> Schéma de La carte de commande.....	32
<b>Figure 2.7.</b> La carte de commande. ....	33
<b>Figure 2.8.</b> Relais électromécanique.....	34
<b>Figure 2.9.</b> Brochage d'une diode de roue libre. ....	36
<b>Figure 2.10.</b> Schéma électrique de la carte de puissance. ....	38
<b>Figure 2.11.</b> La carte de puissance.....	39
<b>Figure 3.1.</b> Compresseur (en mode admission échappement d'air). ....	44
<b>Figure 3.2.</b> Symbol d'un Capteur optique.....	46
<b>Figure 3.3.</b> Capteur optique.....	46
<b>Figure 3.4.</b> Principe de fonctionnement. ....	46
<b>Figure 3.5.</b> Symbole d'un capteur de position. ....	47
<b>Figure 3.6.</b> Type des capteurs de position. ....	47
<b>Figure 3.7.</b> Manomètre analogique.....	49
<b>Figure 3.8.</b> Un distributeur 4/2 monostable.....	50
<b>Figure 3.9.</b> Un distributeur 3/2 monostable.....	50
<b>Figure 3.10.</b> Distributeur 4/2 (position 1/position 2).....	51
<b>Figure 3.11.</b> Schéma fonctionnel d'un actionneur.....	53

<b>Figure 3.12.</b> Un vérin simple effet. ....	53
<b>Figure 3.13.</b> Symbole d'un vérin simple effet. ....	56
<b>Figure 3.14.</b> Les différentes pièces d'un vérin simple effet. ....	56
<b>Figure 3.15.</b> Vérin simple effet en poussant. ....	56
<b>Figure 3.16.</b> Vérin simple effet en tirant. ....	56
<b>Figure 3.17.</b> Symbole d'un vérin double effet. ....	57
<b>Figure 3.18.</b> Les différentes pièces d'un vérin double effet. ....	57
<b>Figure 3.19.</b> Vérin double effet en poussant. ....	58
<b>Figure 3.20.</b> Vérin double effet en tirant. ....	58
<b>Figure 3.21.</b> Les fonctions des vérins. ....	59
<b>Figure 3.22.</b> Moteur DC EMG30. ....	60
<b>Figure 3.23.</b> Moteur en arrêt. ....	60
<b>Figure 3.24.</b> Moteur en arrêt. ....	61
<b>Figure 3.25.</b> Moteur en rotation (sens 1). ....	61
<b>Figure 3.26.</b> Moteur en rotation (sens 2). ....	61
<b>Figure 3.27.</b> La pince d'emballage. ....	62
<b>Figure 3.28.</b> Crémaillère à roue dentée. ....	63
<b>Figure 3.29.</b> Chaîne de conditionnement. ....	66
<b>Figure 3.30.</b> Schéma pneumatique de la chaîne de conditionnement. ....	66
<b>Figure 3.31.</b> Schéma synoptique de la chaîne de conditionnement. ....	67
<b>Figure 4.1.</b> Fenêtre du LADDER. ....	69
<b>Figure 4.2.</b> La barre d'outils de l'éditeur CUBLOC STUDIO. ....	70
<b>Figure 4.3.</b> Circuit électrique sous LADDER avec des alias. ....	72
<b>Figure 4.4.</b> Logigrammes des commandes TOFF/TAOFF. ....	75
<b>Figure 4.5.</b> Logigramme des commandes TON/TAON. ....	75
<b>Figure 4.6.</b> Les deux langages de l'éditeur CUBBLOC STUDIO. ....	77
<b>Figure 4.7.</b> Le GRAFCET. ....	81

## Liste des tableaux

<b>Tableau 1.</b> Comparaison entre PLC et module CUBLOC. ....	27
<b>Tableau 2.</b> Caractéristiques des modules CUBLOC. ....	29
<b>Tableau 3.</b> Les caractéristiques d'un système pneumatique. ....	43
<b>Tableau 4.</b> Listes des registres utilisés en LADDER. ....	71
<b>Tableau 5.</b> Les instructions de bas niveau. ....	74
<b>Tableau 6.</b> Menu « File ». ....	78
<b>Tableau 7.</b> Menu « Run ». ....	79
<b>Tableau 8.</b> Menu « Edit ». ....	79
<b>Tableau 9.</b> Menu « Help ». ....	79
<b>Tableau 10.</b> Menu « Device ». ....	80
<b>Tableau 11.</b> Menu « Setup ». ....	80
<b>Tableau 12.</b> Les entrées et les sorties utilisées. ....	81

# Introduction générale

---

Le but de ce projet consiste à réaliser une station automatisée pouvant être utilisée comme support d'apprentissage dans le domaine de l'automatique. Le fait que cette plateforme soit entièrement conçue par nos soins nous donne une très grande flexibilité pour le choix des différents types de ses constituants. Cela, est par exemple, le cas pour le type de du système de control ; pour notre cas nous avons préféré travailler avec un module spécifique, de type « CUBLOC », basé sur un microcontrôleur suffisamment puissant pour assurer l'essentiel des tâches habituellement confiées à un automate programmable. Cette caractéristique est rendue possible grâce à la disponibilité d'un logiciel offrant des commodités similaires sinon très proches de celles disponibles avec les produits normalement réservés pour les professionnels de l'industrie. Le caractère pédagogique de notre projet est amplement favorisé par l'utilisation de ce module, puisqu'il est possible de le programmer avec deux outils différents ; le premier étant l'utilisation d'un langage classique de type « BASIC », le deuxième étant, celui largement utilisé dans l'industrie, à savoir le « LADDER ». Cette flexibilité donne, à l'utilisateur, l'occasion de comprendre la différence entre les deux approches de programmation et surtout les difficultés rencontrées lorsqu'il s'agit d'implémenter un automatisme avec un langage de programmation ordinaire.

Sur le plan matériel notre plateforme utilise différents types de capteurs et actionneurs normalement rencontrés dans le milieu industriel. Les chapitres qui vont suivre donnent les détails des éléments constitutifs de cette station. L'espace disponible au sein de cette base de travail offre la possibilité de modifier ou d'ajouter d'autres périphériques, en fonction des besoins de la manipulation.

# Chapitre 1 les systèmes automatisés

---

## 1.1 Introduction

L'automatique est omniprésente dans l'industrie automobile, aéronautique, tous les secteurs de la production industrielle et plus largement dans le tissu socioéconomique.

Si on considère l'utilisation de l'automatisation dans les divers pays, on constate qu'il y'a une relation directe entre le développement du pays et le degré d'automatisation de son industrie. C'est pourquoi, les pays développés sont aussi appelés pays industrialisés. Parmi ces derniers, les USA, le Japon, l'Allemagne, l'Angleterre, la Suède, la France, le Canada, l'Italie, etc. Cependant, il est important de noter qu'il y'a des pays riches qui utilisent les technologies de pointe de l'automatisation industrielle et qui demeurent classés parmi les pays sous-développés, l'Arabie Saoudite et l'Algérie illustrent le cas des pays qui sont potentiellement riches et consommateurs de technologie moderne mais qui demeurent sous-développés. La différence entre pays industrialisés et pays riches mais sous-développés tient au fait que les premiers participent au progrès alors que les seconds ne sont que des simples consommateurs. On notera aussi que l'automatisation industrielle pose de nombreux problèmes aux pays sous-développés. Pour implanter une unité de fabrication :

- La technologie change très rapidement : l'unité devient vite désuète et non compétitive.
- Le coût de l'entretien et de la formation du personnel devient élevé.

L'automatisation fait partie des sciences de l'ingénieur, elle inclut la modélisation, l'analyse, de la commande et de la régulation des systèmes dynamiques. Elle a pour fondements théoriques : les mathématiques, le traitement du signal, l'électronique et l'informatique.

L'automaticien va se baser sur cet ensemble de théories, de techniques, d'outils etc...pour rendre le système autonome, en passant par les étapes de simulation, de conception et de réalisation. Il s'étend bien évidemment jusqu'à la maintenance de ces systèmes.



L'automatisme est un sous-ensemble d'une machine, destinée à remplacer l'action de l'être humain dans des tâches simples et répétitives, ingrates et parfois dangereuses, ces automatismes sont devenus indispensables et d'une telle rapidité et précision, qu'ils réalisent des actions impossibles (ou presque impossibles) pour un être humain.

L'automatisme est donc synonyme de productivité et de sécurité. Le savoir-faire de l'opérateur est transposé dans le système automatisé, il devient le processus. Un processus peut être considéré comme un système organisé d'activités qui utilise des ressources (ex : personnels, équipements, matériels et machines, matière première et informations) pour transformer des éléments entrants en éléments de sortie dont le résultat final attendu est un produit.

Le système automatisé de production industrielle doit également répondre à des contraintes économiques et donc à une certaine flexibilité.

## 1.2 Historique

Il est usuel de définir quatre grandes catégories de systèmes, correspondant à quatre périodes de l'histoire de l'humanité. Toutefois, les quatre catégories cohabitent, une nouvelle n'ayant jamais totalement éliminé l'ancienne. [1]

- Avant la mécanisation (de la préhistoire du 18 au 19ème siècle)

À part quelques cas très particuliers, pendant toute cette période, l'homme fait partie intégrante de tous les systèmes qu'il conçoit. Sa présence est indispensable au fonctionnement du système. Il apporte parfois *l'énergie*, quand ce travail n'est pas confié à un animal, et toujours son *savoir-faire*. C'est lui qui assure la commande de l'outil ou de la machine sur laquelle il exécute un travail, qu'il ajuste en fonction des observations que lui renvoient ses sens : vue, sensation d'effort, etc.

- Avant l'automatisation (du 19ème siècle au début du 20ème siècle)

La mécanisation a débuté par la découverte de la machine à vapeur, puis de l'électricité et des moteurs thermiques a permis un apport énergétique extérieur au système. La partie du système qui agit directement sur la matière d'œuvre est alors appelée partie opérative. L'homme est toujours présent dans le système, mais il n'apporte plus d'énergie : il n'intervient que par son savoir-faire. Celui-ci lui permet de donner des ordres à la partie opérative, par des convertisseurs connectés à la source d'énergie.

- Après l'automatisation (depuis le milieu du 20ème siècle)

Un nouvel organe apparaît : La *partie commande*. Celle-ci possède le savoir-faire nécessaire que l'homme lui a transmis.

Dans ce contexte, l'homme est complètement extérieur au système en fonctionnement. Ses seules interventions consistent la programmation de la partie commande et aux opérations de marches et arrêts.

- Plus récemment (depuis la fin du 20ème siècle)

Depuis une vingtaine d'années, on assiste à une évolution notable vers *l'intégration* des différents constituants. L'automatisation, comme son nom l'indique, résultait d'une démarche qui consistait à remplacer l'homme dans un système où il était présent.

## 1.3 Système automatisé

### 1.3.1 Définition

C'est un ensemble technique conçu pour répondre à un besoin ; agir sur une matière d'œuvre afin de lui donner une valeur ajoutée, partant de matériaux, de pièces, de sous-ensembles. Ce système est soumis à des contraintes : énergétiques, de configuration, de réglage et d'exploitation, qui interviennent dans tous les modes de marche et d'arrêt du système (voir la figure 1.1). [2]

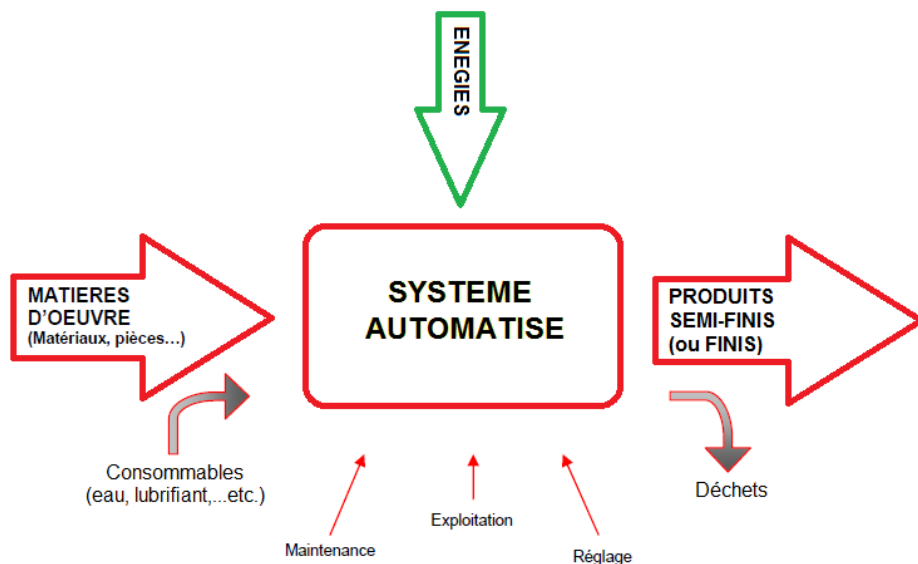


Figure 1.1. Schéma d'un système automatisé.[2]

### 1.3.2 Objectifs de l'automatisation

La compétitivité de l'entreprise et des produits, Elle passe par la qualité, la maîtrise des coûts et l'innovation, cela induit une disponibilité à tous les niveaux. On cherche donc à : [3]

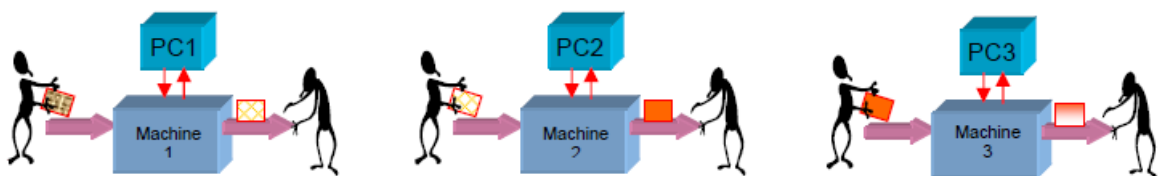
- Assurer la sécurité et faciliter les conditions de travail.
- Limiter l'intervention humaine.
- Améliorer la qualité produit.
- Augmenter la cadence de production.
- Economiser l'énergie et les matières premières.
- S'adapter à des contextes particuliers.
- Réduire des coûts.

### 1.3.3 Architecture de système automatisée

Dans la plupart des applications, l'opérateur humain et la machine automatisée coopèrent pour mener à bien la tâche ou la mission à accomplir. Il existe plusieurs architectures qui caractérisent un système de production. [2]

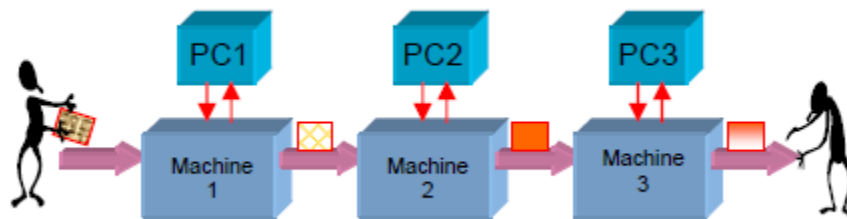
Dans les systèmes de haut degré d'automatisation, l'opérateur humain joue seulement le rôle de superviseur.

- a. Machines autonomes : chaque machine réalise une étape dans l'élaboration du produit, la liaison entre les tâches est faite manuellement (voir la figure1.2).



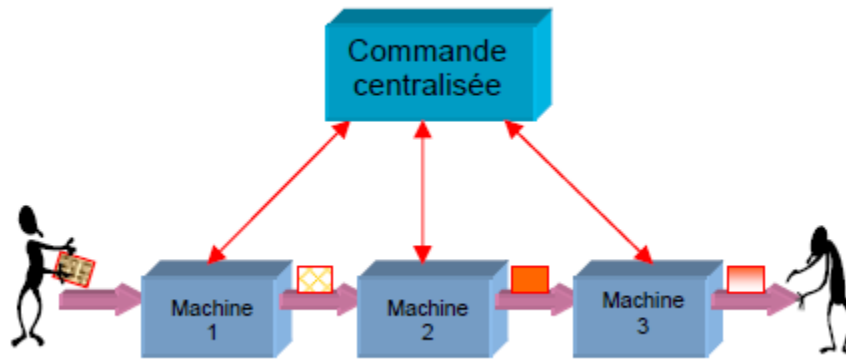
**Figure 1.2.** Exemple d'une machine autonome.[2]

- b. Machines associées en ligne : la liaison entre les machines est automatique, elle est assurée par le transfert de produit (voir la figure1.3).



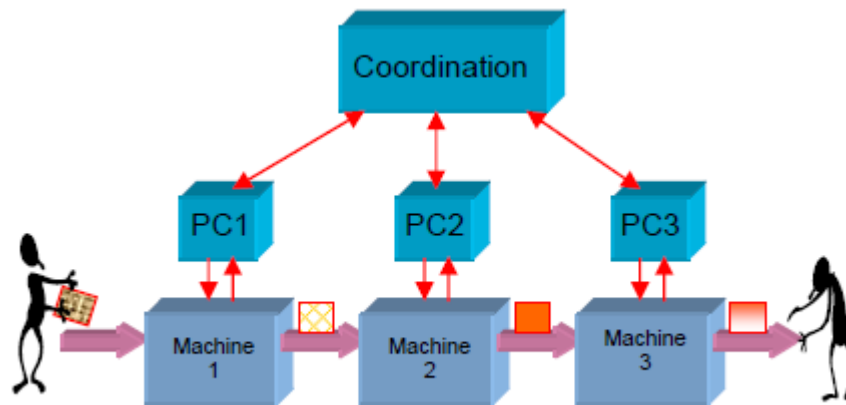
**Figure 1.3.** Exemple des machines associé en ligne.[2]

- c. Cellule de production à commande centralisée : la coordination entre les machines a impliqué une centralisation de leurs commandes, ce qui a introduit la complexité de la maintenance (voir la figure1.4).



**Figure 1.4.** Exemple d'une commande centralisée.[2]

- d. Cellule à commande décentralisée et coordonné : une coordination entre machines est assurée par liaisons inter niveaux, avec l'obligation de revenir à la commande décentralisée (voir la figure1.5).



**Figure 1.5.** Exemple d'une machine à commande décentralisée. [2]

- e. Cellule flexible à commande répartie et hiérarchisée : le besoin de flexibilité conduit à prévoir des transferts libres de produits entre les machines, les liaisons iso-niveau complètent les liaisons inter-niveaux qui assurent la communication avec la supervision (voir la figure1.6).

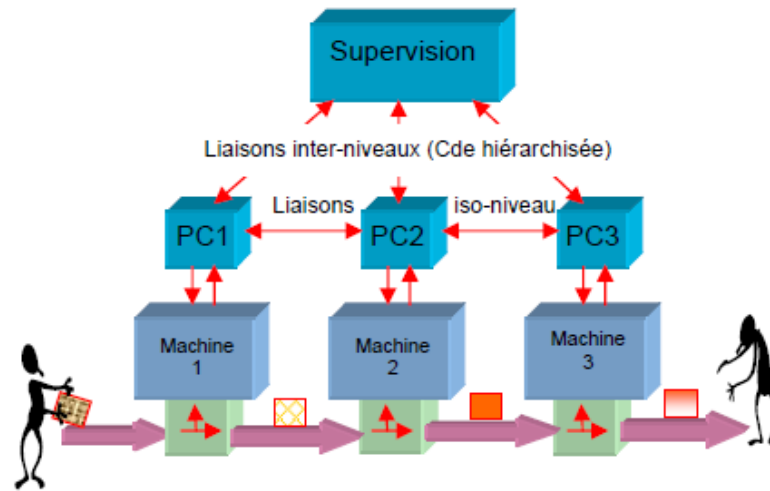


Figure 1.6. Exemple d'une machine flexible à commande repartie.[2]

## 1.4 Les niveaux d'automatisation

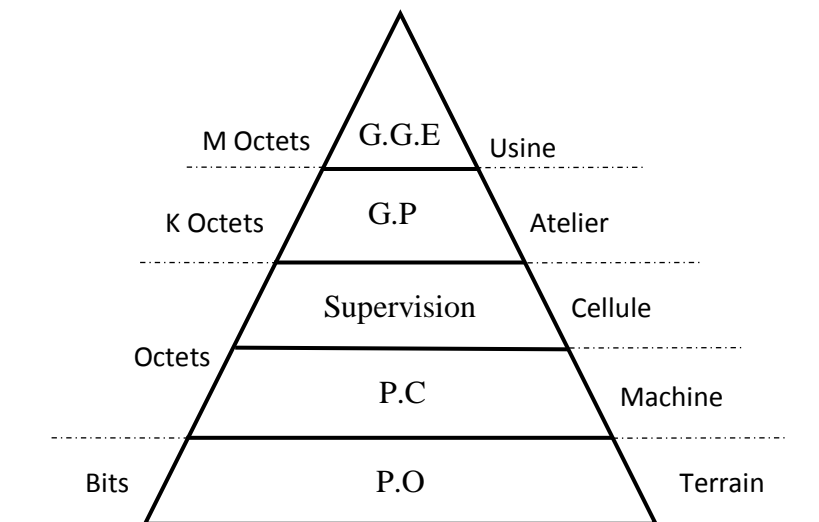
La pyramide CIM désormais incontournable a été créée dans les années 80 afin de mieux faire comprendre l'apport de l'informatique au monde des automaticiens (voir la figure 1.7). [3]

- Niveau 0 : La P.O  
Echanges le plus souvent cycliques entre unité de traitement et capteurs, pré-actionneurs ou actionneurs. Le volume des échanges est faible
- Niveau 1 : La P.C  
Echanges entre une unité de traitement et ses interfaces et périphériques, par exemple : pilotage des machines à l'aide des automates programmables, PC industriels, module CUBLOC. Les échanges de données sont cycliques et événementiels.
- Niveau 2 : La supervision, conduite, optimisation et surveillance.  
Les échanges sont essentiellement événementiels : téléchargement de programmes, transferts de tables de données.
- Niveau 3 : La gestion de production, ordonnancement et suivi de production, contrôle qualité et suivi des moyens.

Echanges entre la supervision et le système d'information du site de production, comme : GPAO, GMAO.

- Niveau 4 : Le système d'information de l'entreprise, gestion globale de l'entreprise.

Transmission entre unités distantes avec des volumes d'échanges importants, de la messagerie et aussi un passage vers le multimédia.



**Figure 1.7.** Les niveaux d'automatisation dans l'industrie. [3]

## 1.5 Structure générale

### 1.5.1 Décomposition de la P.O-P.C

Un système automatisé par sa nature complexe au niveau de ces fonctions et relations internes concernent essentiellement la gestion des informations (partie commande) jusqu'à leurs exploitation (partie opérative) (voir la figure 1.8). [4]

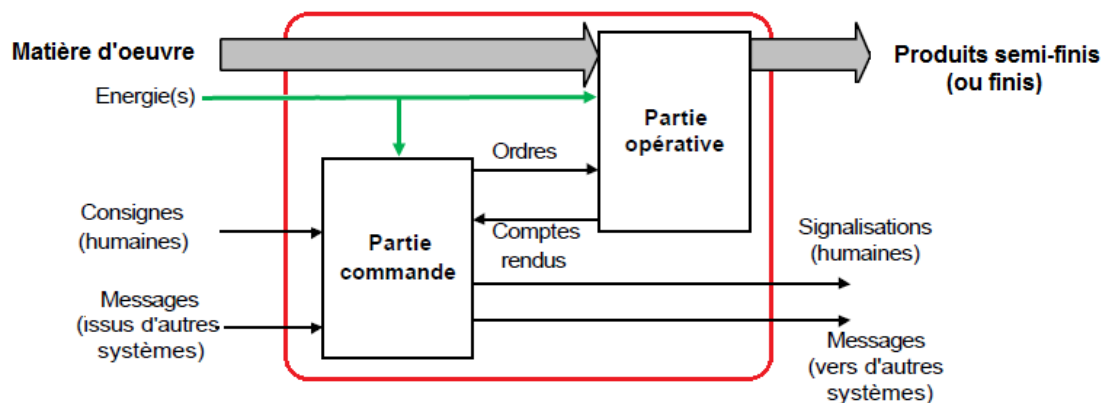
La P.O est l'entité fonctionnelle qui agit sur la matière d'œuvre afin d'élaborer la valeur ajoutée désirée. Elle est représentative du processus physique à automatiser.

- Elle reçoit des ordres de la partie commande.
- Elle adresse des comptes rendus à la partie commande.
- Ses actionneurs exécutent les ordres reçus. Ils agissent sur le système ou sur son environnement.

La P.C qui gère de façon coordonnée les actionneurs de la partie opérative doit, d'une part, piloter individuellement chacune des chaînes fonctionnelles de l'équipement et d'autre part, coordonner l'activité collective de ses différentes chaînes conformément au modèle de fonctionnement de système.

- Elle reçoit les consignes de l'opérateur et les comptes rendus de la partie opérative.
- Elle adresse des ordres à la partie opérative et des signaux à l'opérateur.
- Son programme gère l'ensemble de ces échanges d'informations.

Donc, la partie commande et la partie opérative sont par ailleurs en relation permanente avec l'environnement (opérateur, tableau de signalisation, autres PC...) avec lequel elles échangent également des informations. Dans ce cas ce sont les fonctions et les relations entre le système et son environnement qui sont sollicitées et mises en œuvre.



**Figure 1.8.** Composition d'un système de production. [4]

### 1.5.2 Les éléments de la PO et PC

Nous avons vu dans les paragraphes précédents que la partie opérative représente un ensemble technique qui réalise des opérations sur la matière d'œuvre par l'intermédiaire d'objets techniques.

- **Les pré-actionneurs** : distribuent l'énergie aux actionneurs à partir des ordres émis par la P.C, à titre exemple : distributeurs, variateurs de vitesses, contacteurs et relais...etc.



- **Les actionneurs** : sont des opérateurs techniques qui convertissent une énergie d'entrée disponible sous une certaine forme à une énergie utilisatrice sous une autre forme, exemple : moteurs, vérins...etc.
- **L'effecteur** : est l'élément terminal de la chaîne d'action, il agit sur la matière d'œuvre et concrétise la valeur ajoutée et ce dernier est lié à l'actionneur, par exemple ; fraise, Foret, mors d'étau, pince de robot, pompe...etc.
- **Les capteurs** : captant les déplacements des actionneurs ou le résultat de leurs actions, les capteurs fournissent les informations en retour, nécessaires pour la conduite du processus. Ils peuvent détecter des positions, des températures (thermocouple), des pressions, des débits, des forces, des positions, des vitesses, ... Ils sont souvent classés en fonction de leur mode d'utilisation : avec ou sans contact et en fonction de la nature de leurs informations de sortie :
  - ✓ Logique (TOR) : l'information de sortie est binaire 0 ou 1.
  - ✓ Analogique : l'information est obtenue sous forme d'une tension ou un courant proportionnels à la grandeur mesurée.
  - ✓ Numérique : l'information est codée sur un mot composé de plusieurs bits.

La partie commande est considérée comme un sous-système, elle comporte :

- Des interfaces :
    - ✓ Modules d'entrées ; recevoir les informations des capteurs.
    - ✓ Modules de sorties ; traduisant les ordres à destination des pré-actionneurs.
    - ✓ Modules de dialogue (pupitre) ; interface homme / machine.
  - Une unité centrale :
    - ✓ Mémoire de programme.
    - ✓ Mémoires vives ; pour stocker temporairement les informations internes / externes.
    - ✓ Unités de calcul ; pour élaborer des ordres en fonction des informations et du programme.
- [6], [8], [9]

## 1.6 Structure d'une chaîne fonctionnelle

La chaîne fonctionnelle d'un système automatisé comporte deux chaînes principales, qui sont les suivants (*voir la figure 1.8*): [5] [6]

### 1. Chaîne d'énergie

- Alimentation : la plupart du temps, l'énergie d'entrée est électrique, comme un réseau électrique, batteries,...etc.
- Distribution : fournit l'énergie utile à l'actionneur.
- Conversion : afin d'avoir l'énergie souhaitée.
- Transmission : transformer la nature du mouvement (vis-écrou) ou adapter l'énergie en fonction de sa nature.
- Agir sur la matière d'œuvre : afin d'apporter une valeur ajoutée.

### 2. Chaîne d'informations

- Acquisition de données : cette fonction est chargée de mettre en forme des informations issues du système piloté, de l'opérateur ou d'une autre chaîne d'information, afin d'effectuer le traitement adapté.
- Traitement des données : les informations (consignes) issues de la fonction d'acquisition doivent être traitées (par des API, module CUBLOC,...) puis communiquées à l'environnement. A cette fin, des solutions technologiques spécifiques sont utilisées.
- Dialogue et communication.

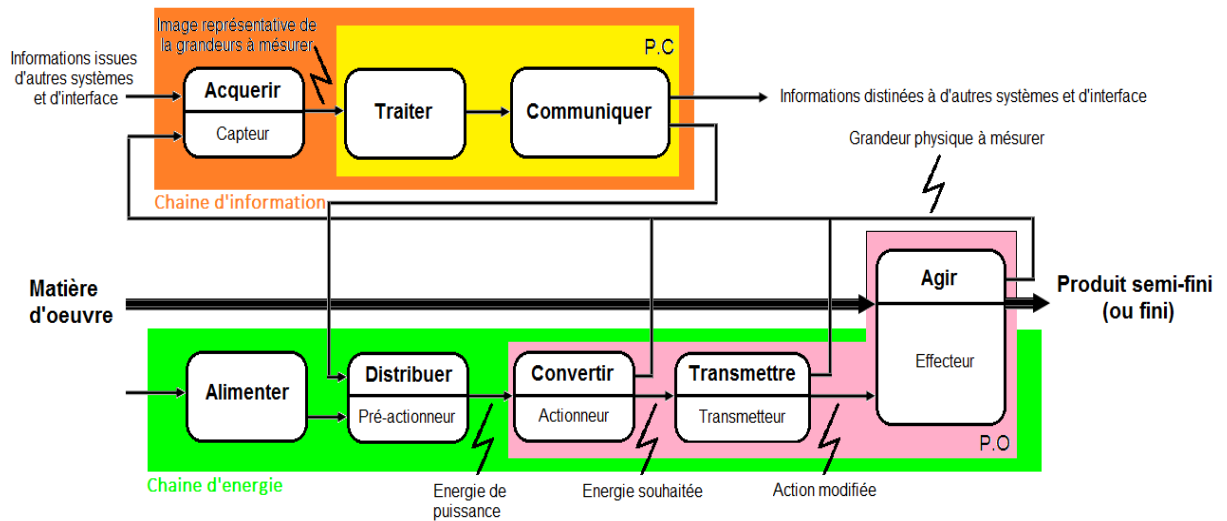


Figure 1.9. Structure de la chaîne fonctionnelle.

## 1.7 Les différentes classes de systèmes de commande

### 1.7.1 Système en boucle ouverte

Dans une commande en boucle ouverte les causes d'erreurs sont multiples : mauvaise connaissance des conditions externes, mauvaise définition des caractéristiques du système à commander lui-même. L'identification n'est pas toujours aisément réalisable en pratique, sensibilité aux entrées de « perturbation », tout système réel peut être vu comme disposant de plusieurs entrées, au minimum une entrée de commande (ici la commande de puissance) et des entrées perturbatrices.

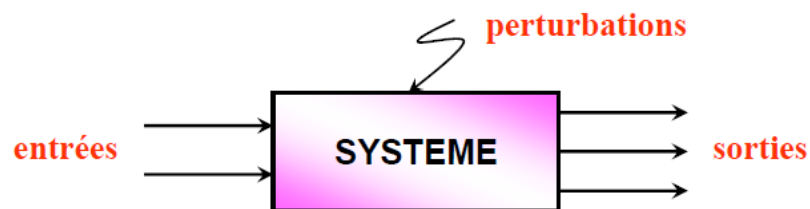


Figure 1.10. Système en boucle ouverte.

## 1.7.2 Système en boucle fermée

Un contrôle en boucle fermée est une forme de contrôle d'un système qui intègre la réaction de ce système (appelée rétroaction ou en anglais, « feedback »). L'opposé du contrôle en boucle fermée est le contrôle en boucle ouverte, qui ne prend pas en compte de contre-réaction. Le procédé en boucle fermée permet de :[7][8]

- a. Réguler ; minimiser l'influence des perturbations sur la mesure (en régulation, la référence est généralement fixe). Par exemple, réguler la vitesse de rotation d'un moteur (la maintenir constante) quelle que soit la charge (couple résistant) appliquée sur l'axe du moteur.
- b. Asservir ; faire varier la sortie du procédé par action sur l'entrée de référence à fin d'avoir une telle poursuite.

De plus la régulation en boucle fermée est capable de :

- Stabiliser un système instable en BO.
- Compenser les perturbations externes (vent, houle, ...).
- Compenser les incertitudes internes (modèle imparfait).

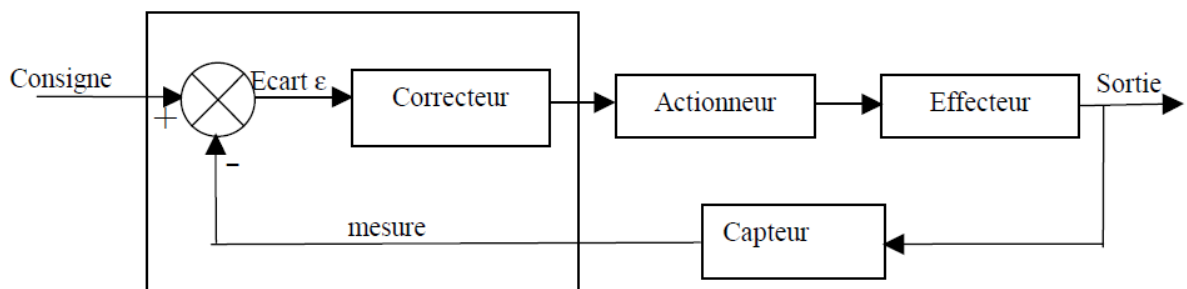


Figure 1.11. Système en boucle fermée.

## 1.8 Technologies des automatismes

L'automatisme dispose de nombreux outils technologiques pour réaliser l'organe de commande de son système que l'on regroupe habituellement en deux catégories fondamentales :

1. La logique câblée : l'automatisme est réalisé par des modules raccordés entre eux selon un schéma fourni par la théorie ou par l'expérience. Les liaisons sont faites par câbles électriques

alors qu'en fluide il s'agit de canalisations reliant les différents composants. Chaque opérateur des équations de commande booléennes est représenté physiquement par un circuit.

Trois technologies permettent de réaliser des automatismes câblés : relais électromagnétiques, modules logiques pneumatiques, cartes ou modules électroniques. Elles comportent des contraintes tels que le poids et le volume des composants, la rentabilité financière, la complexité de l'installation, les risques d'erreurs de câblage, la recherche des pannes. Toute modification dans le choix du fonctionnement de l'installation entraîne :

- Intervention dans le câblage (main d'œuvre).
- Augmentation du nombre de relais et de fils.
- Coût élevé et dialogue limité avec de telles installations (voyants, synoptique).

Les avantages sont :

- ✓ Technologie simple, connue et maîtrisée.
  - ✓ Conception, réalisation, mise en service et maintenance assurées par un personnel ne nécessitant pas de formation spécifique.
2. La logique programmée : l'automatisme est réalisé par la programmation de constituants prévus à cet effet. Le fonctionnement obtenu résulte de la programmation effectuée. L'automatisme est personnalisé par les choix matériels et par la programmation.

Trois technologies permettent de réaliser des automatismes programmés : cartes électroniques standards et spécifiques, micro et mini-ordinateurs, automates programmables.

Avantage :

- ✓ Encombrement de l'armoire électrique réduit lorsque la complexité de l'installation augmente.
- ✓ Main d'œuvre réduite lors du câblage.
- ✓ Terminal de programmation pouvant être commun à plusieurs automates.
- ✓ Modification possible sans intervention sur le câblage.
- ✓ Dialogue avec l'installation développé...

## 1.9 Les différents langages de programmation [9]

La plupart des langages de programmation partagent quelques bases communes. La plus évidente est que les instructions sont en anglais ou inspirées de l'anglais. Tous les langages permettent de manipuler différents types de variables (qui peuvent contenir diverses formes de nombres, des caractères, du texte....).

Les instructions sont lues et exécutées les unes après les autres mais il existe des instructions de branchement qui permettent de "sauter" à une position donnée et donc de faire des boucles (blocs d'instructions qui se répètent sous certaines conditions), des fonctions (sortes de sous-programmes qui renvoient un résultat à partir d'une ou plusieurs variables).

Tous les langages n'offrent pas les mêmes possibilités ; certains sont plus faciles à transférer sur une autre plate-forme (Linux, Solaris, Mac...) que les autres, certains sont plus faciles à manipuler, certains gèrent mieux les périphériques, etc...

Pour programmer une application d'automatisme, il existe cinq langages différents :

1. SFC : ce langage graphique de haut niveau utilisé pour décrire des opérations séquentielles. Le procédé est représenté comme une suite connue d'étapes, reliées entre elles par des transitions. Une condition booléenne est attachée à chaque transition. Un ensemble d'actions est attaché à chaque étape. Les conditions et actions sont décrites avec d'autres langages (ST, IL ou LD). Pour les programmes, les conditions et actions peuvent être décrites avec trois autres langages : ST, IL, ou LD dérivé du GRAFCET.

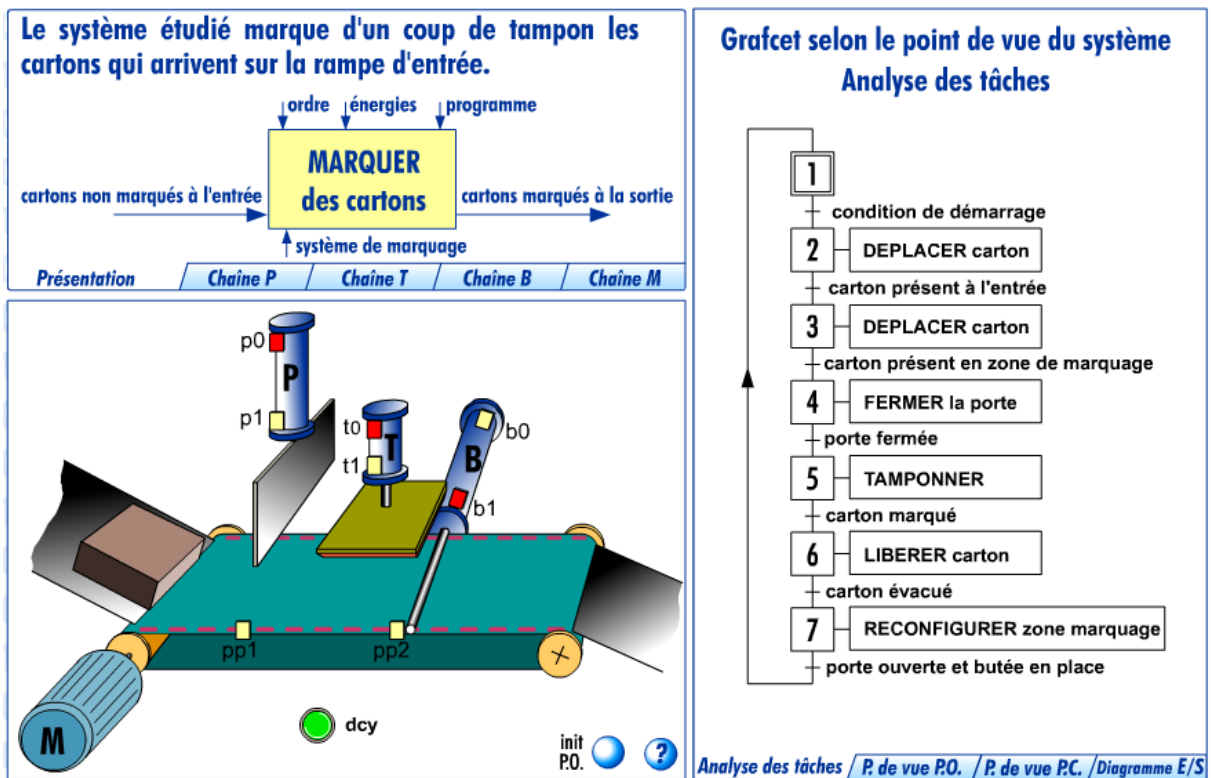


Figure 1.12. Exemple d'un système sous GRAFCET.

2. FBD : ce langage permet de programmer graphiquement à l'aide de blocs, représentant des variables, des opérateurs ou des fonctions. Il permet aussi de manipuler tous les types de variables. Un bloc fonctionnel peut être programmé en ST, LD, IL. Son intérêt est perceptible sur des tâches répétitives par exemple : pilotage de 10 moteurs par un seul bloc fonctionnel.

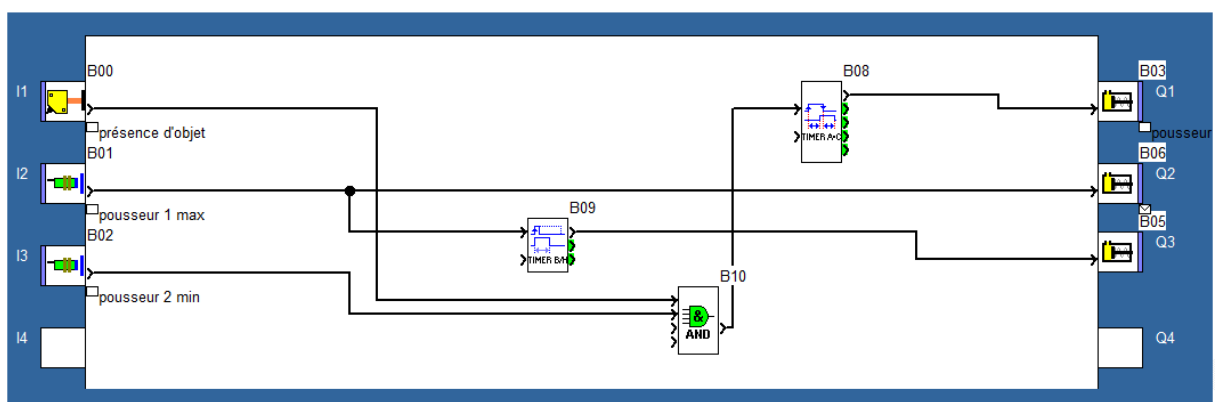
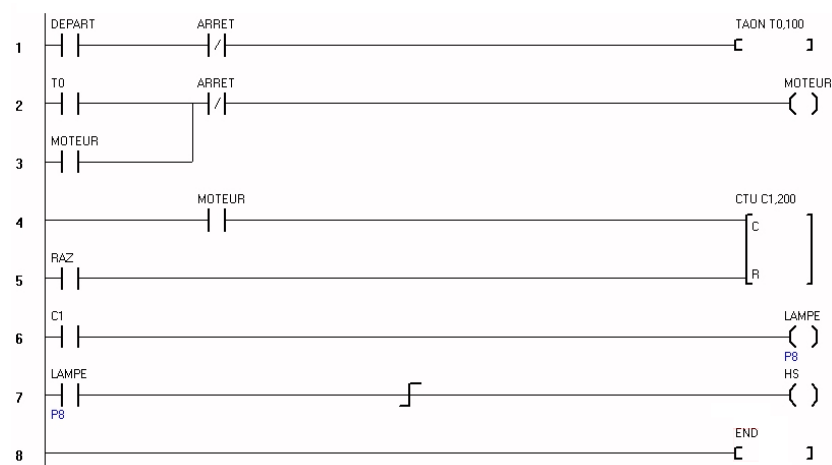


Figure 1.13. Programmation en FBD.

3. LD : c'est un langage graphique dédié à la programmation d'équations booléennes (ou de type TOR, vrai/faux), très utilisé malgré qu'il soit en très bas niveau. Pour la programmation on utilise ;

- Des éléments combinatoires.
- Un réseau par calcul.
- Une section est un ensemble de réseaux.

Diagramme à contacts, utilisé pour programmer des éléments combinatoires.



**Figure 1.14.** Programmation en langage LADDER.

4. ST : c'est un langage textuel de haut niveau, Il permet la programmation de tout type d'algorithme plus ou moins complexe dans le domaine d'automatisme suivant les types d'énoncés, qui suit ;

- Assignment.
- Sélection 'if...then et else...then'.
- Enoncé 'return' et 'exit'.
- Sélection 'case'.
- Itération 'while', 'repeat' et 'for'.



5. IL : ce langage textuel de bas niveau est un langage à une instruction par ligne, il peut être comparé au langage assembleur.

```
0001 FUNCTION_BLOCK FUB
0002 VAR_INPUT
0003     PAR1:INT;
0004     PAR2:INT;
0005 END_VAR
0006 VAR_OUTPUT
0007     MULERG:INT;
0008     VERGL:BOOL;

0001 LD     PAR1
0002 MUL    PAR2
0003 ST     MULERG
0004
0005 LD     PAR1
0006 EQ     PAR2
0007 ST     VERGL
```

**Figure 1.15.** Programmation en IL.

## 1.10 Systèmes de conditionnement

Les machines de conditionnement (SYSTEM PACKAGING), extrêmement compactes, ont été étudiées pour travailler les découpes à plat de carton de chaque forme et dimension.

Les solutions peuvent s'adapter à toutes les contraintes dimensionnelles du client.

Les cartonneuses sont simples d'utilisation et garantissent des performances très élevées et une maintenance réduite.

Grace à leurs extrêmes flexibilité et à la capacité de s'auto-dimensionner par rapport aux réglages du changement de format de carton et produit, elles sont en mesure d'absorber la production même depuis plusieurs lignes au même temps, en augmentant ainsi leur productivité même dans des espaces très réduits. [13] [14] [15]

### 1.10.1 Le conditionnement « ou emballage primaire »

Le conditionnement est essentiellement technique, il est au contact direct avec le produit. Moins orienté vers la protection contre les éventuels agents extérieurs, le rôle du conditionnement est de :

- a. Obtenir le produit fabriqué et assurer que ce dernier garde intacts ses propriétés.
- b. Protéger le contenu contre les agents extérieurs (humidité, lumière ...).

- c. Faciliter l'étalage et la reconnaissance du produit dans les points de vente.
- d. Captiver le choix du client parmi plusieurs produits concurrentiels.
- e. Faciliter l'utilisation du produit après achat (grâce à sa forme, ses options, son marquage...).

Le conditionnement porte, outre la marque, une multitude de renseignements sur les conditions d'utilisation et de conservation du produit, ainsi que différentes mentions légales obligatoires.



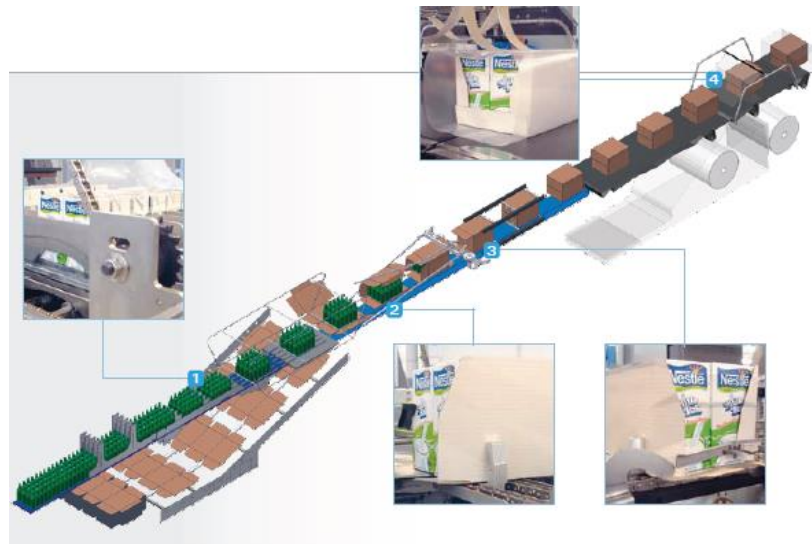
**Figure 1.16.** Exemple d'un système de conditionnement alimentaire.[16]

### 1.10.2 L'emballage « ou suremballage »

Sans tenir compte de sa forme ou sa matière, l'utilité de l'emballage est à la fois commerciale, esthétique, sociale et parfois culturelle (*voir la figure 1.17*).

L'emballage « secondaire » peut avoir plusieurs fonctions :

- Rassembler plusieurs unités de consommation en une seule unité de vente (un « pack de regroupement » pour les boissons...).
- Accélération du flux de transport multimodal.
- Protéger le produit contre toutes les formes d'avaries et transport.
- Faciliter et optimiser les opérations logistiques de transport, de manutention et de stockage.



**Figure 1.17.** Exemple dun système de ser emballage.

### 1.10.3 Le packaging « ou emballage logistique »

Le « packaging » s’entend le plus souvent comme un objet fini, il englobe les emballages primaire et secondaire, désigne une action, un processus permettant de rendre communicant un emballage, de mettre à disposition du consommateur un produit en identifiant qui le fabrique (la marque de l’entreprise), la marque du produit, et ce qu’il contient (la désignation du produit), tout en assurant une faisabilité industrielle.

Le packaging est un moyen de transporter un produit, c’est aussi devenu un outil d’aide à la vente, et de mémorisation et de reconnaissance pour le client. [16]

Ces fonctions sont simplement ;

- De protéger et conserver le produit contenu.
- Attirer, séduire et convaincre le consommateur.
- Faciliter l’implantation sur les linéaires (forme, taille) et favoriser la vente du produit.
- Adapter la quantité du produit aux besoins de chaque segment de consommateur.
- Par son design, ajouter de la valeur au produit et véhiculer son image de marque.



**Figure 1.18.** Système de conditionnement.

## **1.11 Conclusion**

Dans ce chapitre nous avons donné quelques notions importantes sur les systèmes automatisés, qui sont des ensembles de mécanismes commandés par un organe de contrôle en suivant une démarche bien spécifique selon les contraintes de chaque système.

# Chapitre 2 : Le microcontrôleur CUBLOC CB280

## & la carte de puissance

---

### 2.1 Introduction

L'organe de commande élabore des ordres destinés au processus à automatiser en fonction des informations (comptes rendus) qui lui parviennent de la partie "opérative" et des consignes qu'elle reçoit en entrée.

La partie "commande" d'un système automatisé peut être réalisée par l'intermédiaire d'un automate, d'un ordinateur ou par un microcontrôleur. Un microcontrôleur est un petit processeur informatique relié à des entrées et des sorties numériques (0 ou 1) ou analogiques (tension variable). Il est capable de mémoriser et d'exécuter un programme visant à interpréter les entrées pour agir sur les sorties. Il se programme en général à l'aide d'un ordinateur mais peut fonctionner de manière autonome. En milieu industriel, les automates programmables qui servent à gérer et piloter des machines en sont une illustration. Ce type de machine intervient sur la commande d'un système mais ne peut délivrer beaucoup de puissance. Pour cela, on relaye ses commandes avec des transistors ou des relais.

## **Partie 1 : le Module CUBLOC [17] [18] [19]**

### **2.2 Présentation**

Les CUBLOC sont des petits modules destinés à prendre place au cœur des applications afin d'en assurer une gestion automatisée. Ces derniers intègrent à la fois un microcontrôleur programmable en langage basic très évolué ainsi qu'un mini-automate PLC programmable en langage contact (LADDER), lesquels pourront être exploités simultanément grâce à la structure multitâche des CUBLOC. Nous laissant ainsi une plus grande flexibilité sur la taille et les spécificités de notre application.

### **2.3 La structure interne des CUBLOC**

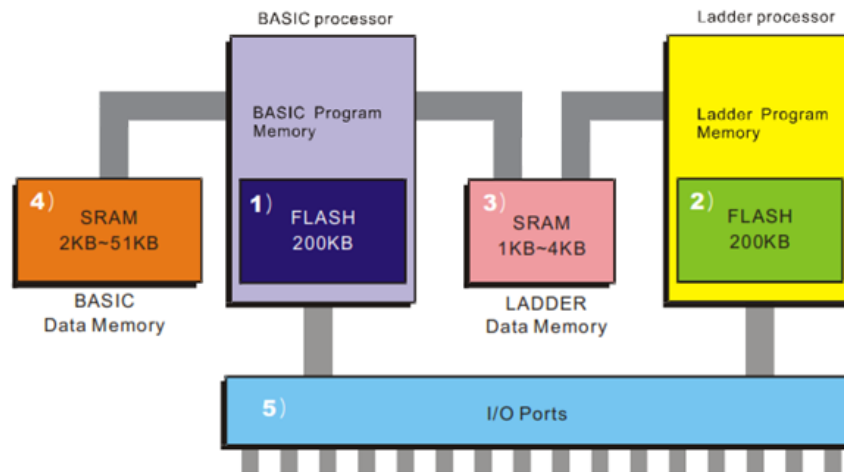
Les CUBLOC disposent une mémoire flash d'une capacité totale de 80 à 200 KB, destinée à recevoir les programmes, on peut utiliser toute la capacité uniquement pour un programme en basic ou uniquement pour un programme en langage contact, ou bien de partager l'espace pour les deux technologies, dès lors que l'ensemble ne dépasse pas les 80 KB.

Une Mémoire SRAM de 2 à 51 KB (Suivant le modèle) dédié au processeur BASIC, une mémoire SRAM de 1 à 4 KB (commune entre le langage basic et le langage LADDER), laquelle nous permettra d'échanger des données entre les deux technologies).

A noter que certains modèles de CUBLOC dispose également d'une mémoire EEPROM additionnelle de 4KB.

Les ports 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. Ces ports peuvent être indépendamment utilisés dans un programme BASIC ou en langage contact.

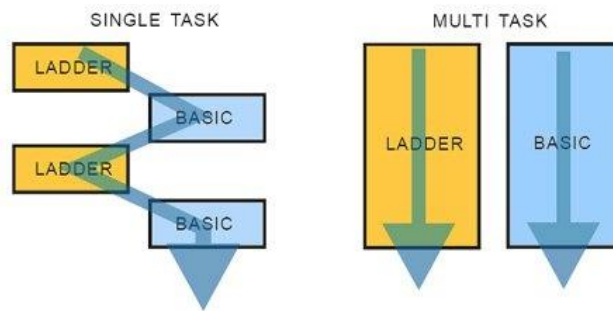
L'utilisateur doit spécifier les ports d'entrées/sorties utilisés dans le basic et ceux utilisés dans le LADDER, il est possible d'utiliser tous les ports uniquement pour le basic ou uniquement pour le LADDER.



**Figure 2.1.** La structure interne des CUBLOCS.[19]

## 2.4 Pourquoi les deux technologies à la fois ?

Le langage BASIC par définition est un langage de type séquentiel (lequel accomplit des actions les unes après les autres), ce langage est idéal pour pouvoir réaliser certaines fonctions comme la gestion d'afficheurs, de clavier, la réalisation de calcul mathématique ou du traitement de données. Cependant, le langage contact (LADDER) permet aux PLC de pouvoir traiter toutes les actions en "parallèle" selon une notion de temps de cycle (de durée fixe) pendant lequel le programme est lu du début jusqu'à la fin, quelle que soit sa longueur. Ces derniers sont donc tout indiqués pour pouvoir réaliser des traitements précis et immédiat sur des entrées/sorties. Dès lors que l'utilisation conjointe des deux types de technologies ouvre des possibilités de conception très élaborées et performantes jusqu'alors difficile à réaliser.



**Figure 2.2.** Les différentes tâches possibles des CUBLOC.[18]

## 2.5 Les avantages des modules CUBLOC

La programmation en langage LADDER est en effet toute indiquée pour prendre en charge des actions qui s'inscrivent dans un diagramme de séquences... 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 pour laquelle une programmation en langage basic a été ajoutée sur les modules CUBLOCs.

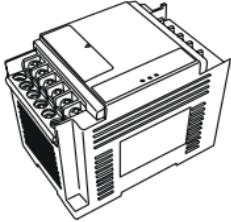
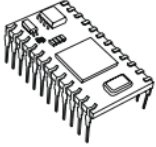
Des modules automates disponibles sur le marché sont capables de supporter une programmation en LADDER et en basic mais la plupart de ces derniers ne disposent pas d'une structure et d'un cœur multitâche et s'apparentent à proprement dit à des modules à structure « simple tâche », ce qui veut dire que les « bouts de programmes » en langage basic seront considérés comme des sous-parties du langage LADDER, lesquelles ne pourront pas être exécutées de façon indépendante comme nous pourrions le faire sur les modules CUBLOC. Cette conception est à notre sens quelque part pénalisante du fait même de la « non gestion » en temps réel de la partie en langage basic qui pourra affecter les performances du programme en LADDER. Une grande précision et un timing rigoureux lors de l'exécution de leurs programmes.

D'autres principaux avantages des CUBLOC :

- Compenser certaines limitations propres à la programmation en langage LADDER.
- Se présentent sous la forme d'un module hybride « OEM ».
- Sont très petits par rapport au PLC, il est considéré comme un petit automate "On-Chip".
- Ne nécessite pas un coffret destiné à recevoir le câblage d'une application (contrairement au PLC).



- En cas des installations en quantité, on peut l'intégrer dans une platine personnalisée sans la nécessité de la main d'œuvre.
- Moins coûteux que les PLC.

	PLC traditionnel	CUBLOC™
Photo		
Production	Support Rail Din	PCB ou Rail Din
Coût	Souvent élevé	Faible
Montage en série	Souvent difficile	Simple
Dim.	Grande	Faible
Dim. finale	Grande	Compacte

**Tableau 1.** Comparaison entre PLC et module CUBLOC.

## 2.6 Aspect matériel des CUBLOC

### 2.6.1 Caractéristiques

#### a *Caractéristiques matérielles*

Les CUBLOC de la série CB2XX ont les caractéristiques suivantes :

- (BASIC et LADDER) 80 K de mémoire Flash.
- Vitesse d'exécution BASIC : 36,000 Instruction/seconde.
- Vitesse d'exécution LADDER : Scan time 10 ms (Turbo Mode ~ 100 Micro seconde)
- Mémoire données pour le BASIC : 2 ~ 24 KB (Sauvegarde batterie sur modèle CB290)
- Mémoire données LADDER : 1 ~ 4 K
- Mémoire EEPROM : 4 KB.
- 16 à 91 broches d'E/S.
- 8 canaux de conversion Analogique/numérique 10 bits.
- 3 ou 6 canaux PWM (8 ~ 16 bits).
- Gestion matérielle UART (RS232C).
- Interface PC via port RS232C.

- Circuit d'horloge RTC intégré (sur CB290 uniquement).

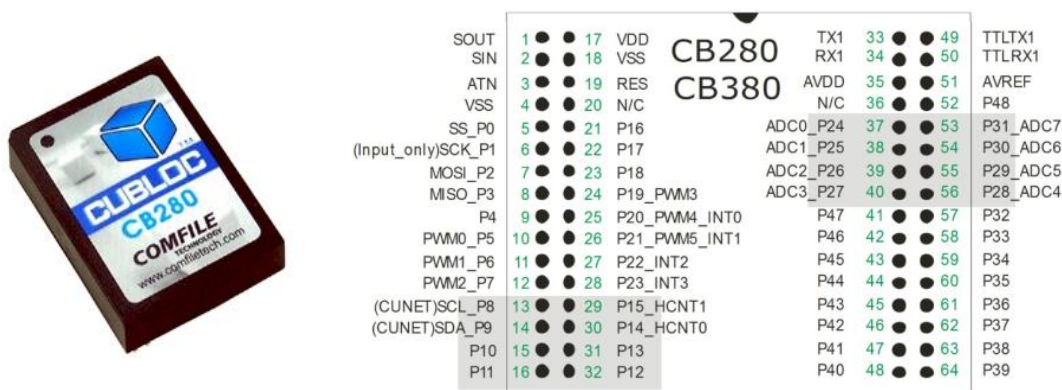
### **b** *Caractéristiques électriques*

- Tension de fonctionnement : 4.5 à 5.5 Vcc
- Fréquence de cadencement : 18.432 MHz
- Source de courant (port E/S) : 20 mA
- Puits de courant (port E/S) : 25 mA
- Températures limites de fonctionnement : +10 à +65°C
- Fonctionnement taux d'humidité : 10 à 80 % RH

### **2.6.2** Le module CB280







Le CB280 se présente sous la forme d'un module capoté de 64 broches (dont 49 broches peuvent être utilisées en E/S) réparties sur deux connecteurs mâles 32 broches au pas de 2 mm, sa petite taille eu égard à ses grandes capacités techniques et à ses nombreuses "E/S" le prédestine à de multiples applications.

Le CB280 ne dispose pas de régulateur interne et nous devons donc l'alimenter uniquement sous une tension régulée et filtrée de + 5 Vcc.



**Figure 2.3.** Module et Brochage de CUBLOC CB280.

Il existe d'autres modules CUBLOC illustrés dans le tableau ci-dessous

Modèle	CB220	CB280	CB290	CB320	CB380	CB405
Image						
Mémoire de Programmation	80 KB	80 KB	80 KB	200 KB	200 KB	200 KB
Mémoire de données	2 KB	2 KB	24 KB	6 KB	6 KB	2 KB
BASIC + LD	1 KB	1 KB	4 KB	1 KB	1 KB	1 KB
Mémoire EEPROM	4 KB	4 KB	4 KB	4 KB	4 KB	4 KB
Vitesse d'exécution	36000 inst./sec	36000 inst./sec	36000 inst./sec	36000 inst./sec	36000 inst./sec	36000 inst./sec
Ports d'entrées/sortie	16 E/S	49 E/S	33 entrées 32 sorties 26 E/S	16 E/S	49 E/S	64 E/S
Ports séries configurables 2400bps~230400bps	Port 0 : RS232  Port 1 : TTL	Port 0 : RS232  Port 1 : RS232 & TTL	Port 0 : RS232  Port 1 : RS232 & TTL	Port 0 : RS232  Port 1 : TTL	Port 0 : RS232  Port 1 : RS232 & TTL	Port 0 : RS232  Port 1 à 3 : TTL
Entrées de CAN	8 entrées Résolution 10 bits	8 entrées Résolution 10 bits	8 entrées Résolution 10 bits	8 entrées Résolution 10 bits	8 entrées Résolution 10 bits	16 entrées Résolution 10 bits
Sorties PWM	3 sorties Résolution 16 bits	6 sorties Résolution 16 bits	6 sorties Résolution 16 bits	3 sorties Résolution 16 bits	6 sorties Résolution 16 bits	12 sorties Résolution 16 bits

<i>Interruptions externes</i>	-	4 canaux	4 canaux	4 canaux	4 canaux	4 canaux
<i>Entrées de comptage rapide</i>	2 compt. 32 bits	2 compt 32 bits.	2 compt. 32 bits	2 compt. 32 bits	2 compt. 32 bits	2 compt. 32 bits
<i>Alimentation</i>	5~12 Vcc 40 mA	5 Vcc 40 mA	5 Vcc 70 mA	5~12 Vcc 40 mA	5 Vcc 40 mA	5 Vcc 50 mA
<i>Horloge RTC intégré</i>	-	-	Oui	-	-	-
<i>Sauvegarde de la RAM</i>	-	-	En option	En option	En option	En option
<i>Température de fonctionnement</i>	+10 ~ +65°C	+10 ~ +65°C	+10 ~ +65°C	-40 ~ +120°C	-40 ~ +120°C	+10 ~ +65°C
<i>Boitier</i>	DIL 24 broches	Module 64 broches	Module 108 broches	Module 24 broches	Module 64 broches	Module 80 broches
<i>Dimension [mm]</i>	30×15.3×11	35×25.4×11	59.4×47.8×13	30×15.3×11	30×15.3×11	59.4×47.8×13

**Tableau 2.** Caractéristiques des modules CUBLOC.[18]

## 2.7 Utiliser le LADDER uniquement

- Pour utiliser uniquement le LADDER

Si nous ne voulons pas programmer en BASIC, notre application pourra être entièrement développée en langage LADDER. Toutefois, le programme BASIC devra comporter quelques instructions d'initialisation comme indiqué ci-dessous :

```

ConstDevice = CB280      ' Sélectionner le type de module CUBLOC™ utilisé
Usepin 0,In,START       ' Déclarer les broches utilisées en LADDER
Usepin 1,Out,RELAY
Alias M0 = MOTORSTATE   ' Déclarer éventuellement des alias pour les Registres
Alias M1 = RELAY1STATE
Set Ladder On           ' Démarrer le LADDER.

```

Le type de CUBLOC et les broches utilisées ainsi que la définition des « alias » devront se faire en BASIC. L'exécution du programme LADDER devra être activée depuis le programme BASIC par la commande SET LADDER ON.

## 2.8 Le préprocesseur « BASIC »

Le « préprocesseur » basic est un « macro processeur » automatiquement utilisé par le compilateur pour transformer notre programme avant la compilation. Il permet de définir des « macros » qui nous permettent d'alléger la structure de programmes de grande envergure.

Le basic des CUBLOC est à ce titre similaire au langage « C » avec le recours possible à des directives telles que (#include et #define) afin d'ajouter des fichiers et des processus avant la compilation.

## 2.9 Le LADDER de CUBLOC

LADDER est l'ensemble des circuits (de notre programme) scruté en "parallèle," de telle sorte que l'exécution des processus s'effectue avec la même durée. Il sera toujours prêt à activer les sorties lorsque les entrées seront sollicitées. Ceci est pourquoi il est courant d'avoir recours à ce type de langage pour le pilotage de machines diverses en automatisme.

En comparaison, la gestion d'un processus en BASIC s'effectue selon un déroulement séquentiel.

### 2.9.1 Les bases du LADDER

Le LADDER est une représentation simplifiée d'un circuit. L'interrupteur sera comparable au port P0 et le port P9 sera associé à la lampe.

En LADDER, il existe beaucoup d'autres éléments tels que des timers, des compteurs, etc... Le schéma ci-dessous montre une connexion LADDER.



Figure 2.5. Circuit électrique simple.



Figure 2.4. Circuit électrique sous LADDER.

## 2.10 La carte de commande

La carte de commande est constitué de :

- Boitier du CUBLOC CB280.
- Fiche d'alimentation.
- Fiche de communication (avec le PC).
- Régulateur 5V (7805CT).
- Diode (N4007).
- Condensateur de filtrage (100nF).
- Résistance de pull-up (10K $\Omega$ ).
- Bouton pour RESET.
- Une interface d'adaptation qui assure la communication.

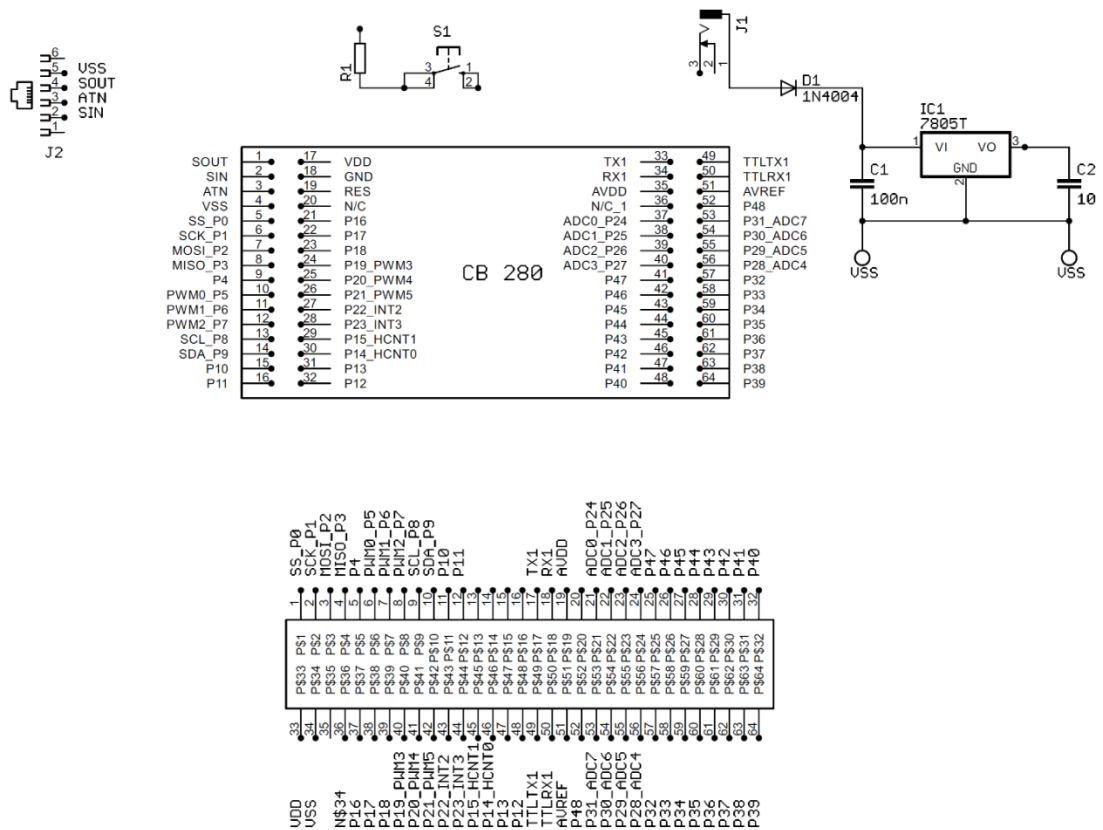
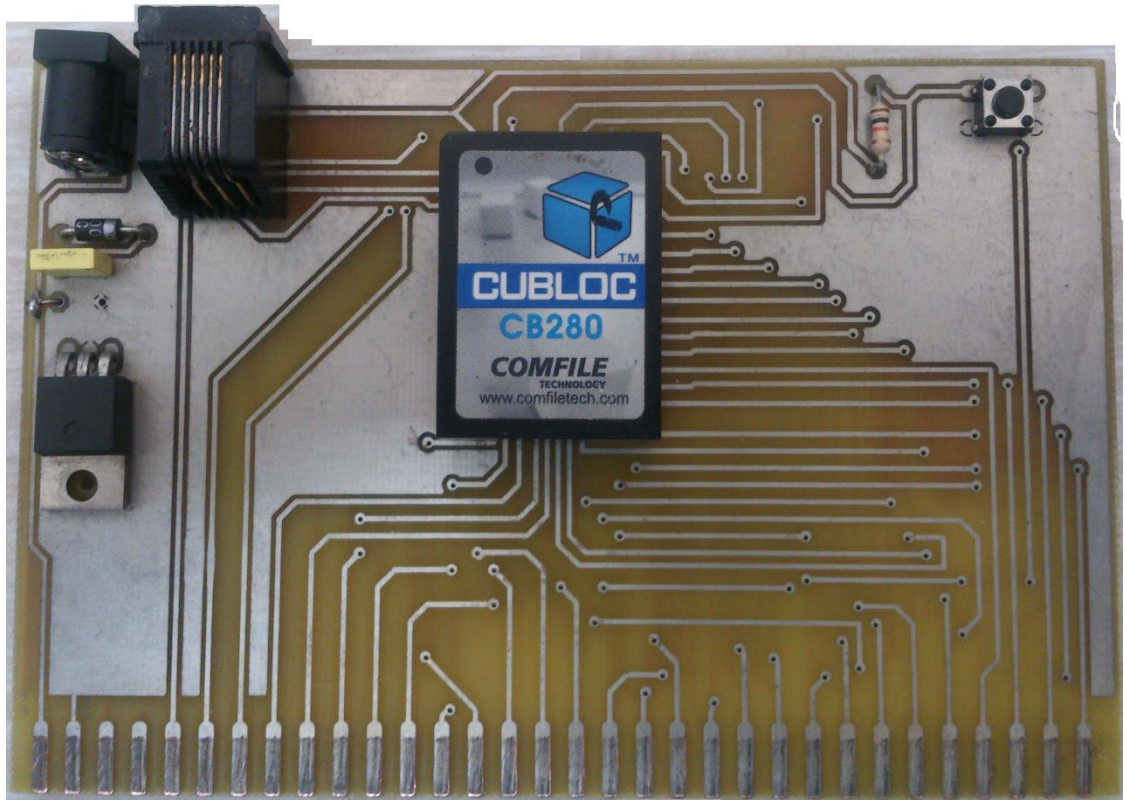


Figure 2.6. Schéma de La carte de commande



**Figure 2.7.** La carte de commande.

## Partie 2 : Carte de puissance

### 2.11 Relais électromécaniques

Un relais électromécanique de type SPDT est doté d'un bobinage en guise d'organe de commande. Quand on applique une tension sur la bobine, on entend "clic" : la borne commune va se connecter sur le contact NO et le contact NC s'ouvre. Dès qu'on coupe la tension aux bornes de la bobine, on entend "clic" et le relais revient à son état de repos. On peut ainsi basculer d'un circuit à l'autre. [20]



**Figure 2.8.** Relais électromécanique.

#### **a Brochage d'un relais électromécanique**

Dans le cas des relais électromécaniques, la bobine peut générer de fortes surtensions au moment où le courant cesse de la traverser. Cette surtension (qui peut atteindre plusieurs dizaines de volts ou plus de 100 volts, même avec une alimentation de 12V) peut détruire la porte logique qui la commande. Pour éviter tout risque de destruction de la commande électronique qui précède le relais, il est d'usage de placer une diode dite de roue libre, en parallèle sur la bobine du relais. Cette diode doit être câblée en inverse, c'est à dire cathode vers le pôle le plus positif de l'alimentation.

#### **b Avantages du relais électromécanique**

- Capacité de commuter aussi bien des signaux continus qu'alternatifs sur une large gamme de fréquences.
- Fonctionnement avec une dynamique considérable du signal commuté.
- Aucun ajout de bruit ou de distorsion.



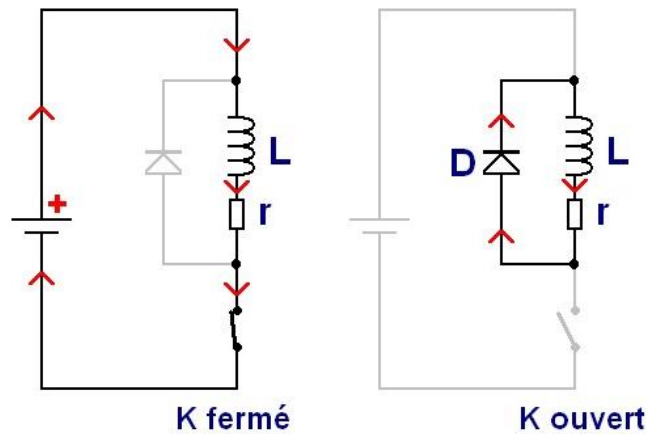
- Résistance de contact ouvert très élevée (il est moins facile de trouver des valeurs aussi élevées avec des composants électroniques).
- Très grande isolation entre circuit de commande (bobine) et circuit commuté (contacts).
- Possibilité de résoudre des problèmes d'automatisme de façon parfois plus simple qu'avec un circuit électronique.

### ***c Inconvénients du relais électromécanique***

- Élément de commande possédant une composante inductive non négligeable (c'est une bobine, après tout), provoquant une surtension importante lorsque le courant circulant dans la bobine est interrompu (loi de Lenz). Ce qui impose l'emploi d'au moins un composant de protection (une diode par exemple) pour protéger le circuit de commande si ce dernier est de type électronique.
- Présence de rebonds lors des commutations, appliquer une tension de commande de 8 V à un relais dont la tension nominale est de 12 V, peut faire coller les contacts, mais de façon moins franche et avec plus de rebonds.
- Nécessiter un circuit d'interface spécifique.
- Couplage capacitif entre les contacts pour les modèles multipolaires (à plusieurs pôles).
- Diminution de l'isolation à l'état ouvert à cause du couplage capacitif (d'autant plus gênants que les signaux commutés montent haut en fréquence).
- Durée de vie "faible" si nombre important de commutation (fatigue des contacts et du ressort de rappel, qui peut se "ramollir" ou même casser).
- Encombrement mécanique plus important pour les relais de moyenne et forte puissance.
- Brochage pas vraiment normalisé.

## 2.12 Diode de roue libre

La diode de roue libre se connecte en parallèle d'une charge inductive pour la continuité du courant électrique dans l'inductance. [22]



**Figure 2.9.** Brochage d'une diode de roue libre.

En examinant les 2 phases du schéma ci-dessus, on voit :

- Pendant que l'interrupteur K est fermé, le courant s'établit dans l'inductance L et est limité par la résistance r en régime établi. Par exemple, pour une bobine de relais 5V standard, la résistance se situe autour de  $350 \Omega$ , ce qui limite le courant à 14mA environ ( $5V/350 \Omega$ ). La diode de roue libre est bloquée. Elle voit en inverse la tension d'alimentation à ses bornes, mais aucun courant ne la traverse.
- Pendant l'ouverture de l'interrupteur k : l'interrupteur vient juste de s'ouvrir. Le courant qui circule dans l'inductance trouve un chemin dans la diode qui devient passante. Aux bornes de l'inductance, la tension change brutalement pour assurer la continuité du courant. Ce changement de tension est spontané. Si on néglige la tension aux bornes de la diode, la constante de temps vaut  $L/r$ , comme à l'établissement du courant lorsqu'on ferme.

## 2.13 La carte de puissance

La carte de puissance joue le rôle d'interface entre la carte de commande et la partie motrice comportant des composants mécaniques, elle nous permet de commander les moteurs à courant continu et les actionneurs pneumatiques suivant les ordres fournis par la carte de commande.

L'implémentation d'une carte de puissance pour notre système a été nécessaire, notre carte est à double face à 12 E/S et comporte :

- 12 Relais électromécanique (SRD-06VDC-SL-C).
- 12 Bornier électronique (SH134R ou bien KF301-2P).
- 12 LEDs RGY.
- 12 Diodes de roue libre (N4007).
- 12 Résistances (390 $\Omega$ ).
- 12 Connecteurs (1x3).

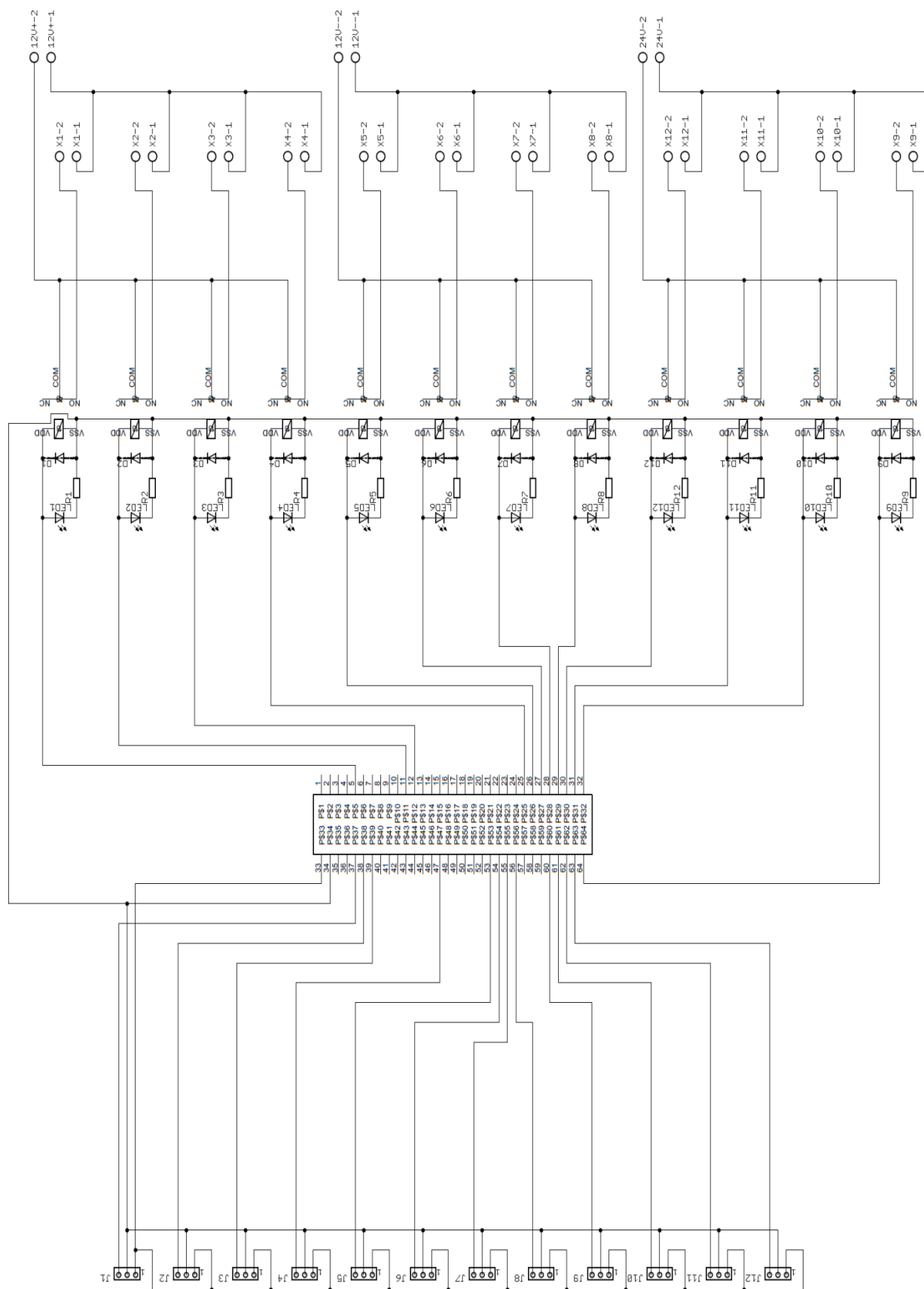
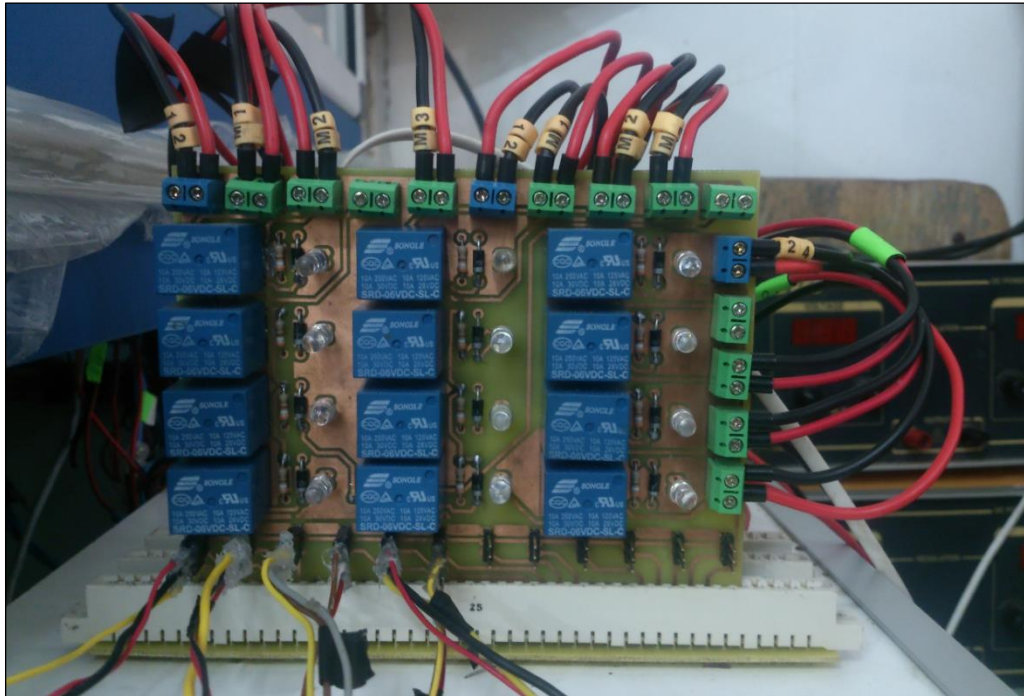


Figure 2.10. Schéma électrique de la carte de puissance.



**Figure 2.11.** La carte de puissance.

La communication entre la carte de puissance et la carte de commande se fait par le bais de fond de panier ci-dessous



**Figure 2.12.** Le fond de panier.

## **2.14 Conclusion**

Dans ce chapitre nous avons montré les détails de la partie commande de notre système. Cette dernière est matérialisée par deux cartes électroniques que nous avons conçues lesquelles sont chargées de commander et d'assurer la communication nécessaire avec les différents capteurs et actionneurs du système.

# Chapitre 3 Etude fonctionnelle de la machine

---

## 3.1 Introduction

Dans ce chapitre nous allons citer les différents éléments qui constituent notre système, on spécifie leurs caractéristiques pneumatiques, électriques et mécaniques.

## 3.2 Energie pneumatique

### 3.2.1 Présentation

Dans le domaine technique, il a trait à l'utilisation d'air comprimé ou aux systèmes commandés par air comprimé. Du point de vue de la technique d'automatisation, une installation pneumatique moderne se compose des sous-systèmes suivants : [23]

- Production et fourniture de l'air comprimé (compresseur, refroidisseur, filtres).
- Distribution de l'air comprimé (conduites, flexibles pneumatiques, accouplements).
- Commande de l'air comprimé (régulateurs de pression, distributeurs, clapets).
- Exécution du travail à l'aide de l'air comprimé (vérins, vireurs...etc.).

L'air comprimé est principalement employé pour des tâches mécaniques, c'est-à-dire pour exécuter des mouvements et produire des forces élevées.

Les entraînements pneumatiques servent à convertir l'énergie contenue dans l'air comprimé en énergie cinétique.

Exemples :

- Aération, brassage, pressurisation de cuves.
- Transport pneumatique de produits légers ou pulvérulents.
- Refroidissement, pulvérisation, soufflage.
- Remplissage de bouteilles de plongée, hôpitaux, etc.

### 3.2.2 Constitution d'une installation pneumatique

La production est assurée par une installation qui comprend :

- Un compresseur actionné par un moteur électrique.
- Un réservoir accumulateur d'énergie (réservoir tampon).
- Des dispositifs de sécurité et de régulation (soupape de sûreté, purges, filtres...).
- Des circuits de distributions généralement réalisés en tubes d'acier.
- Pression de fonctionnement beaucoup plus faible que les systèmes hydrauliques : 3 à 8 bars.  
La force générée par les systèmes pneumatiques est donc beaucoup plus faible que celle générée par les systèmes hydrauliques.
- Les compresseurs ne peuvent pas fournir de grands volumes d'air pressurisé sur demande. C'est pourquoi l'air est comprimé dans des réservoirs au-delà de la pression de fonctionnement. Ces réservoirs agissent à titre d'accumulateur d'énergie potentielle ce qui permet leur utilisation dans applications mobiles autonomes.
- Les systèmes pneumatiques sont ouverts : le compresseur aspire et comprime l'air ambiant alors que les retours d'air usés ont rejetés dans l'atmosphère. Il est donc inutile de prévoir des lignes de retour.

Caractéristiques	Avantages
Quantité	L'air est disponible quasiment partout, en quantité illimitée.
Pression de fonctionnement	De 3 à 8 bars.
Transport	L'air peut très facilement être convoyé sur de longues distances moyennant des conduites.
Capacité de stockage	L'air peut très stocké dans un réservoir sous pression ou il sera ensuite prélevé, il existe en outre des réservoirs sous pression portables (bonbonnes).
Température	L'air comprimé est quasiment insensible aux variations de



	température.
Sécurité	Absence d'incendie ou d'explosion.
Propreté	L'air comprimé non lubrifié ne pollue pas l'environnement.
Structure	Les organes de travail présentent une structure simple, donc économique.
Vitesse	L'air comprimé peut déplacer des pistons avec une grande vitesse et se prête à une cadence rapide.
Protection contre les surcharges	Les organes de travail peuvent être sollicités jusqu'à leur arrêt et ne présentent pas de risque de surcharge.

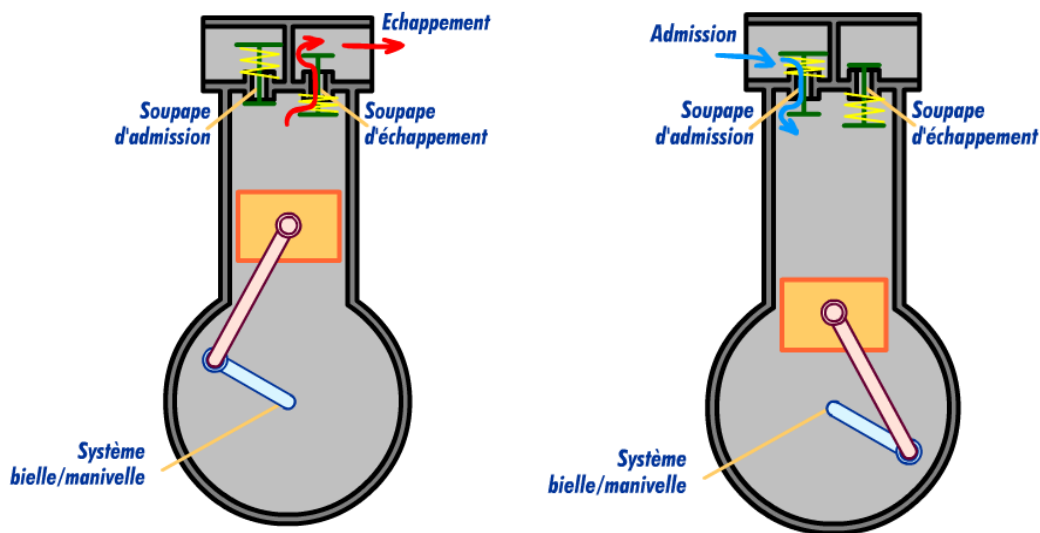
**Tableau 3.** Les caractéristiques d'un système pneumatique.

### 3.2.3 Compresseur

Pour produire l'air comprimé, on utilise des compresseurs qui augmentent la pression de l'air, deux principes différents sont utilisés :

- a. compresseurs volumétrique : une quantité d'air est enfermée dans une enceinte dont le volume est diminué pour augmenter la pression. On distingue les compresseurs alternatifs (à piston ou à membrane) et les compresseurs à piston rotatif (multicellulaires à palettes ou hélicoïdaux). Ces compresseurs permettent d'atteindre des pressions élevées avec un débit moyen.
- b. Turbocompresseurs : l'air est accéléré jusqu'à une très grande vitesse avant d'être dirigé au point d'utilisation ou l'énergie due à la vitesse se transforme en pression. D'une technologie plus complexe, ces compresseurs permettent d'obtenir des débits très élevés.

Un moteur entraîne un système bielle/manivelle qui actionne un piston, dans sa course descendante, le piston aspire l'air extérieur et dans sa course montante, il le refoule vers le réservoir. La pression dans le réservoir augmente à chaque expulsion d'air (*voir la figure 3.1*).



**Figure 3.1.** Compresseur (en mode admission/ échappement d'air).[16]

### 3.3 Les capteurs

Les capteurs servent à détecter des informations et à les transmettre au module de traitement des signaux sous une forme exploitable. Ils ont des usages très variés dans le domaine technique, se déclinent en plusieurs modèles et utilisent différents principes de fonctionnement. Il est donc important de les caractériser.

Les capteurs peuvent notamment être classés en fonction des critères suivants :

- Principe de fonctionnement (optique, inductif, mécanique, fluide, ...).
- Valeur mesurée (course, pression, distance, température, valeur de pH, intensité lumineuse, présence d'objets, ...).
- Signal de sortie (analogique, numérique, binaire, ...).

L'automatisation fait principalement appel à des capteurs avec sortie numérique, car ces derniers sont beaucoup moins sensibles aux perturbations que les capteurs avec sortie analogique. En outre, les commandes numériques peuvent traiter directement ces signaux, sans avoir à les convertir d'abord en signaux numériques par le biais d'un convertisseur analogique-numérique, comme c'est le cas avec les signaux analogiques.

En matière d'automatisation industrielle, les capteurs les plus fréquemment utilisés sont les capteurs de proximité, qui servent à détecter la présence (ou l'approche) d'une pièce.

### **3.2.1 Capteurs de proximité optiques**

#### ***a* Définition**

Les capteurs de proximité optiques comportent systématiquement un émetteur et un récepteur. Ils mettent en œuvre des éléments optiques (lumière rouge ou infrarouge) ainsi que des composants et des modules électroniques pour détecter tout objet situé entre l'émetteur et le récepteur.

#### ***b* Constitution**

Les diodes électroluminescentes semi-conductrices sont des émetteurs de lumière rouge et infrarouge particulièrement fiables. Elles sont petites, robustes, compétitives, durables et faciles à installer dans des systèmes techniques. La lumière rouge présente l'avantage de pouvoir être vue sans équipement auxiliaire lors de l'alignement (ajustement) des axes optiques des capteurs de proximité.

Les éléments récepteurs des capteurs de proximité optiques sont généralement des photodiodes ou des phototransistors.

On distingue trois types de capteurs de proximité optiques :

- Barrière à transmission.
- Barrière à réflexion.
- Détecteur à réflexion.

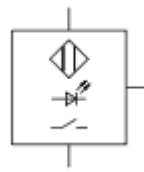
#### ***c* Détecteur à réflexion**

L'émetteur et le récepteur sont dans le même boîtier du détecteur à réflexion, ils sont situés l'un à côté de l'autre au sein d'un même composant. À la différence de la barrière à réflexion, le détecteur à réflexion est dépourvu de réflecteur distinct. Il utilise le pouvoir de réflexion de l'objet ou de la pièce qui arrive dans la plage d'émission (~10m). Lorsque la lumière parvient sur un support réfléchissant, elle est déviée vers le récepteur et la sortie du détecteur est commutée. Du fait de son principe de fonctionnement, un détecteur à réflexion ne peut être

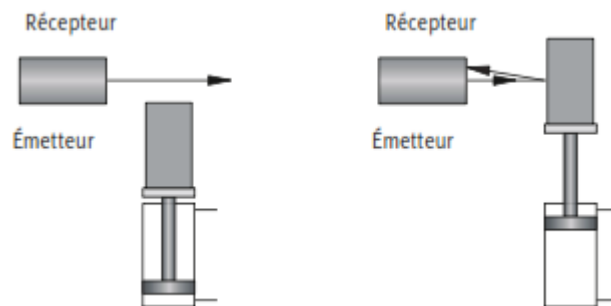
utilisé que si la pièce ou l'organe de la machine à détecter présente un haut pouvoir de réflexion (surface métallique, couleur claire).



**Figure 3.3.** Capteur optique.



**Figure 3.2.** Symbol d'un Capteur optique.



**Figure 3.4.** Principe de fonctionnement.

#### **d Avantages**

- Gamme de détection très étendue.
- Facilité de mise en œuvre.
- Absence de contact directe avec l'objet à détecter.
- Aucune usure.
- Durée de vie élevée et indépendante du nombre de détections.
- Insensibilité à la poussière et à l'humidité.
- Visualisation d'état par LED.

### 3.3.2 Capteur de position

#### a Définition et principe de fonctionnement

Les capteurs de positions sont des dispositifs actionnés par contact direct avec les objets, les pièces des machines, etc. Ils transforment ce contact physique en une fermeture ou ouverture d'un contact électrique. Ils sont utilisés dans des applications très variées en raison de leurs nombreuses qualités.



**Figure 3.5.** Symbole d'un capteur de position.

En perte de vitesse, les capteurs mécaniques à contact sont les seuls encore largement utilisés. L'action mécanique sur la partie mobile du capteur permet d'établir ou d'interrompre un contact électrique.

#### b Constitution

Les interrupteurs de position sont constitués de trois éléments de base suivants :

- Un contact électrique : relais.
- Un corps.
- Une tête de commande avec son dispositif d'attaque.

#### c Les différents capteurs de position



**Figure 3.6.** Type des capteurs de position.

#### **d Avantages**

- Sécurité de fonctionnement élevée : fiabilité des contacts et manœuvre positive d'ouverture.
- Bonne fidélité sur les points d'enclenchement (jusqu'à 0,01 mm).
- Séparation galvanique des circuits.
- Bonne aptitude à commuter les courants faibles, combinée à une grande endurance électrique.
- Tension d'emploi élevée.
- Mise en œuvre simple, fonctionnement visualisé.
- Grande résistance aux ambiances industrielles.

#### **e Inconvénients**

- Ce détecteur a une durée de vie limitée car les cycles d'ouverture et de fermeture du contact provoquent à long terme une fatigue mécanique. Selon les modèles la durée de vie est variable, mais généralement c'est autour de 30 millions de cycles de fonctionnement.
- Problème d'usure.

#### **f Domaines d'utilisations**

Les plus significatifs se rencontrent dans ;

- La mécanique et les machines-outils (usinage, manutention, levage,...).
- L'agro-alimentaire et la chimie (conditionnement, emballage, etc.) Sur des types d'applications relevant de :
  - ✓ La détection de pièces machines (cames, butées, pignons ...).
  - ✓ La détection de balancelles, chariots, wagons.
  - ✓ La détection directe d'objets, etc...de zones bien précises.
  - ✓ La sécurité (monte-charge, ascenseur .....)

### **g Critères de choix**

- Un mauvais choix de l'organe de commande peut entraîner des dommages sur l'objet à détecter et sur le détecteur.
- Le nombre et le type de contacts (unipolaire, bipolaires), (contact à fermeture, contact à ouverture).
- Le pouvoir de coupure des contacts (éviter le claquage des contacts).

### **3.3.3 Manomètre**

Le manomètre permet de connaître la pression du fluide dans le circuit, on l'utilise le plus souvent pour effectuer le contrôle de la pression de service du système, associé à un régulateur de pression, il permet d'effectuer le réglage de celle-ci.

Le choix du calibre s'effectue selon la pression de service à mesurer. Le calibre doit être environ 50% supérieur à la pression normale du circuit.



**Figure 3.7.** Manomètre analogique.

## **3.4 Pré- actionneurs**

### **3.4.1 Définition**

Un pré-actionneur électropneumatique ou pneumatique, appelé encore distributeur, commande l'établissement et l'interruption de la circulation de l'énergie pneumatique entre la source génératrice (circuit de distribution du fluide) et l'actionneur pneumatique.

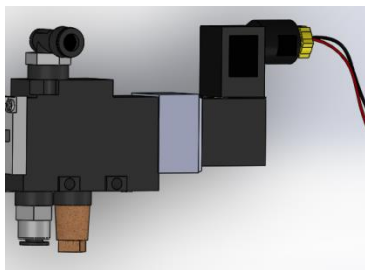
L'énergie pneumatique est distribuée à l'actionneur sur ordre de l'unité de traitement. Cette énergie pneumatique est transformée en énergie mécanique afin de mouvoir les effecteurs.

Les distributeurs pneumatiques sont des éléments de la chaîne d'énergie. Ils distribuent de l'air comprimé aux actionneurs pneumatiques (vérins, générateurs de vide, moteurs à palettes...) à partir d'un signal de commande (pilotage).

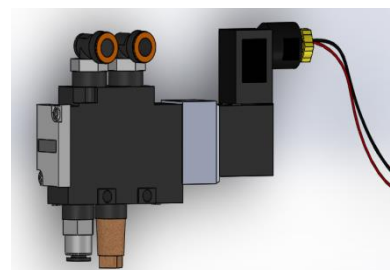
### 3.4.2 Distributeurs pneumatiques

#### a Principe de fonctionnement

Ils orientent le débit dans le circuit pneumatique et notamment vers les actionneurs. Schématiquement, un distributeur sera constitué d'un tiroir percé de canalisations ou à clapets. Ce tiroir pourra occuper (en glissant) deux positions différentes à l'intérieur du corps. Le corps est, lui-même, percé d'orifices qui sont mis en communication deux à deux selon la position occupée par le tiroir.



**Figure 3.9.** Un distributeur 3/2 monostable.



**Figure 3.8.** Un distributeur 4/2 monostable.

Dans la pratique, Les distributeurs sont réalisés suivant deux technologies de commutation différentes

- Les distributeurs à clapets ; utilisés lorsque les débits d'air comprimé sont faibles (2/2 et 3/2).
- Les distributeurs à tiroirs ; utilisés lorsque pour des débits plus importants (4/2 et 4/3 et 5/2 et 5/3).



## **b Constitution**

Un distributeur sera identifié par le nombre de tuyaux que l'on peut connecter (on parle alors d'orifices) et le nombre de positions que peut occuper le tiroir.



**Figure 3.10.** Distributeur 4/2 (position 1/position 2).

- Nombre de cases : il représente le nombre de positions de commutation possibles, une case par position. S'il existe une position intermédiaire, la case est délimitée par des traits pointillés.
- Flèches : dans chaque case ou position, les voies sont figurées par des flèches indiquant le sens de circulation du fluide entre les orifices.
- T : les orifices non utilisés dans une position sont symboliquement obturés par un T droit ou inversé. Le nombre des orifices est déterminé pour une position et également pour toutes les positions.
- Source de pression : elle est indiquée par un cercle clair.
- Echappement : il est symbolisé par un triangle clair.
- Position initiale : les lignes de raccordement entre réseau et distributeur aboutissent toujours à la case symbolisant la position initiale ou repos ; cette case est placée à droite pour les distributeurs à deux positions, au centre pour ceux à trois positions.

## **c Stabilité des distributeurs**

Elle tient compte du nombre d'orifices et du nombre de positions.

Distributeur normalement fermé (NF) : lorsqu'il n'y a pas de circulation du fluide à travers le distributeur en position repos (ou initiale), le distributeur est dit normalement fermé.

Distributeur normalement ouvert (NO) : c'est l'inverse du cas précédent ; au repos, il y a circulation du fluide à travers le distributeur. Centre fermé,

- ***Distributeur monostable***

Distributeur ayant une seule position stable. Dans ce type de construction, un ressort de rappel ramène systématiquement le dispositif dans sa position initiale, ou repos, dès que le signal de commande ou d'activation est interrompu.

- ***Distributeur bistable***

Admet deux positions stables ou d'équilibre. Pour passer de l'une à l'autre, une impulsion de commande est nécessaire. Le maintien en position est assuré par adhérence ou par aimantation. Leur fonctionnement peut être comparé à celui d'une mémoire à deux états : 0 ou 1.

**Remarque :**

Le choix d'une commande monostable ou bistable dépend exclusivement de considérations liées à la partie commande. Une erreur trop fréquente consiste à penser qu'il y a un rapport entre un vérin simple effet et un distributeur monostable.

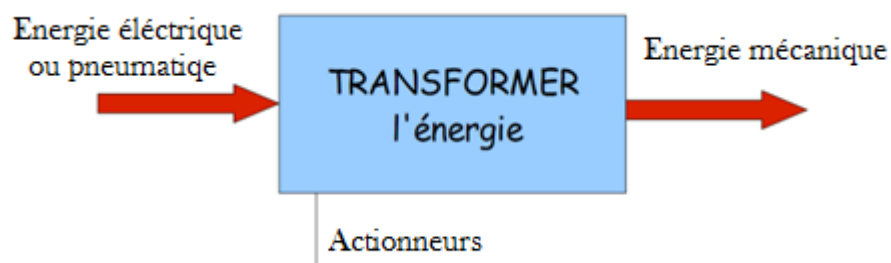
***d Commander un distributeur***

Pour commander un distributeur, il est nécessaire de connaître :

- La technologie du distributeur (à tiroir, à clapet, etc...).
- Le nombre de positions.
- Le nombre d'orifices.
- S'il s'agit d'un distributeur trois position, le type de centre (fermé, ouvert, etc..)
- Le type de commande, si la commande est électrique, préciser le type de courant (tension), forme du courant.
- Le débit.
- Le mode de fixation.
- La compatibilité avec l'huile du circuit si le distributeur est hydraulique.

## 3.5 Actionneurs

Un actionneur pneumatique transforme l'énergie pneumatique/électrique (Tension, débit, pression) en énergie mécanique sous forme d'un mouvement permettant de provoquer un déplacement (translation), une rotation ou une aspiration. Leurs principales caractéristiques sont : la course, la force et la vitesse.



**Figure 3.11.** Schéma fonctionnel d'un actionneur.

### 3.5.1 LES VERINS PNEUMATIQUES

#### *a* Définition

Ils transforment l'énergie d'un fluide sous pression en énergie mécanique (mouvement avec effort). Ils peuvent soulever, pousser, tirer, serrer, tourner, bloquer, percuter, ...

Leur classification tient compte de la nature du fluide, pneumatique ou hydraulique, et du mode d'action de la tige : simple effet (*voir la figure 3.12*), double effet.



**Figure 3.12.** Un vérin simple effet.

Les vérins pneumatiques utilisent l'air comprimé, de 2 à 10 bars en usage courant, du fait de la simplicité de mise en œuvre, ils sont très nombreux dans les systèmes automatisés industriels.

Il permet de convertir la puissance du fluide [**watt**] :  $P_f = Q \times P$  en puissance mécanique :

$$P_m = V \times F$$

Le débit va imposer la vitesse de déplacement du piston

- Le débit volumique [**m<sup>3</sup>/s**] :  $Q = V \times S$

Avec

Q : débit volumique en [**m<sup>3</sup>/s**]

V : vitesse du piston en [**m/s**]

S : section du piston en [**m<sup>2</sup>**]

P : pression du fluide en [**Pa** ou **N/m<sup>2</sup>**]

### **b Calcul de la force d'un vérin**

Calcul de la force d'un vérin La force qu'exerce le piston d'un vérin dépend de la surface du piston et de la pression de travail. La force théorique du piston peut être calculée par la formule suivante :

$$F_{th} = p \times S.$$

Plus importante est la force réelle obtenue à la tige du piston. Pour obtenir la force réelle, il faut tenir compte des forces de frottement et déduire ces forces de la force théorique. En temps normal (pression de travail 0,4 à 0,8 MPa), on peut considérer que la force de frottement équivaut entre 5 et 15% de la force théorique. Force réelle obtenue à la tige du piston :

$$F = F_{th} - F_w$$

Pour le vérin simple effet il faut également déduire la force du ressort de la force théorique afin d'obtenir la force réelle obtenue à la tige du piston. On peut considérer que :

$$F = F_{th} - (F_w + F_v) = p \times S - (F_w + F_v).$$

Pour un vérin simple effet à pousser, la surface effective de travail  $S = \frac{\pi}{4} \times D^2$ . Pour un vérin simple effet à traction, la surface effective de travail

$$S = \frac{\pi}{4} \times (D^2 - d^2).$$

Pour le vérin double effet on peut considérer que :  $F = F_{th} - F_w = p \times S - F_w$ .

- La surface effective de travail lors de la sortie du piston :  $S = \frac{\pi}{4} \times D^2$

- La surface effective de travail lors de la rentrée du piston :  $S = \frac{\pi}{4} \times (D^2 - d^2)$

Avec

$F_w$  : la force de frottement.

$F_v$  : la force du ressort.

$p$  : la pression de travail.

$S$  : la surface effective de travail.

$D$  : le diamètre du piston.

$d$  : le diamètre de la tige de vérin.

### **c Critères de choix d'un vérin**

- Données nécessaires
- Taux de charge
- Diamètres et course
- Amortissement
- Durée de vie
- Vitesse du piston

## **3.5.2 Vérin simple effet**

### **a Définition**

Le vérin simple effet est un composant monostable (Stable dans une seule position). Ce type de vérin ne peut produire un effort significatif que dans un seul sens, l'ensemble tige-piston se déplace dans un seul sens sous l'action du fluide sous pression. Le retour est effectué par un autre moyen que l'air comprimé : ressort, charge, ... Pendant le retour, l'orifice d'admission de l'air comprimé est mis à l'échappement. Ils sont utilisés pour effectuer des travaux simples (serrage, éjection, levage, emmanchements, ...)



Figure 3.13. Symbole d'un vérin simple effet.

**b** Constitution d'un vérin simple effet

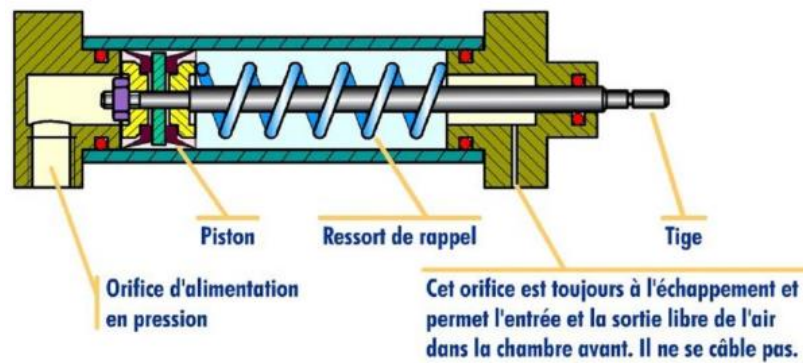


Figure 3.14. Les différentes pièces d'un vérin simple effet.

**c** Principe de fonctionnement

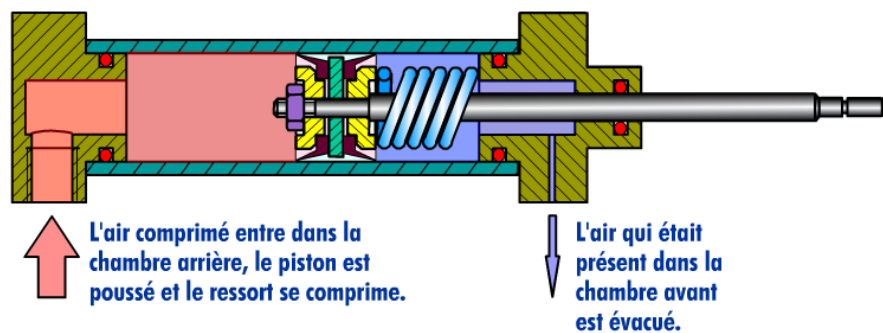


Figure 3.15. Vérin simple effet en poussant.

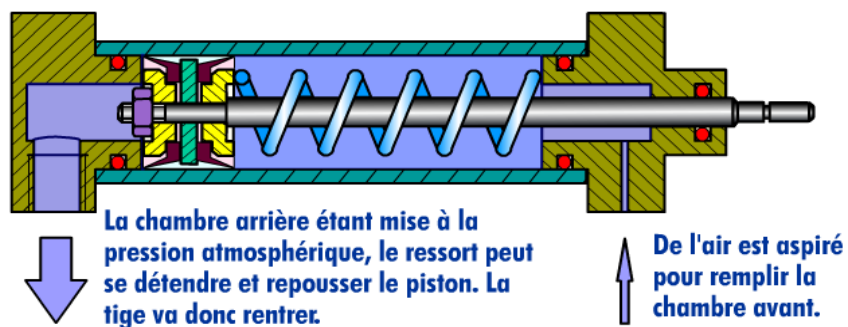


Figure 3.16. Vérin simple effet en tirant.

#### **d Avantages et Inconvénients**

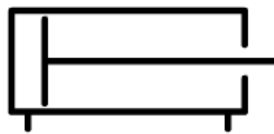
- Les vérins simples effet sont économiques, et la consommation de fluide est réduite.
- ✓ À course égale, ils sont plus longs que les vérins double effet ; la vitesse de la tige est difficile à régler en pneumatique et les courses proposées sont limitées (jusqu'à 100 mm).

### **3.5.3 Vérin double effet**

#### **a Définition**

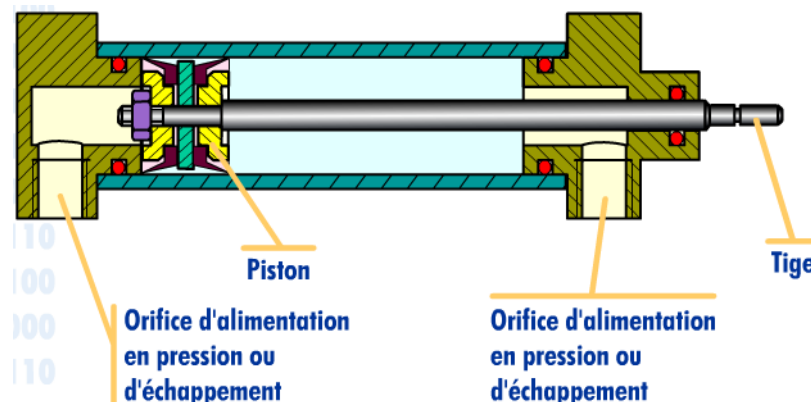
Le vérin double effet est un composant bistable (Stable dans deux positions). Ce type de vérin peut produire un effort significatif dans les deux sens, Le piston peut se déplacer librement dans le corps lorsqu'il est poussé par l'air comprimé. En l'absence d'air comprimé, il reste en position (tige rentrée ou sortie). Le rappel de tige est obtenu par inversion de l'alimentation des deux chambres.

L'effort en poussant (sortie de la tige) est légèrement plus grand que l'effort en tirant (entrée de la tige) car la pression n'agit pas sur la partie de surface occupée par la tige.



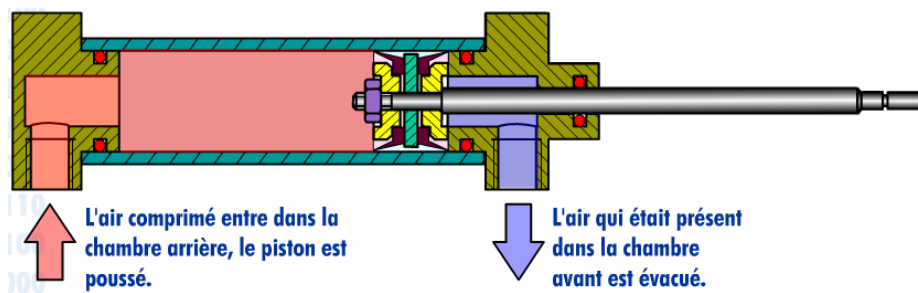
**Figure 3.17.** Symbole d'un vérin double effet.

#### **b Constitution d'un vérin à double effet**

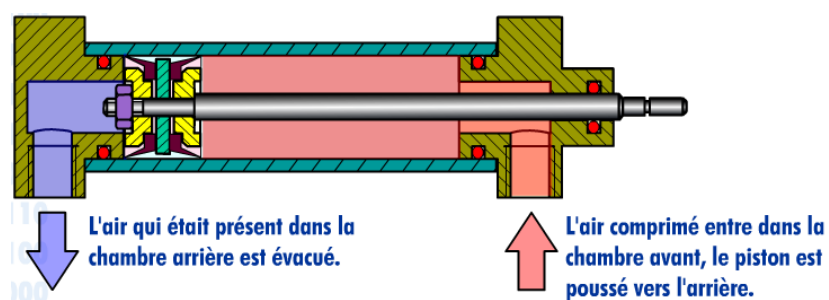


**Figure 3.18.** Les différentes pièces d'un vérin double effet.

**c Principe de fonctionnement**



**Figure 3.19.** Vérin double effet en poussant.



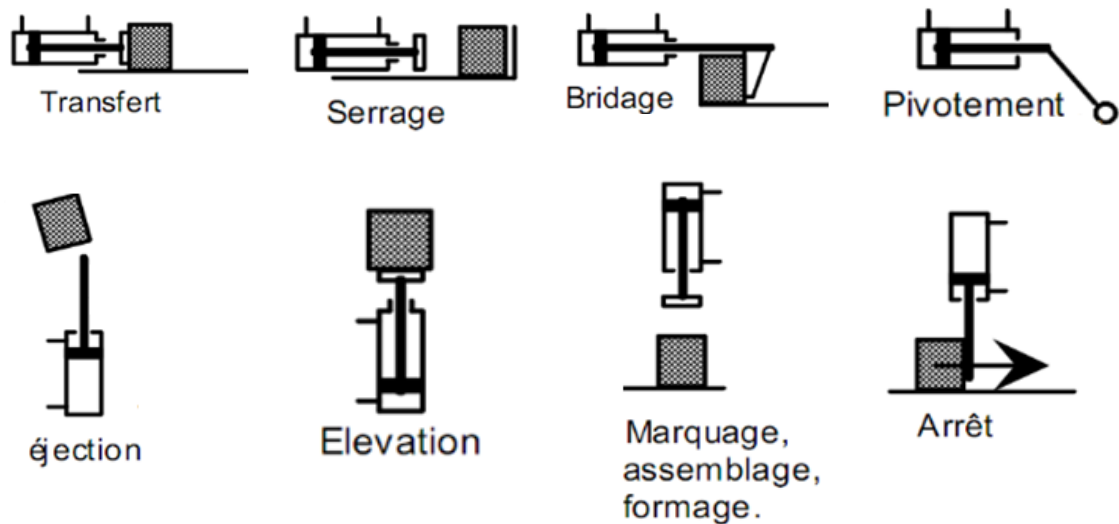
**Figure 3.20.** Vérin double effet en tirant.

**d Avantages et inconvénients**

- Plus grande souplesse d'utilisation.
  - Réglage plus facile de la vitesse, par contrôle du débit à l'échappement.
  - Amortissements de fin de course, réglables ou non, possibles dans un ou dans les deux sens.
- Ils offrent de nombreuses réalisations et options.



### 3.5.4 Exemples d'utilisation



**Figure 3.21.** Les fonctions des vérins.

## 3.6 Moteur DC (EMG30)

L'EMG30 est un motoréducteur 12 Vcc avec un rapport de 30:1 équipé d'un encodeur. Il convient parfaitement aux applications de robotique, il est équipé d'un filtre de suppression de bruit.[27]

- Alimentation : 3.5~12 Vcc.
- Consommation : 530 mA (150 mA à vide).
- Courant de blocage : 2,5 A.
- Puissance nominale 4.22W.
- Vitesse de rotation : 170 tr/min (216 tr/min à vide).
- Couple : 1,5 kg.cm.
- Encodeur : 360 impulsions/tour.
- Dimensions :  $\varnothing 28,5 \times 86,6$  mm (axe de 10 mm inclus).



Figure 3.22. Moteur DC EMG30.

### 3.6.1 Pont H

Lorsqu'on veut faire tourner un moteur à courant continu dans deux sens de rotation, il faut inverser la polarité de l'alimentation sur ses bornes, son principe de fonctionnement est très simple, un pont H est composé :

- Une partie puissance composée de quatre interrupteurs commandés ou deux inverseurs (relais, transistor bipolaire ou MOS, thyristor...).
- Une partie commande qui permet de contrôler l'ouverture ou la fermeture des contacts. Cette commande se fait le plus souvent par l'intermédiaire d'un microcontrôleur afin de contrôler le pont en TOR ou en PWM.

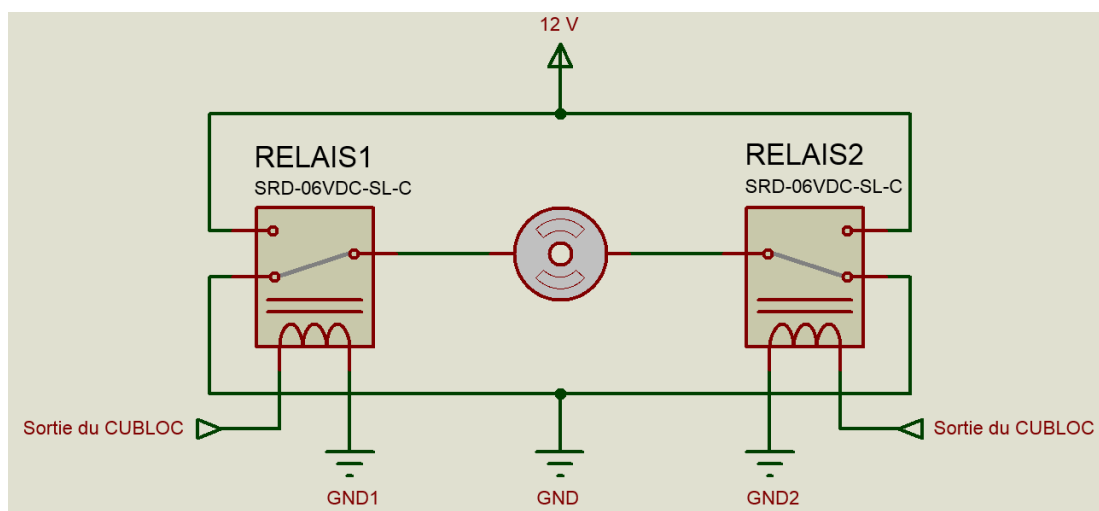
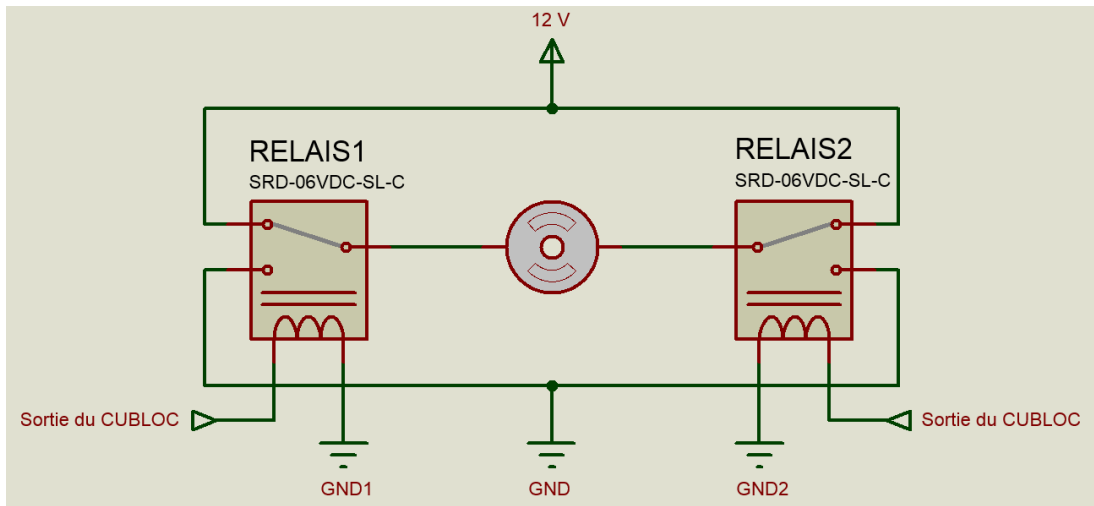
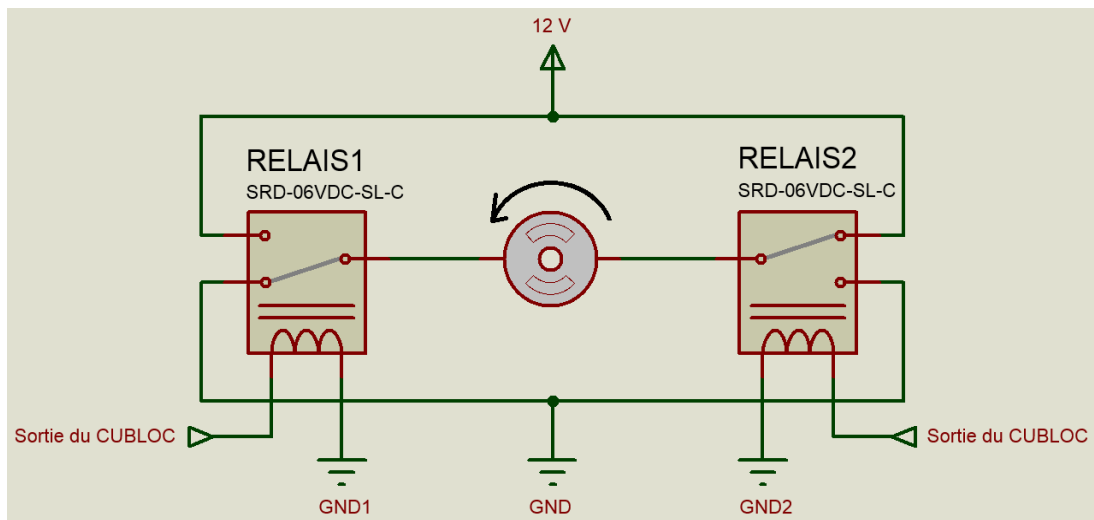


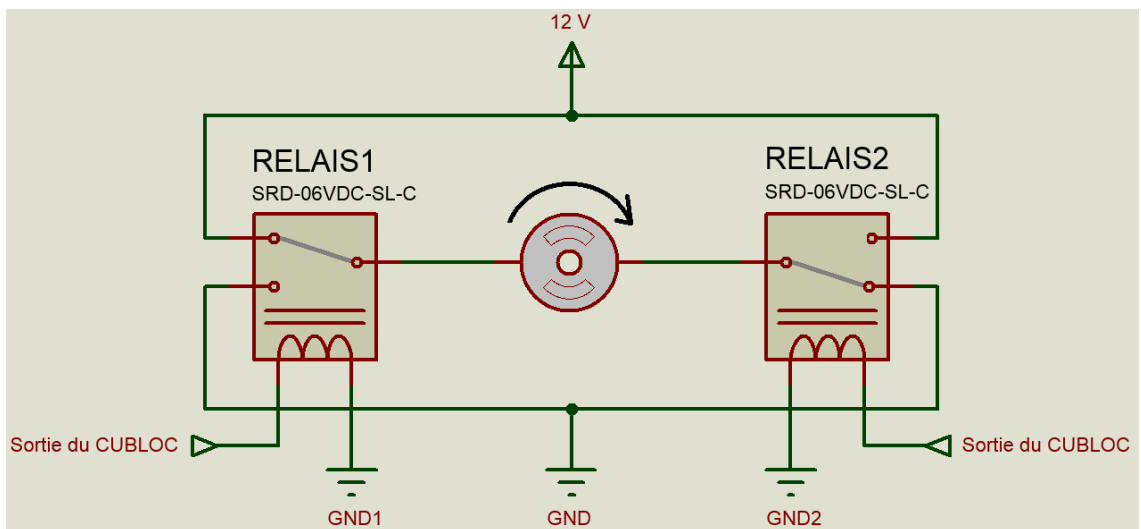
Figure 3.23. Moteur en arrêt.



**Figure 3.24.** Moteur en arrêt.



**Figure 3.25.** Moteur en rotation (sens 1).

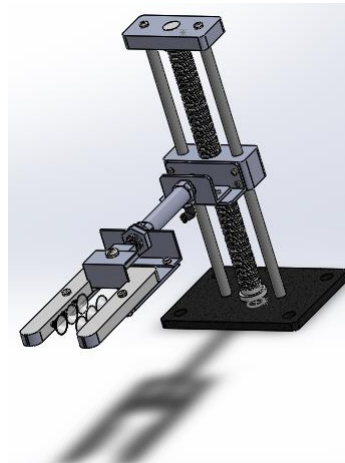


**Figure 3.26.** Moteur en rotation (sens 2).

### 3.7 La pince d'emballage

Les pinces sont des effecteurs terminaux utilisées pour saisir et tenir des objets. Ces applications de manutention de la machine comprennent une partie de chargement et de déchargement, en prenant et agencer les pièces d'un convoyeur dans une palette. Selon le mécanisme utilisé pour la préhension de proposer, ils peuvent être classés comme :

- pinces mécaniques.
- pinces adhésives.
- crochets, cuillères.
- Ventouses.
- pinces de Magne.



*Figure 3.27.* La pince d'emballage.

### 3.8 Les mécanismes de transformation du mouvement

La transformation du mouvement est une fonction mécanique complexe qui consiste à transmettre un mouvement d'une pièce à une autre, tout en modifiant sa nature. Le type de mouvement change, soit d'un mouvement de rotation à un mouvement de translation ou inversement.

Dans certains objets techniques, le mouvement d'une pièce provoque celui d'autres pièces. Toutefois, le type de mouvement de l'organe moteur change lorsqu'il est transmis à l'organe récepteur. Ainsi, un mouvement de translation de l'organe moteur peut provoquer un mouvement de rotation chez l'organe récepteur. L'inverse est aussi possible. Parmi les systèmes de transformation du mouvement, on retrouve les systèmes suivants :

- Le système à vis et écrou (Cric pour les voitures...)
- Le système à bielle et manivelle (Moteurs à essence, moteurs à diesel, meule...)
- Le système à pignon et crémaillère ou bien tire-bouchon à bras (Direction d'automobile...)
- Le système à came et tige-poussoir (Une came de forme ovoïde ou irrégulière...)

### 3.8.1 Le système à pignon et crémaillère

Le système à pignon et crémaillère transforme le mouvement de rotation du pignon en un mouvement de translation de la crémaillère ou vice versa. [28]

Ce système comprend une roue dentée qu'on appelle « pignon » et une tige dentée qu'on appelle « crémaillère ». Lorsque le pignon tourne, ses dents s'engrènent dans les dents de la crémaillère et entraînent cette dernière dans un mouvement de translation. À l'inverse, si l'on fait bouger la crémaillère, les dents de la crémaillère s'engrèneront dans les dents du pignon qui subira alors un mouvement de rotation. Il s'agit donc d'un système réversible.

Ce système est réversible et la crémaillère peut être motrice (le pignon fixe).

#### a Engrenage à crémaillère

Une crémaillère est une tige ou une barre (souvent métallique) garnie de crans ou de dents. Combinée à une roue dentée, elle permet de transformer un mouvement de rotation en mouvement de translation (*voir la figure 3.28*).



**Figure 3.28.** Crémaillère à roue dentée.

### **b** *Caractéristiques cinématiques*

$$V(t) = \omega(t) \cdot R \quad \text{et} \quad x(t) = \theta(t) \cdot R$$

Relation des vitesses  $V=R\Omega$ .

Inertie ramenée à l'entrée  $J_r=mR^2$ .

Couple ramené à l'entrée  $T_r=FR/\eta$ .

- ✓  $\theta(t)$  : Abscisse angulaire (ou angle de rotation) du pignon [rad].
- ✓  $\omega(t), \dot{\theta}(t)$  : Fréquence de rotation du pignon [rad/s].
- ✓  $d$  : Diamètre primitif du pignon [m].
- ✓  $V(t)$  : Vitesse de déplacement de la crémaillère par rapport au bâti [mm/s].
- ✓  $x(t)$  : Déplacement de la crémaillère par rapport au bâti [m].

### **c** *Avantages*

- Il n'y a aucun glissement lors de la transformation de ce mouvement.
- La force de ce système est relativement grande.

### **d** *Inconvénients*

- Les engrenages qui sont utilisés peuvent nécessiter une lubrification importante.
- Ce mécanisme nécessite un ajustement précis à cause des dents entre la roue et la crémaillère.
- Il y a beaucoup d'usure.
- Ce n'est pas un mouvement cyclique, c'est un mouvement fini (on doit s'arrêter lorsqu'on est au bout de la crémaillère).

## **3.8.2 Le système à vis et écrou**

Le système à vis et écrou permet de transformer un mouvement de rotation en un mouvement de translation en combinant les mouvements d'une vis et d'un écrou.

Il existe deux types de systèmes à vis et écrou. Dans certains systèmes, c'est la vis qui joue le rôle d'organe moteur. Dans ce cas, le mouvement de rotation de la vis se transforme en mouvement de translation pour l'écrou. Dans d'autres systèmes, c'est plutôt l'écrou qui constitue l'organe moteur. Dans ce cas, le mouvement de rotation de l'écrou se transforme en mouvement de translation pour la vis. [29]

Ce mécanisme est irréversible ; il ne peut qu'être amorcé par une rotation de l'organe moteur. En effet, une translation de la vis ou de l'écrou bloque le mécanisme.

#### **a Avantages**

- Ce mécanisme permet d'exercer des forces et des pressions importantes.
- Il permet aussi des ajustements fins.

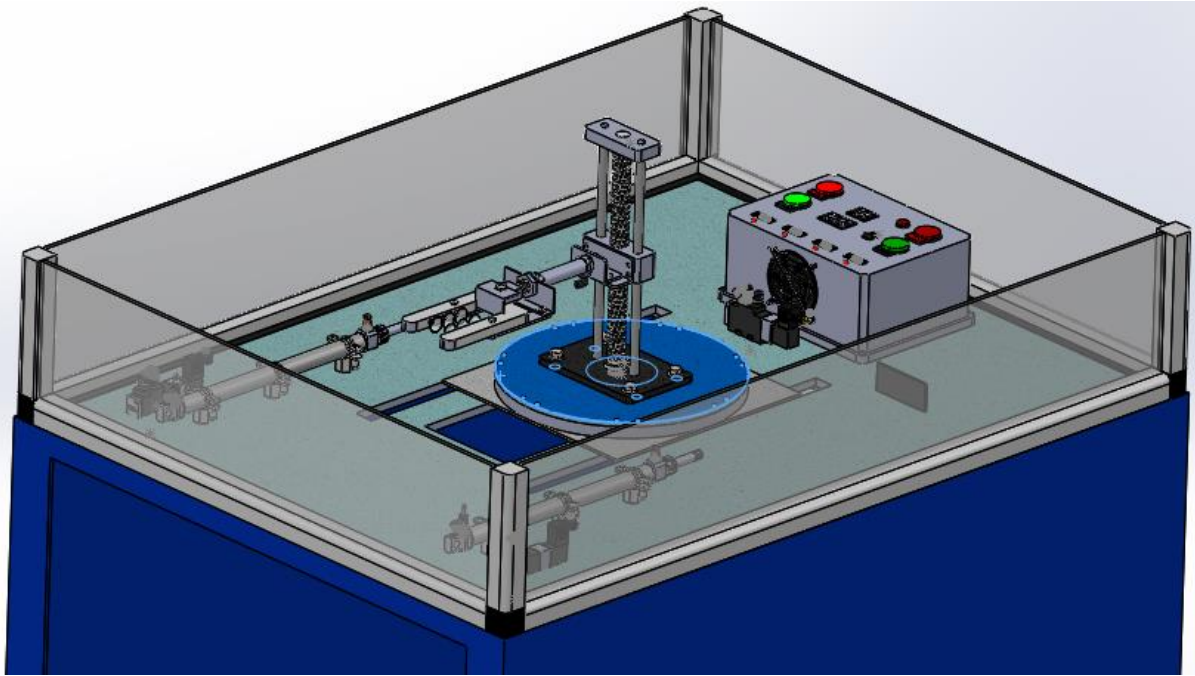
#### **b Inconvénients**

- Ce mécanisme génère beaucoup de frottement.
- Sa fragilité peut entraîner des problèmes de guidage.
- Le système est lent à moins d'avoir un pas de vis important.

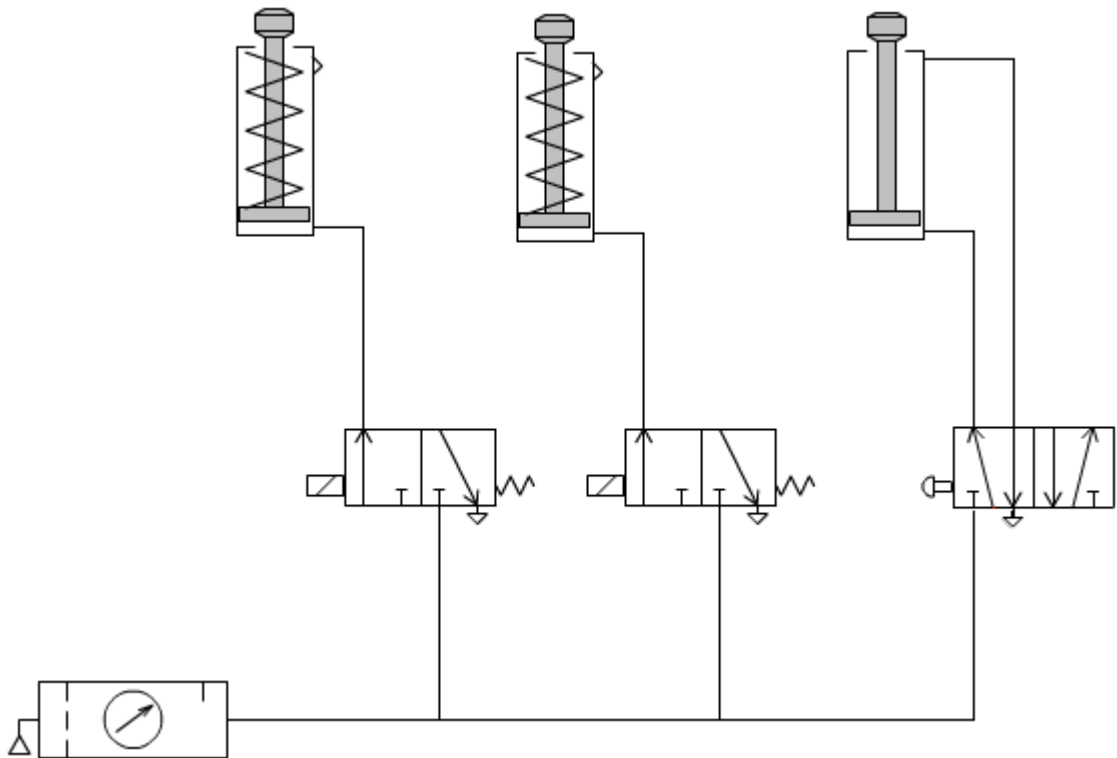
### **3.9 La machine**

La mini chaîne de conditionnement, contient :

- La carte de commande (CUBLOC).
- La carte de puissance.
- 3 Moteurs EMG30.
- 3 Vérins (et 3 distributeurs).
- Boite de commande.
- Pince de conditionnement.

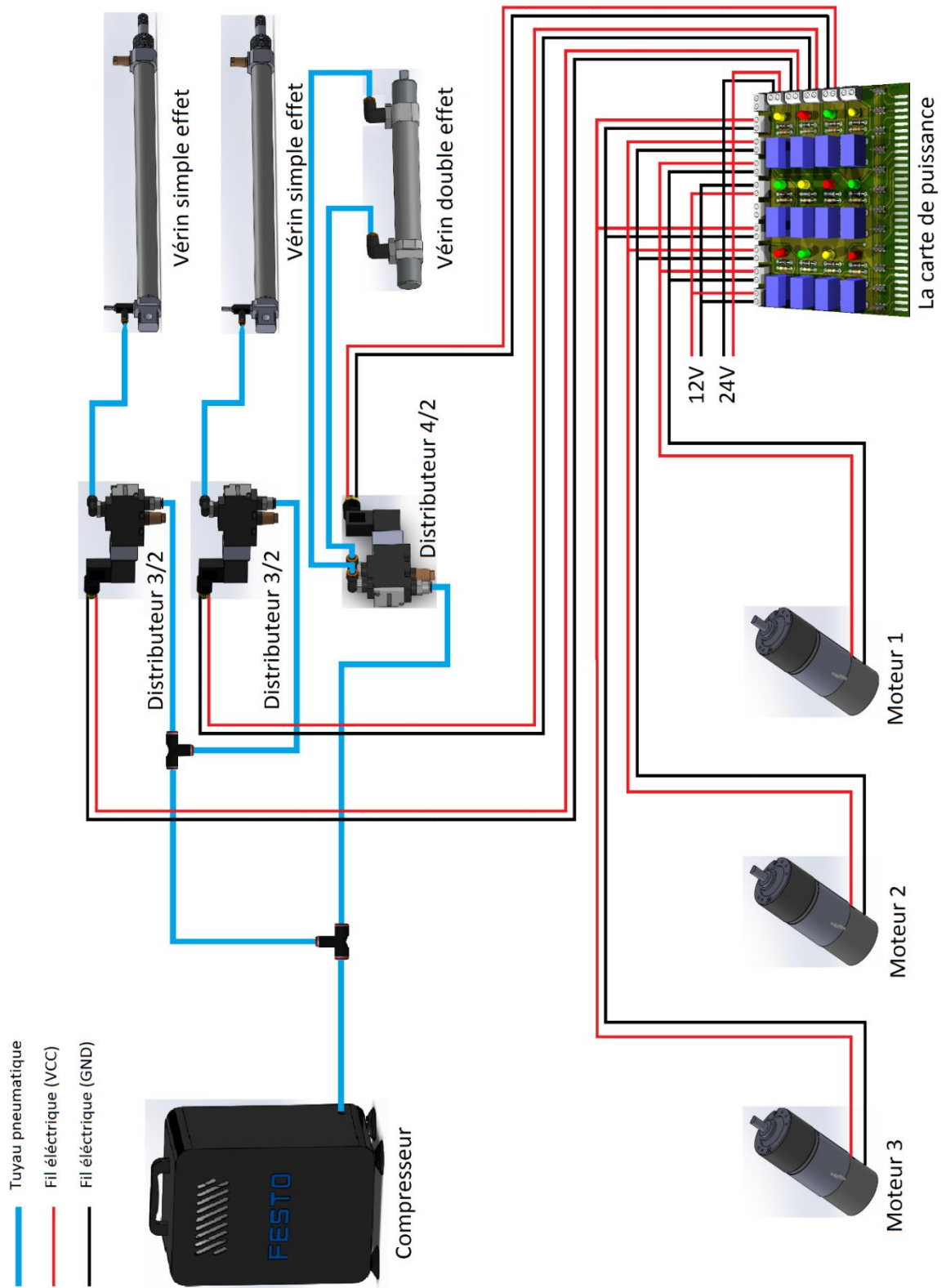


**Figure 3.29.** Chaîne de conditionnement.



**Figure 3.30.** Schéma pneumatique de la chaîne de conditionnement.





**Figure 3.31.** Schéma synoptique de la chaîne de conditionnement.

### **3.10 Conclusion**

Dans ce chapitre nous avons décrit les principaux éléments constitutifs de notre machine. Nous avons entre autres donné le principe de fonctionnement des principaux composants entrant dans la réalisation d'un système automatisé et on a expliqué les différents mécanismes de transformation du mouvement.

A la fin nous avons donné un aperçu sur les installations électrique et pneumatique de notre système.

# Chapitre 4 La programmation sous CUBLOC studio

## 4.1 Développement en LADDER

La fenêtre ci-dessous montre un exemple de développement d'une application en langage « LADDER » via le CUBLOC STUDIO.

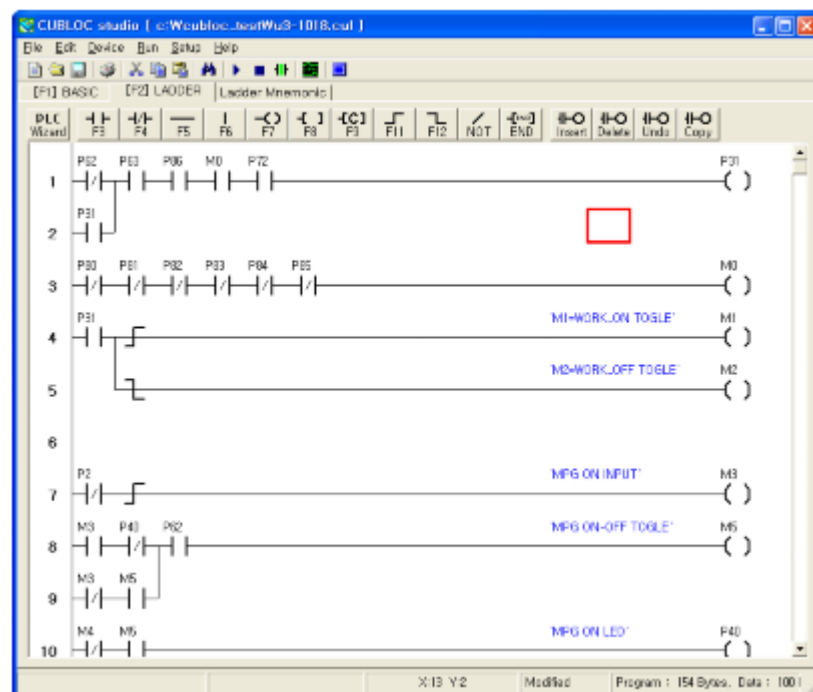


Figure 4.1. Fenêtre du LADDER.[18]

Le carré rouge représente le curseur de sélection du LADDER. Nous pouvons utiliser les touches de directions (haut/bas/droite/gauche) ou la souris pour déplacer ce curseur. Une fois positionnée à l'endroit voulu, nous pourrions utiliser les touches de fonctions F3 à F12 pour appliquer le symbole associé à l'écran.

Nous pourrions également saisir du texte pour les symboles qui le nécessitent.

1. Presser F3 pour créer un « contact ».
2. Taper "START" et presser la touche « ENTER ».
3. Presser F5 plusieurs fois afin de continuer la ligne.
4. En bout de ligne presser F7 et taper « RELAY ».
5. Aller à la ligne suivante (line) et presser le bouton « END ».

Penser à presser la touche « ENTER » à la fin de chaque texte que vous aurez à saisir.

De même pour rappel, la fin de notre programme LADDER doit impérativement se finir par la commande « END ».

## 4.2 Monitoring en LADDER

Le CUBLOC STUDIO supporte le monitoring temps réel du LADDER. Pour ce faire, il faut cliquer sur le bouton prévu à cet effet en haut de l'écran.



**Figure 4.2.** La barre d'outils de l'éditeur CUBLOC STUDIO.

L'état des contacts actifs (ON) est affiché en vert. Les valeurs des timers et compteurs seront affichées en valeurs décimales.

Nous pouvons modifier la vitesse du monitoring depuis le menu Setup Menu → Studio option → Monitoring speed. Si la vitesse du monitoring est trop rapide, il est possible que la communication du CUBLOC soit affectée (car le monitoring monopolise des ressources).

Nous recommandons une vitesse de monitoring de valeur 5.

## 4.3 La liste des registres utilisés par le LADDER

D'une manière générale, le terme registre désigne un ensemble de cellules mémoire ayant un rôle commun.

- Le registre P, d'une capacité de 128 bits, mémorise à la fois les états des entrées et des sorties de l'automatisme. Chaque bit désigne soit une entrée soit une sortie.
- Le registre M, d'une capacité de 512 bits, mémorise des valeurs logiques et des données internes au programme.

- Le registre T contient 100 mots de 16 bits qui permettent de constituer des chronomètres (temporisations).
- Le registre C contient 50 mots de 16 bits destinés à réaliser des compteurs afin de stocker des données numériques, on utilisera un des 100 mots du registre D.
- Le registre S contient 16 entités de 256 places chacune qui est destiné à la programmation du type GRAFCET.
- Le registre D ; mots de 16 bits pour les données numériques.

Nom du « Registre	Gamme	Unité	Possibilités
Registre P	P0-P127	1 bit	Interface avec dispositifs externes
Registres internes M	M0-M511	1 bit	Registres internes
Registre spéciaux F	F0-F127	1 bit	Etat systèmes
Timer T	T0-T99	16 bit (1 Word)	Pour Timers
Compteur C	C0-C49	16 bit	Pour compteur
Step Enable S	S0-S15	256 step(1 octet)	Pour StepEnabling
Mémoires de donnée D	D0-D99	16 bit	Mémorisation de données

**Tableau 4.** Listes des registres utilisés en LADDER.

#### 4.4 Utilisation des " E/S "

Les ports d'E/S des CUBLOC peuvent être utilisés à la fois par le programme basic et par le programme LADDER. Sans aucune déclaration particulière, tous les ports d'e/s sont attribués au programme basic. Pour utiliser des ports d'e/s en LADDER, nous devons au préalable utiliser la commande "Usepin" afin de déclarer les ports qui seront utilisés en LADDER.

Les commandes USEPIN 0,IN.....USEPIN 1,OUT permettent de configurer les ports P0 en entrée et P1 en sortie afin qu'ils puissent être utilisés en LADDER.

Le mode de fonctionnement des CUBLOC implique que les commandes USEPIN sont flashées par le LADDER. Ce « Flashage » veut dire que le LADDER effectuera au préalable une lecture des E/S, puis stockera leur état dans les Registres P. Après la réalisation du cycle du LADDER, ce dernier écrira à nouveau l'état des E/S dans les Registres P.

**Remarque :**

En BASIC, les commandes IN et OUT peuvent être utilisées pour contrôler les ports d'E/S. Cette méthode permet l'accès direct aux ports d'E/S (que nous ayons besoin de les utiliser pour lire ou pour « écrire » sur ces derniers). Aussi, afin d'éviter les collisions entre les E/S lors de l'utilisation du basic et du LADDER, il conviendra de déclarer au préalable les ports à utiliser en LADDER.

## 4.5 Utilisation des " alias "

Lorsque nous concevons notre programme en LADDER et que nous utilisons des registres du type P0, P1, ... ou encore M0, il est plus simple de leur attribuer un nom (alias) qui nous permettra de faciliter la lecture et la rédaction de notre application.



**Figure 4.3.** Circuit électrique sous LADDER avec des alias.

## 4.6 Démarrage du programme LADDER

A la mise sous tension, le programme basic des modules CUBLOC est toujours exécuté en premier. Nous pourrions alors dans ce programme basic ordonner l'exécution du programme LADDER à l'aide de la commande "SET LADDER ON", lorsque cette commande est rencontrée, le programme LADDER sera exécuté en permanence avec un temps de cycle de 10 ms. En cas d'absence de la commande précédente, le programme LADDER ne sera pas exécuté.

Il est toujours impératif de déclarer au début du programme basic (même si nous ne programmons qu'en LADDER) le type de module CUBLOC que nous utilisons à l'aide de la commande.

“CONST DEVICE” suivant l'exemple ci-dessous : CONST DEVICE = CB280 'Utilisation du module CB280

## 4.7 Les instructions du LADDER

### 4.7.1 Les instructions de bas niveau

Commande	Symbole	Explication
LOAD		Contact A (Normalement ouvert)
LOADN		Contact B (Normalement fermé)
OUT		Sortie
NOT		NOT (Inverse le résultat)
STEPSET		Sortie Contrôleur Pas (Step Set)
STEPOUT		Sortie Contrôleur Pas (Step Out)
MCS		Contrôle Start Maitre
MCCLR		Contrôle Stop Maitre
DIFU		Mis à ON pour 1 durée d'exécution (scan time) lorsque signal HAUT reçu
DIFD		Mis à ON pour 1 durée d'exécution (scan time) lorsque signal BAS reçu
SETOUT		Maintient la sortie à ON
RSTOUT		Maintient la sortie à OFF
END		Fin du programme LADDER
GOTO		Saut à une « étiquette »
LABEL		Déclaration « étiquette »
CALLS		Appel sous-routine
SBRT		Déclaration sous-routine
RET		Fin sous-routine
TND		Commande de « sortie » conditionnelle

**Tableau 5.** Les instructions de bas niveau.



## 4.7.2 Les instructions de haut niveau

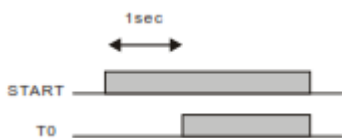
TON, TAON, TOFF et TAOFF

TON/TAON : lorsqu'une entrée passe à ON, la valeur d'un timer s'active et la sortie passe à ON lorsque le timer arrive à terme.

TOFF, TAOFF : lorsqu'une entrée passe à ON, la sortie passe aussi à ON, mais lorsque l'entrée repasse en OFF, la sortie reste à ON pendant qu'un timer s'active. Au terme de ce timer, la sortie repasse à OFF.

Il existe 2 types de timers ;

- Le premier fonctionne avec des unités en multiples de 0.01 secondes.
- Le second fonctionne avec des unités multiples de 0.1 secondes.



**Figure 4.4.** Logigrammes des commandes TOFF/TAOFF.



**Figure 4.5.** Logigramme des commandes TON/TAON.

SETOUT, RSTOUT

SETOUT c'est une commande de remise à 1, il active une sortie lorsque son entrée est activée et laissera sa sortie activée même si l'entrée est désactivée.

A l'inverse RSTOUT c'est une commande de remise à zéro, elle désactive une sortie lorsque son entrée est activée et la laisse même si l'entrée est désactivée

CTU, CTD

La commande CTU est un compteur ascendant. Lorsque sa première entrée est sollicitée, le compteur est incrémenté d'une unité. Lorsque le compteur arrive à une certaine valeur, le Registre associé passera à ON. Le compteur dispose d'une seconde entrée permettant de bénéficier d'une fonction Reset si nécessaire.

La commande CTD est un compteur descendant. Lorsque le compteur arrive à zéro, le Registre associé passera à ON. Le compteur dispose d'une seconde entrée permettant de bénéficier d'une fonction Reset si nécessaire.

#### KCTU, KCTD

La commande KCTU est identique à la commande CTU mise à part que la valeur du compteur pourra être mémorisée en cas de coupure d'alimentation (à condition de pouvoir disposer d'une option de sauvegarde par pile comme sur le module CB290. A l'inverse, la commande CTU perdra la valeur du compteur en cas de coupure d'alimentation.

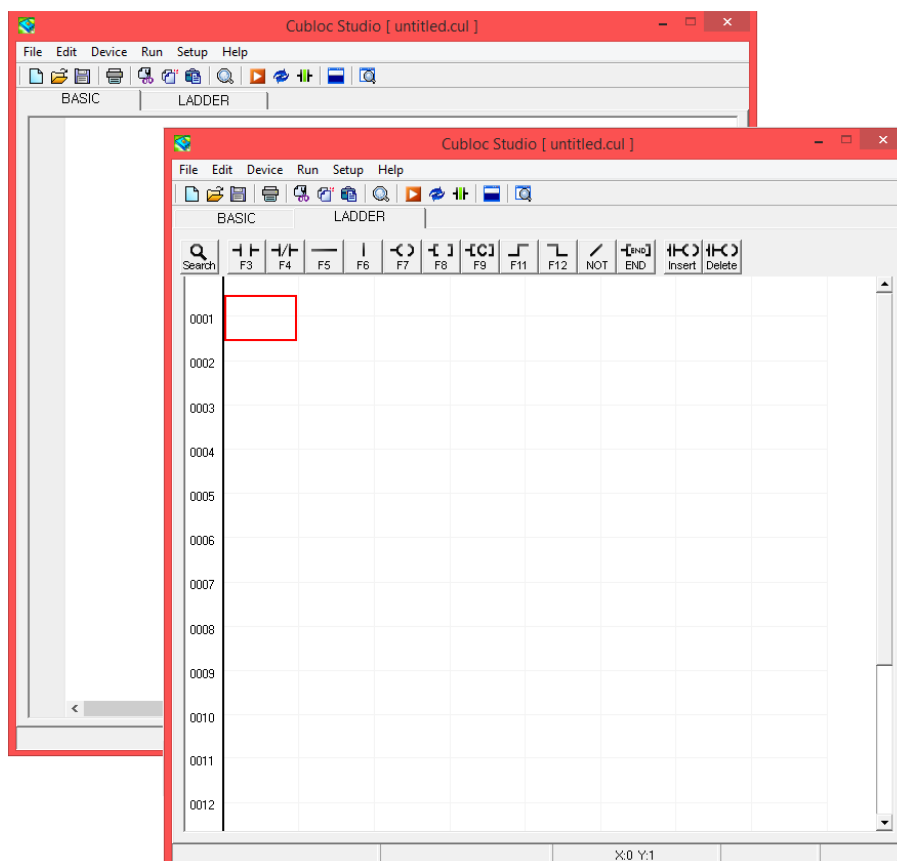
La commande KCTD est identique à la commande CTD mise à part que la valeur du compteur pourra être mémorisée en cas de coupure d'alimentation (à condition de pouvoir disposer d'une option de sauvegarde par pile comme sur le module CB290).

A l'inverse, la commande CTD perdra la valeur du compteur en cas de coupure d'alimentation.

Les commandes KCTU et KCTD doivent être utilisées uniquement avec les modules capables de supporter les sauvegardes par piles (comme sur le CB290 par exemple).

## 4.8 Les bases de CUBLOC studio

Après avoir installé le logiciel CUBLOC STUDIO et l'exécution de CUBLOC STUDIO, l'écran suivante apparaisse.



**Figure 4.6.** Les deux langages de l'éditeur CUBBLOC STUDIO.

En premier lieu, CUBLOC STUDIO vous place sous la fenêtre de l'éditeur de texte.

Si vous pressez la touche F2, la fenêtre de l'éditeur du LADDER s'affichera alors et si vous pressez la touche F1, la fenêtre de l'éditeur de texte s'affichera à nouveau.

Le fichier source de votre programme sera sauvegardé dans 2 fichiers (portant les extensions « .CUL » et « .CUB »). Si vous devez réaliser des sauvegardes de vos programmes pensez impérativement à copier les 2 fichiers à la fois.

Lorsque vous chargez un de vos programmes, un seule fichier avec l'extension « .CUL » sera visible (les fichiers avec les extensions « .CUB » ne sont pas visibles bien qu'ils soient dans le même répertoire). Lorsque vous chargerez un fichier avec l'extension « .CUL », le CUBLOC STUDIO chargera automatiquement le fichier « .CUB » associé. Votre code source ne peut être

chargé que depuis le PC. Il n'est pas possible de récupérer un programme source depuis un module CUBLOC déjà programmé.

Lorsque vous sollicitez le bouton « RUN » (ou la combinaison de touches « CTRL-R »), le processus « Save → Compile → Download → Execute » est automatiquement réalisé. Les programmes LADDER et BASIC sont compilé dans une seule opération.

Si des erreurs sont trouvées, l'écran affichera la partie du programme où l'erreur a été détectée.

## 4.9 Détail des menus de la fenêtre de développement en BASIC

	<i>Explications</i>
New	Permet de créer un nouveau fichier
Open	Ouvre un fichier.
Ladder Import	Importe une partie de LADDER dans le programme du CUBLOC™.
Save	Sauvegarde le programme courant.
Save As	Sauvegarde le programme courant sous une nom différent.
Save Object	Sauvegarde le programme courant sous la forme d'un fichier binaire « objet ». Ceci permet de protéger votre code source afin qu'il ne puisse pas être analysé par une autre personne. Vous pourrez ensuite utiliser le menu "Download from Object File" pour télécharger un programme initialement sauvegardé en fichier « objet » dans un module CUBLOC™.  Vous pouvez créer des fichiers « objet » capables d'être téléchargés via Internet avec les utilitaires CuMAX ou CuMAX Server.
Print Ladder	Imprimer le programme LADDER uniquement.
Print Basic	Imprimer le programme BASIC uniquement.
Print Setup	Réglage de l'impression pour la partie LADDER uniquement.
Download from Object file	Télécharger un fichier « Object » dans une module CUBLOC™.
Basic Section	Basculer vers la fenêtre de l'éditeur BASIC (Utilisez aussi F1).
Ladder Section	Basculer vers la fenêtre de l'éditeur LADDER (Utilisez aussi F2).
Last 4 Files Edited	Voir les 4 derniers fichiers utilisés.
Exit	Sortir du programme CUBLOC Studio

**Tableau 6.** Menu « File ».

<i>Menu</i>	<i>Explications</i>
Run	Compile le programme Basic et Ladder, puis les télécharge dans le module CUBLOC™ (à condition qu'aucune erreur n'est été détectée). Une fois téléchargé, le programme s'exécute immédiatement. Vous pouvez désactiver le démarrage automatique du programme depuis le menu <b>Setup -&gt; Studio Option</b> .
Reset	Reset le module CUBLOC™.
Ladder Monitor on	Active le Monitoring du LADDER.
BASIC Debug Terminal	Ouvre la fenêtre du terminal de Debug du BASIC. Cette fenêtre s'ouvre également automatiquement lorsqu'une commande DEBUG est détectée lors de l'exécution du programme.
Time Chart Monitor	Voir la fenêtre moniteur « Time Chart ».
Clear CUBLOC's Flash Memory	Efface la mémoire Flash du CUBLOC™.
Write enable fuse off	Cette option permet de désactiver la fonction de téléchargement du module CUBLOC afin de protéger son programme en verrouillant l'accès de sa mémoire Flash (conseillé si ce dernier est exploité en environnement perturbé). Une fois sélectionnée, plus aucun programme ne pourra être téléchargé dans le CUBLOC (La seule façon pour pouvoir télécharger à nouveau un programme est de reprogrammer le Firmware du CUBLOC)
View Register Usage	(Après compilation) Visualise les Registres utilisés dans le LADDER.
Check Syntax	Permet de vérifier la syntaxe.

**Tableau 7.** Menu « Run».

<i>Menu</i>	<i>Explications</i>
Find / replace / Go Line / Undo / Redo / Copy / Cut / Paste / Select All	Vous retrouvez ici toutes les fonctions usuelles (copier/coler/ etc...) propres à tout éditeur de texte.

**Tableau 8.** Menu « Edit ».

<i>Menu</i>	<i>Explications</i>
Upgrade History / About CUBLOC STUDIO	Permet d'obtenir des informations sur la version du CUBLOC STUDIO et sur l'historique de ses mises à jour.

**Tableau 9.** Menu « Help».

<i>Menu</i>	<i>Explications</i>
PLC Setup Wizard	Interface d'aide à la génération automatique des codes d'initialisation du programme BASIC en cas d'utilisation conjoint avec le LADDER.
PC Interface Setup	Configuration du N° de port pour COM RS232 (COM1 à COM4) dédié au téléchargement de votre programme.
Editor Environment Setup	Configuration de l'environnement de l'Editeur de texte du BASIC.
Environnement Options	Options de paramétrage d'option diverses du CUBLOC STUDIO.
Use Korean Menu	Permet l'utilisation de menu en Coréen.
Firmware Download	Permet de remettre à jour le Firmware du module CUBLOC™.

**Tableau 10.** Menu « Device ».

<i>Menu</i>	<i>Explications</i>
CB220 / CB280 / CB290 / CB405 / CT1720	Permet de modifier automatiquement l'entête de déclaration du programme BASIC en fonction du type de CUBLOC™ utilisé.

**Tableau 11.** Menu « Setup ».

## 4.10 Cahier des charges

Afin d'illustrer l'utilisation de cette plateforme et comme exemple d'application, nous avons travaillé sur le cahier des charges suivant : Le mécanisme entraînant la pince d'appréhension de l'objet est initialement à l'arrière de la station, cette dernière étant ouverte se trouve sur sa position basse. Le cycle commence en faisant démarrer le moteur pour faire avancer l'ensemble contenant la pince, celle-ci se ferme pour attraper l'objet à manipuler. Cette opération sera suivie d'un recul du bras grâce à une rotation de la pince pour ensuite déposer cet objet à proximité d'un vérin pneumatique qui, une fois actionné, va pousser l'objet vers une butée afin de subir un marquage dont le choix dépend de l'utilisateur. Afin d'exploiter les autres fonctionnalités du système, tel le comptage nous pouvons, par exemple répéter le cycle décrit précédemment, autant de fois que nécessaire pour remplir une boîte de conditionnement devant recevoir les objets traités dans cette opération. Une fois le nombre maximal atteint nous pouvons actionner le deuxième vérin prévu à cet effet. Ce dernier va faire déplacer l'ensemble de ces objets pour les déposer dans le carton conditionnement prévu.

Les opérations précédentes peuvent résumées sous forme du grafcet présenté ci-dessous.

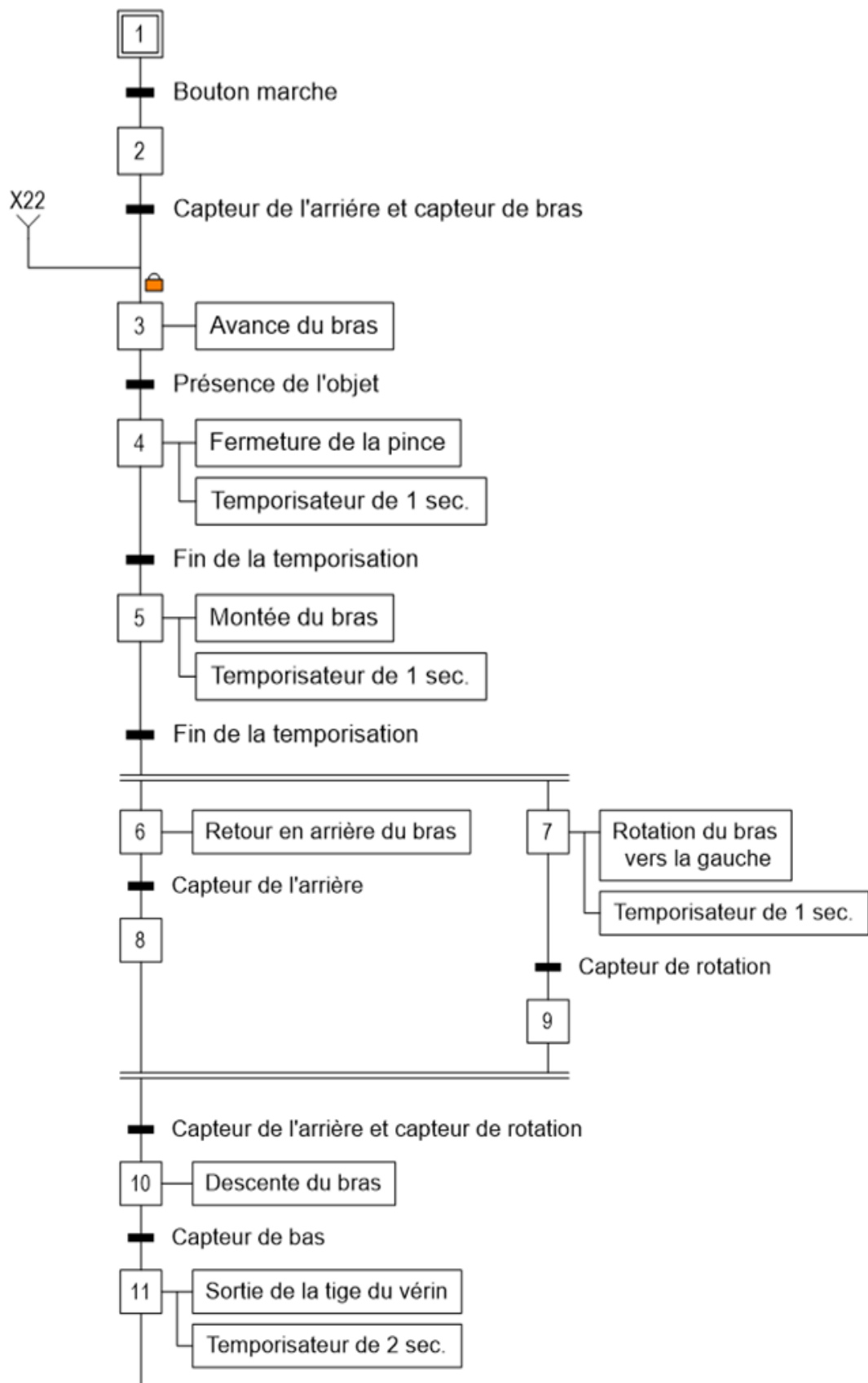
Entrées		Sorties	
M	Mise en marche	Av	Avance du bras
Av	Bras en avant	Ar	Recul du bras
Ar	Bras en arrière	Op	Ouverture pince
Po	Pince ouverte	Fp	Fermeture pince
Pf	Pince fermée	Mb	Monté bras
H	Bras en haut	Db	Descend bras
B	Bras en bas	Rd	Rotation droite
O	Présence de l'objet	Rg	Rotation gauche

**Tableau 12.** Les entrées et les sorties utilisées.

Cycle de fonctionnement :

1. Appui sur M.
2. Attendre la présence de l'objet (o).
3. Avance du bras jusqu'au capteur (av).
4. fermer la pince en maintien.
5. Tourner vers le vérin (datage) (ar).
6. La sortie de la tige du vérin pendant un certain temps.
7. Tourner vers le vérin (conditionnement) un certain temps.
8. Ouvrir la pince et lâcher l'objet.
9. Sortir la tige du vérin (conditionnement).

Afin de bien comprendre le cycle de fonctionnement de notre station nous proposons le GRAFCET suivant :





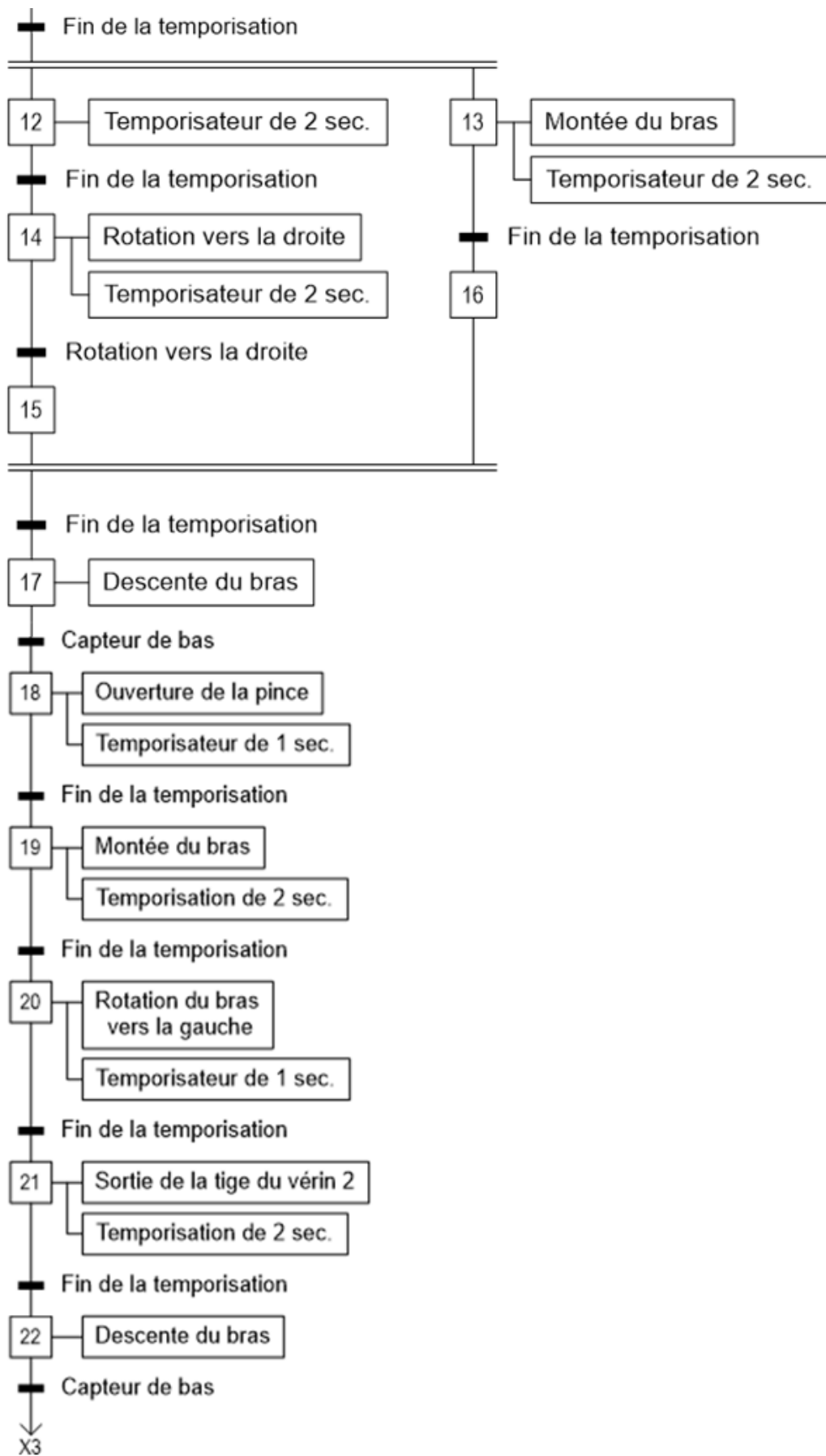


Figure 4.7. Le GRAFCET

## 4.11 Conclusion

Dans ce chapitre nous avons donné quelques indications sur l'environnement de programmation de notre module, nous avons aussi concrétisé l'exploitation de notre station par un exemple de cahier de charge, adapté à cette plateforme. Cette partie nous a permis en outre de découvrir et d'apprécier la diversité des fonctionnalités offertes par cet environnement de développement.

## Conclusion générale

---

A l'issu de ce mémoire nous pouvons conclure que la réalisation de ce projet nous a été très bénéfique puisqu'elle nous a permis, non seulement, d'approfondir nos connaissances dans le domaine de l'automatisation mais aussi de découvrir et exploiter d'autres outils de conception tant sur le plan électronique que mécanique. En effet, avant d'entamer la partie automatique du sujet, nous avons consacré un temps considérable pour la réalisation de la partie électronique et surtout l'interface liant le module de programmation et les périphériques du système ; à savoir les différents capteurs et actionneurs de cette station. La quantité des connexions nécessaires à cet effet nous a conduits à travailler sur une carte double faces, ce qui a rendu cette tâche plutôt compliquée et qui nous a donc pris beaucoup de temps pour la finaliser. Concernant la partie mécanique la réalisation de certaines pièces n'a pas été plus facile ce qui nous a conduit à solliciter les services d'autres ateliers spécialisés mais cela a aussi contribué à ralentir l'avancement du projet tel nous l'aurions souhaité.

Parmi les points positifs que nous devons signaler durant la réalisation de ce projet l'apport en expérience dans le domaine pratique occupe la première place. Il faut toutefois préciser que ce genre d'acquis ne peut être possible qu'à condition de passer par des moments de difficultés, qu'il faut surmonter en fournissant encore plus d'efforts.

Tel que cela a été cité précédemment ce projet consiste à mettre en place une plateforme pédagogique permettant de réaliser des applications dans le cadre des travaux pratiques pour les étudiants de licence dans le domaine. Même si cela reste à relativiser une comparaison entre ce qui existe sur le marché avec notre station nous permet très rapidement d'apprécier la différence en termes de cout de revient. L'autre avantage non négligeable est le fait qu'avec l'expérience acquise nous pouvons aisément réaliser les modifications nécessaires pour s'adapter à différents types de cahier des charges demandés par l'utilisateur. Tel que c'est toujours le cas pour des projets similaires nous ne pouvons pas considérer que le travail

est totalement terminé mais qu'il reste encore à parfaire un certain nombre d'aspects du projet, notamment celle relative à la partie électronique où il reste à fiabiliser certaines connexions et optimiser la disposition des capteurs à travers la station.

## Annexes

### Brochage des pins du CUBLOC

Nom	Pin #	E/S	Bloc Port	Description
SOUT	1	Sortie		Téléchargement série (Sortie)
SIN	2	Entrée		Téléchargement série (Entrée)
ATN	3	Entrée		Téléchargement série (Entrée)
VSS	4	Alim.		Masse
P0	5	E/S	Bloc 0	SPI SS
P1	6	Entrée		SPI SCK
P2	7	E/S		SPI MOSI
P3	8	E/S		SP MISIO
P4	9	E/S		
P5	10	E/S		PWM0
P6	11	E/S		PWM1
P7	12	E/S		PWM2
P8	13	E/S	Bloc 1	SCL (vers Module CuNET)
P9	14	E/S		SDA (vers Module CuNET)
P10	15	E/S		
P11	16	E/S		
P12	32	E/S		
P13	31	E/S		
P14	30	E/S		Compteur rapide canal 0
P15	29	E/S		Compteur rapide canal 1

VDD	17	IN		Alim. 5 Vcc
VSS	18	IN		Masse
RES	19	IN		Entrée RESET Reset sur un Niveau Bas
TX1	33			Canal 1 (RS232) Niveau +/- 12V -> Sortie données
RX1	34			Canal 1 (RS232) Niveau +/- 12V -> Entrée données
AVDD	35			Alim. convertisseur « A/N »
TTLTX1	49			Canal 1 (RS232) Niveau 5 V (TTL) - Sortie données
TTLRX 1	50			Canal 1 (RS232) Niveau 5 V (TTL) - Entrée données
AVREF	51			Référence de tension ADC

P16	21	E/S	Bloc 2	
P17	22	E/S		
P18	23	E/S		
P19	24	E/S		PWM3
P20	25	E/S		PWM4 / INT0
P21	26	E/S		PWM5 / INT1
P22	27	E/S		INT2
P23	28	E/S		INT3
P24	37	E/S	Bloc 3	ADC0 : A/N Canal 0
P25	38	E/S		ADC1 : A/N Canal 1
P26	39	E/S		ADC2 : A/N Canal 2
P27	40	E/S		ADC3 : A/N Canal 3
P28	56	E/S		ADC4 : A/N Canal 4
P29	55	E/S		ADC5 : A/N Canal 5
P30	54	E/S		ADC6 : A/N Canal 6
P31	53	E/S		ADC7 : A/N Canal 7
P32	57	E/S	Bloc 4	
P33	58	E/S		
P34	59	E/S		
P35	60	E/S		
P36	61	E/S		
P37	62	E/S		
P38	63	E/S		
P39	64	E/S		
P40	48	E/S	Bloc 5	
P41	47	E/S		
P42	46	E/S		
P43	45	E/S		
P44	44	E/S		
P45	43	E/S		
P46	42	E/S		
P47	41	E/S		
P48	52	E/S		



### Features

- High contact capability: 12A switching capability.
- Low coil power consumption, low price.
- Microminiature relay, standard PCB terminal.

### Safety Approval

UL, C-UL File No.: E190598

TUV File No.: R50142424

CQC File No.: CQC02001002126

VDE File No.: 40034479

### Contact Capacity

Model	SRD-DM	SRD-D & SRD-DB
Nominal switching capacity (res. load)	10A 277VAC	7A 250VAC
Max. switching current	15A	12A
Max. switching voltage	277VAC	250VAC
Max. switching power	2,770VA	1,750VA

### Charateristic Data

Contact material	Silver alloy	
Initial contact resistance (at 6VDC 1A)	100mΩ Max.	
Operate time (at nominal volt.)	8msec. Max.	
Release time (at nominal volt.)	5msec. Max.	
Initial insulation resistance	100MΩ Min.(DC500V)	
Initial dielectric strength	Between open contacts: AC750V, 50/60Hz 1Min.	
	Between coil and contact: AC1,500V, 50/60Hz 1Min.	
Vibration resistance	Functional	10 ~ 55Hz at double amplitude of 1.5 mm
	Destructive	10 ~ 55Hz at double amplitude of 1.5 mm
Shock resistance	Functional	10G Min.
	Destructive	100G Min.
Endurance (operations)	Mechanical (at 10,800 ops./h)	10,000,000 cycles
	Electrical (at 1,800 ops./h)	100,000 cycles
Ambient temperature	-40°C ~ +105°C (no condensation)	
Unit weight	Approx. 8.5 g	

### Coil Data (at 20°C)

Nominal voltage (VDC)	Nominal operating current ± 10% (mA)	Coil resistance ± 10% (Ω)	Max. allowable voltage	Pick-up voltage (Max.)	Drop-out voltage (Min.)	Nominal operating power
3	120.00	25	130 % of nominal voltage	75 % of nominal voltage	5 % of nominal voltage	0.36W
5	71.42	70				
6	60.00	100				
9	40.00	225				
12	30.00	400				
15	24.00	625				
18	20.00	900				
24	15.00	1,600				
48	7.50	6,400				
60	6.00	10,000				



Safety Approval Ratings

Approval	CQC	TUV	VDE	UL/CUL
File No.	CQC02001002126	R50142424	40034479	E190598
Approved ratings	7A 250VAC 5A 240VAC  10A 250VAC (Form A & Form C NO)	7A 250VAC 7A 28VDC  10A 250VAC (Form A)	Contact 2 or blank: 10A 250VAC(Form C,NO) 7A 250VAC(Form C,NO) 6A 250VAC(Form C, NC)  Contact 2 or blank: 10A 250VAC(Form A) 7A 250VAC(Form A)  Contact 3: 10A 250VAC(Form C,NO) 7A 250VAC(Form C,NO) 6A 250VAC(Form C, NC)  Contact 3: 10A 250VAC(Form A) 7A 250VAC(Form A)	Contact 2 ( Form C)or blank(Form A or Form B): 12A 125VAC,Resistive,NO&NC 15A 125VAC,Resistive,NO 10A 250VAC,Resistive,NO 7A 250VAC,General use,NO&NC 3A 125VAC,General Use,NO&NC 10A/6A 250VAC, General use, NO/NC 10A/6A 125VAC, General use, NO/NC 10A/6A 28VDC,General use,NO/NC 1/3HP 250VAC,NO&NC FLA 5A, LRA 10A, 120/ 240VAC, NO Pilot Duty: 240VA, 240VAC TV-3, 120VAC, NO TV-5, 120VAC, NO  Contact 2(Form A or Form B)or blank ( Form C): 12A/15A 125VAC, Resistive&General use,NO 10A 250VAC/28VDC,Resistive&General use,NO 1/3HP 250VAC,NO FLA 5A, LRA 10A, 120/ 240VAC, NO TV-3, 120VAC, NO  Contact 1 or 3: 12A/15A 125VAC, Resistive&General use,NO 10A 250VAC/28VDC,Resistive&General use,NO 1/3HP 250VAC,NO FLA 5A, LRA 10A, 120/ 240VAC, NO TV-3, 120VAC, NO  Contact 4: 7A 250VAC,Resistive&General use,NO&NC 10A 250VAC,Resistive&General use,NO  Contact 5: 7A 250VAC,Resistive&General use,NO&NC 10A 250VAC,Resistive&General use,NO  Contact 6(Form A or Form C): 10A 277 VAC,Resistive&General use,NO 7A 277 VAC,Resistive&General use,NC

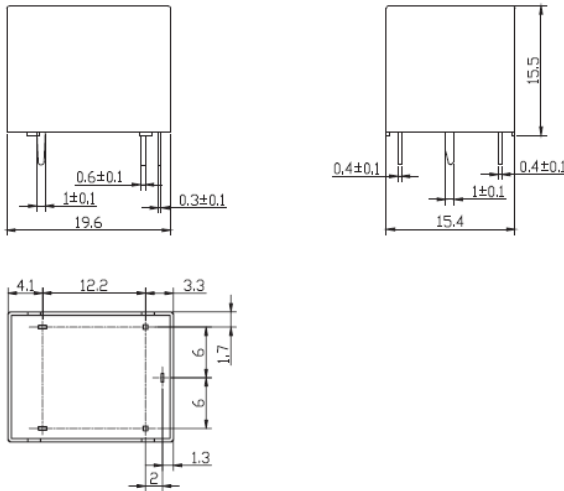
Ordering Information

Nomenclature						
SRD	-S	-1	12	D	M	1 - F - XX
Special Parameter: Nil-Standard type, Letter or number-Special requirement						
Insulation System: Nil-Standard, B-Class B, F-Class F						
Contact Material:						
Moveable Contact for form C		Moveable Contact for form A		Moveable Contact for form B		
Nil- AgSnO2 $\phi$ 2.8		Nil- AgSnO2 $\phi$ 3.0		Nil- AgSnO2 $\phi$ 3.0		
1- AgCdO, $\phi$ 2.8		1- AgCdO $\phi$ 3.0		1- AgCdO $\phi$ 3.0		
2- AgSnO2 $\phi$ 3.0		6- AgNi $\phi$ 3.0				
3- AgCdO $\phi$ 3.0						
4- 3 Compounds $\phi$ 3.0						
5- Cu plated with La $\phi$ 3.0						
6- AgNi $\phi$ 3.0						
Contact Form: Nil-Form C, B-Form B, M-Form A						
Coil Power: D-0.36W						
Coil Voltage (VDC): 03, 05, 06, 09, 12, 15, 18, 24, 48, 60						
Number of Poles: 1-1 Pole						
Protective Construction: S-Flux proofed, SH-Sealed type washable						
Type Designation: SRD						

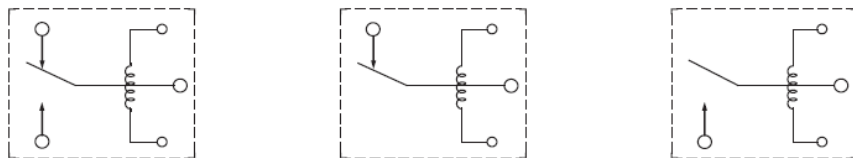
Remark:

1. Only "-D2,-D3,-DM" type will have VDE logo on the case
2. The diameter of all stationary contacts are  $\phi$  3.0 mm.

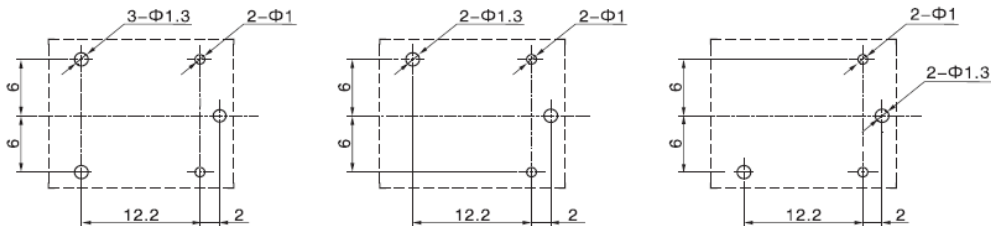
**Outline Dimensions, Wiring Diagram, P.C. Board Layout (unit: mm)**



Unless otherwise specified:  
 If dimension < 1mm, tolerance: ± 0.2mm;  
 If dimension 1-5mm, tolerance: ± 0.3mm;  
 If dimension > 5mm, tolerance: ± 0.4mm.  
 Note: Extended terminal dimension is dimension before soldering.



Wiring Diagram (bottom view)



1c

1b

1a

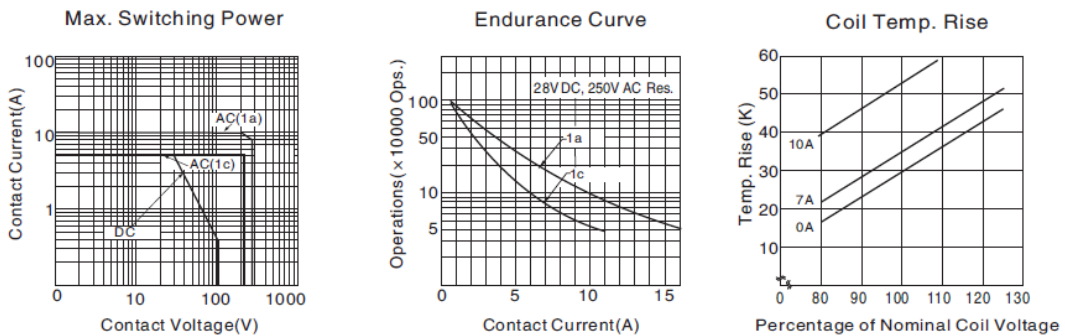
P.C.B. Layout (bottom view)

Tolerance of P.C.B. layout: ± 0.1mm.

**Typical Applications**

- Home appliances such as air conditioner, heater, etc.
- Automat      ● Office equipment such as computer, fax machine, etc.
- Automatic electric controlled window, automotive antenna, door lock, etc.

**Characteristic Curves**



## FEATURES

- Factory set trigger point: 15°
- Digital Output
- Range: 4 to 30 cm
- Typical response time: 39 ms
- Typical start up delay: 46 ms
- Average current consumption: 33 mA

## DESCRIPTION

The GP2D150A is a distance measuring sensor with digital output.

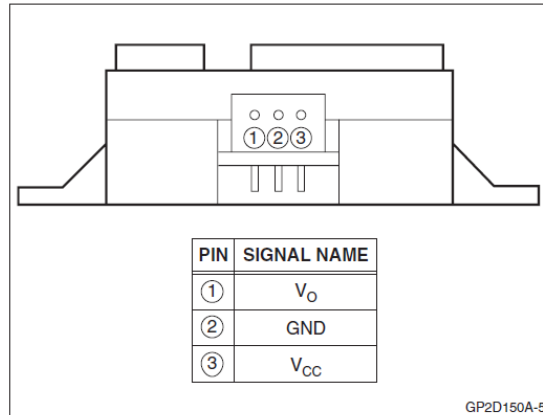


Figure 1. Pinout

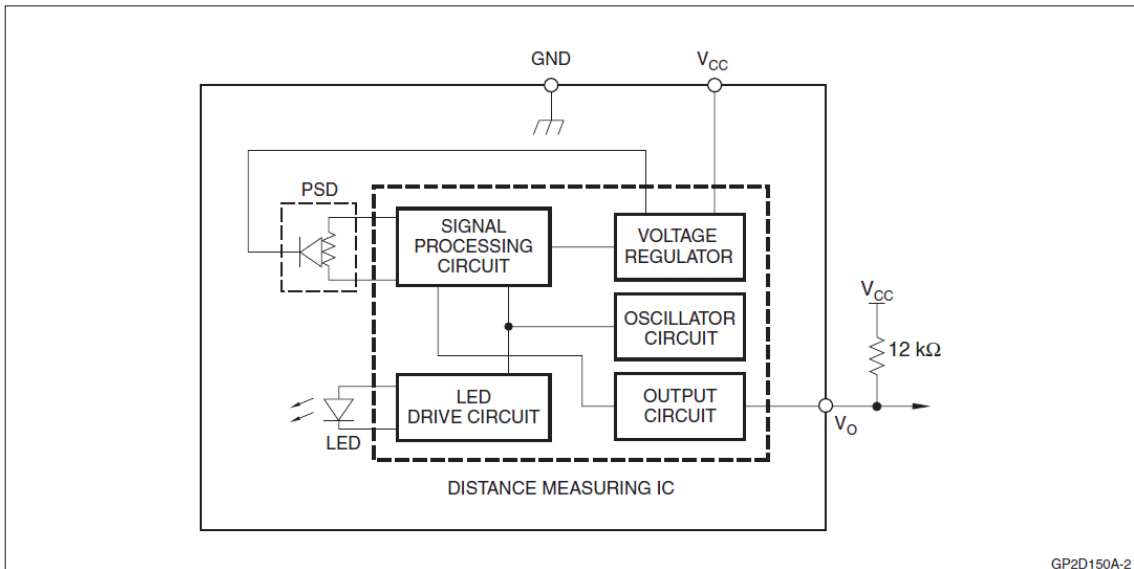


Figure 2. Block Diagram

## ELECTRICAL SPECIFICATIONS

### Absolute Maximum Ratings

$T_a = 25^\circ\text{C}$ ,  $V_{CC} = 5\text{ VDC}$

PARAMETER	SYMBOL	RATING	UNIT	REMARKS
Supply Voltage	$V_{CC}$	-0.3 to +7.0	V	
Output Terminal Voltage	$V_O$	-0.3 to ( $V_{CC} + 0.3$ )	V	Open collector output
Operating Temperature	$T_{opr}$	-10 to +60	$^\circ\text{C}$	
Storage Temperature	$T_{stg}$	-40 to +70	$^\circ\text{C}$	

### Operating Supply Voltage

PARAMETER	SYMBOL	RATING	UNIT
Operating Supply Voltage	$V_{CC}$	4.5 to 5.5	V

### Electro-optical Characteristics

$T_a = 25^\circ\text{C}$ ,  $V_{CC} = 5\text{ VDC}$

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN.	TYP.	MAX.	UNIT	NOTES
Measuring Distance Range	$\Delta L$		3	—	30	cm	1, 3
Output Terminal Voltage	$V_{OH}$	Output voltage at high level	$V_{CC} - 0.3$	—	—	V	1
	$V_{OL}$	Output voltage at low level	—	—	0.6	V	1
Output Distance Characteristics	$V_O$		12.5	15	17.5	cm	1, 2, 4
Average Supply Current	$I_{CC}$		—	33	50	mA	

#### NOTES:

1. Measurements made with Kodak R-27 Gray Card, using the white side, (90% reflectivity).
2. Each device is factory set for output switching at  $L = 15\text{ cm} \pm 2.5\text{ cm}$ .
3. Distance measuring range of the sensor optics.
4. Output switching has hysteresis. The distance specified by  $V_O$  is the distance at which the output switches from LOW to HIGH.
5.  $L$  = Distance to reflective object.

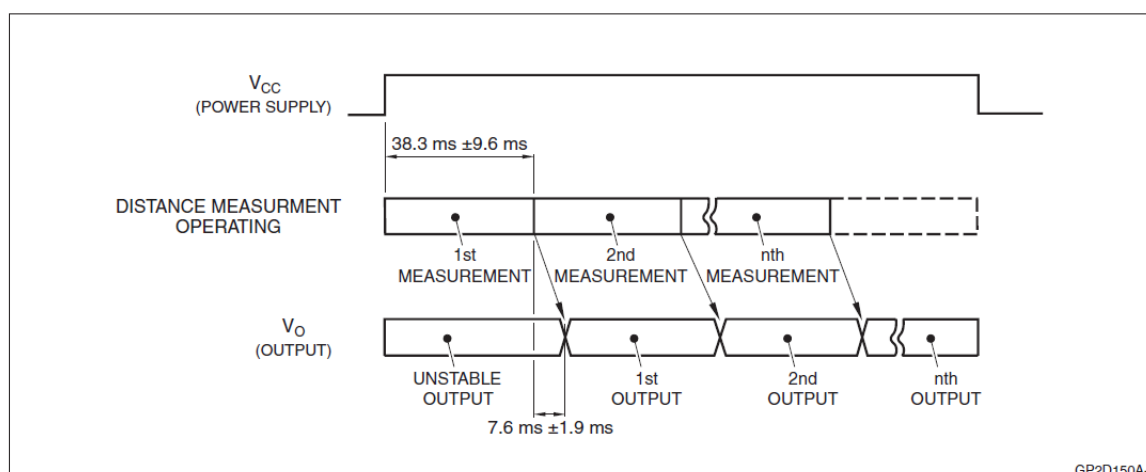


Figure 3. Timing Diagram

## RELIABILITY

The reliability of requirements of this device are listed in Table 1.

Table 1. Reliability

TEST ITEMS	TEST CONDITIONS	FAILURE JUDGEMENT CRITERIA	SAMPLES (n), DEFECTIVE (C)
Temperature Cycling	One cycle -40°C (30 min.) to +70°C in 30 minutes, repeated 25 times	Initial $\times 0.8 > V_O$ $V_O > \text{Initial} \times 1.2$	n = 11, C = 0
High Temperature and High Humidity Storage	+40°C, 90% RH, 500h		n = 11, C = 0
High Temperature Storage	+70°C, 500h		n = 11, C = 0
Low Temperature Storage	-40°C, 500h		n = 11, C = 0
Operational Life (High Temperature)	+60°C, $V_{CC} = 5\text{ V}$ , 500h		n = 11, C = 0
Mechanical Shock	100 m/s <sup>2</sup> , 6.0 ms 3 times/ $\pm X$ , $\pm Y$ , $\pm Z$ direction		n = 6, C = 0
Variable Frequency Vibration	10-to-55-to-10 Hz in 1 minute Amplitude: 1.5 mm 2h in each X, Y, Z direction		n = 6, C = 0

### NOTES:

1. Test conditions are according to Electro-optical Characteristics, shown on page 2.
2. At completion of the test, allow device to remain at nominal room temperature and humidity (non-condensing) for two hours.
3. Confidence level: 90%, Lot Tolerance Percent Defect (LTPD): 20%/40%.

## INCOMING INSPECTION

### Inspection Lot

Inspection shall be carried out per each delivery lot.

### Inspection Method

A single sampling plan, normal inspection level II based on ISO 2859 shall be adopted.

Table 2. Quality Level

DEFECT	INSPECTION ITEM/TEST METHOD	AQL (%)
Major Defect	Electro-optical characteristics defect	0.4
Minor Defect	Defect to appearance or dimensions (crack, split, chip, scratch, stain)*	1.0

**NOTE:** Any one of these that affects the Electro-optical Characteristics shall be considered a defect.

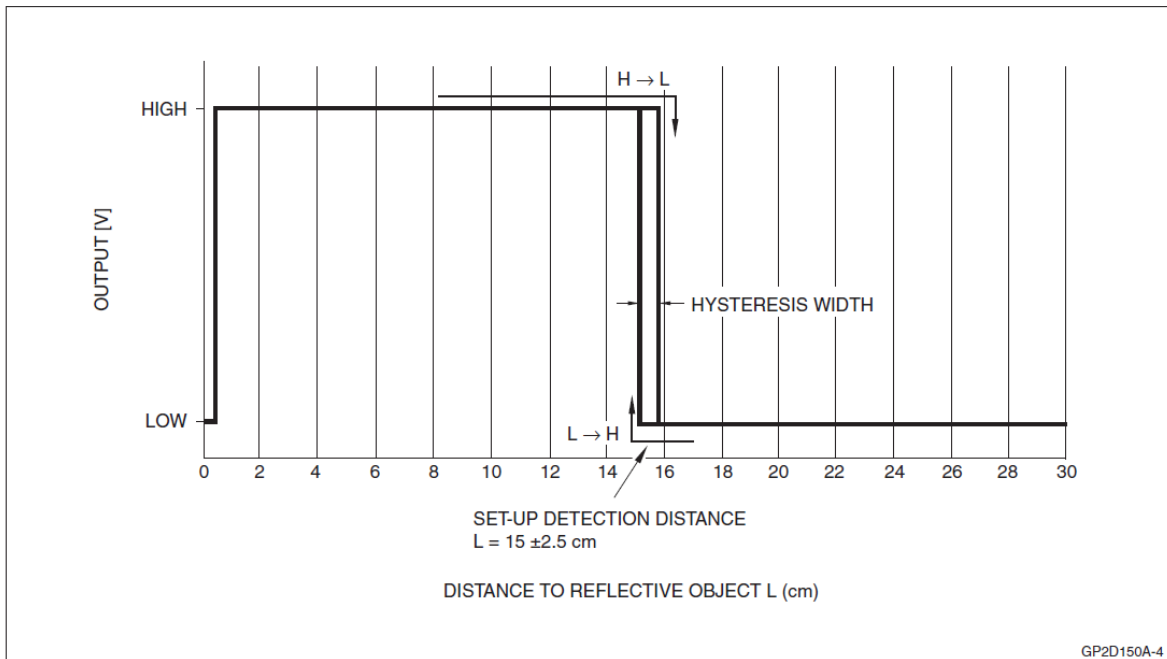
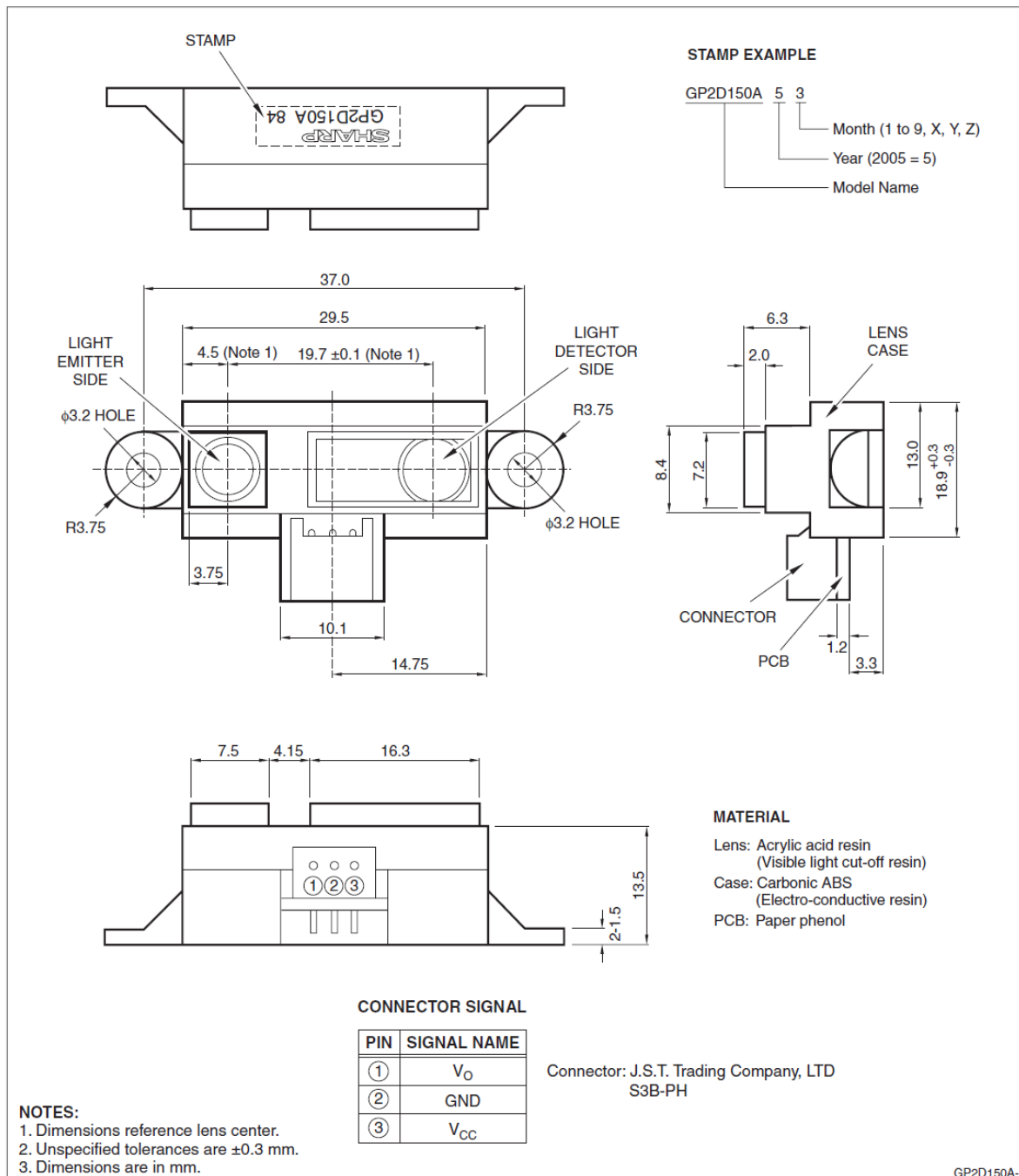
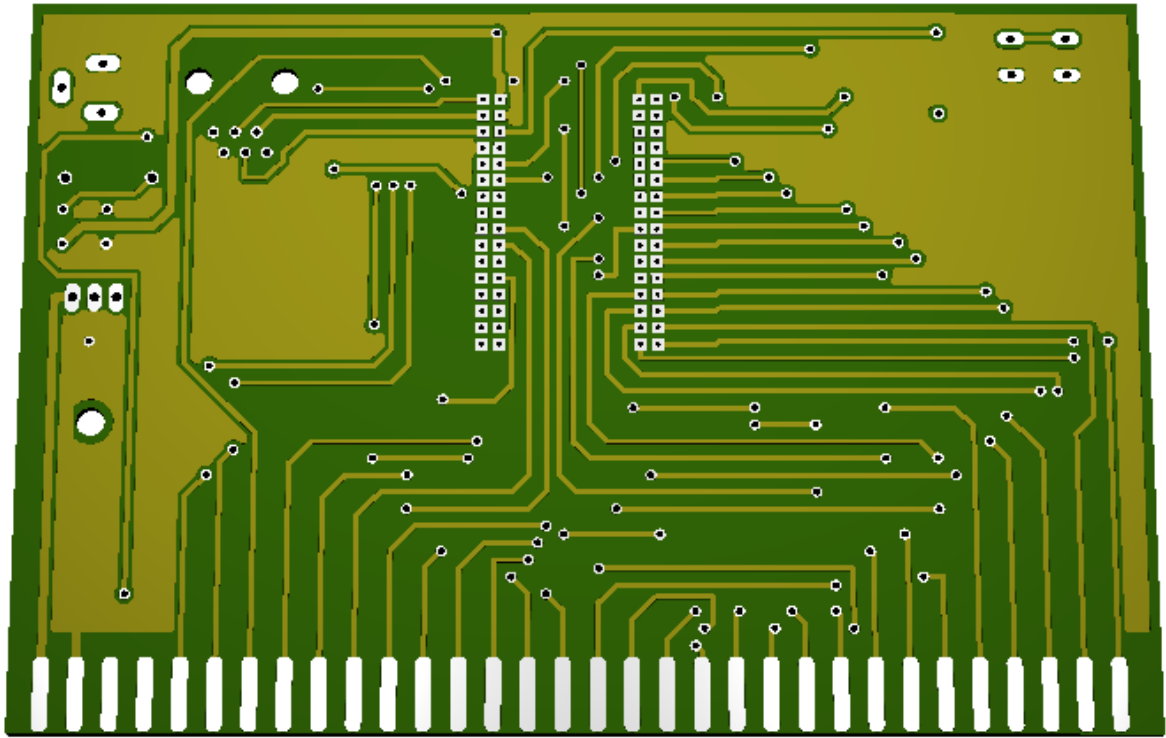


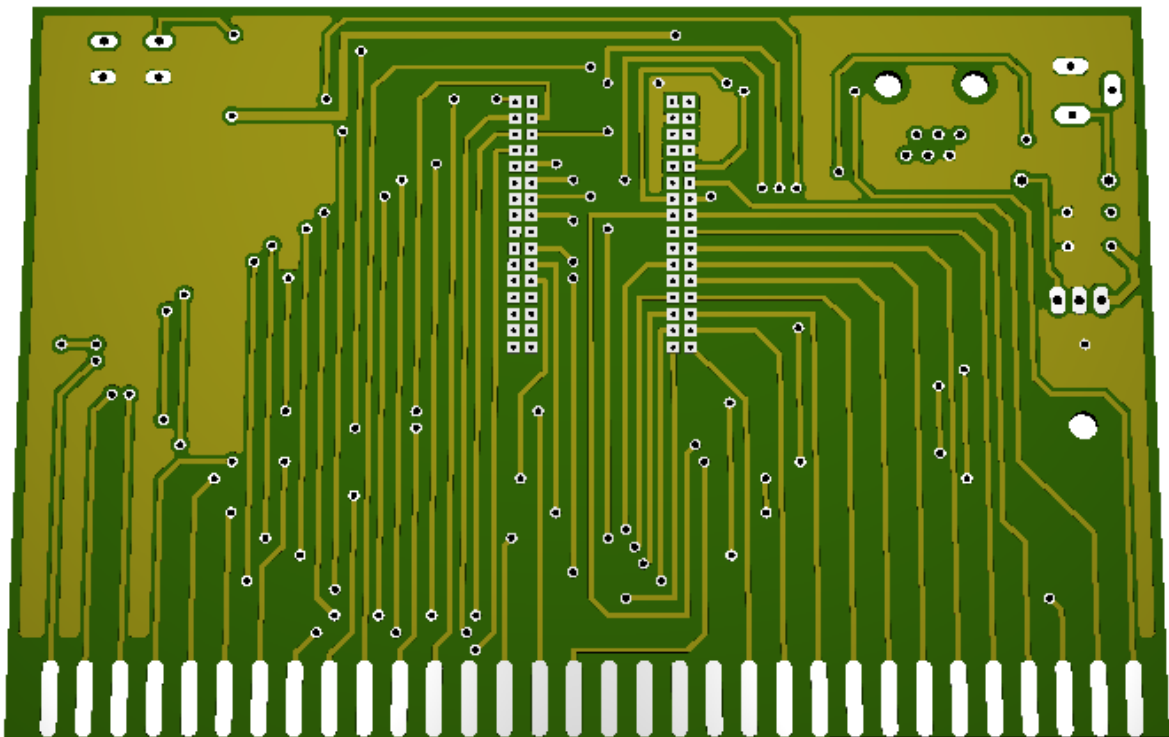
Figure 4. GP2D150A Example of Output Distance Characteristics

PACKAGE SPECIFICATIONS



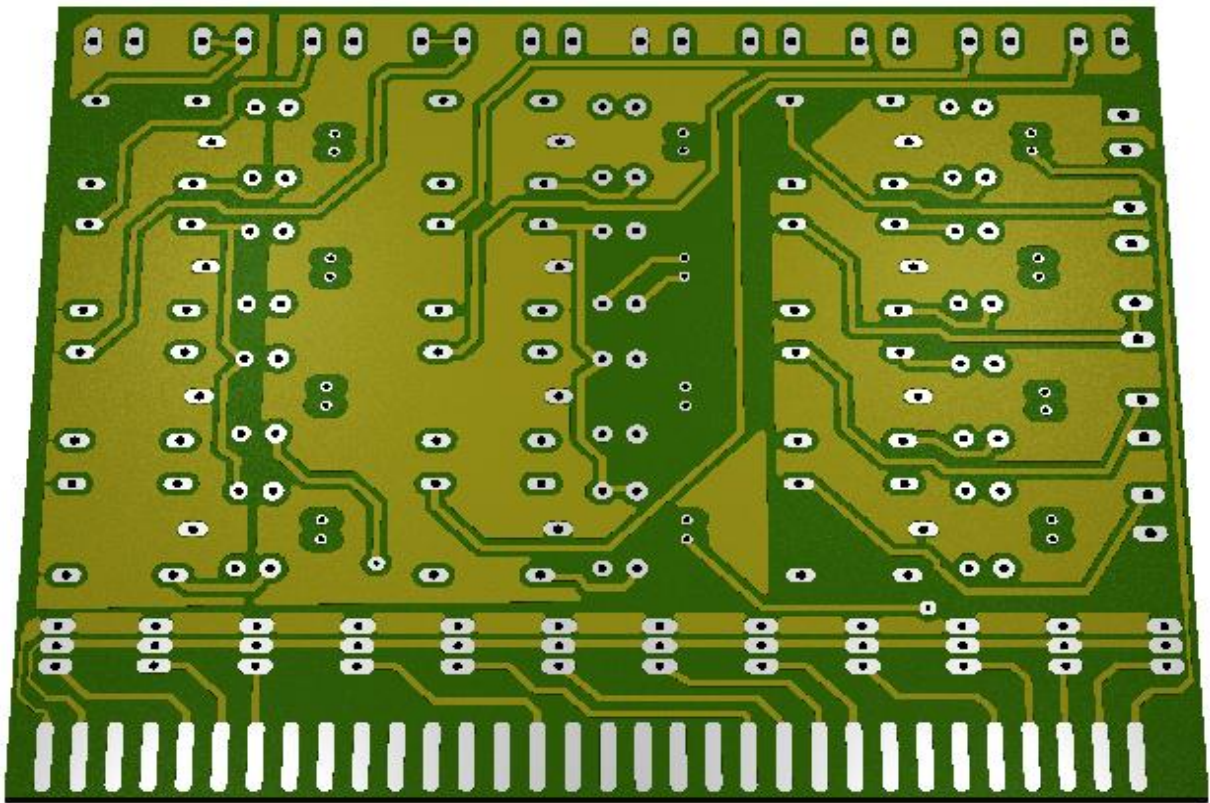


La carte de commande (face composants)

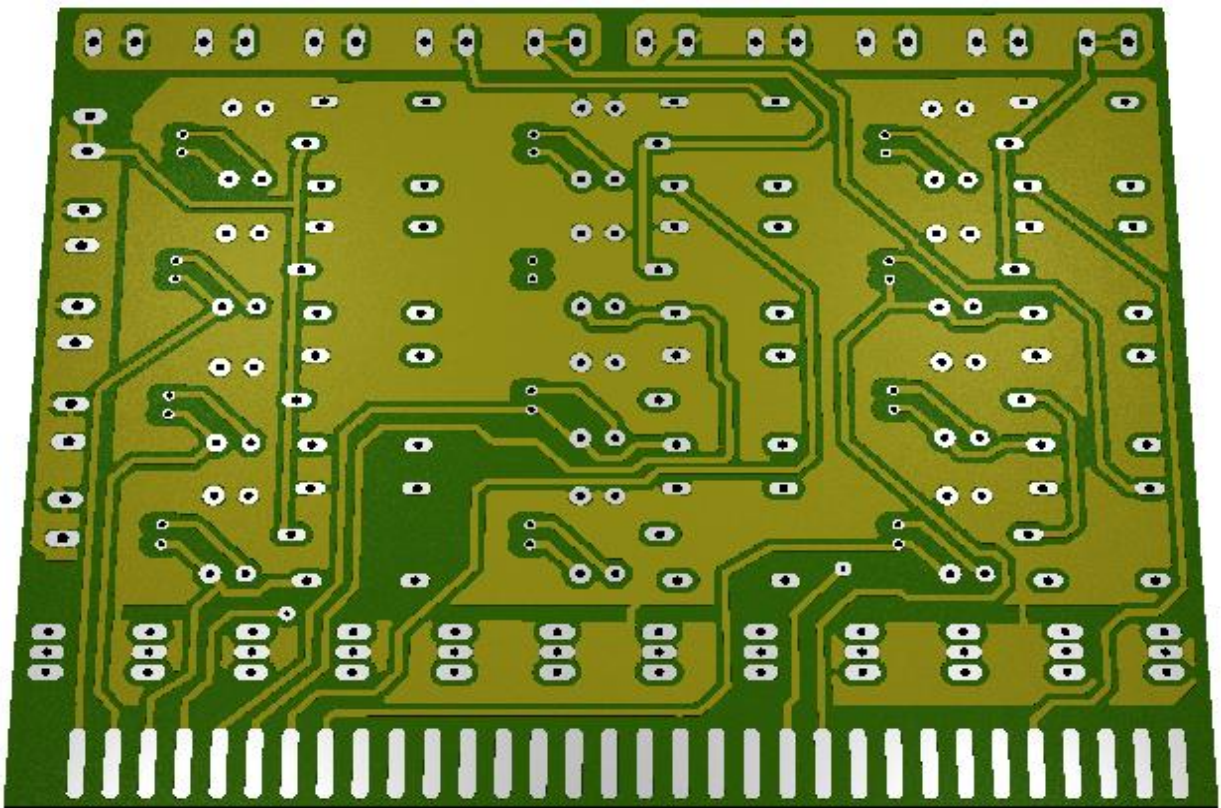


La carte de commande (face soudure)

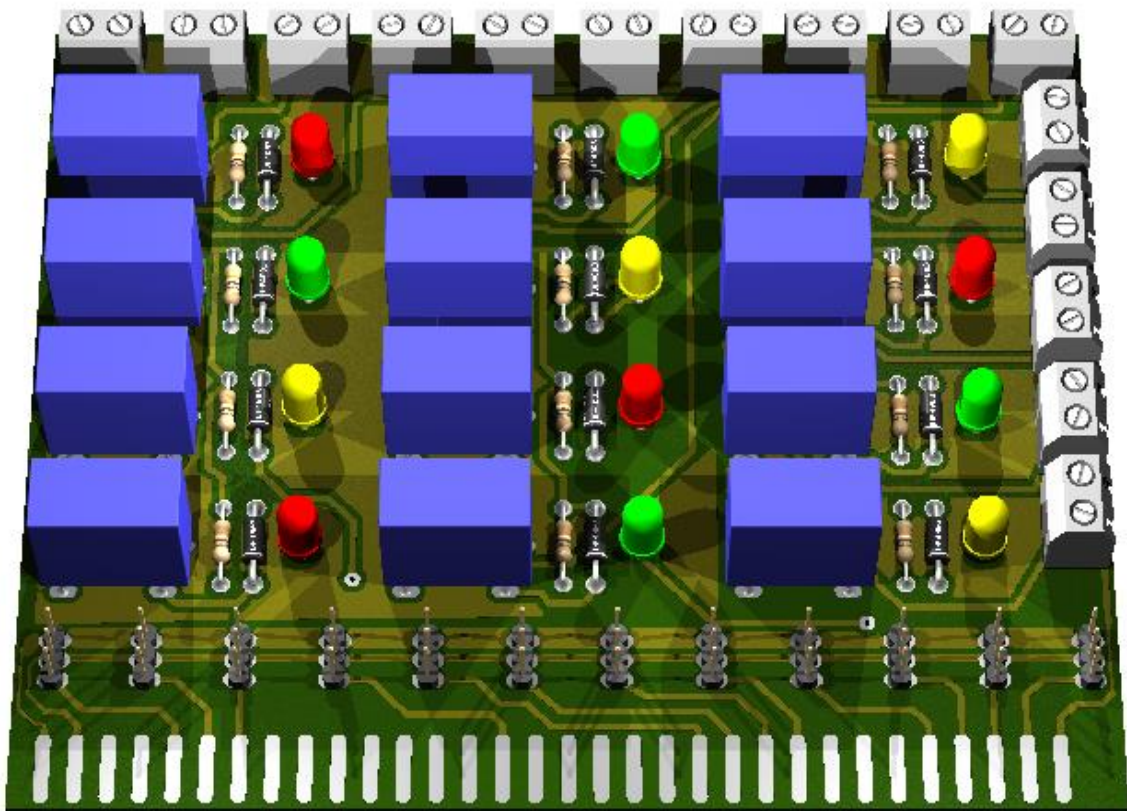




La carte de puissance (face composants)



La carte de puissance (face soudure)



La carte de puissance en 3D

# Bibliographie

---

- [1] Olivier LE GALLO : 'Automatique des systèmes mécaniques', Dunod, Paris, 2009.
- [2] [www.bannaladi.fr/cours/Structure/1\\_SA](http://www.bannaladi.fr/cours/Structure/1_SA).
- [4] [www.uvt.rnu.tn/resources-uvt/cours/Automatismes/chapitre1\\_systeme](http://www.uvt.rnu.tn/resources-uvt/cours/Automatismes/chapitre1_systeme).
- [3] [www.lycees.ac-rouen.fr/modesteleroy/spip/IMG/pdf/\\_Buts\\_de\\_l\\_automatisme](http://www.lycees.ac-rouen.fr/modesteleroy/spip/IMG/pdf/_Buts_de_l_automatisme).
- [5] [www.lyc-hoche-versailles.ac-versailles.fr/IMG/pdf/chaineFonctionnelle\\_cours\\_prof](http://www.lyc-hoche-versailles.ac-versailles.fr/IMG/pdf/chaineFonctionnelle_cours_prof).
- [6] [www.etab.ac-caen.fr/Les.../Chaine\\_information\\_et\\_Chaine\\_energie](http://www.etab.ac-caen.fr/Les.../Chaine_information_et_Chaine_energie)
- [7] [www.lyc-hoche-versailles.ac-versailles.fr/IMG/pdf/introAutom\\_prof.pdf](http://www.lyc-hoche-versailles.ac-versailles.fr/IMG/pdf/introAutom_prof.pdf)
- [8] [www.perso..fr/starnaud/Asservissement/Cours%20intro%20automatisme](http://www.perso..fr/starnaud/Asservissement/Cours%20intro%20automatisme).
- [9] Nicolas JOUVRAY : 'Langages de programmation pour systèmes automatisés ; norme CEI 61131-3', ICS Triplex France-ISaGRAF, 2008.
- [10] J. Perrin et al. Automatique et Informatique Industrielle -Bases théoriques, méthodologies et techniques. Nathan, 2004 Noël
- [12] [www.icaspa.it](http://www.icaspa.it)
- [13] [www.iconcontacts.fr/machines-de-conditionnement-14-pr.awp](http://www.iconcontacts.fr/machines-de-conditionnement-14-pr.awp)
- [14] Jean-Jacques URVOY : 'Packaging, c'est quoi exactement ?', Le 21 janvier 2013.
- [15] Floriano\_HELHALe,'packaging définition globale et d'un point de vue marketing', lundi 20 décembre 2010
- [16] Shimon Y. NOF : 'Springe Handbook of Automation', Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2009

- [17] Manuel du CUBLOC (en français et en anglais).
- [18] [www.audon.co.uk/cubloc\\_cpu/CB280.html](http://www.audon.co.uk/cubloc_cpu/CB280.html)Cubloc.
- [19] [www.comfiletech.com](http://www.comfiletech.com)
- [20] [www.sonelec-musique.com/electronique\\_theorie\\_relais.html](http://www.sonelec-musique.com/electronique_theorie_relais.html)
- [21] [www.astuces-pratiques.fr/electronique/le-relais-principe-de-fonctionnement](http://www.astuces-pratiques.fr/electronique/le-relais-principe-de-fonctionnement) relais complet
- [22] [www.astuces-pratiques.fr/electronique/la-diode-de-roue-libre](http://www.astuces-pratiques.fr/electronique/la-diode-de-roue-libre) Diode
- [23] [www.technologuepro.com/Mecanique/Systemes-pneumatiques/5](http://www.technologuepro.com/Mecanique/Systemes-pneumatiques/5)
- [24] [www.guidedesautomatismes.com](http://www.guidedesautomatismes.com)
- [25] [www.senstronic.com/fr/documentation/guides-techniques/detecteurs-de-proximitees-optoelectroniques](http://www.senstronic.com/fr/documentation/guides-techniques/detecteurs-de-proximitees-optoelectroniques)
- [26] [www.festo-didactic.com/ov3/media/customers/1100/03\\_verins.pdf](http://www.festo-didactic.com/ov3/media/customers/1100/03_verins.pdf)
- [27] [www.robot-electronics.co.uk/htm/emg30.htm](http://www.robot-electronics.co.uk/htm/emg30.htm)
- [28] [www.maxicours.com/se/fiche/8/9/130689.html](http://www.maxicours.com/se/fiche/8/9/130689.html)
- [29] [www.bv.alloprof.qc.ca/science-et-technologie/l'univers-technologique/l'ingenierie-mecanique/les-fonctions-mecaniques-complexes/les-mecanismes-de-transformation-du-mouvement.aspx](http://www.bv.alloprof.qc.ca/science-et-technologie/l'univers-technologique/l'ingenierie-mecanique/les-fonctions-mecaniques-complexes/les-mecanismes-de-transformation-du-mouvement.aspx)
- [30] Thierry GALLAUZIAUX et David FUDULLO : 'Le grand livre de l'électricité', Eyrolles, 2010.

#### Les logiciels utilisés

- (1) Eagle & Eagle 3d.
- (2) Proteus.
- (3) Solidworks.
- (4) Pov-ray.
- (5) CUBLOC studio.
- (6) Winrelais.