

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE**  
**MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE**  
**SCIENTIFIQUE**  
**UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF - M'SILA**

FACULTE DE TECHNOLOGIE  
DEPARTEMENT GENIEELECTRIQUE  
N° : 151535101939



FILIERE : ELECTROTECHNIQUE  
OPTION : CMT

**Par : Mahdi Abdelouahed**

**Intitulé**

**Réalisation et automatisation d'une machine de  
remplissage de bouteilles des jus**

**Soutenu devant le jury composé de :**

|                       |                   |            |
|-----------------------|-------------------|------------|
| Dr. Riad BOUZIDI      | Université M'sila | Président  |
| Dr. El Oualid ZOUGGAR | Université M'sila | Rapporteur |
| Dr. Mohamed BEDBOUDI  | Université M'sila | Examineur  |

**Année universitaire : 2020 /2021**

# Table des matières

|  |           |
|--|-----------|
| <b>1 GÉNÉRALITÉS</b>   | <b>16</b> |
| 1.1 Système de contrôle-commande . . . . .                             | 16        |
| 1.1.1 Historique . . . . .   | 16        |
| 1.1.2 Domaine d'utilisation . . . . .                                  | 16        |
| 1.1.3 Architecture du système . . . . .                                | 17        |
| 1.1.4 Fonctionnalités du système . . . . .                             | 17        |
| 1.2 Automate programmable industriel . . . . .                         | 18        |
| 1.2.1 Présentation . . . . .   | 18        |
| 1.2.2 Constitution . . . . .   | 19        |
| 1.2.3 Programmation . . . . .  | 20        |
| 1.2.4 Différents langages de programmation . . . . .                   | 21        |
| 1.2.5 Usage . . . . .  | 22        |
| 1.2.6 Avantages et inconvénients . . . . .                             | 23        |
| 1.2.7 Automate de sécurité . . . . .                                   | 23        |
| 1.2.8 Nano Automates Embarqués . . . . .                               | 24        |
| 1.2.9 Automate logiciel . . . . .                                      | 24        |
| <b>2 DESCRIPTION PROCESSUS ET IDENTIFICATION DU MATÉRIEL UTILI- SÉ</b> | <b>26</b> |
| 2.1 PARTIE ELECTRIQUE.....   | 26        |
| 2.1.1 Capteur de couleurs.....   | 26        |
| 2.1.1.1 Comment utiliser un capteur de couleurs avec Arduino.....      | 26        |
| 2.1.1.2 Caractéristiques du capteur de couleurs .....                  | 26        |
| 2.1.1.3 Connexions du colorsensor à l'Arduino .....                    | 27        |
| 2.1.1.4 Code Arduino du color sensor (Capteur de couleurs).....        | 27        |
| 2.1.2 Lampe témoin .....   | 30        |

|          |  |    |
|----------|--|----|
| 2.1.2.1  | Définition . . . . .                             | 30 |
| 2.1.2.2  | Constitution : . . . . .                         | 30 |
| 2.1.2.3  | Caractéristiques . . . . .                       | 30 |
| 2.1.3    | Bouton poussoir . . . . .                        | 30 |
| 2.1.3.1  | Définition . . . . .                             | 31 |
| 2.1.3.2  | Les types de bouton poussoir . . . . .           | 31 |
| 2.1.3.3  | Fonctionnement . . . . .                         | 31 |
| 2.1.4    | Bouton d'arrêt d'urgence . . . . .               | 31 |
| 2.1.4.1  | Définition . . . . .                             | 31 |
| 2.1.4.2  | Les types de bouton d'arrêt d'urgence . . . . .  | 32 |
| 2.1.5    | Sectionneur porte fusible . . . . .              | 32 |
| 2.1.5.1  | Définition . . . . .                             | 32 |
| 2.1.5.2  | Les types de sectionneur porte fusible . . . . . | 33 |
| 2.1.6    | Disjoncteur magnéto thermique . . . . .          | 34 |
| 2.1.6.1  | Définition . . . . .                             | 34 |
| 2.1.6.2  | Principe de fonctionnement . . . . .             | 34 |
| 2.1.6.3  | Principe thermique . . . . .                     | 34 |
| 2.1.6.4  | Principe magnétique . . . . .                    | 35 |
| 2.1.6.5  | Constitution . . . . .                           | 35 |
| 2.1.7    | fusible . . . . .                                | 36 |
| 2.1.7.1  | Définition . . . . .                             | 36 |
| 2.1.7.2  | Types de fusibles . . . . .                      | 36 |
| 2.1.7.3  | Principe de Fonctionnement . . . . .             | 37 |
| 2.1.8    | Relais électromécanique . . . . .                | 37 |
| 2.1.8.1  | Définition . . . . .                             | 38 |
| 2.1.8.2  | Constitution . . . . .                           | 38 |
| 2.1.8.3  | Principe de Fonctionnement . . . . .             | 38 |
| 2.1.9    | Moteur courant continu . . . . .                 | 38 |
| 2.1.9.1  | Définition . . . . .                             | 39 |
| 2.1.9.2  | Type de moteur à courant continu . . . . .       | 39 |
| 2.1.9.3  | Constitution . . . . .                           | 39 |
| 2.1.9.4  | Principe de Fonctionnement . . . . .             | 39 |
| 2.1.10   | vérins électriques . . . . .                     | 40 |
| 2.1.10.1 | Définition . . . . .                             | 40 |

|          |  |    |
|----------|--|----|
| 2.1.10.2 | Constitution .....                                 | 40 |
| 2.1.10.3 | Principe de Fonctionnement .....                   | 40 |
| 2.1.11   | Le transformateur .....                            | 41 |
| 2.1.11.1 | Définition.....                                    | 41 |
| 2.1.11.2 | Constitution .....                                 | 41 |
| 2.1.11.3 | Le circuit magnétique .....                        | 41 |
| 2.1.12   | Les enroulements.....                              | 42 |
| 2.1.12.1 | Principe de Fonctionnement .....                   | 42 |
| 2.1.12.2 | Calcul en rapport au transformateur monophasé..... | 42 |
| 2.1.13   | Alimentation à découpage.....                      | 43 |
| 2.1.13.1 | Définition.....                                    | 43 |
| 2.1.13.2 | Éléments principaux.....                           | 43 |
| 2.2      | PARTIE AUTOMATISME .....                           | 44 |
| 2.2.1    | Capteur infrarouge.....                            | 44 |
| 2.2.1.1  | Définition.....                                    | 45 |
| 2.2.1.2  | Constitution de Capteur infrarouge FC-51 .....     | 45 |
| 2.2.1.3  | Principe de Fonctionnement .....                   | 45 |
| 2.2.2    | Automate Programmable.....                         | 46 |
| 2.2.2.1  | Définition.....                                    | 46 |
| 2.2.2.2  | Structure interne des API.....                     | 46 |
| 2.2.2.3  | Les caractéristiques principales API.....          | 46 |
| 2.2.2.4  | Fonctionnement .....                               | 47 |
| 2.2.3    | DESCRIPTION DES ELEMENTS D'UN API .....            | 48 |
| 2.2.3.1  | Microcontrôleur (PIC).....                         | 48 |
| 2.2.3.2  | Introduction .....                                 | 48 |
| 2.2.3.3  | Généralités sur les microcontrôleurs.....          | 48 |
| 2.2.3.4  | Définition des PICs .....                          | 49 |
| 2.2.3.5  | Unité centrale .....                               | 49 |
| 2.2.3.6  | La mémoire Programme ROM.....                      | 49 |
| 2.2.3.7  | les CARTES d'entrées .....                         | 49 |
| 2.2.3.8  | Cartes de sorties .....                            | 49 |
| 2.2.3.9  | Caractéristiques du PIC 16F877A .....              | 50 |
| 2.2.3.10 | Structure externe de PIC16F877-A .....             | 50 |

|          |  |           |
|----------|--|-----------|
| 2.2.4    | Ports d'entrée et de sortie .....              | 51        |
| 2.2.4.1  | Les Ports d'entrées.....                       | 51        |
| 2.2.4.2  | Définition.....                                | 51        |
| 2.2.5    | L'Optocoupleur PC817 .....                     | 51        |
| 2.2.5.1  | CARACTERISTIQUES L'Optocoupleur PC817.....     | 52        |
| 2.2.6    | les Ports de sortie .....                      | 52        |
| 2.2.6.1  | Définition.....                                | 52        |
| 2.2.7    | CIRCUIT ULN2803 COMMANDE DE PUISSANCE .....    | 52        |
| 2.2.7.1  | Définition.....                                | 52        |
| 2.2.7.2  | Caractéristiques de l'ULN2803A.....            | 53        |
| 2.2.8    | régulateur de tension (LM7805/LM7809.....      | 54        |
| 2.2.8.1  | Régulateur de tension (LM7805/LM7809 .....     | 54        |
| 2.2.8.2  | Définition.....                                | 54        |
| 2.2.8.3  | Brochage.....                                  | 54        |
| 2.2.8.4  | Brochage.....                                  | 54        |
| 2.2.9    | Photodiode (LED) .....                         | 55        |
| 2.2.9.1  | Définition.....                                | 55        |
| 2.2.9.2  | Constitution .....                             | 55        |
| 2.2.9.3  | constitution de photodiode.....                | 55        |
| 2.2.10   | Les résistances électriques .....              | 56        |
| 2.2.10.1 | Définition.....                                | 56        |
| 2.2.10.2 | Constitution .....                             | 56        |
| 2.2.10.3 | constitution de photodiode.....                | 56        |
| 2.2.11   | Schéma électronique de l'API :.....            | 57        |
| 2.2.11.1 | Typon (circuit imprimé) de l'API .....         | 57        |
| 2.2.12   | Schema Synoptique de l'API :.....              | 58        |
| 2.2.12.1 | Schema Synoptique de l'API : .....             | 58        |
| 2.3      | PARTIE ELECTRIQUE .....                        | 59        |
| <b>3</b> | <b>PROGRAMMATION ET SUPERVISION DU PROCÉDÉ</b> | <b>63</b> |
| 3.1      | INTRODUCTION.....                              | 63        |
| 3.2      | Le langage ladder.....                         | 63        |
| 3.2.1    | Définition.....                                | 63        |
| 3.2.2    | Principe d'écriture d'un programme.....        | 63        |

|          |  |           |
|----------|--|-----------|
| 3.2.3    | Ladder diagram.....  | 64        |
| 3.2.4    | Représentation des éléments principaux.....  | 65        |
| 3.3      | Le programme LDMicro.....  | 65        |
| 3.3.1    | Definition.....  | 65        |
| 3.3.2    | Bases du programme.....  | 65        |
| 3.3.3    | Programmation avec LD micro.....   | 66        |
| 3.3.3.1  | première ligne.....  | 66        |
| 3.3.3.2  | reste de la ligne.....   | 66        |
| 3.3.3.3  | seconde ligne.....   | 67        |
| 3.3.3.4  | La troisième ligne.....  | 67        |
| 3.3.3.5  | la première instruction.....   | 68        |
| 3.3.3.6  | la première instruction d'égalité.....   | 68        |
| 3.3.3.7  | la deuxième instruction.....   | 69        |
| 3.3.3.8  | la deuxième instruction d'égalité.....   | 69        |
| 3.3.4    | Simulation du programme LDmicro.....   | 70        |
| 3.3.4.1  | Les instructions activées sont affichées en rouge vif.....   | 70        |
| 3.3.5    | Compiler dans un fichier HEX.....  | 70        |
| 3.3.5.1  | les élément de la liste.....   | 71        |
| <b>4</b> | <b>TESTS ET SIMULATION DU PROCEDE</b>  | <b>72</b> |
| 4.1      | Programme Ladder de Réalisation et Automatisation d'une machine de remplissage<br>de bouteilles des jus..... | 72        |
| 4.1.1    | Fonctionnement :.....  | 72        |
| 4.1.2    | Cahier de charge :.....  | 72        |
| 4.2      | Programme Ladder de Réalisation.....   | 74        |
| 4.2.1    | Les Tableaus des variables.....  | 75        |
| 4.2.2    | GRAFCET du système.....  | 76        |
| 4.3      | GRAFCET du système.....  | 76        |

# Table des figures

|      |  |    |
|------|--|----|
| 2.1  | puce TCS3200 .....                                   | 27 |
| 2.2  | Connexions du colorsensor à l'Arduino .....          | 28 |
| 2.3  | capteur de couleurs.....                             | 29 |
| 2.4  | Lampe témoin.....                                    | 30 |
| 2.5  | bouton poussoir .....                                | 30 |
| 2.6  | Fonctionnement du bouton poussoir .....              | 31 |
| 2.7  | Bouton d'arrêt d'urgence.....                        | 32 |
| 2.8  | Les types de bouton d'arrêt d'urgence .....          | 32 |
| 2.9  | Sectionneur porte fusible.....                       | 33 |
| 2.10 | Sectionneur porte fusible.....                       | 34 |
| 2.11 | Principe thermique .....                             | 35 |
| 2.12 | Principe magnétique .....                            | 35 |
| 2.13 | fusible avec symbole .....                           | 36 |
| 2.14 | Constitution de la fusible .....                     | 37 |
| 2.15 | relais.....  | 37 |
| 2.16 | Constitution du relais .....                         | 38 |
| 2.17 | Moteur courant continu .....                         | 38 |
| 2.18 | Type de moteur à courant continu.....                | 39 |
| 2.19 | Constitution de la moteur à courant continu.....     | 39 |
| 2.20 | vérins avec symbole.....                             | 40 |
| 2.21 | Constitution du vérin .....                          | 40 |
| 2.22 | transformateur avec symbole.....                     | 41 |
| 2.23 | Alimentation à découpage.....                        | 43 |
| 2.24 | Capteur infrarouge avec symbole .....                | 44 |
| 2.25 | photo Constitution de Capteur infrarouge FC-51 ..... | 45 |
| 2.26 | Système barrage .....                                | 46 |

---

|      |   |    |
|------|---|----|
| 2.27 | Système de proximité.....                     | 46 |
| 2.28 | Système reflex.....                           | 47 |
| 2.29 | Microcontrôleur (PIC).....                    | 48 |
| 2.30 | Structure interne des PICs .....              | 49 |
| 2.31 | Caractéristiques du PIC 16F877A .....         | 50 |
| 2.32 | pic16f877.....                                | 50 |
| 2.33 | Les Ports d'entrées.....                      | 51 |
| 2.34 | L'Optocoupleur PC817 .....                    | 51 |
| 2.35 | CARACTERISTIQUES L'Optocoupleur PC817.....    | 52 |
| 2.36 | RCUIT ULN2803 COMMANDE DE PUISSANCE.....      | 52 |
| 2.37 | Structure Interne ULN2803A.....               | 53 |
| 2.38 | Photodiode (LED) .....                        | 55 |
| 2.39 | Les résistances électriques avec symbole..... | 56 |

# Remerciements

Je tiens tout d'abord à remercier le Dieu le tout puissant et miséricordieux, qui m'a donné la force et la patience d'accomplir ce modeste travail.

En second lieu, je tiens à remercier mon encadreur Dr :

Zouggar El Oualid pour ses efforts et ses conseils.

Puis, je tiens à remercier également tous mes professeurs de CMT. Qui m'a informé et m'a aidé beaucoup durant mon institution.

Enfin, je tiens à remercier toute personne qui a participé de près ou de loin à l'exécution de mon travail.

# Dédicaces

Je dédie ce mémoire :

A mon dieu qui m'a toujours aidé et me sauver dans les sombres nuits de ma vie.

A mes chers parents, vous m'avez toujours soutenu, encouragé et aidé. Vous avez su me donner toutes les chances pour réussir. Vous vous êtes tant sacrifiés afin de m'offrir une éducation dont je suis fier.

A mes frères Nadji, Walid, Jamama et Billal, merci pour vos encouragements, votre écoute et votre confiance en moi.

A ma femme Yasmine merci pour votre soutien inconditionnel.

**Mahdi AbdElouahed**

# Resumé

Ce travaille représente notre contribution dans le domaine d'automatisation, Nous avons conçu et réaliser une machine qui fait le remplissage automatique d'un produit liquide dans des bouteilles, et le type de produit est choisi en fonction de la couleur de la bouteille.

Nous avons débuté le travaille avec une étude exploratrice sur les piliers de l'économie national, nous avons trouvé que ce dernier dépend essentiellement sur la production pétrolière ce qui génère une instabilité régulière qui affecte sur les plans socio-économique et sécuritaire du pays, Et en comparant avec d'autres grands pays, nous trouverons que le véritable investissement réside dans le développement technologique moderne qui renforce la rentabilité industrielle.

C'est devenu claire que La fabrication et notamment le développement des machines industrielles est le point de départ pour l'avancement de notre économie nationale.

Dans un premier temps, nous avons une liste des projets que nous l'avons filtré à base de la faisabilité d'obtenir les composants électroniques nécessaires, et en annualisant une étude de marché qui a clarifié une forte consommation des produits liquides (eau, jus, huiles, produits de nettoyage, lait et ses dérivés). Nous avons choisi une des idées qui a satisfait nos contraintes qui se résume en une machine entièrement automatique qui fait le remplissage et le scellage des bouteilles.

Le travaille a commencé en développant un plan de travail qui segmente les taches comme suit :

1. Conception d'un prototype général pour la machine.

2. Partie électrique

- Simulation de l'API par l'ordinateur
- Réalisation de l'API
- Programmation du micro-contrôleur

3. Partie mécanique

- Fabrication du tapis roulant

- 
- Montage des capteurs et des vérins
  - Réalisation du pupitre de commande

# Abstract

This work represents our contribution in the field of automation, We have designed and produced a machine that automatically fills a liquid product into bottles, and the type of product is chosen according to the color of the bottle.

We started the work with an exploratory study on the pillars of the national economy, we found that the latter depends mainly on the oil production which generates a regular instability which affects on the socio-economic and security plans of the country, And by comparing with other large countries, we will find that the real investment lies in modern technological development which strengthens industrial profitability.

It has become clear that the manufacture and especially the development of industrial machinery is the starting point for the advancement of our national economy.

At first, we had a list of projects that we filtered out based on the feasibility of obtaining the necessary electronic components, and by analyzing a market study that clarified a high consumption of liquid products (water, juice , oils, cleaning products, milk and its derivatives). We chose one of the ideas that satisfied our constraints which is summed up in a fully automatic machine that does the filling and sealing of the bottles.

The work began by developing a work plan that segregates the tasks as follows :

## ملخص

عملنا هذا يندرج ضمن مساهمتنا في مجال الأوتوماتيك ، فقد صممنا وأنتجنا آلة تملأ منتجًا سائلًا تلقائيًا في زجاجات ، ويتم اختيار نوع المنتج وفقًا للون الزجاجية.

بدأنا العمل بدراسة استكشافية حول ركائز الاقتصاد الوطني ، ووجدنا أن الأخيرة تعتمد بشكل أساسي على إنتاج النفط مما يولد عدم استقرار منتظم يؤثر على الخطط الاجتماعية والاقتصادية والأمنية للبلاد ، وبالمقارنة مع أما الدول الكبرى الأخرى ، فسند أن الاستثمار الحقيقي يكمن في التطور التكنولوجي الحديث الذي يعزز الربحية الصناعية.

لقد أصبح من الواضح أن تصنيع الآلات الصناعية وخاصة تطويرها هو نقطة الانطلاق للنهوض باقتصادنا الوطني في البداية ، كان لدينا قائمة بالمشاريع التي قمنا بترشيحها بناءً على جدوى الحصول على المكونات الإلكترونية اللازمة ، ومن خلال تحليل دراسة سوق أوضحت ارتفاع استهلاك المنتجات السائلة (ماء ، عصير ، زيوت ، منتجات تنظيف ، حليب و مشتقاته). اخترنا إحدى الأفكار التي تلبي قيودنا والتي تتلخص في آلة أوتوماتيكية بالكامل تقوم بملء وإغلاق الزجاجات. بدأ العمل بوضع خطة عمل تفصل بين المهام على النحو التالي

- تصنيع الحزام الناقل
- تركيب مجسات واسطوانات
- تحقيق لوحة التحكم

# introduction

Nous vivons dans une ère où la technologie moderne nous a changé profondément la culture et l'art industrielle, précédemment nous avions l'habitude de contrôler humainement les moyens de production où les manufactures étaient dans l'obligance d'utiliser une énorme armada humaine qui les a coutés très chères en diminuant significativement la marge du profit, heureusement ce ne plus le cas aujourd'hui grâce aux automates programmables qui permet de contrôler une machine en réduisant presque au 0 les interactions humaines.

L'automatisation est le terme magique qui a résout l'énorme problématique envisagée par les industrielles en proposant une méthodologie qui automatise le control des machines par ordinateurs résultant un paradigme qui réduit dramatiquement le temps en assurant une meilleure qualité que celle produite par la main d'ouvre humaine

La technologie industrielle est un élément important dans l'économie des pays, Et récemment, il s'est propagé des systèmes automatisés gérés par des automates programmables, contrairement au passé, où la gestion des machines a été manuelle, qui a été pleine de risques et a pris beaucoup de temps.

Grâce au type de spécialisation étudié par "électrotechnique", j'ai compris que le domaine technique n'était pas limité et j'ai donc fait de mon mieux pour incarner une grande partie de ce que j'ai appris afin de ne pas rester que de l'encre sur papier. J'ai ainsi incarné l'idée d'une machine automatisée « Remplisseuse de bouteille jus »

# Chapitre 1

## GÉNÉRALITÉS

### 1.1 Système de contrôle-commande

#### 1.1.1 Historique

Dès la naissance de l'informatique les regards étaient pointés vers les impacts industrielles de cette nouvelle discipline et les chercheurs de l'entreprise « Thompson Ramo Wooldridge (TRW) »[1] n'ont pas laissés le monde en longue attente en mettant en œuvre la première machine contrôlée par un automate en 1959 à la raffinerie Texaco de Port Arthur, au Texas.[1]

#### 1.1.2 Domaine d'utilisation

Les SNCC sont principalement utilisés dans les industries de procédés dont le mode de production est en continu ou par lots. Par exemple, les procédés où un SNCC peut être utilisé incluent :

- pétrochimie et raffineries
- métal et mines
- installations de traitement métallurgique
- fabrication pharmaceutique
- centrales électriques nucléaires et thermiques
- fabrication d'automobiles
- applications agricoles
- éolien offshore

---

### 1.1.3 Architecture du système

Les équipements de commande d'un SNCC sont distribués ou géo-répartis. À la différence des systèmes de contrôle centralisés à base d'automates programmables industriels, qui comportent un seul contrôleur central qui gère toutes les fonctions de contrôle-commande du système, les SNCC sont constitués de plusieurs contrôleurs modulaires qui commandent les sous-systèmes ou unités de l'installation globale.

L'attribut clé d'un SNCC est sa fiabilité en raison de la distribution du traitement de contrôle autour des nœuds dans le système. Cela atténue une défaillance d'un seul processeur. Si un processeur tombe en panne, cela affectera seulement une section du processus de l'usine, par opposition à une défaillance d'un ordinateur central qui affecterait l'ensemble du processus. Cette répartition de la puissance de calcul locale sur les baies de connexion de champ d'entrées-sorties (E / S) sur le terrain garantit également des temps de traitement rapides du contrôleur en supprimant les éventuels retards de traitement réseau et central.

Le diagramme ci-joint est un modèle général qui montre les niveaux de fabrication fonctionnels en utilisant un contrôle informatisé

- Le niveau 0 contient les appareils de terrain tels que les capteurs et actionneurs
- Le niveau 1 contient les modules d'entrées-sorties (E / S) industrialisés et leurs processeurs électroniques distribués associés.
- Le niveau 2 contient les ordinateurs de supervision, qui collectent des informations à partir des nœuds du processeur sur le système et fournissent les écrans de contrôle de l'opérateur.
- Le niveau 3 est le niveau de contrôle de la production, qui ne contrôle pas directement le processus, mais qui concerne le suivi des objectifs de production et de surveillance.
- Le niveau 4 est le niveau d'ordonnancement de la production.

Les niveaux 1 et 2 sont les niveaux fonctionnels d'un SNCC traditionnel, dans lequel tous les équipements font partie d'un système intégré provenant d'un seul fabricant.

Les niveaux 3 et 4 ne sont pas strictement des processus de contrôle dans le sens traditionnel, mais où le contrôle de la production et l'ordonnancement ont lieu.

### 1.1.4 Fonctionnalités du système

Un SNCC est composé à la base d'un ensemble d'équipements à base d'un microcontrôleur assurant chacun une tâche spécifique :

- 
- acquisition des données : raccordé généralement et essentiellement avec les équipements du terrain (capteur, actionneur), ils permettent de filtrer et conditionner le signal pour assurer la bonne communication entre le régulateur et ces équipements de terrain.
  - régulation et traitement de donnée : ce sont les équipements qui assurent la fonction de commande de régulation et d'asservissement en utilisant des boucles de régulation PID ou bien à l'aide d'une logique combinatoire.
  - un système de communication : en utilisant des protocoles de communications et des topologies spécifiques pour assurer la communication entre les différents équipements du système.
  - surveillance : ce sont des équipements qui veillent sur le bon fonctionnement de l'ensemble d'équipement du système (alarme système), ainsi que le bon fonctionnement du process (alarme process)
  - historique : l'historique des données process, les alarmes système et les alarmes process, les logs...
  - archivage : cette fonction assure l'archivage et l'enregistrement des différentes données du système dans la base de données du serveur
  - supervision : comme son nom l'indique, cette fonction permet de superviser le système et afficher l'état instantané de chaque équipement du système.

## 1.2 Automate programmable industriel

Un **automate programmable industriel**, ou **API** (en anglais programmable logic controller, PLC), est un dispositif électronique numérique programmable destiné à la commande de processus industriels par un traitement séquentiel. Il envoie des ordres vers les préactionneurs (partie opérative ou PO côté actionneur) à partir de données d'entrées (capteurs) (partie commande ou PC côté capteur), de consignes et d'un programme informatique. Lorsqu'un automate programmable remplit une fonction de sécurité, il est alors appelé automate programmable de sécurité ou APS.

### 1.2.1 Présentation

On nomme automate programmable industriel (API) un type particulier d'ordinateur, robuste et réactif, ayant des entrées et des sorties physiques, utilisé pour automatiser des processus comme la

---

commande des machines sur une ligne de montage dans une usine, ou le pilotage de systèmes de maintenance automatique. Là où les systèmes automatisés plus anciens employaient des centaines ou des milliers de relais et de cames, un simple automate suffit. On nomme automaticiens les programmeurs de ces API.

### 1.2.2 Constitution

L'API est structuré autour d'une unité de calcul ou processeur (en anglais Central Processing Unit, CPU), d'une alimentation par des sources de tension alternative (AC) ou continue (DC), et de modules dépendant des besoins de l'application, tels que :

- Des cartes d'entrées - sorties (en anglais Input - Output, I/O) numériques (tout ou rien) pour des signaux à deux états ou analogiques pour des signaux à évolution continue.
- Cartes d'entrées pour brancher des capteurs, boutons poussoirs, etc.
- Cartes de sorties pour brancher des actionneurs, voyants, vannes, etc.
- Des modules de communication obéissant à divers protocoles Modbus, Modbus Plus, Profibus, InterBus, DeviceNet, LonWorks, Ethernet, FIPIO, FIPWAY, RS232, RS-485, AS-i, CANopen, pour dialoguer avec <https://www.overleaf.com/project/60a2b27a29ec7622ec689b83> d'autres automates, des entrées/sorties déportées, des supervisions ou autres interfaces homme-machine (IHM, en anglais Human Machine Interface, HMI), etc.
- Des modules spécifiques aux métiers, tels que comptage rapide, pesage, etc.
- Des modules d'interface pour la commande de mouvement, dits modules Motion, tels que démarreurs progressifs, variateurs de vitesse, commande d'axes.
- Des modules locaux de dialogue homme-machine tels qu'un pupitre (tactile ou avec clavier), un terminal de maintenance, reliés à l'automate via un réseau industriel propriétaire ou non échangeant des messages ou une représentation du procédé. D'autres automates, plus anciens, étaient constitués d'une simple mémoire dont l'adresse d'entrée était constituée d'une concaténation de données d'entrée (senseurs, horloge) et de l'état précédent. Beaucoup moins onéreux, ils se prêtaient en revanche mal à une augmentation rapide du nombre d'états. Ils sont restés très utilisés pour des automatisations simples du style Antiblockiersystem (ABS) ou feux de signalisation aux carrefours. Par rapport aux ordinateurs, les API se caractérisent par :

- 
- leur robustesse : conçus pour pouvoir travailler en milieu hostile, ils utilisent des circuits durcis et sont prévus pour résister aux vibrations, aux températures des ateliers, etc ;
  - leur réactivité aux indications fournies par les capteurs (dispositifs anticollision, alarmes diverses) ;
  - leur facilité de maintenance (bien que les ordinateurs industriels atteignent également un très bon degré de fiabilité). Les modules peuvent être changés très facilement et le redémarrage des API est très rapide.

L'absence d'Interface Homme-machine (IHM) permanent pour visualiser l'action et le fonctionnement du programme sur la partie opérative font que les automates sont souvent reliés à un pupitre opérateur, une interface graphique (écran d'affichage ou écran tactile) ou un PC. Dans ce dernier cas, on parle de supervision. Le PC peut d'ailleurs être utilisé seul en regroupant les fonctions de l'API et de la supervision, grâce à l'utilisation d'un softPLC.

En automatisme industriel, on parle aussi beaucoup d'automates de télégestion. Dans ce cas, on vient, via Internet, modifier ou visualiser à distance les données ou le programme des automates de gestion des installations commandées : chaudières collectives, stations d'épuration, etc. Cela se fait par le biais de modem-routeurs souvent associés à un logiciel assurant une liaison sécurisée (VPN).

En général, si API et PC coexistent dans un atelier, les API fonctionnent au plus près des processus physiques et prennent en charge les questions de sécurité, les PC s'occupant plutôt de supervision et des rapports extérieurs. Les PC peuvent ainsi fixer au mieux les consignes aux API, qui donnent les ordres détaillés, traitent les urgences, et rendent compte de l'état des processus.

### **1.2.3 Programmation**

Les programmes des API sont traités selon un cycle précis, le plus souvent :

- A. diagnostic (auto-test)
- B. acquisition de toutes les entrées (recopie dans une mémoire image)
- C. traitement du programme
- D. mise à jour des sorties.

Le temps d'un cycle d'API varie selon la taille du programme, la complexité des calculs, le nombre d'entrées/sorties, la puissance de l'API, et les besoins du procédé piloté. Il varie de une à quelques dizaines de millisecondes et est protégé par un chien de garde, au cas par exemple où l'algorithme exécuterait indéfiniment une même boucle de programme. Lecture des capteurs et commande des

---

actionneurs sont réalisés par scrutation, la gestion d'interruptions pouvant être victime d'un effet d'avalanche en cas d'incident

#### 1.2.4 Différents langages de programmation

Il existe différents langages de programmation définis par la CEI 61131-3:

- IL (Instruction List), le langage List est très proche du langage assembleur on travaille au plus près du processeur en utilisant l'unité arithmétique et logique, ses registres et ses accumulateurs
- ST (Structured Text), Ce langage structuré ressemble aux langages de haut niveau utilisés pour les ordinateurs
- LD (Ladder Diagram), le langage Ladder (échelle en anglais) ressemble aux schémas électriques et permet de transformer rapidement une ancienne application faite de relais électromécaniques en un programme. Cette façon de programmer exploite une approche visuelle du problème longtemps appréciée en industrie, mais qui s'appuie sur une logique de moins en moins adaptée mais toujours utilisée (2013). On parle également de langage à contacts ou de schéma à contacts pour désigner ce langage Ladder.
- Boîtes fonctionnelles (FBD), le FBD se présente sous forme diagramme : suite de blocs, connectables entre eux, réalisant des opérations, simples ou très sophistiquées.

Dans la programmation d'un automate, il est possible également de choisir de programmer en SFC, dérivé du grafset. À chaque action élémentaire est associé un programme écrit en IL, ST, LD ou FBD. Le grafset, très populaire en France, est un outil graphique de définition de l'automatisme séquentiel, en un nombre fini d'étapes, séparées par des conditions de transition. Il utilise une représentation graphique claire, permettant par exemple au réalisateur de montrer au donneur d'ordre comment il a compris le cahier des charges. Langage universel, indépendant (dans un premier temps) de la réalisation pratique, il peut se "câbler" par séquenceurs, être programmé sur automate voire sur ordinateur. De plus, il permet :

- de hiérarchiser les séquences ;
- de coordonner au sein d'un cycle des séquences interdépendantes se déroulant simultanément ;
- d'appliquer des conditions de validité sécurisant le cycle de pilotage ;
- enfin, d'exploiter la méthode GEMMA, méthode sécurisant la gestion des modes de marche et d'arrêt.

---

Dans le cas des automates programmables logiciels (softplc), il existe également différents langages de programmation non définis par la CEI 61131-3 qui étendent considérablement les possibilités de configuration, par exemple :

C/C++ : Proview ; Pascal : Visual PLC. Grâce à leur flexibilité, ces logiciels sont utilisés sur les chaînes de fabrication automobile et sur les trains de laminoirs.

Toutefois, la popularité de ces langages ne doit pas masquer leurs faiblesses en matière de sécurité des processus.

### 1.2.5 Usage

- i Un API peut gérer un ou plusieurs ascenseurs
- ii Un API doté d'un programme simple peut maintenir un niveau de liquide dans un réservoir entre deux niveaux (un mini et un maxi), en ouvrant et fermant une vanne. Un programme légèrement plus complexe pourrait impliquer une mesure de niveau (comme entrée) et un contrôleur d'écoulement (comme résultat) permettant à l'eau de couler à un taux commandé. Un automate industriel typique pourrait commander plusieurs réservoirs dans un processus tel que le traitement des eaux usées. Chaque réservoir pourrait être observé pour une variété de conditions telles que : être ni trop plein ou ni trop vide, avoir le pH dans une certaine fourchette, une température adéquate....
- iii Un API peut également piloter un réacteur et commander en conséquence entrées de réactifs, de catalyseurs ou de solvants, sorties de produits, réchauffement ou refroidissement etc
- iv Un API peut piloter un chariot automatique

Les automates sont largement utilisés dans l'industrie, tant manufacturière (fabrication d'objets finis ou de sous-ensembles) que de processus (élaboration de matières premières). On en trouve aussi beaucoup dans la gestion de bâtiments, la logistique et le conditionnement, tel celui des colis de la vente par correspondance. Ils conviennent parfaitement pour tout type d'activité exigeant du réflexe plutôt que des calculs élaborés. Pour des systèmes exigeant une grande sécurité (ferroviaire, machineries d'ascenseur, accès à des machines dangereuses), on utilise des automates de sécurité (APIS) dont l'unité centrale est doublée et les procédures de test renforcées. Pour la gestion des feux de circulation d'un carrefour, ce sont toutefois des automates particuliers et totalement différents, qui sont utilisés et dédiés à cette tâche. Il s'agit de contrôleurs de carrefours, qui doivent respecter des normes de sécurité particulières au domaine.

---

## 1.2.6 Avantages et inconvénients

Les API présentent de nombreux intérêts

- Les éléments qui les composent sont particulièrement robustes (absence de mécanique tournante pour le refroidissement et le stockage des données, matériaux renforcés) leur permettant de fonctionner dans des environnements particulièrement hostiles (poussière environnante, perturbations électromagnétiques, vibrations des supports, variations de température...)
- Ils possèdent des circuits électroniques optimisés pour s'interfacer avec les entrées et les sorties physiques du système, les envois et réceptions de signaux se font très rapidement avec l'environnement. Avec de plus une exécution séquentielle cyclique sans modification de mémoire, ils permettent d'assurer un temps d'exécution minimal, respectant un déterminisme temporel et logique, garantissant un temps réel effectif (le système réagit forcément dans le délai fixé).

En contrepartie, ils sont plus chers que des solutions informatiques classiques à base de microcontrôleurs par exemple mais restent à l'heure actuelle les seules plateformes d'exécution considérées comme fiables en milieu industriel (avec les ordinateurs industriels). Le prix est notamment dépendant du nombre d'entrées/sorties nécessaires, de la mémoire dont on veut disposer pour réaliser le programme, de la présence ou non de modules métier. De plus ils nécessitent la maîtrise de langages spécifiques conformes à la norme CEI 61131-3 qui reprennent dans leur forme la logique d'exécution interne de l'automate. Ces langages apparaissent toutefois à beaucoup d'utilisateurs plus accessibles et plus visuels que les langages informatiques classiques.

## 1.2.7 Automate de sécurité

Au-delà des applications classiques, un automate peut avoir des caractéristiques dites « de sécurité ». Elles lui permettent, soit d'avoir une garantie de fonctionnement, même après la ruine d'un élément, soit de garantir un fonctionnement qui générera des actions toujours plus contraignantes en cas de ruine d'un élément, garantissant la sécurité des personnes et des biens. Ces caractéristiques peuvent porter sur :

- les entrées : les capteurs sont contrôlés en permanence, et ne peuvent indiquer que des états logiques sûrs. Un écrasement du câble créant un court-circuit générant potentiellement un « 1 » permanent n'est pas permis ;
- les sorties : une commande d'un actionneur, ou l'actionneur lui-même peut être contrôlé ou redondé afin de garantir sa mise en service ou son arrêt, même en cas de défaillance d'un élément ;

- 
- l'unité de commande elle-même : elle peut être redondée (doublée voir triplée) afin de garantir son fonctionnement ;
  - son alimentation.

### **Exemples :**

Les automates gérant la signalisation tricolore routière : une défaillance d'un élément, ou de la carte CPU provoque automatiquement l'affichage d'un jaune clignotant (agrément SETRA). Une carte d'entrée spécialisée pour les capteurs de contrôle d'ouverture de porte d'une machine.

## **1.2.8 Nano Automates Embarqués**

Nano ACE PLC & Chip PLC pour les constructeurs de petites machines / Petits ou moyens volumes. Une variante à l'automate industriel classique consiste en un automate concentré dans un mini boîtier (inférieur à 10 cm), donc simplifié au maximum sur le plan matériel, ayant les mêmes langages de l'automatisme. On parle parfois de Embedded PLC ou Chip PLC. Ces automates sont surtout utilisés sur des petites machines, même complexes en termes de fonctionnalités.

## **1.2.9 Automate logiciel**

Une variante à l'automate programmable matériel consiste en un automate logiciel, donc sans matériel lié à proprement parler, mais réutilisant les mêmes concepts et langages du monde de l'automatisme. Certains langages supplémentaires, plus orientés informatiques et donc moins accessibles à un électricien, peuvent également figurer (comme évoqué ci-dessus).

On parle parfois de SoftPlc. Afin de garantir un traitement dans les temps, la plateforme matérielle utilisée pour exécuter le moteur d'automatisme doit fonctionner sur un Système d'exploitation temps réel.

Il peut également exister des simulateurs d'automates programmables, mais dans ce cas il s'agit juste de pouvoir tester une programmation pour des essais, sans lire de capteurs et piloter de vrais actionneurs. Ce type de logiciel peut s'exécuter sur un système d'exploitation classique non temps- réel.

résumé :

L'automatique est une science qui traite de la modélisation, de l'analyse, de l'identification et de la commande des systèmes dynamiques. Elle inclut la cybernétique au sens étymologique du terme, et a pour fondements théoriques les mathématiques, la théorie du signal et l'informatique théorique. L'automatique permet de commander un système en respectant un cahier des charges (rapidité, précision,

---

stabilité...). Les professionnels en automatique se nomment automaticiens. Les objets que l'automatique permet de concevoir pour procéder à l'automatisation d'un système (automates, régulateurs, etc.) s'appellent les automatismes ou les organes de contrôle-commande d'un système piloté.

# Chapitre 2

## DESCRIPTION PROCESSUS ET IDENTIFICATION DU MATÉRIEL UTILISÉ

Ce chapitre contient les composants de base du projet avec une explication

### 2.1 PARTIE ELECTRIQUE

#### 2.1.1 Capteur de couleurs

##### 2.1.1.1 Comment utiliser un capteur de couleurs avec Arduino

Ce petit module basé sur la puce TCS3200 [2] est un capteur de couleurs qui couplé à l'Arduino permet de détecter la couleur des objets devant lui. J'ai découvert ce module peu chère dans certains tutoriels / DIY assez sympa qui consistait à fabriquer une machine qui trie seule les mm's ou encore les skittles par couleurs. Le module comprend 4 led blanche, la puce ainsi qu'un petit entonnoir (tubenoir). Lorsqu'un objet sera placé par-dessus le capteur de couleurs (environ 1cm pour une meilleure détection) celui-ci sera illuminé, les rayons renvoyés vers la puce seront alors transformés en données interprétées par l'Arduino.

##### 2.1.1.2 Caractéristiques du capteur de couleurs

- Puce : TCS3200
- Voltage en entrée de 3 à 5V
- Détection : Meilleure détection à environ 1cm

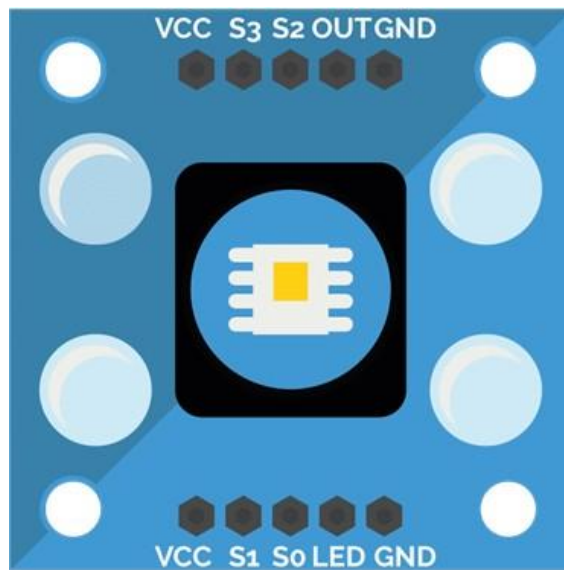


Fig. 2.1 : puce TCS3200

- Dimensions : 31.6mm x 24.4mm Utilisation de la carte : détecter la couleur d'un objet placé au dessus du module.

### 2.1.1.3 Connexions du colorsensor à l'Arduino

### 2.1.1.4 Code Arduino du color sensor (Capteur de couleurs)

Téléversez le code sur l'Arduino

Il est relativement simple à comprendre et ne nécessite pas de bibliothèques

```
// TCS230 or TCS3200 pins wiring to Arduino
define
```

```
S1 4
```

```
define S0 5
```

```
define S3 6
```

```
define S2 7
```

```
define sensorOut 8
```

```
// Stores frequency read by the photodiodes
int
```

```
redFrequency = 0;
```

```
int greenFrequency = 0;
int
```

```
blueFrequency = 0;
void
```

```
setup()
```

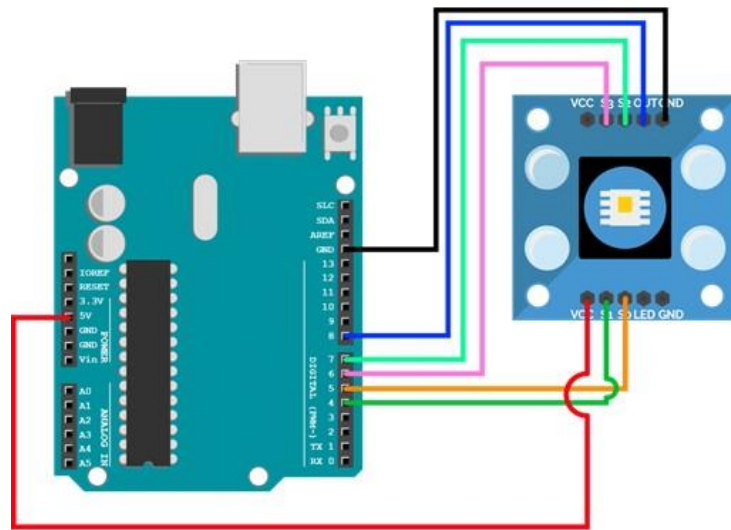


Fig. 2.2 : Connexions du colorsensor à l'Arduino

```
// Setting the outputs
pinMode(S0, OUTPUT) ;
pinMode(S1, OUTPUT) ;
pinMode(S2, OUTPUT) ;
pinMode(S3, OUTPUT) ;

// Setting the sensorOut as an input
pinMode(sensorOut, INPUT) ;

// Setting frequency scaling to 20
digitalWrite(S0,HIGH) ; digitalWrite(S1,LOW) ;
// Begins serial communicationSerial.begin(9600) ;
void loop()

// Setting RED (R) filtered photodiodes to be read
digitalWrite(S2,LOW) ;
digitalWrite(S3,LOW) ;

// Reading the output frequency redFrequency =
pulseIn(sensorOut, LOW) ;

// Printing the RED (R) valueSerial.print("R =
");
```

```

Serial.print(redFrequency) ;
delay(100) ;
// Setting GREEN (G) filtered photodiodes to be read
digitalWrite(S2,HIGH) ;
digitalWrite(S3,HIGH) ;
// Reading the output frequency greenFrequency =
pulseIn(sensorOut, LOW) ;
// Printing the GREEN (G) value
Serial.print(" G = ") ;
Serial.print(greenFrequency) ; delay(100) ;
// Setting BLUE (B) filtered photodiodes to be read
digitalWrite(S2,LOW) ;
digitalWrite(S3,HIGH) ;
// Reading the output frequency blueFrequency
= pulseIn(sensorOut, LOW) ;
// Printing the BLUE (B) value
Serial.print(" B = ") ;
Serial.println(blueFrequency) ; delay(100)
;

```

Lorsque votre code est envoyé vers votre Arduino et que le module est correctement connecté à votre carte, ouvrez le moniteur série du logiciel Arduino. Placé un objet devant le capteur de couleurs et analysé les données reçues pour déterminer sa couleur.

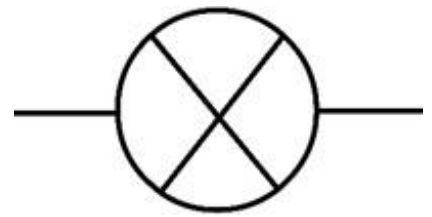


Fig. 2.3 : capteur de couleurs

## 2.1.2 Lampe témoin



(a) Photo lampe témoin



(b) Symbole lampe témoin

Fig. 2.4 : Lampe témoin

### 2.1.2.1 Définition

Signalisation visuelle du fonctionnement normal du système ou défauts Les lampes témoin sont omniprésentes sur les pupitres des systèmes.

### 2.1.2.2 Constitution :

Une lampe témoin Se compose d'une ampoule ou un système de diodes électroluminescentes

### 2.1.2.3 Caractéristiques

Leurs couleurs permettent de différencier la nature de leurs messages : en marche, à l'arrêt, en défaut, en urgences ....

## 2.1.3 Bouton poussoir



Fig. 2.5 : bouton poussoir

### 2.1.3.1 Définition

Est un interrupteur simple qui permet de contrôler les capacités d'une machine.[3]

C'est le principal moyen d'interaction entre l'homme et la machine

### 2.1.3.2 Les types de bouton poussoir

\*Normalement ouverts (contact de type travail, ou a fermeture)

\*Normalement fermés (contact de type repos, ou a ouverture)

\*Un bouton poussoir a comportement monostable

### 2.1.3.3 Fonctionnement

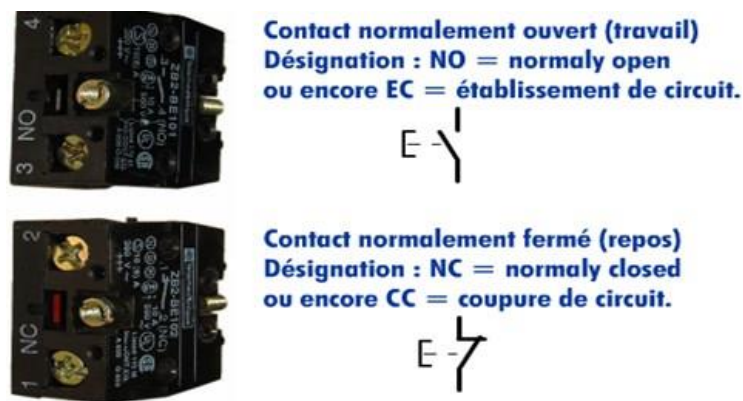


Fig. 2.6 : Fonctionnement du bouton poussoir

NO : le contact électrique est établi par une action sur le bouton poussoir.

NC : le contact électrique est établi sans action et n'est rompu que par appui sur le bouton poussoir.

Bouton poussoir a comportement monostable : lorsqu'on appuie sur le bouton, les contacts NC s'ouvrent et les contacts NO se ferment, Lorsqu'on relâche le bouton, les contacts reviennent à leur position repos

## 2.1.4 Bouton d'arrêt d'urgence

### 2.1.4.1 Définition

Le bouton d'arrêt d'urgence sert à interrompre brutalement le fonctionnement d'un appareil électrique pour empêcher la survenue ou l'aggravation d'un accident, Déclencher un arrêt d'urgence n'est pas anodin : il fait suite à un incident, accident ou danger

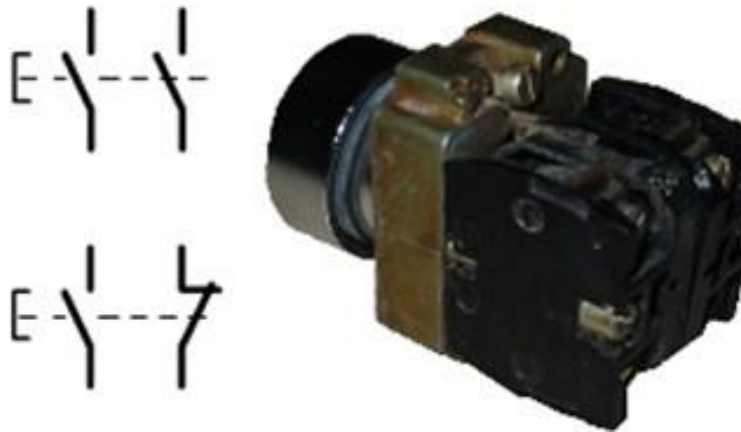


Fig. 2.7 : Bouton d'arrêt d'urgence

#### 2.1.4.2 Les types de bouton d'arrêt d'urgence

##### Déverrouillage en tirant



##### Déverrouillage en tournant



##### Déverrouillage à clé



Fig. 2.8 : Les types de bouton d'arrêt d'urgence

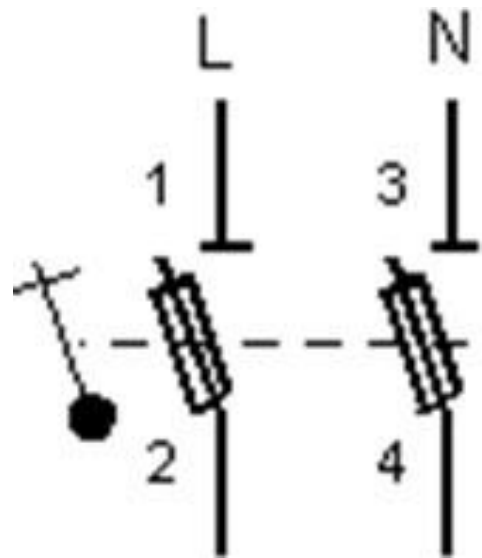
### 2.1.5 Sectionneur porte fusible

#### 2.1.5.1 Définition

Le sectionneur est un appareil électromécanique permettant de séparer, de façon mécanique, un circuit électrique et son alimentation, tout en assurant physiquement une distance de sectionnement



(a) PhotoSectionneur porte fusible



(b) Symbole du Sectionneur porte fusible

Fig. 2.9 : Sectionneur porte fusible

satisfaisante électriquement. L'objectif peut être d'assurer la sécurité des personnes travaillant sur la partie isolée du réseau électrique ou bien d'éliminer une partie du réseau en dysfonctionnement pour pouvoir en utiliser les autres parties. Le sectionneur, à la différence du disjoncteur ou de l'interrupteur, n'a pas de pouvoir de coupure, Ni de fermeture. IL Est impératif d'arrêter l'équipement aval pour éviter une ouverture en charge. [4]

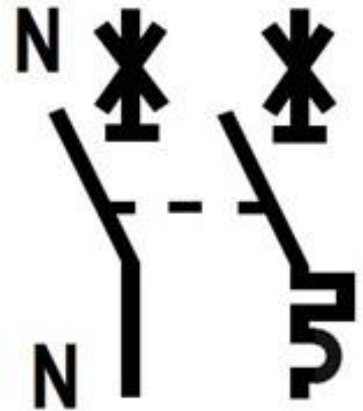
### 2.1.5.2 Les types de sectionneur porte fusible

Sectionneur basse tension  
 Sectionneur haute tension  
 Sectionneur de mise à la terre

## 2.1.6 Disjoncteur magnéto thermique



(a) Photo Sectionneur porte fusible



(b) Symbole du Sectionneur porte fusible

Fig. 2.10 : Sectionneur porte fusible

### 2.1.6.1 Définition

Un disjoncteur est un appareil de connexion électrique capable d'établir, de supporter et d'interrompre des courants dans les conditions normales du circuit, ainsi que d'établir, de supporter pendant une durée spécifiée et d'interrompre des courants dans des conditions anormales spécifiées telles que celles du court-circuit ou de la surcharge. C'est un organe électromécanique, de protection, dont la fonction est d'interrompre le courant électrique en cas d'incident sur un circuit électrique. Il est capable d'interrompre un courant de surcharge ou un courant de court-circuit dans une installation. Suivant sa conception, il peut surveiller un ou plusieurs paramètres d'une ligne électrique. Sa principale caractéristique par rapport au fusible est qu'il est réarmable[5]

### 2.1.6.2 Principe de fonctionnement

Le disjoncteur assure la protection des canalisations selon 2 principes :

- Thermique
- Magnétique

### 2.1.6.3 Principe thermique

Une lame bimétallique (bilame) est parcourue par le courant. Le bilame est calibré de telle manière qu'avec un courant nominal  $I_n$ , elle ne subisse aucune déformation. Par contre si des surcharges sont

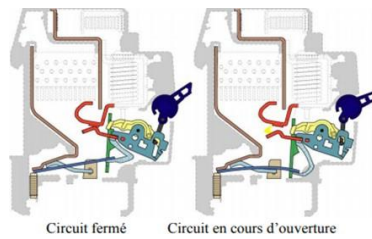


Fig. 2.11 : Principe thermique

provoquées par les récepteurs, en fonction du temps, la lame va se déformer et entraîner l'ouverture du contact en 0,1sec au minimum.

#### 2.1.6.4 Principe magnétique

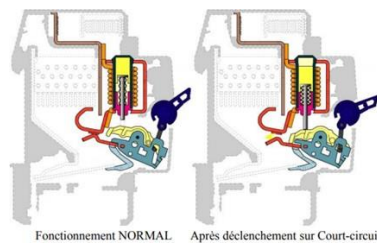


Fig. 2.12 : Principe magnétique

En service normal, le courant nominal circulant dans la bobine, n'a pas assez d'influence magnétique (induction magnétique) pour pouvoir attirer l'armature mobile fixée sur le contact mobile. Le circuit est fermé. Si un défaut apparaît dans le circuit aval du disjoncteur de canalisation, l'impédance du circuit diminue et le courant augmente jusqu'à atteindre la valeur du courant de court-circuit. Dès cet instant, le courant de court-circuit provoque une violente aimantation de l'armature mobile. Cela a comme conséquence d'ouvrir le circuit aval du disjoncteur en 0,1sec au maximum.

#### 2.1.6.5 Constitution

- Manette servant à couper ou à réarmer le disjoncteur manuellement. Elle indique également l'état du disjoncteur (ouvert ou fermé). La plupart des disjoncteurs sont conçus pour pouvoir disjoncter même si la manette est maintenue manuellement en position fermée.
- Mécanisme lié à la manette, sépare ou approche les contacts.
- Contacts permettant au courant de passer lorsqu'ils se touchent.
- Connecteurs.
- Bilame (deux lames soudées à coefficients de dilatation différents) : relais thermique (protection contre les surcharges).

- Vis de réglage, permet au fabricant d'ajuster le seuil de déclenchement en courant avec précision après assemblage.
- Bobine ou solénoïde : relais magnétique (protection contre les courts-circuits).
- Chambre de coupure de l'arc électrique.

## 2.1.7 fusible



(a) Photo fusible



(b) Symbole du fusible

Fig. 2.13 : fusible avec symbole

### 2.1.7.1 Définition

Le fusible ou coupe-circuit à fusible est un dispositif de sécurité conçu pour couper le courant électrique lors d'une surcharge ou d'un court-circuit. Le composant principal de ce dispositif est un petit isolant enveloppant un fil conducteur qui fond quand il est traversé par un courant d'intensité supérieure au calibre supporté. Ainsi, il permet d'ouvrir le circuit électrique pendant une période de surintensité et prévient les incendies ainsi que la destruction de l'ensemble du système. Le fusible garantit l'intégrité du circuit d'alimentation.[6]

### 2.1.7.2 Types de fusibles

Les fusibles sont visibles dans presque toutes les anciennes installations électriques. Le fonctionnement de ces dispositifs est régi par la norme CEI 60269. Cette norme règlemente trois modes de fonctionnement :

- Fusible gG : très courant sur les installations domestiques, il offre une protection contre les courts-circuits et les surcharges
- Fusible aM : utilisé uniquement contre les courts-circuits, par exemple dans les moteurs et les circuits primaires des transformateurs
- Fusible ultra-rapide : conçu pour protéger les semi-conducteurs.

### 2.1.7.3 Principe de Fonctionnement

Si le courant traversant le fusible dépasse la valeur spécifiée sur la cartouche (calibre en Ampère) pendant un temps donné, l'élément fusible fond et ouvre ainsi le circuit dans lequel il est inséré.

-Lorsqu'un fusible est fondu, il faut rechercher la cause du défaut, y remédier puis remplacer la cartouche fusible défectueuse par un fusible neuf.

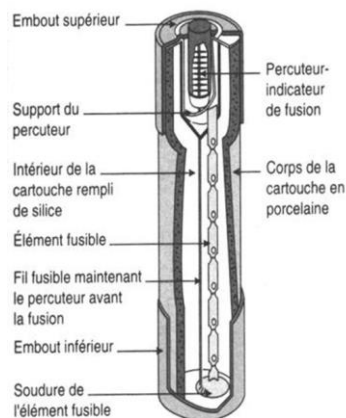


Fig. 2.14 : Constitution de la fusible

### 2.1.8 Relais électromécanique



Fig. 2.15 : relais

### 2.1.38 Définition

Un relais électromécanique est un organe électrique permettant de dissocier la partie puissance de la partie commande : il permet l'ouverture et la fermeture d'un circuit électrique par un second circuit complètement isolé et pouvant avoir des propriétés différentes.[7]

#### 2.1.8.2 Constitution

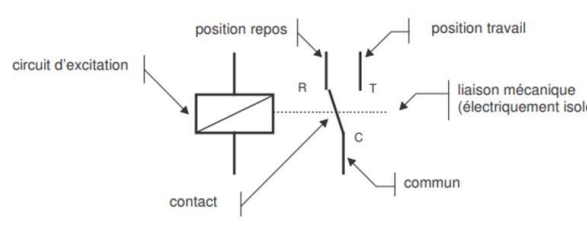


Fig. 2.16 : Constitution du relais

#### 2.1.8.3 Principe de Fonctionnement

Le passage d'un courant de quelques dizaines de milliampères dans le circuit d'excitation suffit pour commander un relais. Lorsque le relais est commandé, le contact initialement en position repos passe en position travail et reste dans cette position tant qu'un courant circule dans le circuit d'excitation. Lorsque le courant dans le circuit d'excitation disparaît, le contact revient en position repos.

### 2.1.9 Moteur courant continu



Fig. 2.17 : Moteur courant continu

### 2.1.39 Définition

Un appareil à courant continu est un appareil électrique. Les moteurs courant continu sont des convertisseurs de puissance. Ils convertissent l'énergie électrique absorbée en énergie mécanique lorsqu'ils sont capables de fournir une puissance mécanique suffisante pour démarrer puis entraîner une charge en mouvement. On dit alors qu'ils ont un fonctionnement en moteur. Soit ils convertissent l'énergie mécanique reçue en énergie électrique lorsqu'ils subissent l'action d'une charge entraînant. On dit alors qu'ils ont un fonctionnement en générateur.[8]

- En mode « moteur », l'énergie électrique est convertie en énergie mécanique
- En mode « générateur » ou « dynamo », l'énergie mécanique est convertie en une énergie électrique capable de se comporter comme un frein.

### 2.1.9.2 Type de moteur à courant continu

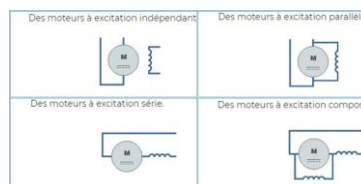


Fig. 2.18 : Type de moteur à courant continu

### 2.1.9.3 Constitution

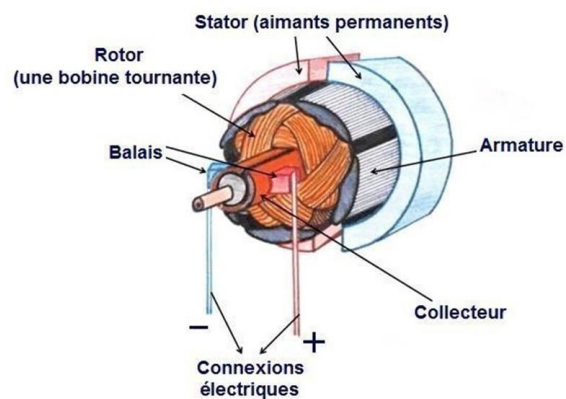


Fig. 2.19 : Constitution de la moteur à courant continu

### 2.1.9.4 Principe de Fonctionnement

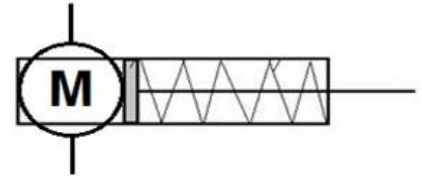
Le Principe de fonctionnement du moteur à courant continu peut s'expliquer avec un minimum de formules et équations. Pour faire simple, un moteur à courant continu est constitué de deux parties :

une partie fixe qui génère un champ magnétique (le stator) et une partie tournante (le rotor).

### 2.1.10 vérins électriques



(a) Photo vérin



(b) Symbole de vérin

Fig. 2.20 : vérins avec symbole

#### 2.1.10.1 Définition

Les vérins électriques utilisent le principe de la transformation d'un mouvement de rotation créé par un moteur électrique en un mouvement de translation grâce à un système mécanique de transformation de mouvement. La vitesse linéaire de la tige du vérin dépend donc de la vitesse de rotation du moteur et du système de transformation de mouvement.[9]

#### 2.1.10.2 Constitution

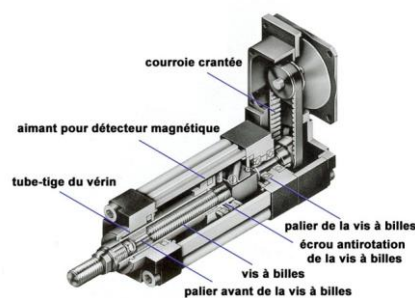


Fig. 2.21 : Constitution du vérin

#### 2.1.10.3 Principe de Fonctionnement

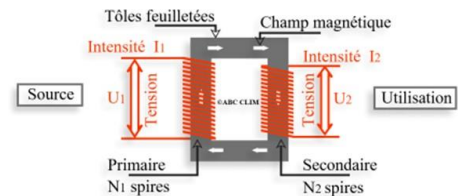
C'est un vérin qui fonctionne grâce à l'action d'un moteur. Grâce à un système vis-écrou, il facilite la levée des charges lourdes. Notez que son moteur est positif et négatif. C'est-à-dire qu'il dispose de deux électrodes. L'électrode positive est étendue et l'électrode négative est rétractée. Le vérin

convertit le mouvement de rotation effectué par le moteur en mouvement d'aller-retour de la tige. Les performances d'un vérin électrique dépendent de sa course, de la pression qu'il peut exercer et du volume du piston. Ici, la longueur du déplacement à effectuer est nommée la course. La capacité de charge de l'appareil dépend donc de la pression qui peut être exercée par ce dernier sur le poids à lever. Elle dépendra également du diamètre du piston. Tous ces facteurs influencent la capacité du vérin à soulever des charges à un rythme rapide.

### 2.1.11 Le transformateur



(a) Photo transformateur



(b) Symbole

Fig. 2.22 : transformateur avec symbole

#### 2.1.11.1 Définition

Un transformateur est un système de conversion qui permet de modifier la tension et l'intensité d'un courant électrique en un courant électrique de tension et d'intensité différentes.[10]

#### 2.1.11.2 Constitution

IL est constitué de deux parties principales, le circuit magnétique et les enroulements.

#### 2.1.11.3 Le circuit magnétique

Le circuit magnétique d'un transformateur est soumis à un champ magnétique variable au cours du temps. Pour les transformateurs reliés au secteur de distribution, cette fréquence est de 50 ou 60 hertz. Le circuit magnétique est le plus souvent feuilleté pour diminuer les pertes par courants de Foucault, qui dépendent de l'amplitude du signal et de sa fréquence. Pour les transformateurs les plus courants, les tôles empilées ont la forme de E et de I, donnant la possibilité ainsi de glisser une bobine au sein des fenêtres du circuit magnétique ainsi constitué.

---

## 2.1.12 Les enroulements

Le conducteur électrique utilisé dépend des applications, mais le cuivre est le matériau de choix pour l'ensemble des applications à fortes puissances. Les fils électriques de chaque tour doivent être isolés les uns des autres pour que le courant circule dans chaque tour. Pour des petites puissances, il suffit d'utiliser des conducteurs magnétiques émaillés pour assurer cette isolation ; dans les applications à plus fortes puissances on entoure les conducteurs de papier diélectrique imprégné d'huile minérale. Pour les plus fortes puissances on utilise des conducteurs multibrins pour limiter l'effet de peau mais aussi les pertes par courants de Foucault.

### 2.1.12.1 Principe de Fonctionnement

Le courant alternatif qui circule dans l'enroulement primaire génère un flux magnétique variable dans le noyau. Cette variation de flux induit dans le secondaire un autre courant ou, si le circuit secondaire n'est pas raccordé à un récepteur, y induit une tension. On dit que le transformateur est à vide quand le circuit secondaire est ouvert. Il ne débite alors aucun courant. L'enroulement primaire se comporte dans ce cas comme une self en courant alternatif, une simple inductance qui s'oppose au passage du courant. Le transformateur fonctionne en charge quand un récepteur est raccordé à sa sortie. Le courant débité par le secondaire crée alors un champ magnétique opposé au champ produit par le primaire. Il s'ensuit une augmentation du courant dans le primaire et en fin de compte il y a une égalité quasi parfaite entre la puissance que génère le secondaire et la puissance consommée par l'enroulement primaire.

### 2.1.12.2 Calcul en rapport au transformateur monophasé

Dans le transformateur monophasé idéal, on peut dire que :

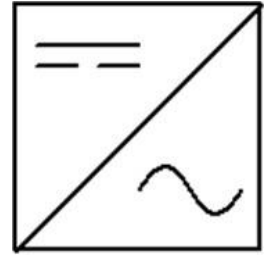
$$S_1 = S_2$$

Bien sûr on néglige les pertes qui sont très petites dans un transformateur de grande puissance. De cette relation IL en découle d'autres

## 2.1.13 Alimentation à découpage



(a) Photo Alimentation à découpage



(b) Symbole

Fig. 2.23 : Alimentation à découpage

### 2.1.13.1 Définition

Une alimentation à découpage est une alimentation électrique dont la régulation est assurée par des composants électroniques de puissance utilisés en commutation (généralement des transistors). Ce mode de fonctionnement diffère de celui des alimentations linéaires dans lesquelles les composants électroniques sont utilisés en mode linéaire. Une alimentation à découpage de type forward est une alimentation qui transmet instantanément la puissance, alors que celle de type flyback stocke cette énergie sous forme d'énergie magnétique dans une inductance (bobine) et libère ensuite cette énergie dans un circuit dit secondaire.

Les alimentations à découpage se sont fortement développées depuis les années 1980 pour pallier les inconvénients des alimentations linéaires : poids élevé et faible rendement. Elles sont utilisées désormais dans tous les appareils électroniques.[11]

### 2.1.13.2 Éléments principaux

- Connecteur d'alimentation secteur 230v.
- Fusible de protection.
- Filtre EMI, avec une bobine d'arrêt.
- Pont de diodes.
- Condensateur de filtrage, stocke l'énergie pour l'étage de découpage.
- Transistor de découpage (technologie MOS) monté sur un radiateur

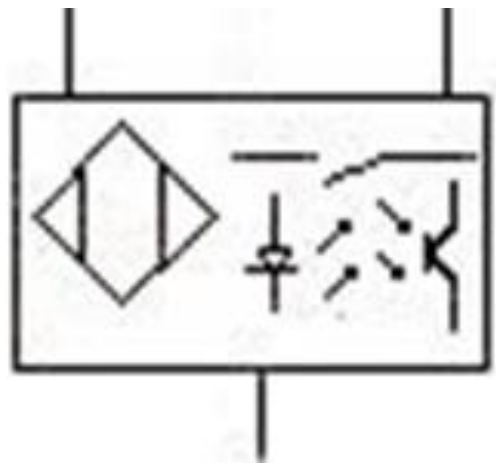
- Transformateur ou circuits magnétiquement couplés : dispositif qui permet une modification du niveau de tension et parfois l'isolation des parties haute et basse tension.
- Diode Schottky (commutation rapide) montée sur un radiateur.
- Condensateur de filtrage.
- Bobine de filtrage
- Circuit de commande de l'optocoupleur.
- Optocoupleur. Assure l'isolation des parties haute et basse tension.
- Circuit de commande du transistor de découpage
- Sortie de l'alimentation.
- Régulateur de tension à découpage

## 2.2 PARTIE AUTOMATISME

### 2.2.1 Capteur infrarouge



(a) Capteur infrarouge



(b) Symbole du Capteur infrarouge

Fig. 2.24 : Capteur infrarouge avec symbole

### 2.2.1.1 Définition

Le détecteur infrarouge est un dispositif capable de repérer des mouvements ou une présence physique sur l'ensemble du périmètre couvert par son capteur.[12]

### 2.2.1.2 Constitution de Capteur infrarouge FC-51

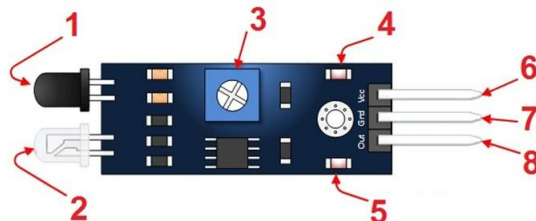


Fig. 2.25 : photo Constitution de Capteur infrarouge FC-51

- Récepteur d'Infrarouge
- LED Émetteur d'Infrarouge
- Potentiomètre pour contrôler la distance de détection
- Alimentation LED
- Statut de détection LED
- Alimentation 5V
- GND
- Sortie de signal

### 2.2.1.3 Principe de Fonctionnement

Il existe trois grands types de détection, la détection par barrage où l'objet à détecter coupe un faisceau lumineux situé entre l'émetteur et le récepteur, la détection par système réflex où un faisceau réfléchi est coupé par l'objet à détecter et le système de proximité où le faisceau émis par le récepteur est renvoyé par la pièce à détecter sur le récepteur situé sur le même capteur.

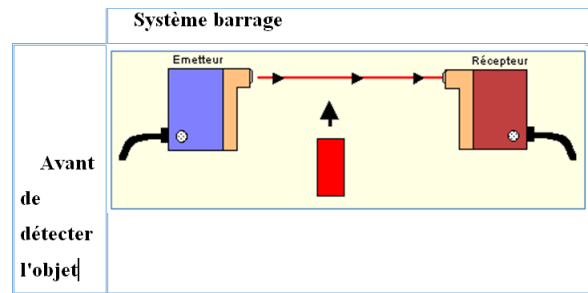


Fig. 2.26 : Système barrage

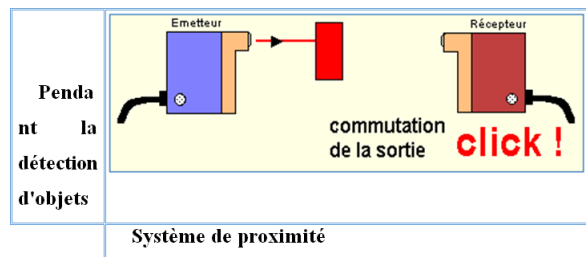


Fig. 2.27 : Système de proximité

## 2.2.2 Automate Programmable

### 2.2.2.1 Définition

Un automate programmable est un appareil dédié au contrôle d'une machine ou d'un processus industriel, constitué de composants électroniques, comportant une mémoire programmable par un utilisateur non informaticien, à l'aide d'un langage adapté. En d'autres termes, un automate programmable est un ordinateur, au jeu d'instructions volontairement réduit, destiné à la conduite et la surveillance en temps réel de processus industriels

### 2.2.2.2 Structure interne des API

La structure interne d'un API peut se représenter comme suit

Un API se compose donc de trois grandes parties :

- Le processeur
- La mémoire
- Les interfaces Entrées/sorties

### 2.2.2.3 Les caractéristiques principales API

- Compact ou modulaire
- Tension d'alimentation

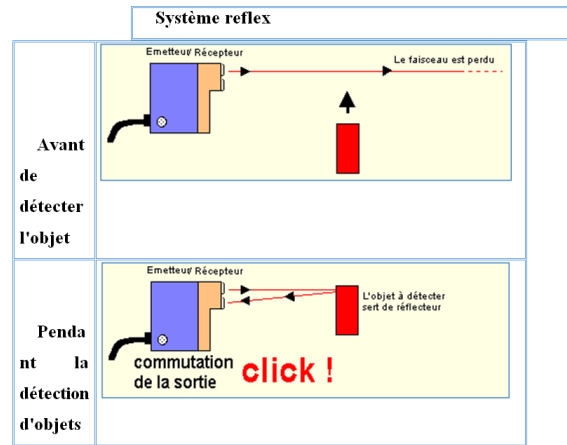


Fig. 2.28 : Système reflex

- Taille de la mémoire
- Nombre d'entrées / sorties
- Modules complémentaires (analogique, communication,...)
- Langage de programmation

#### 2.2.2.4 Fonctionnement

L'automate programmable reçoit les informations relatives à l'état du système et puis commande les préactionneurs suivant le programme inscrit dans sa mémoire. Généralement les automates programmables industriels ont un fonctionnement cyclique. Le microprocesseur réalise toutes les fonctions logiques ET, OU, les fonctions de temporisation, de comptage, de calcul... Il est connecté aux autres éléments (mémoire et interface E/S) par des liaisons parallèles appelées 'BUS' qui véhiculent les informations sous forme binaire.

## 2.2.3 DESCRIPTION DES ELEMENTS D'UN API

### 2.2.3.1 Microcontrôleur (PIC)



(a) Microcontrôleur (PIC)



(b) Symbo Microcontrôleur (PIC) infrarouge

Fig. 2.29 : Microcontrôleur (PIC)

### 2.2.3.2 Introduction

Les microcontrôleurs ont grandement contribué à l'évolution des circuits électroniques, des circuits électroniques câblés vers des circuits imprimés programmables, qui permettent en programmant ces derniers d'effectuer plusieurs tâches précises. La multiplicité de ses ports (entrées/sorties) a l'avantage de brancher plusieurs périphériques issues du monde extérieur tels que : les diodes lumineuses(LED), les amplificateurs pour commander des moteurs, hautparleurs, les boutons poussoirs, les interrupteurs. De plus l'évolution actuelle des microcontrôleurs permet la reprogrammation de leurs mémoires grâce à la mémoire permanente flash.[13]

### 2.2.3.3 Généralités sur les microcontrôleurs

Un microprocesseur est un composant électronique qui traite une information d'une manière automatique [6]. Il est constitué :

- D'une UCT (unité centrale de traitement) qui contient une UAL, registres, UC2. En ajoutant une mémoire centrale et des périphériques (compteur, convertisseurs analogiques/numériques, les timers, les ports E/S parallèles ou séries, bus de données et d'adresses). Tout cela est intégré dans un seul circuit nommé microcontrôleur.

#### 2.2.3.4 Définition des PICs

Ce sont des microcontrôleurs commercialisés par la firme américaine microchip, ils sont communément appelés picchips, microchip utilise PIC pour décrire ses séries de PIC microcontrôleurs (PIC12, PIC14...), même s'il n'est pas spécifiquement défini le mot PIC est généralement supposé dire programmable interface contrôler.

La dénomination est sous copyright de microchip, donc les autres fabricants n'ont pas le droit d'utiliser ce terme pour leurs propres microcontrôleurs.

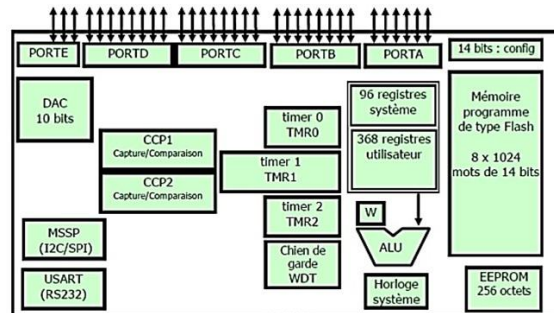


Fig. 2.30 : Structure interne des PICs

#### 2.2.3.5 Unité centrale

son rôle consiste d'une part à organiser les différentes relations entre la zone mémoire et les interfaces d'entrée sortie et d'autre part à gérer les instructions du programme

#### 2.2.3.6 La mémoire Programme ROM

Où est stocké le langage de programmation. Elle est en général figée, c'est à dire en lecture seulement. (Mémoire morte)

#### 2.2.3.7 les CARTES d'entrées

Elles sont destinées à recevoir l'information en provenance des capteurs et adapter le signal en le mettant en forme, en éliminant les parasites et en isolant électriquement l'unité de commande de la partie opérative.

#### 2.2.3.8 Cartes de sorties

Elles sont destinées à commander les pré-actionneurs et éléments des signalisations du système et adapter les niveaux de tensions de l'unité de commande à celle de la partie opérative du système en garantissant une isolation galvanique entre ces dernières

### 2.2.3.9 Caractéristiques du PIC 16F877A

Le PIC 16F877-A peut supporter une fréquence de 20MHZ maximum, il possède les caractéristiques suivantes :

| PIC     | Flash | RAM    | EEPROM | I/O | A/D | Port// | Port série |
|---------|-------|--------|--------|-----|-----|--------|------------|
| 16F877A | 8kbit | 368oct | 256oct | 33  | 8   | PSP    | USART/MSSP |

Fig. 2.31 : Caractéristiques du PIC 16F877A

### 2.2.3.10 Structure externe de PIC16F877-A

Le PIC 16F877-A comprend :

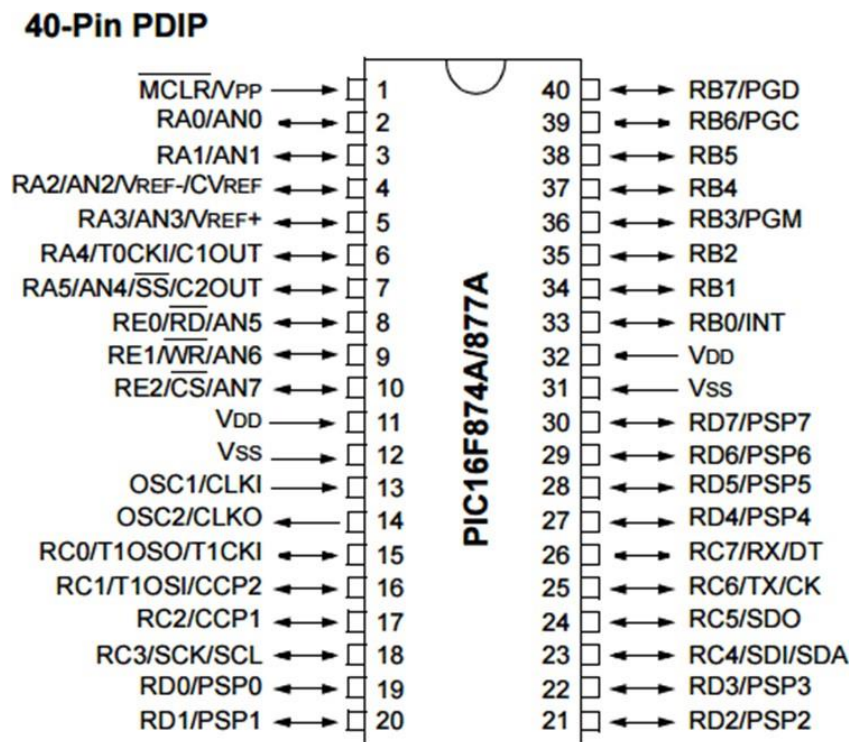


Fig. 2.32 : pic16f877

- Quatre pins pour l'alimentation : deux connections VDD et deux connections VSS. Le nombre important des entrées/sorties provoquent le véhicule du courant dans le PIC qui provoque à son tour une dissipation thermique et pour cette raison, on fait appel à ces deux pins de part et d'autre du PIC.

- Deux pins pour l'oscillateur.
- RESET(MCLR) : qui sert à initialisé le microcontrôleur en casde la mise sous tension et remise à zéro externe.
- Deux broches OSC1 et OSC2 ou CLKIN et CLKOUT, qui permettent de faire fonctionner l'oscillateur interne du PIC ou l'oscillateurexterne qui peut être un quartz, un oscillateur RC, un résonateur céramique.

## 2.2.4 Ports d'entrée et de sortie

### 2.2.4.1 Les Ports d'entrées

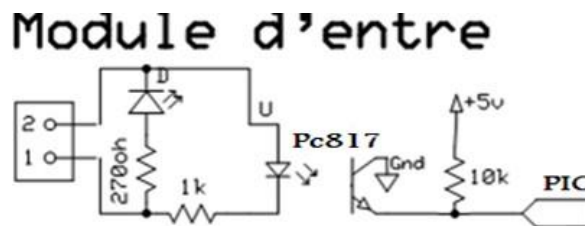


Fig. 2.33 : Les Ports d'entrées

### 2.2.4.2 Définition

Les entrées TOR Elles permettent de raccorder à l'automate les différents Capteurs logiques tels que : boutons poussoirs, thermostats, fins de course, capteur De proximité, photo-électriques, roues codeuses, ... Outre l'acquisition de L'information, les modules d'E binaires réalisent un pré- traitement du signal : mise En forme, élimination des parasites (filtrage), découplage des niveaux de puissance.[14]

## 2.2.5 L'Optocoupleur PC817

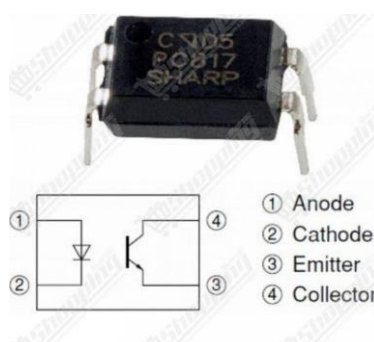


Fig. 2.34 : L'Optocoupleur PC817

Un optocoupleur pc817 est formé d'une LED infrarouge et d'un phototransistor ou d'une photo-diode. L'optocoupleur assure une liaison entre la LED et le phototransistor tout en assurant une

---

isolation électrique entre les deux. L'optocoupleur se caractérise d'un point de vue électrique par la partie LED infrarouge et la partie phototransistor.[15]

### 2.2.5.1 CARACTERISTIQUES L'Optocoupleur PC817

|                                     |
|-------------------------------------|
| Fabricant : Sharp Microelectronics  |
| Boitier : PDIP-4 (4 pins)           |
| Type de phototransistor : NPN       |
| Nombre de canaux : 1                |
| Forward current : 50 mA             |
| Max collector emitter voltage : 80V |
| Max collector current : 50mA        |
| Forward Voltage (Vf) : 1.4V         |
| Reverse voltage (Vr) : 6V           |

Fig. 2.35 : CARACTERISTIQUES L'Optocoupleur PC817

## 2.2.6 les Ports de sortie

### 2.2.6.1 Définition

Les sorties TOR Elles permettent de raccorder à l'automate les différents préactionneurs telsque : vannes, contacteurs, voyants, électrovannes, relais de Puissance, afficheurs,...Le même souci d'isolement électrique se retrouve au Niveau des sorties. De plus, il convient de rendre disponible sur celles-ci une Certaine puissance utilisable à la commande du procédé.

## 2.2.7 CIRCUIT ULN2803 COMMANDE DE PUISSANCE

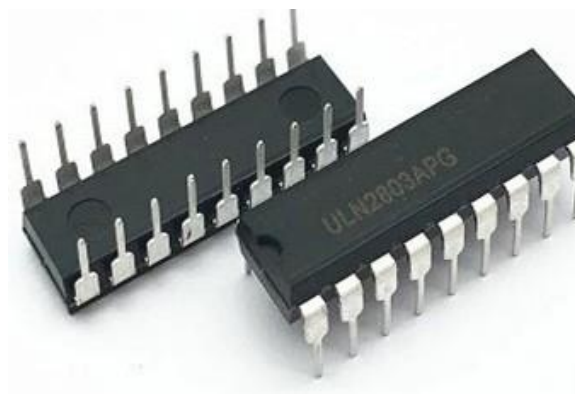


Fig. 2.36 : RCUIT ULN2803 COMMANDE DE PUISSANCE

### 2.2.7.1 Définition

Ce Ci est idéal pour interfacer un circuit digital (CMOS, TTL OU PMOS/NMOS) qui a besoin de commander plusieurs composants nécessitant de plus forts courants ou intensités lampes, relais,

ampoules, têtes d'imprimante, moteur pas à pas, moteurs à courant continu, ou autres charges similaires. Le ULN2803 ne gère pas le PWM, c'est soit ON soit OFF. Par contre, rien ne vous empêche de mettre la cathode sur l'ULN2803 et l'anode sur un transistor PNP BC327 qui, lui, gère le PWM. Le circuit intègre 8 transistors, pas de bus de communication, il vous faudra donc 8 sorties de votre PIC pour commander tous les transistors.[16]

### 2.2.7.2 Caractéristiques de l'ULN2803A

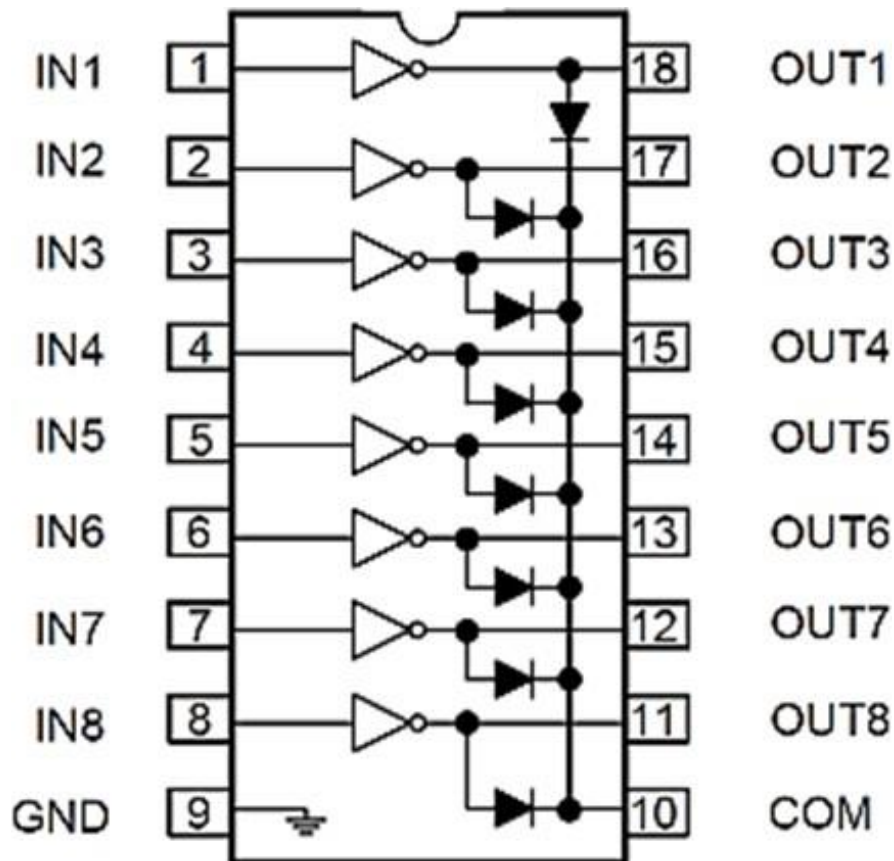


Fig. 2.37 : Structure Interne ULN2803A

## 2.2.8 régulateur de tension (LM7805/LM7809)

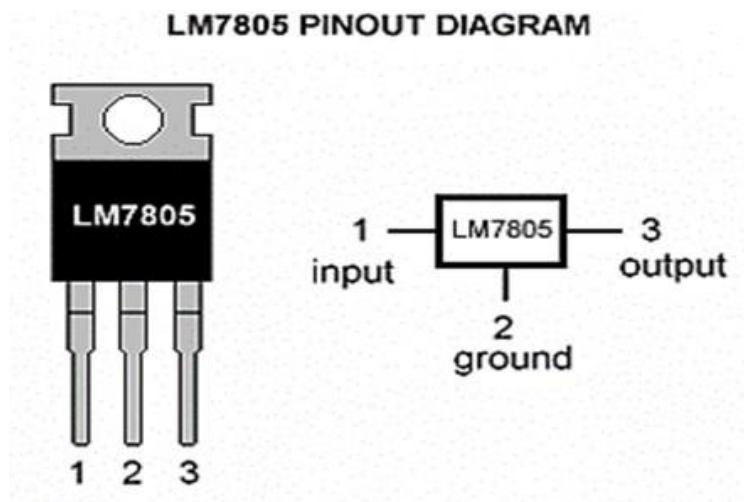


### 2.2.8.1 Régulateur de tension (LM7805/LM7809)

#### 2.2.8.2 Définition

Un régulateur de tension, est un organe électrotechnique ou un composant électronique qui main-tient à sa sortie, dans certaines limites, une tension constante, indépendamment de la charge et de la tension d'entrée.[17]

#### 2.2.8.3 Brochage

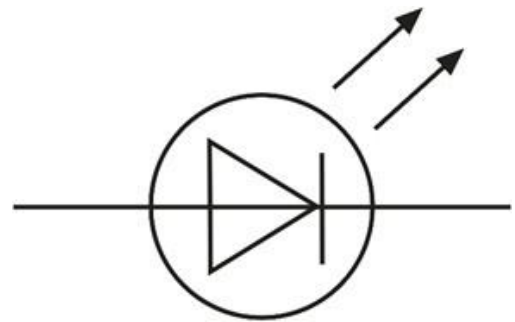


#### 2.2.8.4 Brochage

## 2.2.9 Photodiode (LED)



(a) Photodiode (LED)



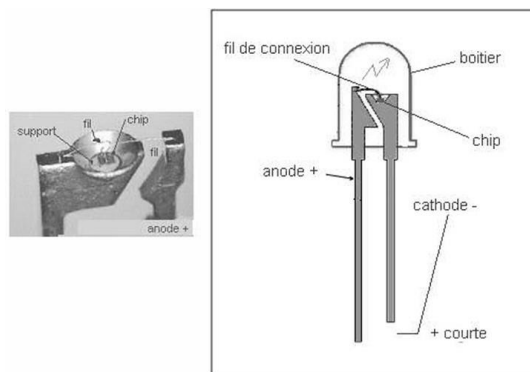
(b) Photodiode (LED) avec Symbole

Fig. 2.38 : Photodiode (LED)

### 2.2.9.1 Définition

Il est un élément électronique appartient à la famille des binaires émet de la lumière lorsqu'il est excité par un signal électrique et double arriver balayez, vers l'avant et de compter sur la théorie de la puissance donnée à lui le travail de l'avant –fil acte pour déplacer les porteurs de charge.[18]

### 2.2.9.2 Constitution



### 2.2.9.3 constitution de photodiode

## 2.2.10 Les résistances électriques

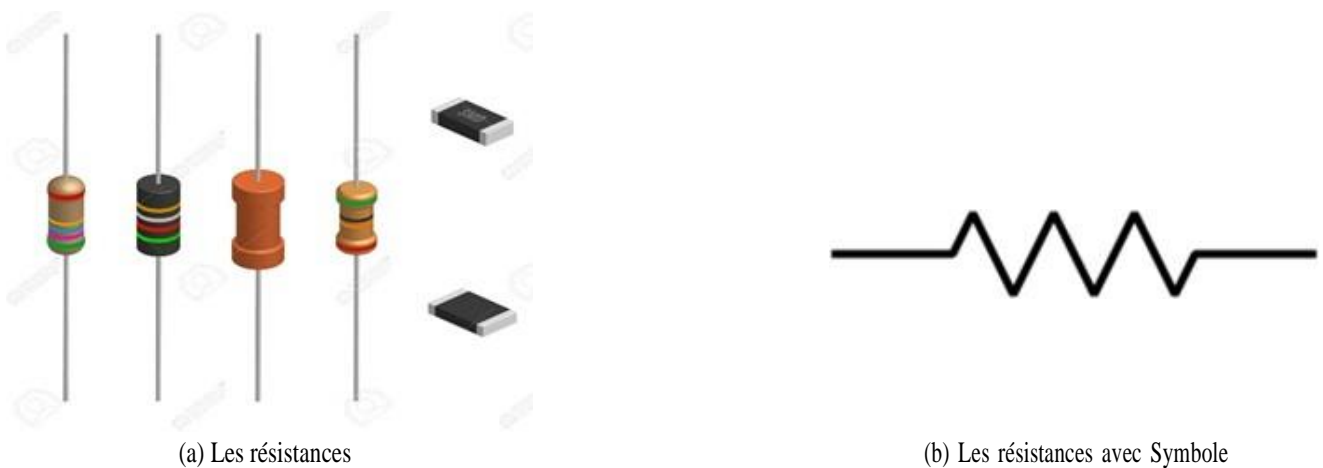
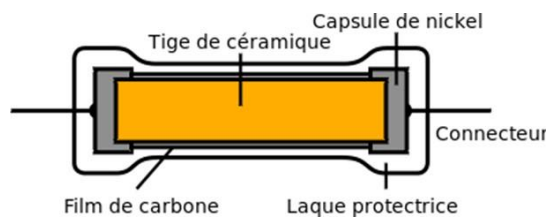


Fig. 2.39 : Les résistances électriques avec symbole

### 2.2.10.1 Définition

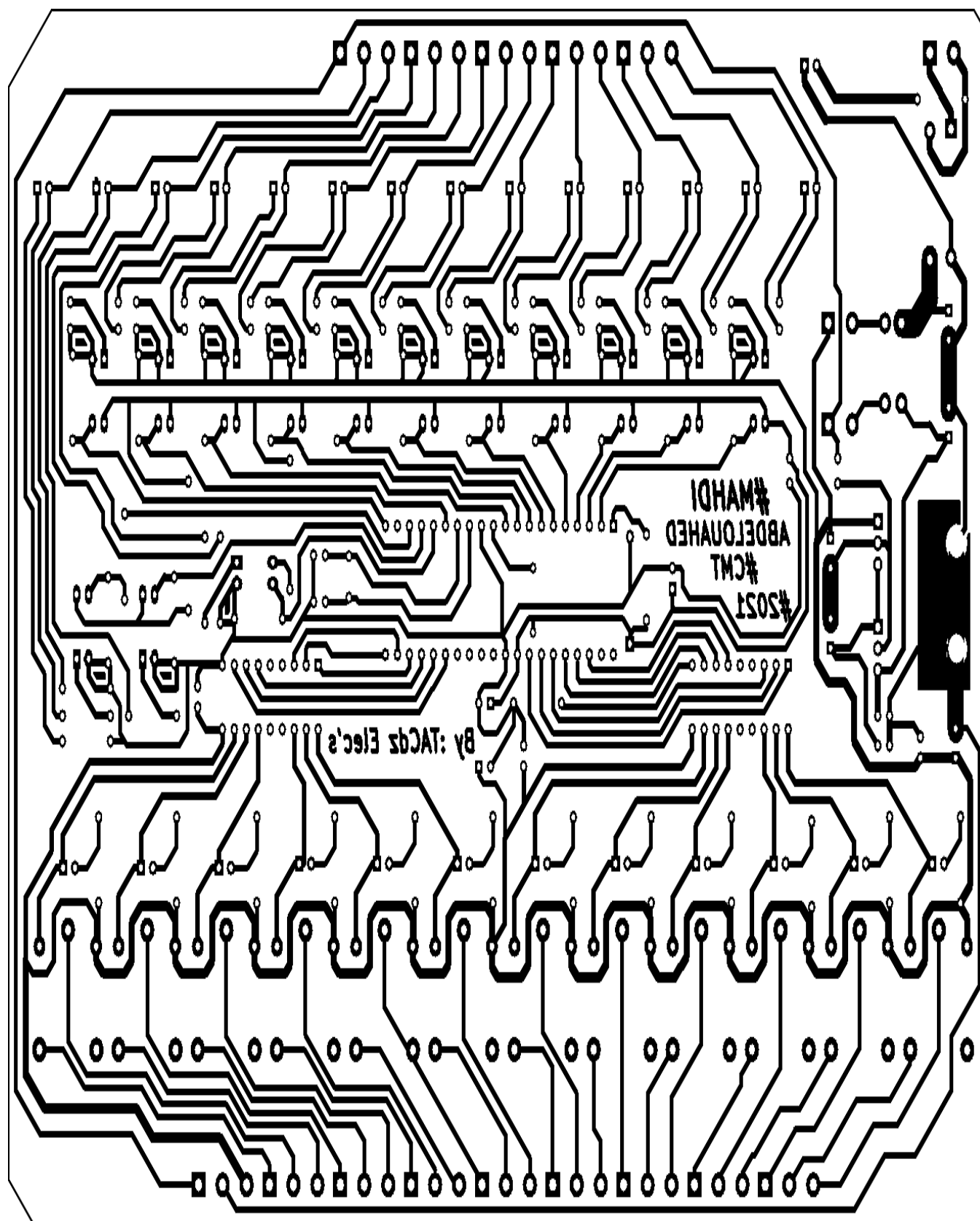
Une résistance ou résistor est un composant électronique ou électrique dont la principale caractéristique est d'opposer une plus ou moins grande résistance (mesurée en ohms) à la circulation du courant électrique.[19]

### 2.2.10.2 Constitution



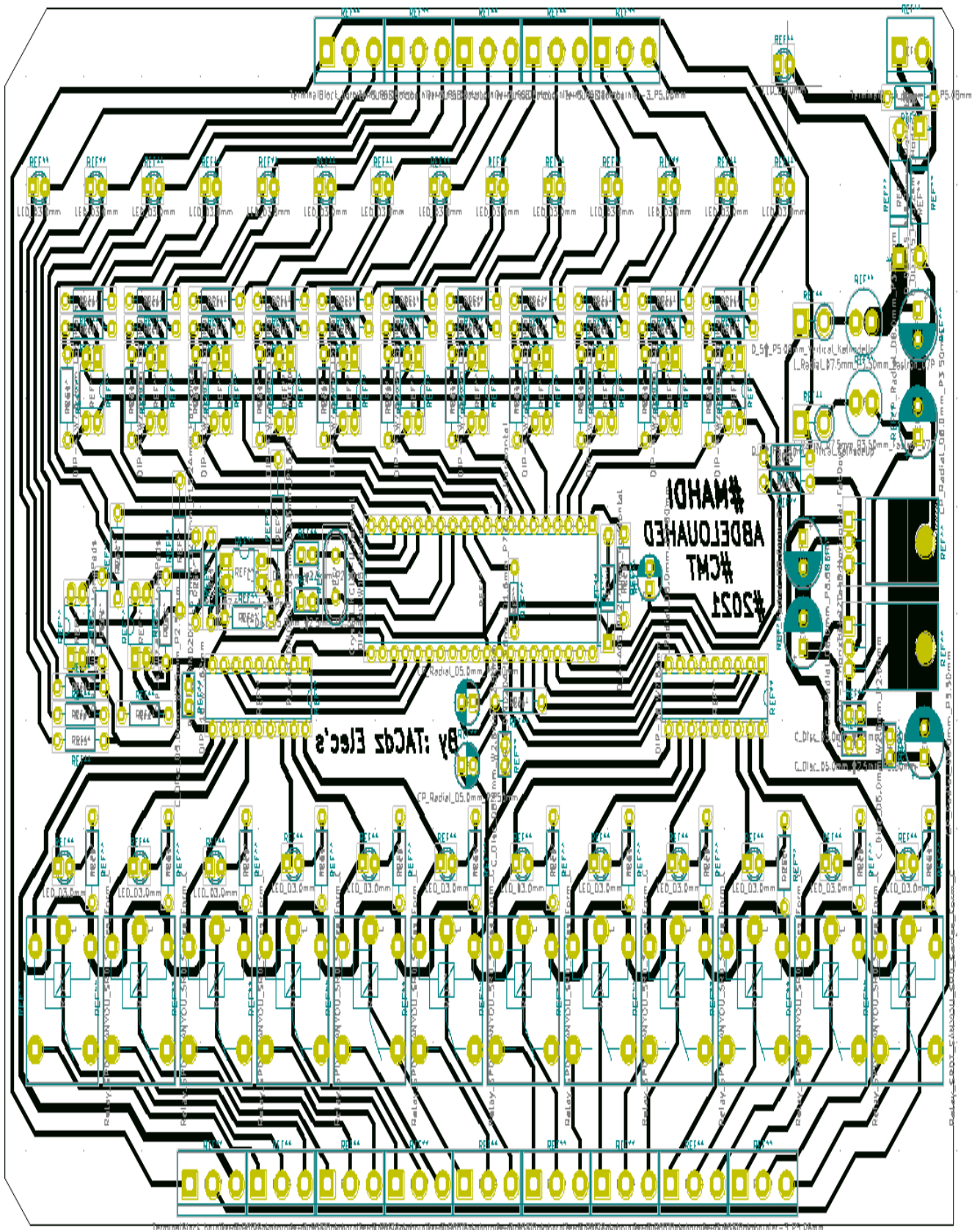
### 2.2.10.3 constitution de photodiode

## 2.2.11 Schéma électronique de l'API :




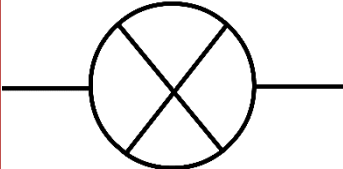

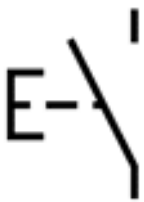

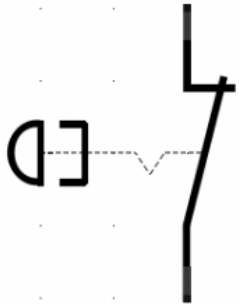
2.2.11.1 Typon (circuit imprimé) de l'API

## 2.2.12 Schema Synoptique de l'API :


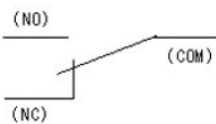


2.2.12.1 Schema Synoptique de l'API :


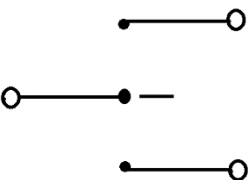
## 2.3 PARTIE ELECTRIQUE

| <i>I-4-1-1) Lampe témoin :</i>  |   |                         |                 |
|---|---|-------------------------|-----------------|
| <i>Photo</i>  | <i>symbole</i>  | <i>Caractéristiques</i> | <i>Quantité</i> |
|    |    | 220VAC<br>12VDC         | 12              |
| <i>I-4-1-2) Bouton poussoir :</i>   |   |                         |                 |
| <i>Photo</i>  | <i>symbole</i>  | <i>Caractéristiques</i> | <i>Quantité</i> |
|   |   | NO                      | 2               |
| <i>I-4-1-3) Bouton d'urgence :</i>  |   |                         |                 |
| <i>Photo</i>  | <i>symbole</i>  | <i>Caractéristiques</i> | <i>Quantité</i> |
|  |  | NO - NC                 | 1               |


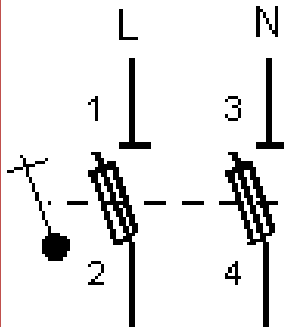
**I-4-1-4) Fin de course :**

| <i>Photo</i>  | <i>symbole</i>   | <i>Caractéristiques</i> | <i>Quantité</i> |
|---|--|-------------------------|-----------------|
|  | <p>c contact</p>  | <b>NO - NC</b>          | <b>1</b>        |


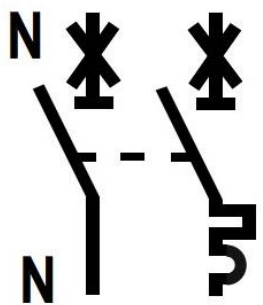
**I-4-1-5) Commutateur électrique :**

| <i>Photo</i>  | <i>symbole</i>  | <i>Caractéristiques</i> | <i>Quantité</i> |
|---|---|-------------------------|-----------------|
|  |  | <b>NO</b>               | <b>1</b>        |



**I-4-1-6) sectionneur porte fusible :**

| <i>Photo</i>  | <i>symbole</i>  | <i>Caractéristiques</i> | <i>Quantité</i> |
|---|---|-------------------------|-----------------|
|  |  |                         | <b>3</b>        |


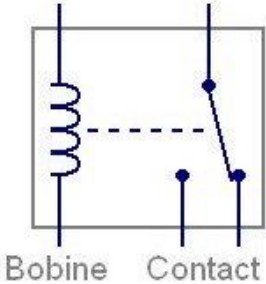
**I-4-1-7) Disjoncteur magnéto thermique :**

| <i>Photo</i>  | <i>symbole</i>  | <i>Caractéristiques</i> | <i>Quantité</i> |
|---|---|-------------------------|-----------------|
|  |  |                         | <b>1</b>        |


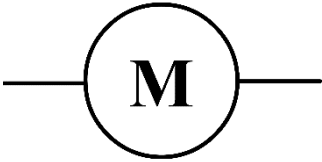
**I-4-1-8) Fusible :**


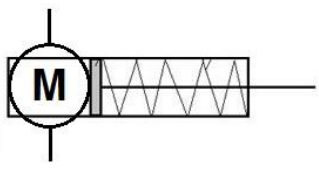



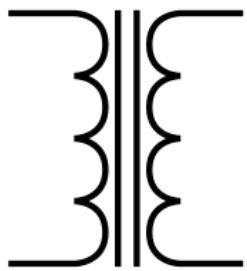
| <i>Photo</i>  | <i>symbole</i>  | <i>Caractéristiques</i> | <i>Quantité</i> |
|---|---|-------------------------|-----------------|
|  |  |                         | <b>3</b>        |

**I-4-1-9) Relais électromécanique :**

| <i>Photo</i>   | <i>symbole</i>   | <i>Caractéristiques</i> | <i>Quantité</i> |
|--|--|-------------------------|-----------------|
|  |  | <b>12V</b>              | <b>16</b>       |

**I-4-1-10) Moteur courant continu :**

| <i>Photo</i>  | <i>symbole</i>  | <i>Caractéristiques</i> | <i>Quantité</i> |
|---|---|-------------------------|-----------------|
|  |  | <b>12V DC</b>           | <b>2</b>        |

| <i>I-4-1-11) Vérin électrique :</i>   |   |  |                 |
|---|---|--|-----------------|
| <i>Photo</i>  | <i>symbole</i>  | <i>Caractéristiques</i>                    | <i>Quantité</i> |
|    |    | <b>12V DC</b>                              | <b>1</b>        |
| <i>I-4-1-12) Moteur Pompe à eau :</i>   |   |  |                 |
| <i>Photo</i>  | <i>symbole</i>  | <i>Caractéristiques</i>                    | <i>Quantité</i> |
|  |  | <b>12V DC</b>                              | <b>1</b>        |
| <i>I-4-1-13) Transformateur :</i>   |   |  |                 |
| <i>Photo</i>  | <i>symbole</i>  | <i>Caractéristiques</i>                    | <i>Quantité</i> |
|  |  | <b>220VAC-12VAC</b><br><b>220VAC-24VAC</b> | <b>2</b>        |





# Chapitre 3

## PROGRAMMATION ET SUPERVISION DUPROCÉDÉ

### 3.1 INTRODUCTION

La mise en œuvre d'un système automatisé comporte trois phases essentielles : la conception, la programmation et l'exécution. Dans ce chapitre, nous allons étudier la programmation de l'automate ainsi que le logiciel d'exécution du programme.

### 3.2 Le langage ladder

#### 3.2.1 Définition

Le langage ladder ou langage à contacts ou encore schéma à relais fait partie des 5 langages standards de la norme CEI 61131-3 définie par la commission électrotechnique internationale (CEI). Le langage ladder est un langage de programmation graphique facile à comprendre et à prendre en main. C'est sans doute le langage de programmation d'automatisme le plus couramment utilisé pour la programmation d'automates. Le langage ladder est composé d'une séquence de contacts (interrupteurs qui sont soit fermés, soit ouverts) et de bobines qui permettent de traduire les états logiques d'un système.[20]

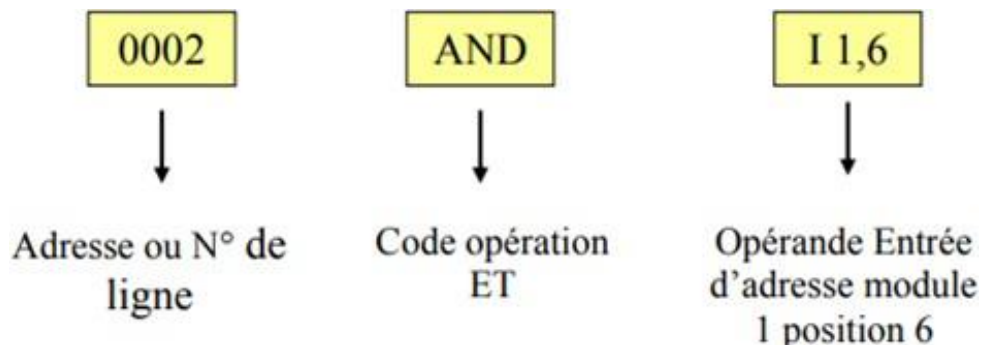
#### 3.2.2 Principe d'écriture d'un programme

Un programme est constitué d'une suite d'instructions, chaque instruction se compose des éléments suivants : \* Un numéro de ligne ou une adresse permettant de retrouver une instruction dans

le programme

\* Un code d'opération indiquant le type d'opérateur à exécuter (opération ET (code AND) ; opération OU (code OR) \* Un opérande indiquant l'objet sur lequel s'effectue l'opération, il est composé en deux parties :

- Son type par exemple I pour les entrées, Q pour les sorties
- Son adresse géographique sur l'automate (sa position) par exemple 0.5 0 étant le numéro du module, 5 étant la voie sur le module ; ainsi chaque entrée ou sortie à une adresse sur l'automate.



### 3.2.3 Ladder diagram

**Le langage à contact ou Ladder :** Le langage à contact est adapté à la programmation de traitements logiques, il utilise le schéma développé. Nous retrouvons :

- \* La fonction ET en utilisant des contacts en série
- \* La fonction OU en utilisant des contacts en parallèle



\* La fonction OU en utilisant des contacts en parallèle.



---

### 3.2.4 Représentation des éléments principaux

## 3.3 Le programme LDMicro

**Introduction :** LDmicro génère du code natif pour certains microcontrôleurs Microchip PIC16F et Atmel AVR. Généralement les programmes de développement pour ces Les microcontrôleurs sont écrits dans les langues comme l'assembleur, le C ou le Basic. Un programme qui utilise un de ces langages est une suite de commandes. Ces programmes sont puissants et adaptés à l'architecture des processeurs, qui de façon interne exécutent une liste d'instructions[21]

### 3.3.1 Définition

LD micro est un logiciel qui utilise le langage ladder pour la programmation du pic. Le programme est représenté dans un formant graphique. Le compilateur de langage vérifie le programme lors de la compilation. Le fichier de sortie du compilateur est un fichier HEX qui doit être mis dans le pic à l'aide d'un programmeur pour pic.

### 3.3.2 Bases du programme

Si vous exécutez LDmicro sans arguments de ligne de commande, il démarre avec un programme vide. Si vous démarrez avec le nom d'un programme langage à contacts (xxx.ld) en ligne de commande, il va essayer de charger le programme au démarrage. LDmicro utilise son format interne pour le programme, il ne peut pas importer de programmes édités par d'autres outils. Si vous ne chargez pas un programme existant, LDmicro démarre en insérant une ligne vide. Vous pouvez ajouter les instructions pour votre programme : Par exemple ajouter un jeu de contacts (Instruction -> Insérer Contact). Qui sera nommé 'Xnew'. 'X' désigne un contact qui peut être lié à une broche d'entrée du microcontrôleur, vous pouvez affecter la broche pour ce contact plus tard après avoir choisi le microcontrôleur et renommé les contacts. La première lettre indique de quel type de composants il s'agit par exemple :

Xnom – Relié à une broche d'entrée du microcontrôleur Ynom

– Relié à une broche de sortie du microcontrôleur Rnom –

'Relais interne' : un bit en mémoire

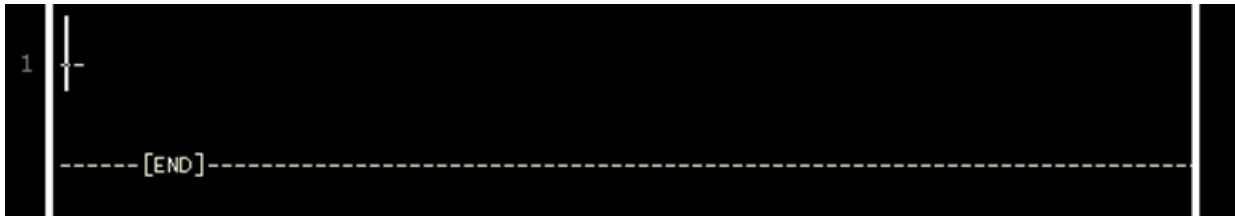
Tnom – Temporisation ; Tempo travail, tempo repos, ou totalisatrice Cnom –

Compteur, Compteur ou décompteur

### 3.3.3 Programmation avec LD micro

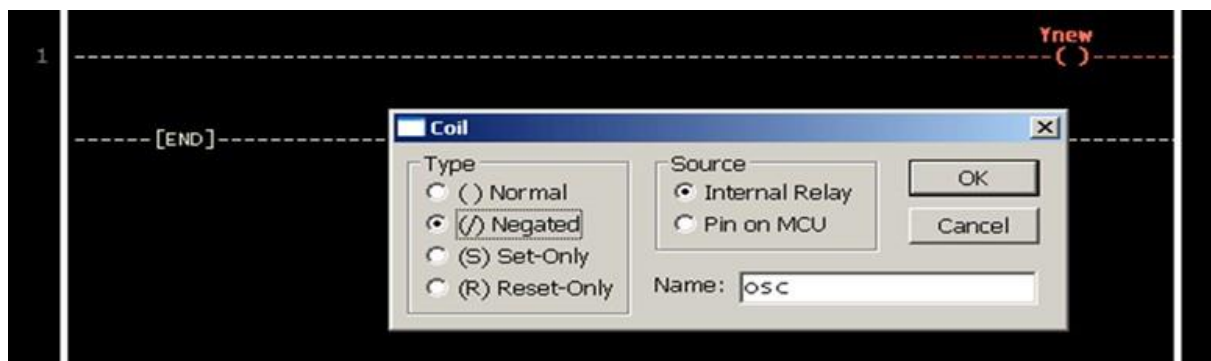
Pour écrire le programme dans le logiciel LDmicro il faut suivre les étapes suivantes :

Quand vous démarrez LDmicro, vous pouvez voir une seule ligne Nous voulons rentrer la première



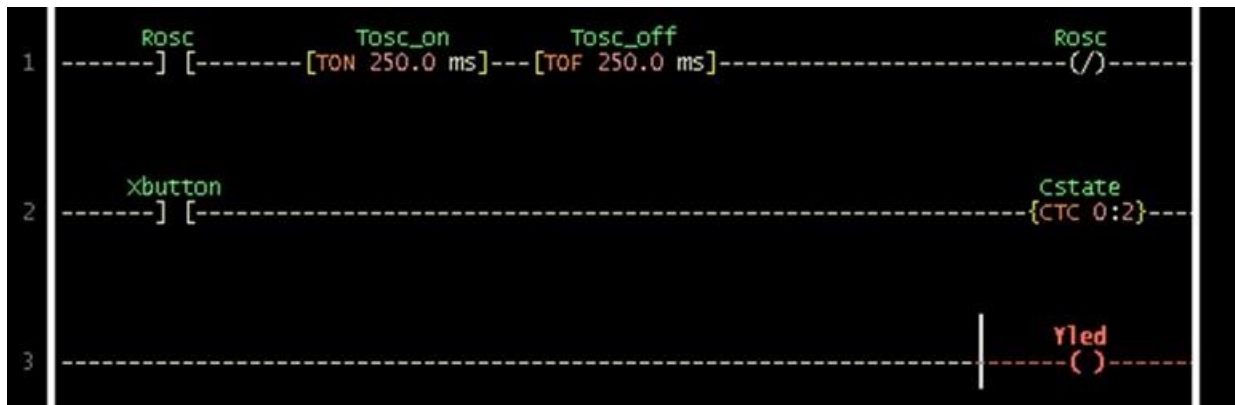
#### 3.3.3.1 première ligne

ligne comme sur le listing ci-dessus. Nous allons commencer par la bobine (de relais), choisir l'instruction à Insérer Bobine. Ceci crée une bobine nommée 'Ynew.' C'est ce que nous voulons excepterle nom qu'il faut changer et devrait être inversé (NC au repos). Faire un double clic sur la bobine, ce qui permet d'ouvrir la boîte de dialogue suivante :



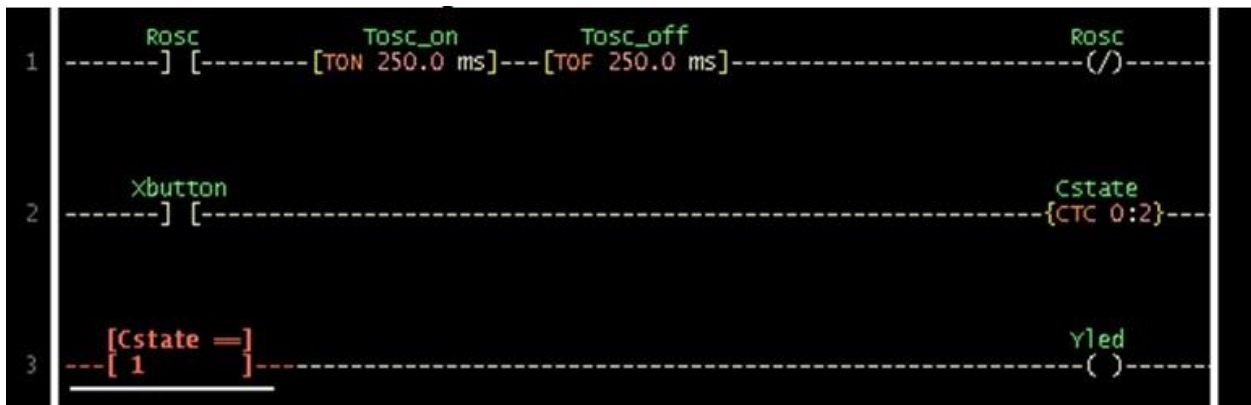
#### 3.3.3.2 reste de la ligne





### 3.3.3.5 la première instruction

Maintenant insérer la première instruction d'égalité à gauche de la bobine, et comme usuellement, mettre le nom correct ainsi que la valeur. Après cela, ajouter la branche parallèle, vous pouvez faire cela en cliquant sur la partie basse de l'instruction d'égalité que vous venez d'insérer, le curseur devient horizontal et au-dessous de l'instruction d'égalité. Maintenant choisir Instruction -> Insérer



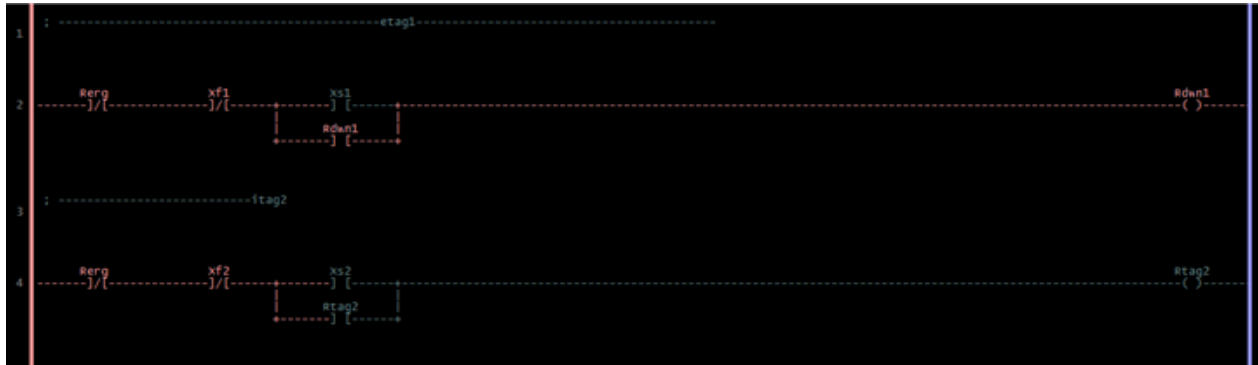
### 3.3.3.6 la première instruction d'égalité

EQU (Compare si égal). Comme votre curseur est sur la première instruction d'égalité, la nouvelle instruction va être insérée au-dessous de cette instruction, en parallèle avec elle. Renommez comme usuellement. Pour finir la ligne, vous devez insérer le contact 'Rosc' à droite de la deuxième instruction d'égalité. Pour faire cela, cliqué sur le bord droit de la seconde instruction d'égalité ;



### 3.3.4 Simulation du programme LDmicro

mode simulation choisir Simulation -> Simuler Où presser <Ctrl+M> le programme est affiché différemment en mode Simulation. Les instructions activées sont affichées en rouge vif, les Instructions qui ne le sont pas sont affichées en grisé. Pour simuler l'appui sur le bouton poussoir faire un double clic sur le texte 'Xbutton' dans la liste au bas de l'écran.



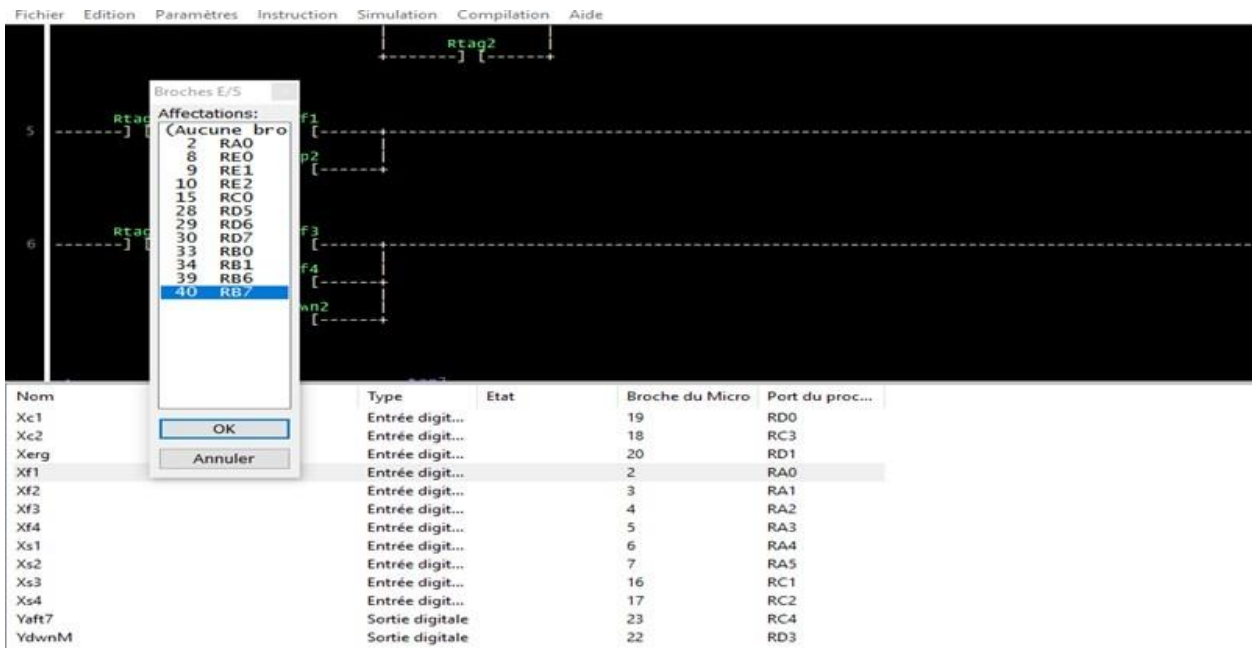
#### 3.3.4.1 Les instructions activées sont affichées en rouge vif

Les deux lignes en rouges montrent que les sorties sont activées la bobine .Faire un double clic sur 'Xs1' de la liste pour simuler un relâchement de ce bouton poussoir.

### 3.3.5 Compiler dans un fichier HEX

Le point final est de générer un fichier HEX qui sera programmé dans . Le Microcontrôleur qui est le pic que vous avez choisi par Paramètres ->Microcontrôleur ->Micro chipPIC16F877-40 Vous devez affecter les broches d'entrées sorties pour chaque 'Xf1' Et 'YupM'. En faisant un double clic sur le nom De l'objet dans la liste au bas de l'écran. Une boîte de dialogue vous Demande de choisir une des broches non affectées dans la liste. Définir quelle est la fréquence de quartz et quel est le temps de cycle pour cela choisir Paramètres ->Paramètres MCU, spécifier 4 MHz pour fréquence horloge. Est-le temps de cycle à 10 ms. Par la suite affecter les broches Entrée set de Sorties. Double clic sur 'Xf1' dans la liste au bas de l'écran, et choisir broche 02 du PIC. (Il n'y a pas en général pas de raison de se soucier du port utilisé ; voir seulement le numéro de broche, adapter en fonction de la carte si elle est déjà existante.)

□



### 3.3.5.1 les élément de la liste

Cliquer 'OK,' et répéter le processus pour 'YupM', que vous pouvez voir sur le schéma et utiliser la broche 21. Les autres éléments de la liste sont des variables internes et des bits en mémoire, il n'y a pas besoin de leur affecter des broches. LDmicro va leur allouer de la mémoire en cours de compilation. Maintenant Choisir dans le menu Compilation -> Compiler, pour la compilation du programme et spécifier où vous voulez enregistrer le fichier IHEX .Si le programme ne comporte pas d'erreur (lié à la structure du programme), LD micro généré un fichier IHEX prêt à être programmé.

# Chapitre 4

## TESTS ET SIMULATION DU PROCEDE

### 4.1 Programme Ladder de Réalisation et Automatisation d'une machine deremplissage de bouteilles des jus

#### 4.1.1 Fonctionnement :

Lorsque la machine est lancée. Le convoyeur convoyé la bouteille vide jusqu'à ce que la bouteille soit détectée par un capteur placé sur le bord du convoyeur.

Le convoyeur s'arrête de bouger et la pompe jus se met en marche pendant un certain temps jusqu'à ce que la bouteille soit remplie jus.

Lorsque le temps de remplissage jus est écoulé, arrête la pompe et fonctionne le convoyeur.

Le détecteur (C2) détecte la bouteille quand elle arrive ensuite le vérin fait tourner le bouchon pour l'enfermer avec un moteur qui tourne avec une vitesse rapide,

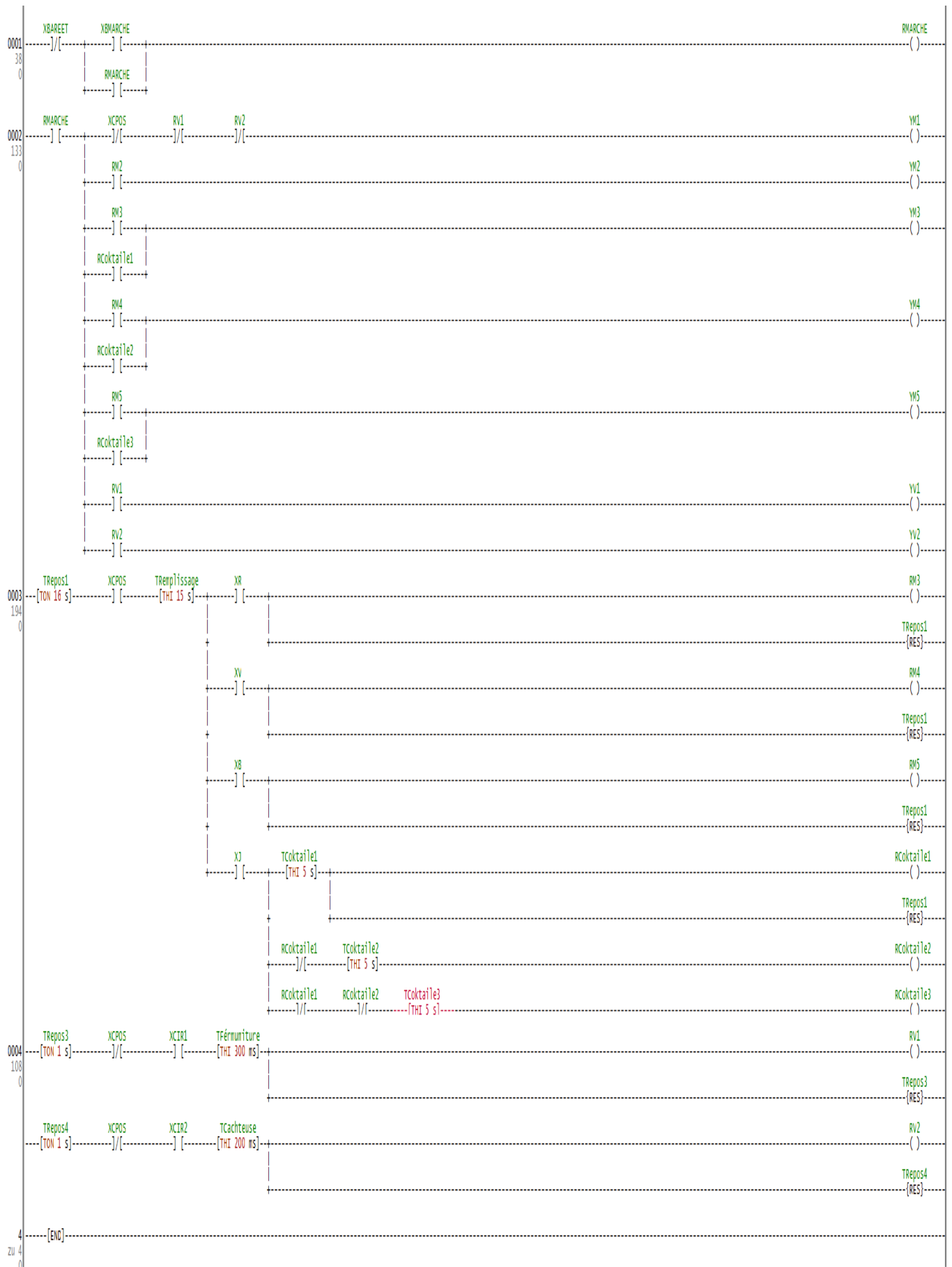
Le détecteur (C3) détecte l'arrivée du bouteille et donne un signal à un vérin qui prendra en charge l'attribution d'un cachet au-dessus du bouchon enfermé .

et donc le processus est fait pour les bouteilles qui suivent.

#### 4.1.2 Cahier de charge :

- Impulsions sur le bouton (BM) pour que le convoyeur (M1) se démarre.
- Le capteur de position (CPOS) détecte l'arrivée du bouteille qui demande un Verrouillage du convoyeur (M1).
- Démarrage un des pompes à jus (M2) ,(M3), (M4) ou tout les pompes en meme temps (mélange).
- Après certain temps Arrêt de la Pompe à jus (M2) ,(M3) ,(M4).

- 
- Le deuxième capteur (IR1) détecte l'arrivée du bouteille qui demande un Verrouillage du convoyeur(M1).
  - Démarrage du Vérin (V1).
  - Après un certain temps l'arrêt du Vérin (V1) et Déverrouillage du convoyeur (M1)
  - Le Troisième capteur (IR2) détecte l'arrivée du bouteille et demande un verrouillage du convoyeur(M1).
  - Démarrage du Vérin (V2).
  - Après un certain temps Arrêt du Vérin (V2).
  - Déverrouillage Le convoyeur (M1).



## 4.2 Programme Ladder de Réalisation

#### 4.2.1 Les Tableaux des variables

| <i>PIC Adresse In</i> | Nom en LDMICRO   | Les Appareils                 |
|-----------------------|------------------|-------------------------------|
| <b>RA1</b>            | <b>XCPOS</b>     | <b>Capteur de couleurs</b>    |
| <b>RA2</b>            | <b>XR</b>        | <b>Capteur de couleurs</b>    |
| <b>RA3</b>            | <b>XV</b>        | <b>Capteur de couleurs</b>    |
| <b>RA4</b>            | <b>XB</b>        | <b>Capteur de couleurs</b>    |
| <b>RE0</b>            | <b>XJ</b>        | <b>Capteur de couleurs</b>    |
| <b>RA5</b>            | <b>X BMARCHE</b> | <b>Bouton poussoir Marche</b> |
| <b>RE1</b>            | <b>X BAREET</b>  | <b>Bouton poussoir Areet</b>  |
| <b>RE2</b>            | <b>XCIR1</b>     | <b>Capteur infrarouge 1</b>   |
| <b>RC0</b>            | <b>XCIR2</b>     | <b>Capteur infrarouge 2</b>   |

| <i>PIC Adresse Out</i> | Nom en LDMICRO | Les Appareils             |
|------------------------|----------------|---------------------------|
| <b>RB6</b>             | <b>YM1</b>     | <b>Moteur 1</b>           |
| <b>RB7</b>             | <b>YM2</b>     | <b>Moteur 2</b>           |
| <b>RB2</b>             | <b>YM3</b>     | <b>Moteur 3</b>           |
| <b>RD4</b>             | <b>YM4</b>     | <b>Moteur 4</b>           |
| <b>RD5</b>             | <b>YM5</b>     | <b>Moteur 5</b>           |
| <b>RB3</b>             | <b>YV1</b>     | <b>Vérin électrique 1</b> |
| <b>RB1</b>             | <b>YV2</b>     | <b>Vérin électrique 2</b> |
|                        |                |                           |



# Conclusion

Nous avons inclus dans cette recherche sur l'une des applications de systèmes automatisés dans la vie quotidienne industrielle, en la Machine remplisseuse des bouteilles, J'ai choisi d'utiliser un microcontrôleur **PIC** comme l'un des systèmes de contrôle et la force dans le monde de l'industrie et les contrôleurs **PIC** sont similaires en principe varie tous les types de l'autre de là où les éléments qu'ils contiennent, le type et vitesse de lecture et de répondre au nombre d'entrées et de sorties et le nombre d'emplois , Après avoir étudié et recherché ce qui convient à la machine de remplissage de bouteilles, j'ai trouvé que le type **PIC16F877** est le plus approprié en termes de vitesse dans l'exécution des fonctions, par exemple, lors de l'arrêt du convoyeur pendant le remplissage de la bouteille, la vitesse de réponse lorsque le signal arrive des capteurs précis et les opérations précises à court terme telles que le temps du repos des capteurs ou le temps de fermeture de la bouteille et d'autres tâches pour la Machine remplisseuse de bouteilles nous fournir les éléments suivants :

- Facilité et rapidité dans le processus de maintenance.
- Vitesse et la précision dans le processus de contrôle.
- Manque de cout important dans la réalisation et la maintenance.

# Bibliographie

- [1] Thomas M. Stout et Theodore J. Williams. Pioneering work in the field of computer process control », *iee annals of the history of computing, ieee*, vol. 17, no 1,, 1995.
- [2] Système de tri couleur par capteur flou = color sorting system by fuzzy sensorbombardier, v ; schmitt, e ; charpentier, p et al.ts. systems, 2008.
- [3] Système de tri couleur par capteur flou = color sorting system by fuzzy sensorbombardier, v ; schmitt, e ; charpentier, p et al.ts. systems, 1976.
- [4] Leistungsschalter oder lastschalter und sicherungen fuer niederspannungs-anlagen. = disjonc- teurs ou interrupteur-sectionneur et coupe-circuit a fusible pour les installations a basse tension floth h. 1977; elektrotech. z., b ; dtsch.; da. 1977; vol. 29; no 5-6; pp. 159-161; bibl. 5 ref. article. systems, 1977.
- [5] Coupled electromagnetic-mechanical dynamic analysis of generator circuit breakerssmajic, jas- min ; jÄger, cornelius ; neubauer, severin et al.ieee transactions on magnetics. 2014, vol 50, num2, issn 0018-9464, 7005704.1-7005704.4conference paper. systems, 2014.
- [6] Vlasov, s. n ; lapin, i. e ; savinov, a. v et al.welding international. , vol 18, num 12, pp 999-1002,issn 0950-7116, 4 p.article. systems, 2004.
- [7] Elements electromecaniques a couches mincesdyatlov vl ; rogalev ai.1972; vychislit. sist.; s.s.s.r.; da. ; no 49; pp. 132-146; bibl. 3 p.serial issue. systems, 19972.
- [8] Moteurs à courant continu = dc motorentrainements systèmes. 2002, vol 35, num 22, pp 14-16, issn 0765-006xarticle. systems, 2002.
- [9] Les vérins électriques = electric jacksentrainements systèmes. 1985, vol 18, num 2, pp 12-15,issn 0765-006xarticle. systems, 1985.
- [10] Le centenaire du transformateurasztalos, p.technikatörténeti szemle. , vol 16, pp 75-89, issn 0497-056xarticle. systems, 1986.

- 
- [11] Une alimentation a decoupage.dangschat ; toute electron.; fr.; da. 1976; no 407; pp. 60-65; bibl.2 ref.article. systems, 1976.
- [12] Etude du capteur capacitif du rayonnement thermiquegordon am. vesci akad. navuk b.s.s.r.,fiz.-tekh. nauk ; s.s.s.r.; da. ; no 1; pp. 31-35; bibl. 16 ref.serial issue. systems, 1973.
- [13] Mise au point d'un dispositif automatique de caractérisation du module solaire à base d'un microcontrôleur pic16f877djerroud, s ; boudghene stambouli, a.revue des énergies renouvelables. , vol 13, num 4, pp 613-623, issn 1112-2242, 11 p.article. systems, 2010.
- [14] Ieee-488 interface using parallel i/o portscampbell b ; robertson p.1982; microprocess. micro syst.; issn 0141-9331; gbr ; da. 1982; vol. 6; no 6; pp. 281-285; bibl. 5 ref.article. systems, 1989.
- [15] Getastete und digital-schaltungen mit optokopplern. = circuits a impulsions et numeriques avec optocoupleurswitt d.1974; elektronik ; dtsh.; da. 1974; vol. 23; no 10; pp. 375-376article. systems, 1974.
- [16] Quantitation of the beta -elimination reaction as used on glycoproteins. downs f ; peterson c ; murty uln et al. 1977; internation. j. pept. prot. res.; denm.; da. 1977; vol. 10; no 4; pp. 315-322; bibl. 13 ref. article. systems, 1977.
- [17] Un regulateur de tensionneverova vp ; semanov ba.1981; prib. teh. eksp.; issn 0032-8162; sun ; da. 1981; no 6; pp. 137-138; bibl. 2 ref.article. systems, 1981.
- [18] Measuring led power distribution.mims fm iii.1976; electro-opt. syst. design ; u.s.a.; da. 1976; vol. 8; no 6; pp. 40-41; bibl. 6 ref.article. systems, 1976.
- [19] Les résistances électriques = resistorsbecaud ; deschamps ; olive et al.1983, 53 p.report. systems, 1983.
- [20] Historical readings in terminology : Plato extracts from two dialogues = lectures historiquesen terminologie : Extraits de deux dialogues de platon sager, juan c.terminology (amsterdam). 2002, vol 8, num 1, pp 163-166, issn 0929-9971, 4 p.article, systems, 2002.
- [21] Laser processing system for micro drilling of printed circuit boardsnishimae, junichi ; satoh, yu-kio ; kojima, tetsuo et al.spie proceedings series. 2000, pp 209-211, isbn 0-8194-3731-xconference paper, systems, 2000.