

**République Algérienne Démocratique et Populaire**  
**Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique**  
**Université Mouloud MAMMERRI, Tizi-Ouzou**



**Faculté de Génie Electrique et d'Informatique**  
**Département d'Automatique**

**Mémoire de Fin d'Etudes**

En vue de l'obtention du diplôme

*D'Ingénieur d'Etat en Automatique*

*Thème*

**Etude et Amélioration du Système d'Ensachage**  
**(à base du PIC 16F876)**

Proposé par : **Mr B.ABAZIZ**  
Dirigé par : **Mr A.LAKHLEF**

Présenté par :  
- **KOULOUGLI Taous**  
- **MESSAOUD Karima**

Soutenu le : **07 / 10 /2010**

*Promotion 2010*

Ce travail a été préparé à : l'Entreprise MIS (Moulin Industrielle Sébaou)

# Remerciements

*Nous remercions **Dieu tout puissant** de nous avoir donné la force physique et morale pour mener à terme ce présent travail, et le louons pour tout ce que nous sommes, l'implorant pour notre avenir.*

*Nous tenons à remercier **M<sup>r</sup> A.LAKHLEF** notre promoteur pour avoir accepté de poursuivre notre encadrement.*

*Nous remercions également **M<sup>r</sup> B. ABAZIZ** l'automaticien de l'entreprise MIS de nous avoir accueilli et son personnel pour leur encouragements et leur aides efficaces pendant la durée de notre stage.*

*Nous exprimons particulièrement notre gratitude à l'égard de nos enseignants pour nous avoir prodigué le savoir.*

*Nous remercions aussi monsieur le président et les membres de jury d'avoir accepté de juger notre travail.*

# Sommaire

---

Introduction Général.....	1
Présentation de l'unité MIS.....	2
<b>Chapitre I : Description et fonctionnement du système d'ensachage.</b>	
Introduction.....	6
I.1 Les aspects générant du procédé de la mouture.....	6
I.1.1 Section de réception/pré nettoyage.....	6
I.1.2 Section de nettoyage.....	6
I.1.3 Section de premier conditionnement.....	7
I.1.4 Section de deuxième conditionnement.....	7
I.1.5 Section mouture.....	7
I.1.6 Section du produit fini.....	7
I.2 Le système d'ensachage.....	8
I.2.1 Définition.....	8
I.2.2 Différents parties du système d'ensachage.....	9
1) Une structure à support avec appui à terre.....	9
2) Un groupe de rotation alterné.....	9
2 .a Caractéristique du moteur auto-freinant.....	1.0
2. b Les Caractéristiques de l'ensemble moteur réducteur.....	10
2. c Capteur inductif.....	11
2. d Fonctionnement de groupe de rotation.....	11
2. e Groupe pignon et couronne .....	11
3) Un groupe de disque.....	12
4) Six bouches d'ensachage.....	13
I.3 Les différents éléments pneumatique utilisés.....	15
➤ L'unité de conditionnement d'air.....	15
➤ Distributeur 4/2 .....	15
➤ Les vérins doubles effet.....	15

# Sommaire

---

I.4 Fonctionnement du système d'ensachage.....	16
1) Serrage du sac vide sur la bouche d'ensachage .....	16
2) Déversement de la pesée.....	16
3) Deux phases de vibration et désaération simultanées .....	16
4) Poste d'évacuation du sac plein .....	16
5) Poste intermédiaire non opérationnel.....	16
I.5 GRAFCET fonctionnel du Carrousel.....	17
Conclusion.....	18
<b>Chapitre II : Techniques d'alimentation de la machine à courant continu.</b>	
Introduction.....	19
II.1 Définition de la machine à cc.....	19
II.2 Constitution de la machine à cc.....	19
II.2.1) L'inducteur .....	19
II.2.2) L'induit(le rotor).....	19
II.2.3) Le collecteur et les balais .....	19
II.3 Principe de fonctionnement d'une machine à cc.....	20
II.4 Les quadrants de fonctionnement de la machine à cc.....	21
II.5 Les différents montages des moteurs à cc.....	21
II.5.1 Moteur à excitation série.....	21
II.5.2 Moteur à excitation shunt.....	23
II.5.3 Moteur à excitation compound.....	23
II.5.4 Moteur à excitation séparée.....	24
II.6 Modélisation de la machine à cc à excitation séparée.....	25
II.7 Régulation de vitesse du moteur à cc.....	27
II.8 Choix de moteur à cc.....	27
II.9 Les circuits de puissance de la machine à cc.....	28
II.9.1 Redresseur (pont de diode).....	28
II.9.2 Le filtre LC.....	30
II.9.3 Hacheur à deux quadrants.....	31

# Sommaire

---

II.9.4 Circuit de puissance complet.....	33
II.9.5 Freinage du moteur à cc.....	33
Conclusion.....	34
<b>Chapitre III : Présentation du PIC.</b>	
Introduction.....	35
III.1 Présentation des PICs.	
III.1.1 Définition.....	35
III.1.2 Les architectures des PICs.....	35
III.1.3 Les différentes familles des PICs.....	36
III.1.4 Identification des PICs.....	36
III.1.5 les particularités des PICs .....	37
a) L'alimentation .....	37
b) Le circuit d'horloge.....	37
c) Le circuit de RESET.....	37
III.2 Présentation et description du PIC16F876.....	38
III.2.1 Définition.....	38
III.2.2 Description externe du PIC.....	38
a) Brochage.....	38
III.2.3 Architecture interne du PIC16F876.....	40
➤ Description des éléments de base du PIC16F876.....	41
- L'ALU .....	41
- L'accumulateur W.....	41
- Les ports E/S.....	41
- Les mémoires.....	41
- Les registres internes.....	42
- Les TIMERS et leur utilisation.....	43
- Les interfaces de communication.....	44
- Convertisseur A/N.....	45
III.2.3 Les interruptions.....	45

# Sommaire

---

Conclusion.....	46
<b>Chapitre IV : Conception matériel et logicielle</b>	
Introduction.....	47
IV.1 Conception matérielle de la carte.....	47
IV.1.1 L'unité de commande .....	47
IV.1.2 Interface de capture de mouvement.....	48
IV.1.3 Interfaces de puissance.....	48
IV.1.4 Unité de communication série asynchrone (RS232).....	49
IV.1.5 L'unité d'affichage.....	50
IV.1.6 L'interface utilisateur.....	51
IV.1.7 L'interface API .....	52
IV.1.8 Bloc d'alimentation.....	52
IV.2 les différentes fonctions de la carte.....	53
IV.3 Conception logiciel.....	54
Introduction .....	54
IV.3.1 Le compilateur pic en langage C.....	54
IV.3.2 Le simulateur PROTEUS .....	56
IV.3.4 ICPROG .....	56
IV.3.5 L'interface PC.....	57
Conclusion.....	58
<b>Chapitre V : Application.</b>	
Introduction.....	59
V.1 Réalisation pratique.....	59

## Sommaire

---

V.2 Description et fonctionnement du montage.....	60
V.3 Conception de l'interface PC.....	61
V.4 Les différents composants de l'interface.....	61
1) Le composant TComport .....	61
2) Les différents boutons.....	62
3) Le panneau d'affichage.....	62
Conclusion.....	62
<b>Conclusion général.....</b>	<b>63</b>

# Introduction générale

# *Introduction générale*

---

L'être humain, en quête permanente de confort et de bien être, fait souvent appel à son intelligence, pour mettre en place de nouvelles technologies adaptées à ces besoins, en effet les techniques de commande numérique ont connues ces dernières années une évolution remarquable grâce aux progrès réalisés dans le domaine de l'électronique numérique en particulier ceux des microprocesseurs et des microcontrôleurs, qui sont aujourd'hui implantés dans la plus part des réalisations récentes grâce à leur rapidité d'exécution, leur intelligence de programmation, leur simplicité de mise en œuvre par un jeu d'instruction réduit et aussi leur taille et prix de revient.

En outre, l'instrumentation numérique se manifeste encore par sa facilité de gérer un processus de plus en plus rationnel et systématique qu'exige l'industrie d'aujourd'hui.

Le contexte dans lequel s'inscrit notre travail consiste à étudier un système d'ensachage de la semoule au sein de l'entreprise **MIS** (Moulin Industrielle Sébaou), en lui apportant des améliorations dans son groupe de rotation (ensemble moteur-réducteur) qui fait tourner la table qui porte les bouches d'ensachage pour avoir plus de précision et de simplicité dans la conception et le fonctionnement du système. Ces améliorations consiste à remplacer le groupe de rotation alterné (moteur auto freinant, réducteur) par un moteur à cc commandé en position par une carte de commande numérique à base d'un microcontrôleur PIC16F876 et réaliser une interface de communication entre le PIC et le PC via la liaison RS232 pour le paramétrage et la commande de la carte à distance.

Pour atteindre notre objectif, nous avons jugé utile d'organiser notre travail comme suit :

**Le premier chapitre** présente la description et le fonctionnement du système d'ensachage, **le deuxième chapitre** se porte sur les techniques d'alimentation de la machine à cc, suivit du **troisième chapitre** consacré à la présentation du PIC16F876 le cœur de la carte de commande. **Le quatrième chapitre** est accordé à la conception matérielle et logicielle de la carte. En fin, on termine par une petite réalisation pratique qui est l'objectif du **quatrième chapitre**.

Nous terminons notre travail par une conclusion générale.

## Présentation de l'unité MIS

L'unité **MIS** (**Moulin Industriel de Sébaou**) est une semoulerie industrielle à responsabilité limitée (SARL) créée en Juillet 2002, caractérisée par une bâtisse en étage (cinq étages) où sont réparties les différentes machines, occupant une surface de 2ha, ayant une capacité de 200 tonnes/ 24heures. Elle se situe à la zone d'activité Feraoun, commune de DRAA BEN KHEDDA, Tizi-Ouzou.

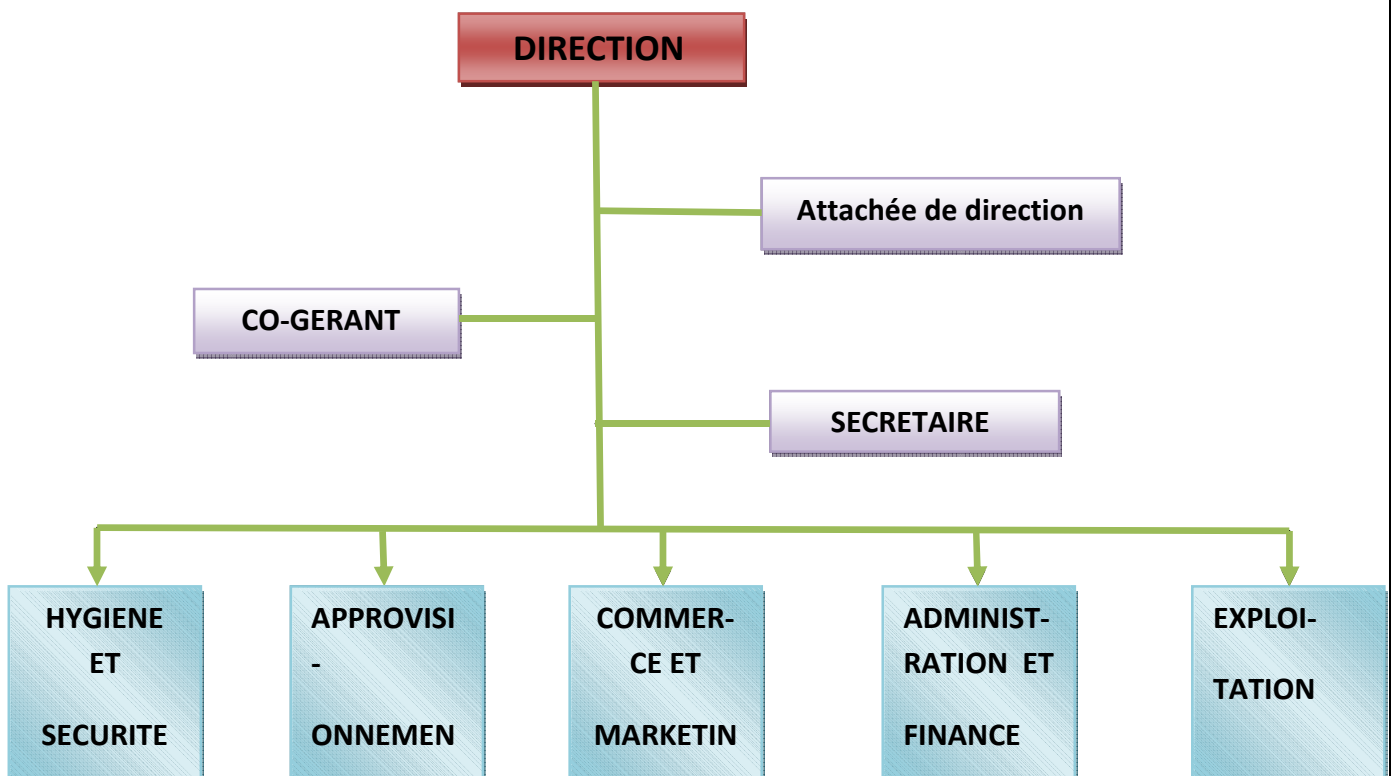
### I- Nombre de travailleur

Le nombre total des travailleurs est de 106 dont :

- ✓ Le PDG (Gérant).
- ✓ Un secrétaire.
- ✓ Un conseiller.
- ✓ Deux automaticiens, un meunier, un ingénieur de labo.
- ✓ Fonctionnaires administratifs.
- ✓ Les ouvriers.

### II- Organigramme de l'entreprise MIS

L'organigramme fonctionnelle de MIS est le suivant :



### III- Les différents services (répartition des tâches)

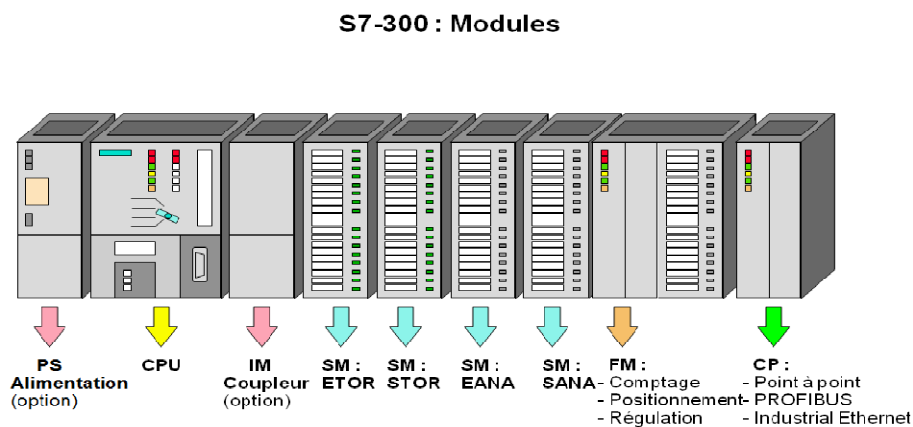
Les tâches de cette unité sont réparties en plusieurs services suivants :

- **Service administrative et compatibilité** : qui a pour rôle la gestion administrative et la comptabilité de l'entreprise.
- **Service de production (Moulin)** : qui consiste à transformer le blé en semoule et farine.
- **Service technique et logistique** : qui ont pour tâches d'approvisionner l'unité en blé, suivie des chantiers, de la logistique ainsi que l'entretien.
- **Service commercial** : qui s'en charge de la vente et de la facturation
- **Service de laboratoire et analyse** : géré par un ingénieur agronome. Il est conçu pour effectuer des analyses physico-chimiques et des analyses microbiologiques.

### IV) L'automatisme dans le moulin

L'automatisme occupe une grande place dans le moulin, en effet l'entreprise MIS est équipée d'un automate SIMATIC S7-300 gérant tout le fonctionnement du moulin.

L'automate SIMATIC S7-300 est composé de différents modules qui sont présentés à la figure suivante :



**Figure 1** : Les différents modules de S7-300.

## *Présentation de l'unité MIS*

---

L'automate programmable SIMATIC S7-300 nécessite pour son fonctionnement un logiciel de programmation STEP7, qui est un outil de base pour la configuration et la programmation du système d'automatisation et aussi le logiciel WIN CC pour la communication entre le programme et l'automate, le graphisme, et la création des événements.

Vue la construction du moulin (cinq étages) et le grand nombre des appareils, des interfaces et des armoires de commande sont conçues pour la communication avec l'automate principale.

### **1) Les interfaces ou les boites de jonction (JB)**

Elles sont Composées des relais et des ports d'E/ S. Elles servent à lier l'automate programmable avec tous les actionneurs (électrovannes, contacteurs, capteurs de niveau, ...) sauf les moteurs qui sont commandés par les armoires de commande. Ils utilisent sept JB répartis dans les cinq étages.

### **2) Les armoires de commande**

Ce sont des chambres contenant les circuits de puissance et les circuits de commande de tous les moteurs du moulin.

La communication entre l'automate principal, les armoires et les interfaces est assurée par des fils PROFIBUS.

#### **➤ Les fils PROFIBUS**

Il y a deux fils PROFIBUS sortants de l'automate principal, ils ont pour fonction de relier et de faire circuler l'information entre les interfaces, les armoires et l'automate principal.

La communication entre l'automate et les différentes interfaces est présentée par la figure II.

## Présentation de l'unité MIS

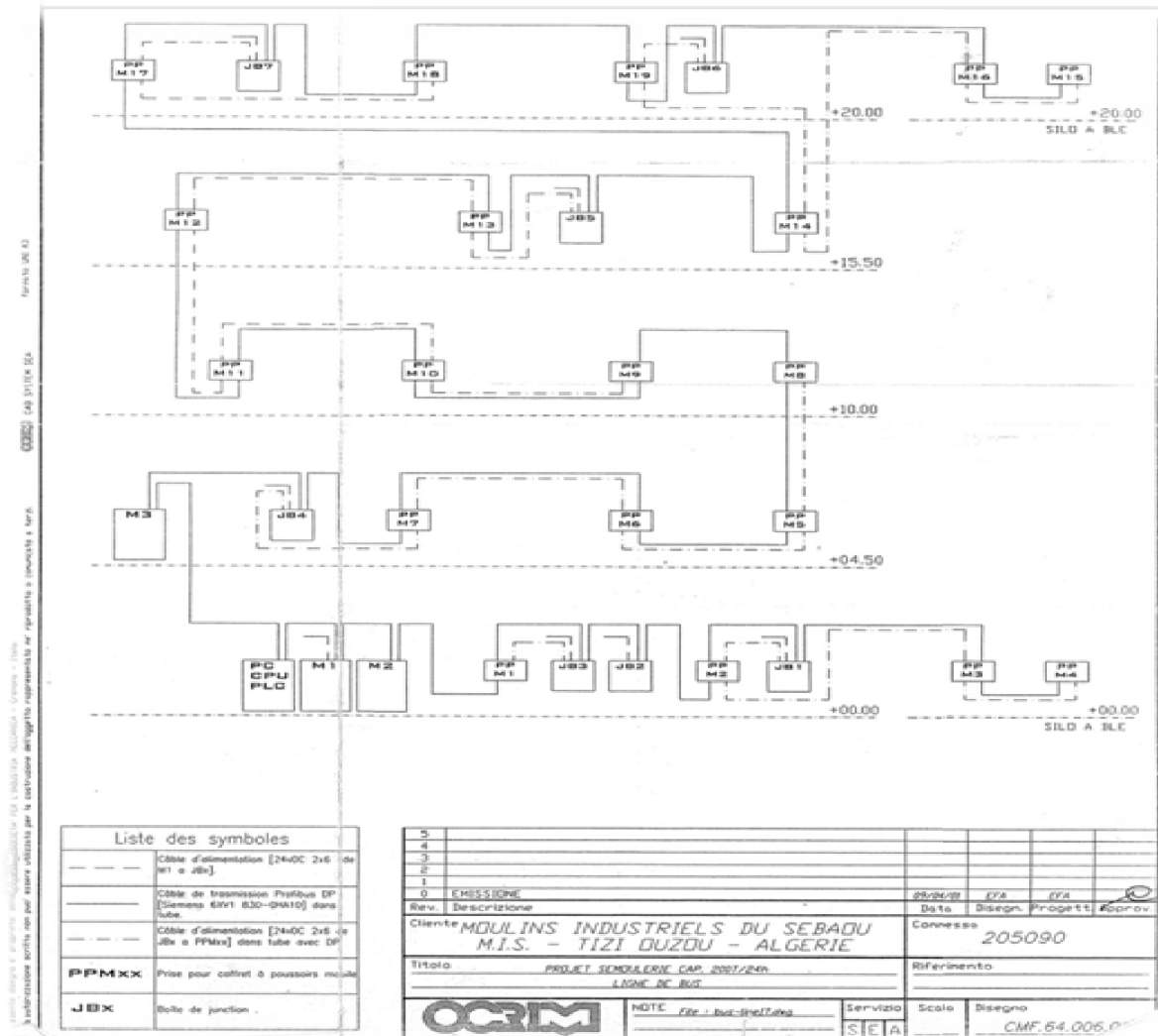


Figure 2 : Communication entre l'automate et les différentes interfaces.

# Chapitre 1



## Introduction

Dans un premier lieu, on va présenter le principe de fonctionnement du procédé de mouture pour pouvoir situer le système d'ensachage (carrousel) dans le procès de production et qui sera décrit par la suite.

### I.1 Les aspects généraux du procédé de la mouture

Pour avoir un produit fini à partir du blé, le procédé de la mouture implique des étapes nécessaires qui sont réparties en six sections complémentaires selon le synoptique de la figure I.1 et qui sont décrites par la suite.

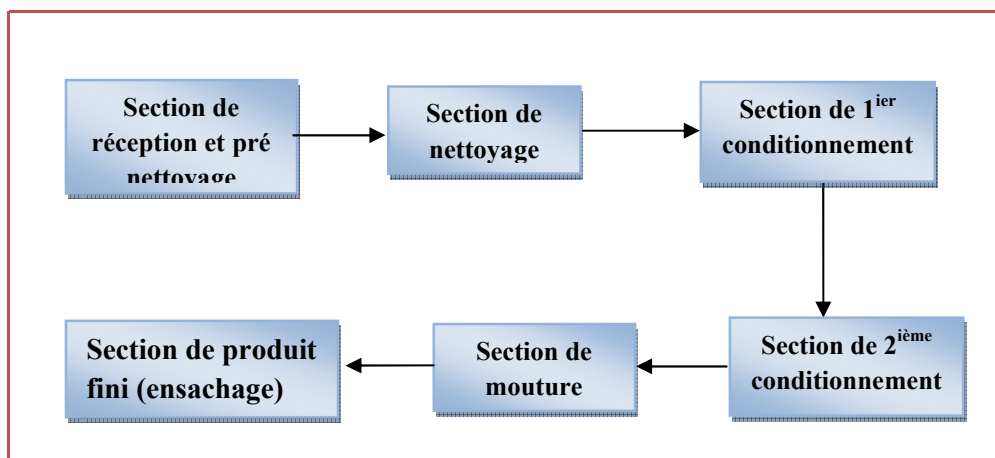


Figure I.1 : Schéma synoptique du procédé de la mouture.

#### I.1.1 Section de réception/pré nettoyage

A l'aide du pont bascule, le blé qui arrive en vrac sera pesé, ensuite déversé dans la trémie de réception d'une capacité de 40 tonnes conçue de telle sorte qu'elle ne laisse pas passer les gros déchets. Elle est équipée des transporteurs à chaîne et des élévateurs à godets pour le transport horizontal et vertical respectivement du blé et un dérivateur pour orienter la direction du blé, soit vers les silos de stockage ou vers les cellules de mélange, passant par un grand aimant pour retenir toutes les particules métalliques et deux séparateurs tarares pour retenir les poussières et les grosses particules.

#### I.1.2 Section de nettoyage

Le blé acheminé vers les silos de mélange subira un nettoyage, à l'aide des transporteurs (vis sans fin, élévateur à godets) passant toujours par l'aimant, le blé sera pesé

## Chapitre I : Description et fonctionnement du système d'ensachage

---

dans une balance semi-automatique de 50Kg permettant le ravitaillement de la chaîne à un débit de 8.5T/h.

Après le pesage, plusieurs appareils entrent en jeu pour réaliser un bon nettoyage tel que :

- ✓ **Séparateur/Tarare** : il sépare les déchets et les poussières du blé.
- ✓ **Epierreur** : élimine tout ce qui est lourds « les pierres ».
- ✓ **Trieur** : trier les grains selon leur forme (grains longs ou ronds).
- ✓ **Table densimétrique** : sépare les grains selon leur densité.
- ✓ **Toboggan** : à base de la force centrifuge et gravité du blé, il sépare les impuretés de même forme mais de masses différentes.

### I.1.3 Section de premier conditionnement

Cette section permet de faciliter la mouture et de séparer les enveloppes des grains en ajoutant de l'eau potable au blé. Le mouillage du blé se fait par une vis mouilleuse automatique c'est-à-dire la quantité d'eau ajoutée à chaque instant est déterminée par le mouilleur automatique. Après le mouillage, le blé sera déversé dans un silo de repos d'une capacité de 50T afin de subir un repos de 4 heures.

### I.1.4 Section de deuxième conditionnement

Après le repos et grâce à l'élévateur à godets, le produit arrive au mouilleur manuel qui permet l'addition d'eau restant par une vanne manuelle pour atteindre une humidité désirée. Le blé du 2<sup>ème</sup> conditionnement subira encore un repos de 4 heures.

### I.1.5 Section mouture

La mouture est l'activité de base d'une semoulerie. Pour effectuer cette opération différents appareils sont nécessaires :

- ✓ **Les Broyeurs** : ce sont des appareils à cylindres cannelés tournant en sens inverse à des vitesses différentes, il permet de séparer l'amande de l'enveloppe d'un grain.
- ✓ **Les micro-cyclones** : ils sont reliés à des écluses à air où se fait la séparation entre l'air et le produit.
- ✓ **Les Planchistes** : sont des appareils à différents tamis employés pour séparer et classer les produits de la mouture en fonction de la granulométrie. Ils permettent de séparer le produit selon les dimensions de différentes particules.
- ✓ **Les sasseurs** : Ils permettent de purifier et de classer les semoules.

### I.1.6 Section du produit fini

Le produit issu de toutes les étapes précédentes sera pesé, puis stocké dans des silos de stockage ou bien acheminé vers le poste d'ensachage qui est le carrousel.

# Chapitre I : Description et fonctionnement du système d'ensachage

Le carrousel est conçu pour cette opération d'une manière automatique, le produit arrive du boisseau tampon, à l'aide d'une vice en auge, il atteint la balance automatique puis la mise en sac du produit fini.

## I.2 le système d'ensachage

### I.2.1 Définition

Le système d'ensachage par rotation modèle « LEM/V-6/BA » (figure I.2) est conçu pour ensacher le produit en sac à gueule ouverte, composé de six têtes de remplissage. Il est caractérisé par la rotation alternée avec arrêt intermédiaire entre les phases d'ensachage de produit.

Le fonctionnement du système est piloté par deux sources d'énergies à savoir l'énergie électrique triphasée avec une puissance employée de 2.2Kw et l'énergie pneumatique varie de 0 à 12bar.



Figure I.2: Carrousel à 6 bouches d'ensachage.

### I.2.2 Différentes parties du système d'ensachage

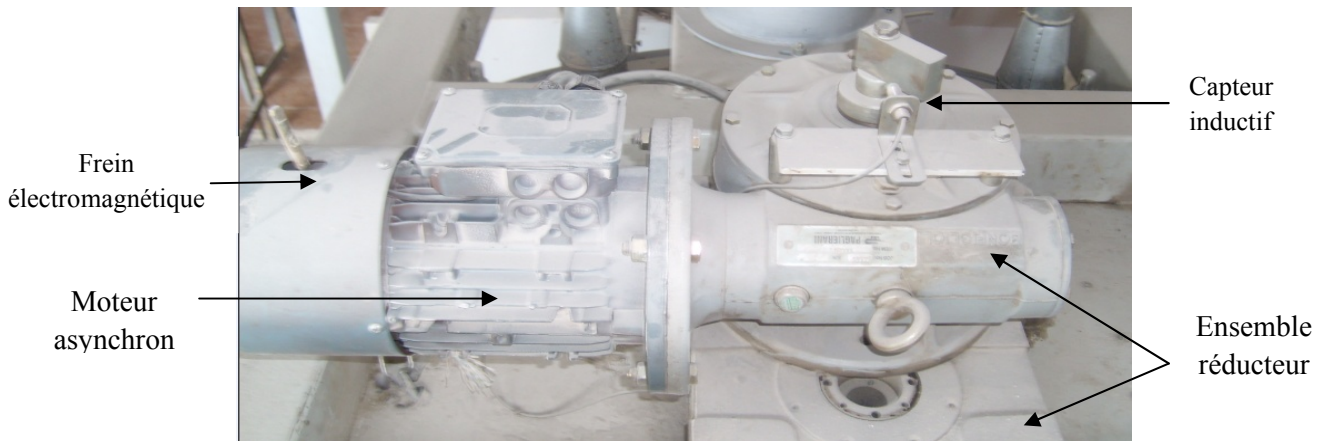
Il est composé essentiellement de :

**1) Une structure à support avec appui à terre** : elle porte tous les éléments du carrousel et comporte des emplacements spéciaux pour contenir :

- a) Le système électrique général.
- b) La boîte de commande contenant toutes les commandes électriques nécessaires au fonctionnement automatique ou manuel du système.

**2) Un groupe de rotation alterné** : assure le mouvement du disque de support des bouches d'ensachage, il permet de transformer le mouvement rotatif uniforme en mouvement rotatif intermittent (figure I.3), constitué principalement de :

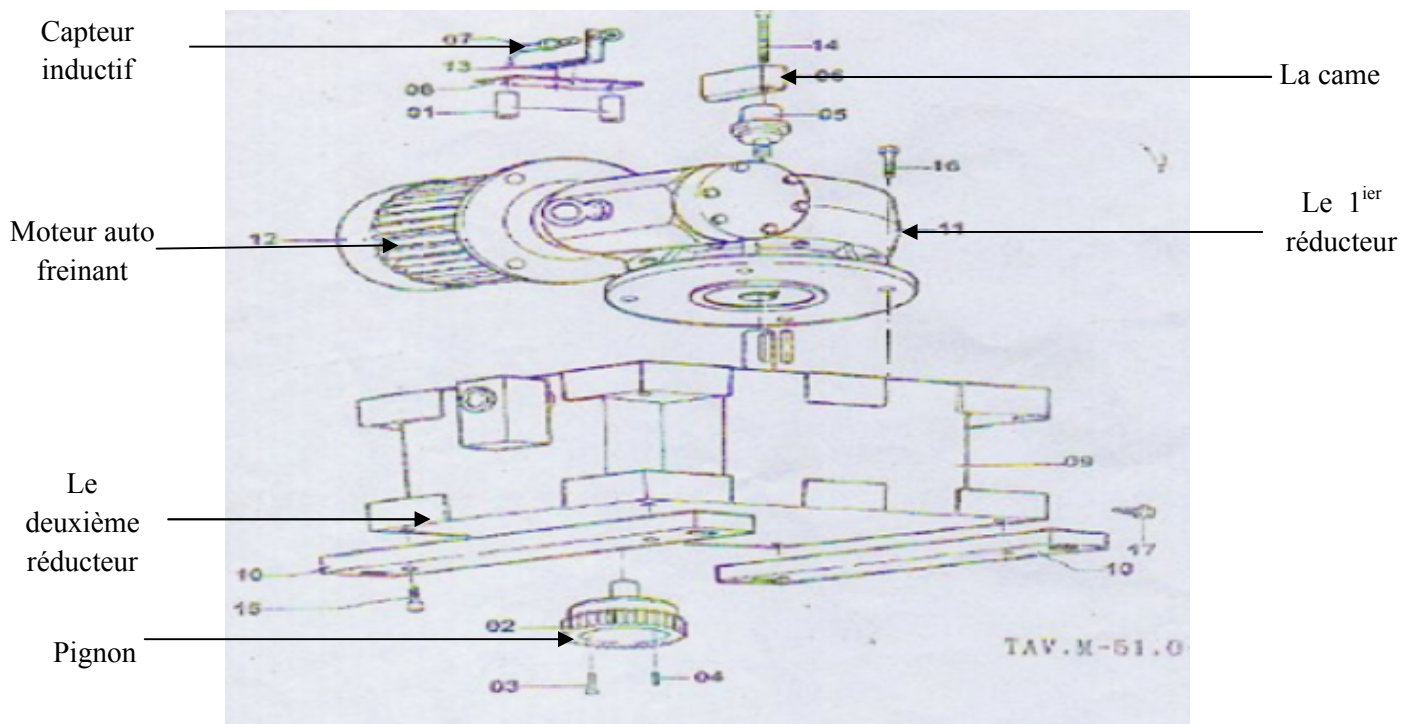
- un moteur asynchrone auto freinant « MGM » CV3 pôles 4 B5.
- deux réducteurs.
- un groupe 'pignon et couronne'.
- un capteur inductif OMRON TL-X4MF1-E3 pour arrêter le moteur.



**Figure I.3:** Groupe de rotation alternée.

La figure I.4 présente le schéma explicite du groupe de rotation (moteur auto freinant, ensemble réducteur).

## Chapitre I : Description et fonctionnement du système d'ensachage



**La figure I.4 :** Description du groupe de rotation alterné.

### 2 .a Caractéristique du moteur auto-freinant

C'est un moteur asynchrone triphasé comportant un frein électromagnétique, ces caractéristiques sont représentées au tableau I.5 suivant.

Tension d'alimentation(V)		Courant (A)		puissance 2.2/2.6 KW	fréquence 50/60Hz	Vitesse nominale 1420/1700(tr/min)	rendement 0.79/0.78	Frein électromagnétique 32 Nm	N <sup>br</sup> pôles 3
$\triangle$	$\blacktriangledown$	$\triangle$	$\blacktriangledown$						
220V/250V	380/440	9.2	5.3						

**Tableau I.5:** Caractéristiques du moteur auto-freinant.

### 2. b Les Caractéristiques de l'ensemble moteur réducteur

Cet ensemble assure la transmission du mouvement de l'arbre du moteur asynchrone à l'axe du pignon, en modifiant le rapport entre la vitesse angulaire de l'axe d'entrée (moteur)  $W_E$  (rad/s) et la vitesse angulaire de l'axe de sortie (pignon)  $W_S$  (rad/s) avec un rapport de réduction :  $R=W_S/W_E$ .

Sachant que:  $W_S=30\text{tr/mn}$ ,  $W_E=1500\text{tr/mn}$  d'où  $R=50$ .

### 2. c Capteur inductif

Ce type de capteur est réservé à la détection sans contact d'objet métallique, l'objet est donc à proximité du capteur qui est une came dans notre système (figure I.6).

La technologie de ce type de détecteurs de proximité est basée sur la variation du champ magnétique à l'approche d'un objet conducteur du courant électrique, après mise en forme, un signal de sortie correspondant à un contact électrique est délivré.

Le principe de fonctionnement du capteur inductif est le suivant :

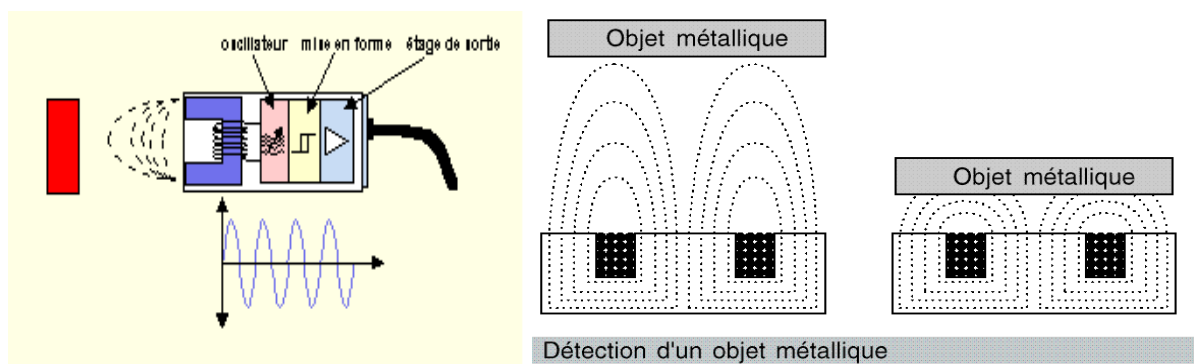


Figure I.6 : le principe de fonctionnement du capteur inductif.

### 2. d Fonctionnement de groupe de rotation

Le moteur auto-freinant est muni d'un frein électromagnétique à disque solidaire à son arbre, leur alimentation est commune. Il est constitué principalement par des bobines, un disque frein et trois ressorts placés entre le moteur et le disque.

En alimentant le moteur, les bobines du frein s'excitent, créent un champ magnétique qui va pousser le disque frein, en comprimant les ressorts pour libérer le rotor du moteur qui fait tourner la table d' 1/6 de tour par l'intermédiaire d'une came et du capteur inductif. Une fois la position est atteinte, le moteur s'arrête par l'absence de l'alimentation, le champ magnétique dans le frein s'annule, les ressorts se délassent et poussent le disque frein vers le moteur en le bloquant.

**2. e Groupe pignon et couronne :** qui sert pour le support et la liaison entre le groupe de rotation et le disque rotatif, il est représenté dans la figure I.7.

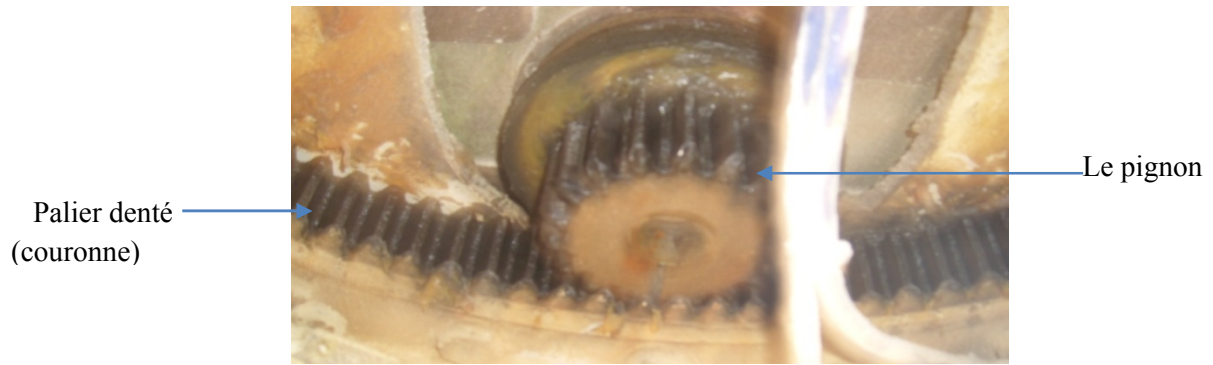


Figure I.7 : Le palier denté.

L'ensemble (pignon-couronne) sert à transmettre le mouvement du groupe moteur – réducteur vers le disque rotatif portant les bouches d'ensachage avec une réduction de 1/6.

**3) Un groupe de disque :** qui est représenté à la figure I.8, contenant :

- un disque rotatif supportant les six bouches d'ensachage.
- un disque fixe (disque pare-fumées + aspiration) lié à un dispositif d'aspiration.

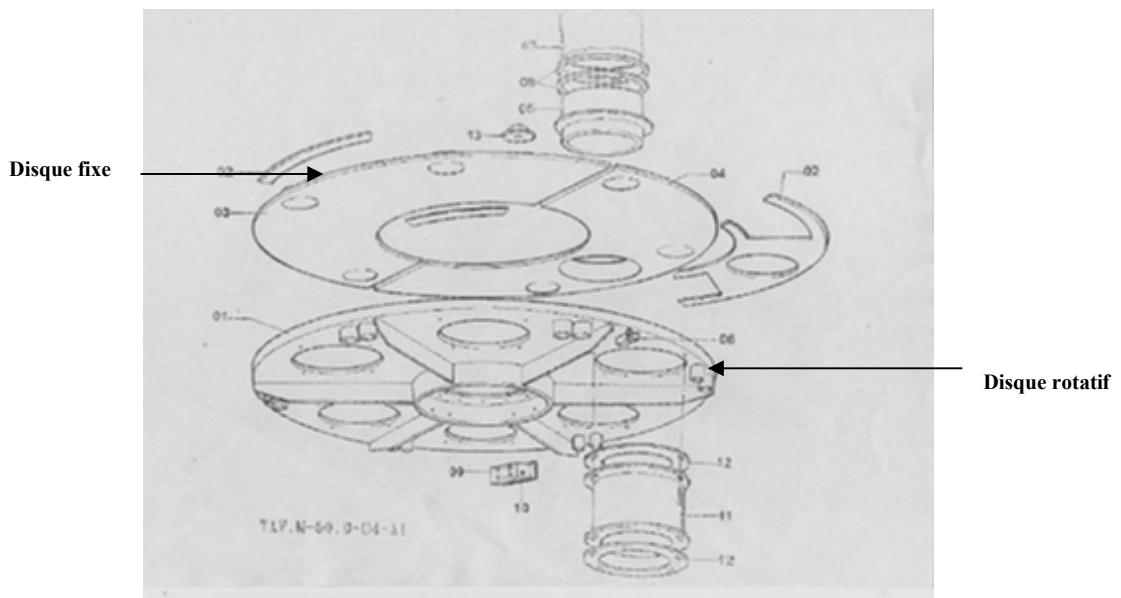


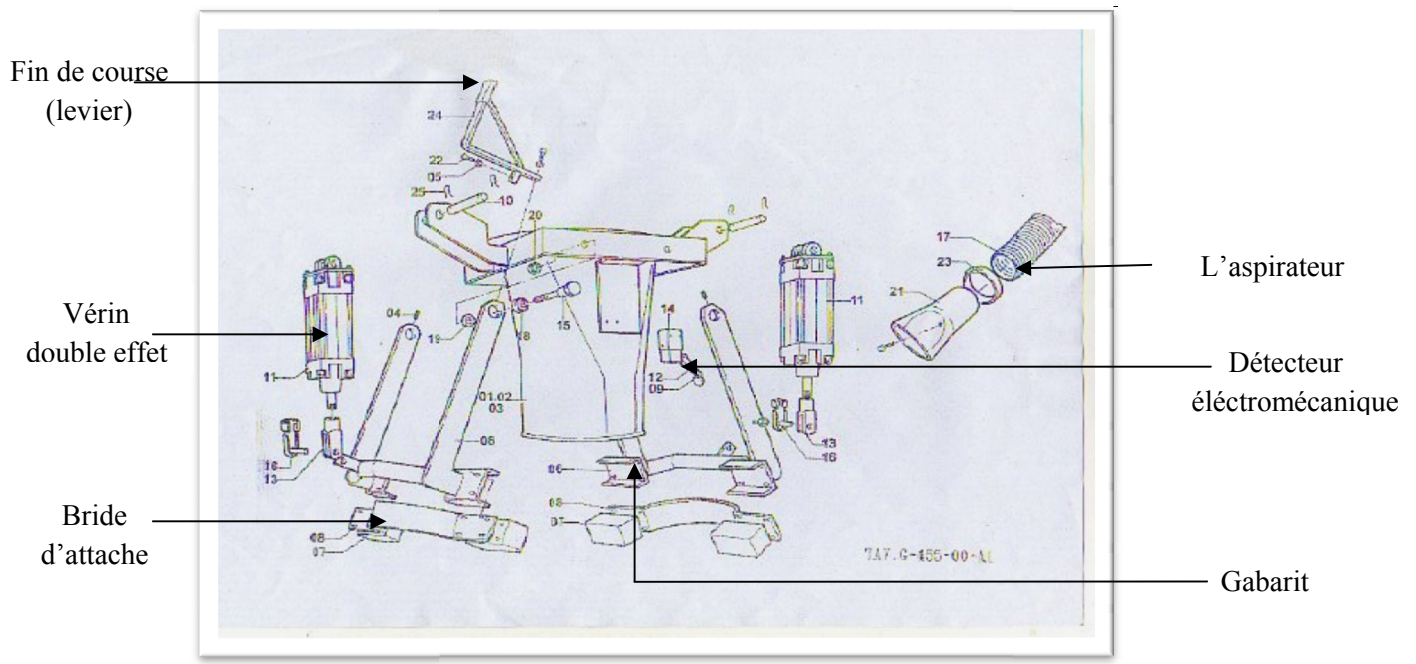
Figure I.8 : le groupe de disque.

### 4) Six bouches d'ensachage

Ces bouches d'ensachage (figure I.9) sont à fonctionnement électropneumatique, chacune se compose principalement de

- Groupe basé en acier de dimensions apte à contenir le sac vide, il contient une bride d'attache (bras) et un gabarit de forme ovale.
- Dispositif pneumatique de serrage du sac vide (figure I.10) : sa fonction est de fixer le sac avec les deux bras actionné par deux vérins qui sont activés par l'opérateur au moyen de deux interrupteurs de position (détecteurs électromécaniques) situés aux cotés du bec d'ensachage.



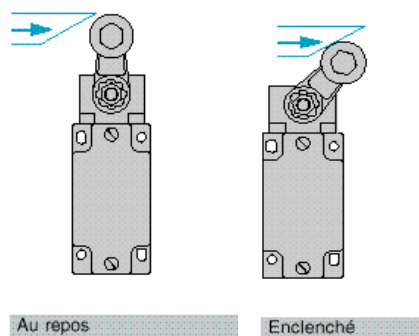


**Figure I.10 :** Description de la bouche d'ensachage.

### ➤ Décteur électromécanique de position

C'est un commutateur réalisé à base d'un microcontact placé dans un corps de protection et menu d'un système de commande ou tête de commande figure I.11, il est commandé par le déplacement d'un organe de commande qui fait ouvrir ou fermer un contact électrique. Il transmet au système de traitement les informations de :

- présence/absence.
- passage/positionnement.
- fin de course.



**Figure I.11:** Décteur de position.

## I.3 Les différents éléments pneumatiques utilisés

### ➤ L'unité de conditionnement d'air

Pour le traitement de l'air, le matériel utilisé est une unité de conditionnement d'air comprimé appelée FRL (Filtre – Régulateur – Lubrificateur). Cet ensemble est constitué de 3 appareils montés en série dans un ordre bien déterminé, représenté à la figure I.12

- ⇒ Un **filtre** qui épure l'air et le purge de l'eau qu'il contient(1).
- ⇒ Un **régulateur de pression** qui maintient l'air à une pression constante et réglable(2).
- ⇒ Un **lubrificateur** qui a pour rôle d'incorporer à l'air un brouillard d'huile afin de lubrifier les parties mobiles des composants pneumatiques(3).

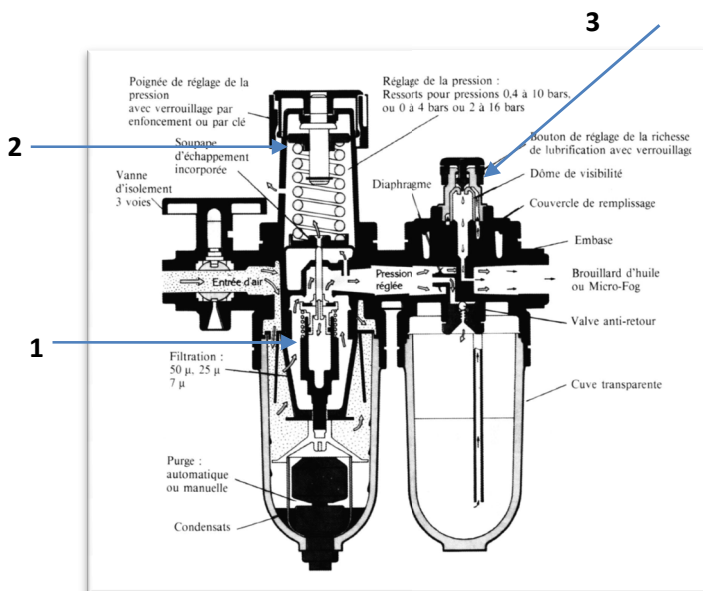


Figure I.12 : l'unité de conditionnement d'air (FRL).

- **Distributeur 4/2** : c'est le pré-actionneur du vérin pneumatique double effet, sa fonction est de distribuer l'air dans les canalisations qui aboutissent aux chambres du vérin.

### ➤ Les vérins doubles effet

Ces vérins sont des actionneurs pneumatiques linéaires dans lesquels l'énergie de l'air comprimé est transformée en travail mécanique, développé dans les deux sens. Ils présentent une grande souplesse d'utilisation ; réglage plus facile de sa vitesse par contrôle du débit à l'échappement.

### **I.4 Fonctionnement du système d'ensachage**

Le fonctionnement du système d'ensachage est caractérisé principalement par la rotation alternée avec arrêt intermédiaire entre les phases de fonctionnement qui sont :

#### **1) Serrage du sac vide sur la bouche d'ensachage**

L'opérateur doit introduire manuellement le sac vide dans la bouche d'ensachage, qui se ferme automatiquement au moyen de deux détecteur situés aux cotés (arrêt 1) actionnés par l'opérateur ; permettant par l'intermédiaire d'une came et d'un capteur inductif la rotation du disque d'un 1/6 de tour pour la phase suivante.

#### **2) Déversement de la pesée**

Le sac préalablement introduit (arrêt1) se place automatiquement sous la bouche de versement (arrêt 2), c'est le sac vide qui en tournant, ferme le premier fin de course électrique qui permet le reset de la balance et le deuxième fin de course pour le déversement de la pesée prête, de plus la vibration et la désaération du sac qui est toujours en option.

#### **3) Deux phases de vibration et désaération simultanées**

Le produit va subir un traitement de tassement (vibration ou désaération) grâce à un dispositif d'aspiration.

#### **4) Poste d'évacuation du sac plein**

Le sac préalablement rempli et tassé est transporté par la rotation du disque en position de déchargement sur un tapis, qui le transporte à la phase de couture.

#### **5) Poste intermédiaire non opérationnel.**

### **I.5 Grafct fonctionnel du carrousel**

Le fonctionnement du carrousel est résumé dans le Grafct de niveau 2 présenté à la figure I.13.

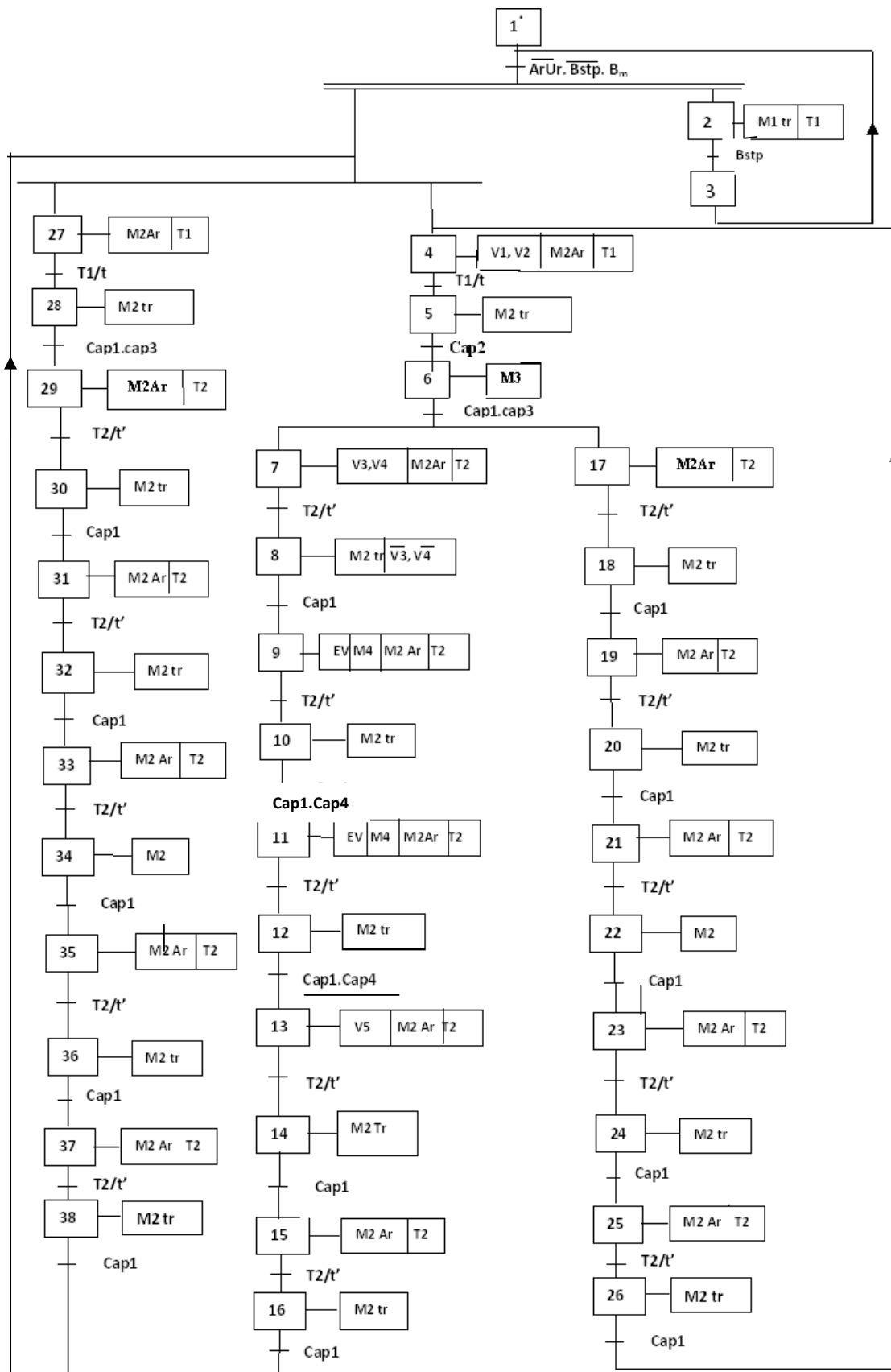


Figure I.13 : Grafcet du fonctionnement du carrousel.

## Chapitre I : Description et fonctionnement du système d'ensachage

**T1 (s)** : temps de retard de démarrage du moteur M2.

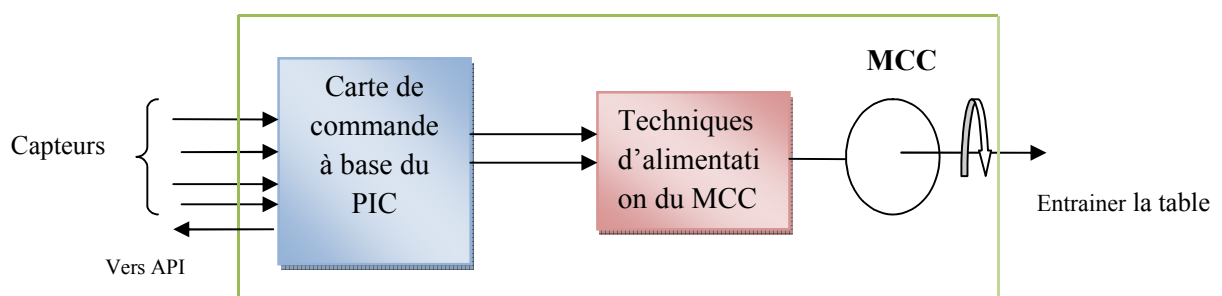
**T2(s)** : temps d'arrêt du moteur M2 chaque 1/6 du tour.

Les différents capteurs et actionneurs utilisés dans le Grafcet sont décrits dans le tableau I.14.

Actionneurs et capteurs	Description
ArUr	Arrêt d'urgence activé
Bstp	Bouton du stop activé
Bm	Bouton de marche
Ev1, Ev2	2 électrovannes qui actionnent V1 et V2 (fermer la bouche)
Ev3, Ev4	2 électrovannes qui actionnent V3 et V4 (ouvrir la balance)
Ev5	électrovanne qui actionne V5 (dépôt de sac plein)
Ev6	Pour l'aspiration
M1	Moteur du tapi roulant
M2	Moteur du groupe rotatif
M3	Moteur pour actionner la vice en auge
M4	Moteur pour la vibration
Cap1	Capteur qui indique 60°
Cap2	Capteur de la reset de balance
Cap3	Capteur de décharge (ouvrir la balance)
Cap4	Capteur de dépôt du sac plein

**Le tableau I.14** : Capteurs et actionneur du Grafcet.

D'après la description du fonctionnement du carrousel, on a constaté que la bonne synchronisation entre les différentes phases de fonctionnement du système repose essentiellement sur le bon fonctionnement du groupe de rotation alternée ; en effet ce dernier présente quelque problème comme le retard à l'arrêt. La solution apportée à ce problème est résumée dans le synoptique de la figure I.15.



## **Chapitre I : Description et fonctionnement du système d'ensachage**

---

**Figure I.15** : Schéma synoptique de la solution.

### **Conclusion**

Après la description du système d'ensachage et la situation du problème, on passe aux techniques d'alimentation de la machine à cc, le premier point du cahier de charge.

# Chapitre II



### Introduction

Le premier point de notre cahier de charge est le remplacement du groupe de rotation alterné par un moteur à cc, pour cette raison on doit tout d'abord étudier la machine à cc et ses différentes techniques d'alimentation.

### II.1 Définition de la machine à cc

Les machines à courant continu sont des machines réversibles, elles peuvent fonctionner soit comme génératrice, soit comme moteur. Actuellement les génératrices jouent un rôle mineur, car l'énergie en courant continu est obtenue par des convertisseurs électroniques (redresseurs statiques), en revanche les moteurs sont toujours d'actualité. Ils sont déterminés par une grande variété de caractéristiques de fonctionnement qui le rend aptes à tous les emplois. Ils sont utilisés dans la plupart des opérations industrielles où une flexibilité de variation de vitesse est exigée.

### II.2 Constitution de la machine à cc

La machine à courant continu est composée essentiellement de quatre parties: l'inducteur, l'induit, le collecteur et les balais.

**II.2.1) L'inducteur** : c'est un aimant ou un électroaimant qui est un ensemble de bobines (deux ou plus) portées par des pièces polaires et parcouru par un courant continu  $i$ . ce bobinage sert à créer un champ magnétique dans l'induit.

**II.2.2) L'induit(le rotor)** : c'est la partie tournante de la machine. Il est composé d'un ensemble de bobines identiques réparties uniformément autour d'un noyau cylindrique. Ce dernier est formé d'un assemblage de tôles en fer doux isolées les unes des autres et portent des encoches destinées à recevoir les bobines.

**II.2.3) Le collecteur et les balais** : le collecteur est un ensemble de lames de cuivre isolées les unes des autres par des feuilles de mica et, sur lesquelles sont reliées les extrémités du bobinage de l'induit.

Les balais(ou charbons) sont fixés au stator et frottent sur le collecteur en rotation pour assurer le contact électrique entre l'induit et le circuit extérieur.

Le système collecteur \ balais permis donc de faire circuler le courant dans l'induit.

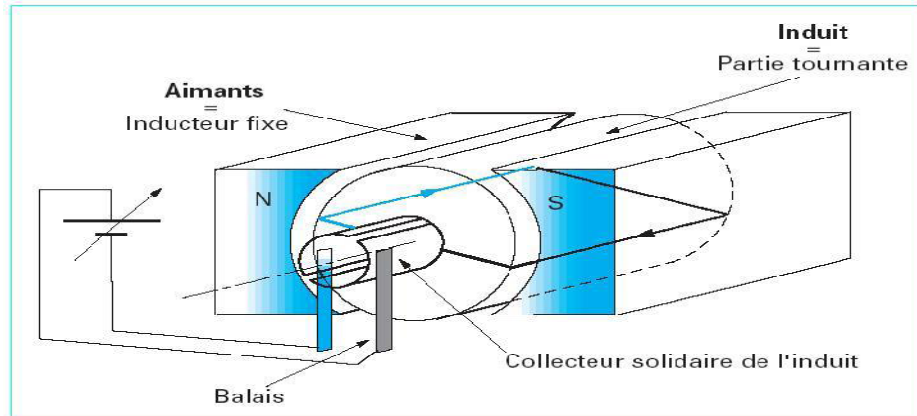


Figure II.1 : Constituants d'une machine à courant continu.

### II.3 Principe de fonctionnement d'une machine à cc

Lorsque le bobinage (aimant permanent) d'un inducteur de moteur est alimenté par un courant continu, il crée un champ magnétique (flux d'excitation) de direction Nord-Sud. Chaque conducteur (demi-spire) raccordé électriquement à un demi-collecteur est alimenté en courant continu via deux balais frotteurs.

D'après la loi de LAPLACE  $dF=I dL.B$  (tout conducteur parcouru par un courant et placé dans un champ magnétique est soumis à une force), les conducteurs de l'induit placés de part et d'autre de l'axe des balais sont soumis à des forces  $F$  égales mais de sens opposé en créant un couple moteur qui fait tourner l'induit comme le montre la figure II.2.

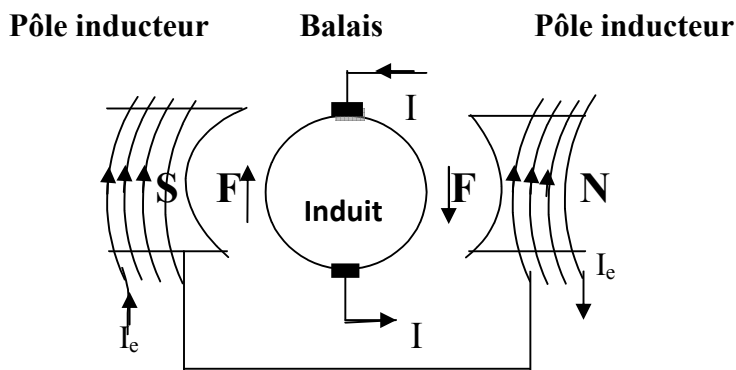
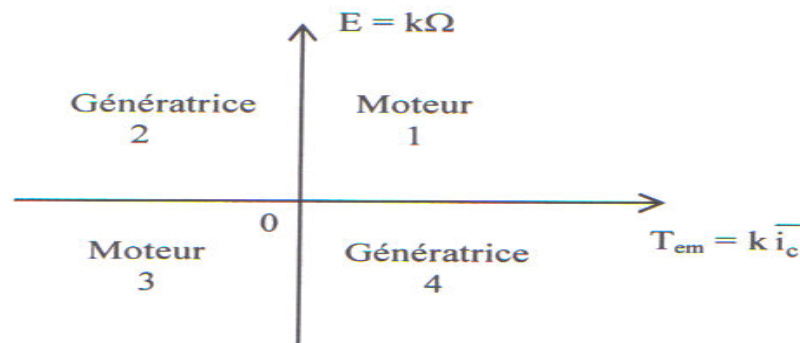


Figure II.2: Principe de fonctionnement d'une machine à cc.

## II.4 les quadrants de fonctionnement de la machine à cc



**Figure II.3 :** Les quadrants de fonctionnement de la machine à cc.

Avec :

$E$  : force électromotrice

$T_{em}=C$  : couple moteur

**Quadrant(1) :**  $E>0, T>0$  : Moteur tourne dans le sens des aiguilles d'une montre.

**Quadrant(2) :**  $E<0, T>0$  : Génératrice tourne dans le sens des aiguilles d'une montre.

**Quadrant(3) :**  $E>0, T<0$  : Moteur tourne dans le sens inverse .

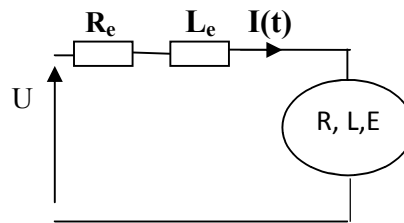
**Quadrant(4) :**  $E<0, T<0$  : Génératrice tourne dans le sens inverse.

## II.5 Les différents montages des moteurs à courant continu

Il existe quatre types de moteurs à cc, qui se distinguent par le branchement de leur enroulement d'excitation :

### II.5.1 Moteur à excitation série

Le moteur à excitation série est constitué de deux enroulements, induit et inducteur montés en série (même courant). Il est alimenté par une source continue de tension «  $U$  » et de courant «  $I$  » qui débite sur un induit, de résistance «  $R$  », d'inductance «  $L$  » et de force contre électromotrice «  $E$  » et d'un inducteur de résistance «  $R_e$  » et d'inductance «  $L_e$  », Figure II.4



**Figure II.4 :** Schéma électrique du moteur à excitation série .

Les équations de la machine sont :

$$U = E + (R + R_e) i(t) + (L_e + L) \frac{d i(t)}{d t}$$

$$E = K \Phi_n(t) \Omega_n(t) = e(t)$$

$$C_n(t) = K' \Phi_n(t) I(t)$$

Avec :

I : courant absorbé par la machine (A).

$\Phi_n$  : flux d'excitation nominale (weber).

U : tension d'alimentation (V).

E : force électromotrice (V).

R : résistance aux bornes de l'induit ( $\Omega$ ).

$R_e$  : résistance aux bornes de l'inducteur ( $\Omega$ ).

K : coefficient de construction côté machine.

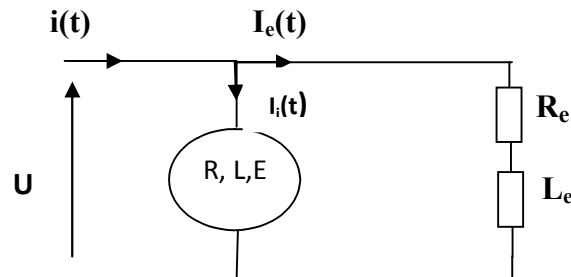
$K'$  : coefficient de construction.

$C_n(t)$  : couple nominale (N.m).

$\Omega_n(t)$  : vitesse angulaire nominale (rad /s).

### II.5.2 Moteur à excitation shunt (parallèle)

Le moteur est à excitation parallèle ou dérivée (appelé couramment moteur shunt), lorsque son inducteur est aux bornes de l'induit. Il est alimenté par une source continu de tension « U » et de courant « I », comme c'est montré à la figure II.5.



**Figure II.5 :** Schéma électrique du moteur shunt.

Les équations de la machine sont :

$$U = U_i = U_e$$

$$U = E + R \cdot I_i(t) + L \frac{d I_i(t)}{d t} = R_e \cdot I_e(t) + L_e \frac{d I_e(t)}{d t}$$

$$E = K \Phi_n(t) \Omega_n(t)$$

$$C_n(t) = K' \Phi_n(t) I(t) \text{ Avec :}$$

$U_i$  : tension aux bornes de l'induit (v).

$U_e$  : tension aux bornes de l'inducteur (v).

### II.5.3 Moteur à excitation compound

Le moteur à excitation compound (composé) possède deux enroulements inducteurs série et shunt. Ce type de moteur a des propriétés intermédiaires entre celle des moteurs série et shunt. Suivant le raccordement de l'enroulement inducteur shunt, on peut avoir deux types de compoundage additionnel ou différentiel.

### a) Moteur compound à flux additif

Le moteur compound à flux additif (Figure II.6) est alimenté par une source de tension continue «  $U$  », et de courant «  $I$  ». L'inducteur série ( $R_s, L_s$ ) est parcouru par le même courant que l'induit comportant ( $R, L, E$ ), et l'inducteur shunt de résistance ( $R_f, L_f$ ) est parcouru par le courant  $I_f$ .

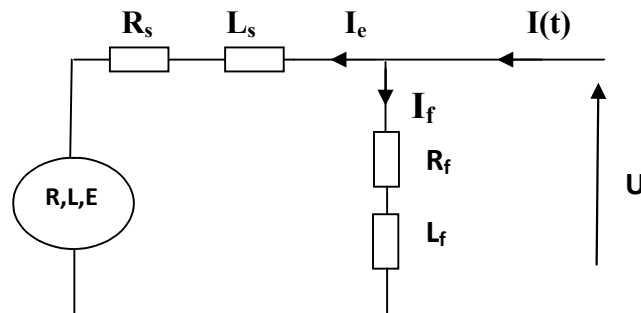


Figure II.6 : Schéma électrique du moteur compound à flux additif.

### b) Moteur compound à flux soustractif

Le moteur compound à flux soustractif (figure II.7) est alimenté par une source de tension continu «  $U$  », et de courant «  $I$  ». L'inducteur série ( $R_s, L_s$ ) est parcouru par un courant d'alimentation «  $I$  », et l'inducteur shunt ( $R_e, L_e$ ) est traversé par un courant «  $I_e$  ».

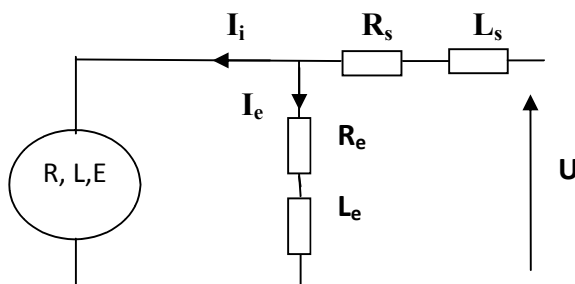
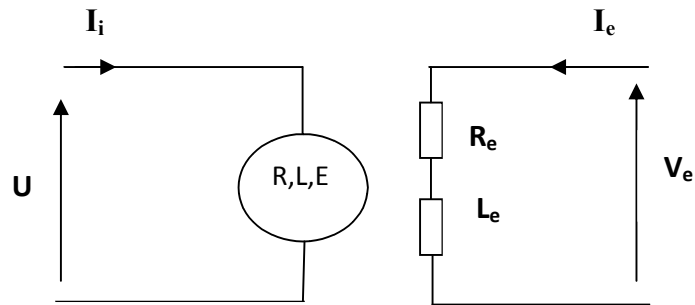


Figure II.7 : Schéma électrique du moteur compound à flux soustractive

### II.5.4 Moteur à excitation séparée

Le moteur à excitation séparée (figure II.8) est constitué de deux enroulements induit et inducteur qui sont alimentés séparément par deux sources distinctes. L'inducteur ( $R_e, L_e$ ) est excité par une source continu de tension «  $V_e$  », et de courant «  $I_e$  », et l'induit qui est constitué d'une résistance, d'une inductance, est d'une force contre électromotrice respectivement ( $R, L, E$ ) est excité par une source continue de tension ( $U$ ), et de courant ( $I_i$ ),



**Figure II.8** : Schéma électrique du moteur à excitation séparée.

### II.6 Modélisation de la machine à cc à excitation séparée

Dans notre projet on utilisera une machine à cc à excitation séparée, c'est pour cette raison qu'on cherche son modèle.

Les équations de la machine sont :

- L'équation électrique :

$$Ri(t) + L \frac{di(t)}{dt} + E = U \quad (\text{II.1}).$$

Avec :

$$i(t) = I_i$$

$$E = k_e \Omega(t) \quad / \quad k_e = k \Phi(t).$$

- L'équation mécanique rendant compte des couples agissant sur le rotor est:

$$C(t) - C_o(t) - f\Omega(t) = J \frac{d\Omega(t)}{dt} \quad (\text{II.2}).$$

Avec :

$$C(t) = k_m i(t) \quad / \quad k_m = k' \Phi(t).$$

$C(t)$  : couple moteur (N.m).

## Chapitre II: Techniques d'alimentation de la machine à cc

---

$C_o(t)$  : couple résistant(N.m).

$f$  : coefficient de frottement visqueux.

$J$  : moment d'inertie du rotor.

Sachant que :

- Puissance électrique :  $P_e = E \cdot I$ .
- Puissance mécanique :  $P_m = C(t) \cdot \Omega(t)$ .

En négligeant les pertes durant la conversion électrique de puissance :

$$P_{em} = P_e = P_m \quad \implies \quad E \cdot I = C(t) \cdot \Omega(t) .$$

- $[K \Omega(t) \emptyset(t)] I = [K' \emptyset(t) I] \Omega(t)$ .
- $K_e I(t) \Omega(t) = K_m I(t) \Omega(t)$ .

Après la simplification on aura :

$$K_e = K_m = K.$$

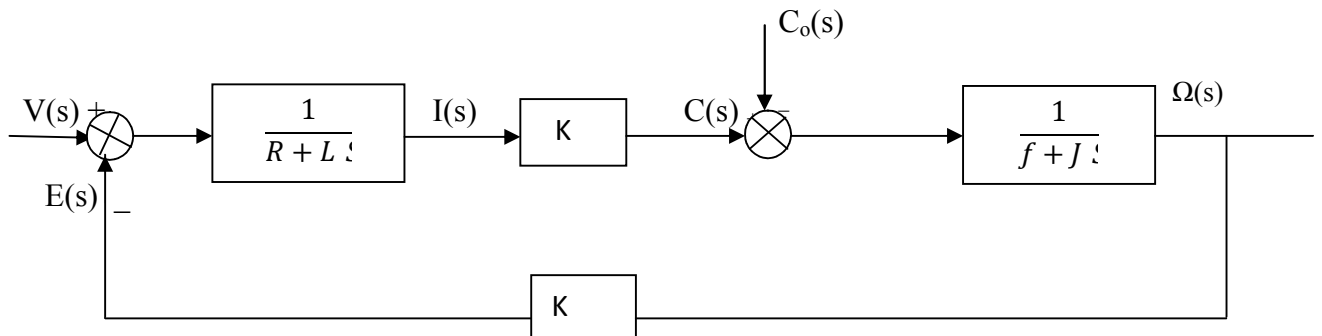
En appliquant le théorème de LAPLACE aux équations (II.1) et (II.2), on obtiendra les équations suivantes :

- $\Omega(s) = \frac{1}{f + J s} (C(s) - C_o(s)) \quad (II.3).$

- $C(s) = K \cdot I(s) \quad (II.4).$

- $I(s) = \frac{1}{R + L s} (V(s) - E(s)) \quad (II.5).$

Le schéma de modélisation est présenté par la figure II.9



**Figure II.9 :** Le modèle de la machine à courant continu.

### II.7 Régulation de vitesse du moteur à courant continu

Le moteur à courant continu présente une souplesse pour faire varier sa vitesse.  $\dot{\Omega}$

A partir de l'équation :

$$\Omega(t) = V_i(t) - R_i(t) I_i(t) / K \dot{\Omega}(t) \quad (\text{II.6}).$$

On voit bien qu'il y a trois paramètres ( $V_i$ ,  $R_i$ ,  $I_i$ ) que l'on peut régler, ce qui donne les trois possibilités suivante :

#### a) Réglage par action sur la résistance $R_i$ d'induit :

On fixe la tension d'induit et le flux d'excitation à leurs valeurs nominales, en agissant sur la résistance d'induit à l'aide d'un rhéostat monté en série avec l'enroulement d'induit.

Cette méthode engendre des pertes par effet Joule, ainsi que l'échauffement de la machine.

#### b) Réglage par action sur le flux d'excitation :

Cette régulation s'obtient par la variation de la résistance qui est mise en parallèle avec l'enroulement d'excitation.

#### c) Réglage par action sur la tension d'induit :

En faisant varier la tension aux bornes de l'induit, on aura une variation de vitesse du moteur à courant continu.

Ce mode de réglage est excellent de point de vue technique et économique car aucune énergie n'étant gaspillée dans des rhéostats, le rendement demeure élevé à toutes les vitesses.

Dans ce mode, il est nécessaire d'avoir une tension continue réglable. Pour produire cette tension, on utilise soit un convertisseur électronique, soit un convertisseur mécanique.

Dans notre étude, on utilise ce mode de réglage avec un convertisseur électronique qui est un hacheur à deux quadrants pour la commande dans un seul sens de rotation, commandé par une modulation de largeur d'impulsion (MLI) générée par un microcontrôleur pic16f876.

### II.8 Choix de la machine à courant continu

Le problème qui se pose est : quelles sont les paramètres de la machine à courant continu qu'on doit choisir pour un bon fonctionnement de notre système ?

Nous avons comme données seulement la plaque signalétique du moteur asynchrone utilisé pour entraîner le système d'ensachage.

D'après cette plaque signalétique on peut estimer un moteur à courant continu à excitation séparée ayant un couple(C) égale à celui du moteur asynchrone ce qui va donner une puissance suffisante pour entraîner le système d'ensachage car nous avons(  $P=C*V$ ), et une vitesse(V) nominale qu'on doit imposer presque égale à celle du moteur asynchrone existant pour avoir la même vitesse de production, en gardant toujours le réducteur. Et les autres paramètres on les impose arbitrairement. Donc on choisit un moteur à courant continu ayant les paramètres suivants :

Puissance 'P' (KW)	Vitesse nominale 'V' (tr/mn)	Courant nominale(A)	Tension nominale(V)
2,3	1500	12A	220

**Tableau II.2** : caractéristiques du moteur à courant continu.

### II.9 Les circuits de puissance de la machine à cc :

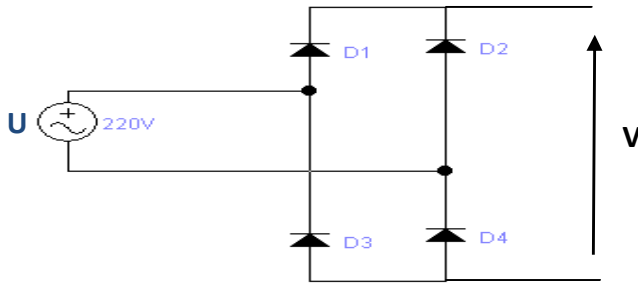
La machine à courant continu est alimentée par une tension continue assurée par un convertisseur alternatif –continu (redresseur) qui est un pont de diode monophasé suivie d'un circuit LC pour le filtrage de la tension redressée.

Et pour faire varier sa vitesse de rotation, on utilise un hacheur à deux quadrants car notre système tourne dans un seul sens de rotation.

Les différents montages sont présentés comme suit :

#### II.9.1 Redresseur (pont de diodes)

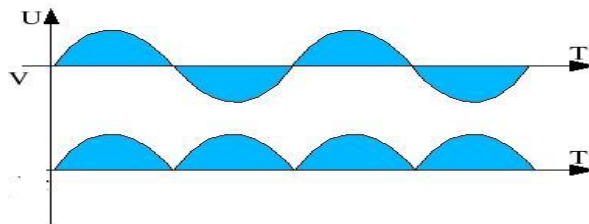
Un pont de diodes ou pont de GRAET est un assemblage de quatre diodes montées en pont, qui redresse le courant alternatif en courant continu.



**Figure II.10** : Schéma d'un pont de diodes.

- **Fonctionnement**

Lors de l'alternance positive de  $U$ , seules les deux diodes ( $D1$ ,  $D4$ ) ayant une tension d'anode supérieure à la tension de cathode conduiront, les deux autres diodes ( $D2$ ,  $D3$ ) ne remplissant pas ces conditions, elles sont bloquées. Pour l'alternance négative, c'est la même chose, comme les deux autres diodes sont disposées dans l'autre sens, le signal  $-U$  en entrée sera devenu  $+U$  en sortie.



**Figure II.11** : Redressement double alternance.

- **Choix des diodes de redressement**

Puisqu'on travaille en grande puissance, donc on est obligé d'utiliser des diodes convenables à notre cahier de charge.

type	Tension	courant	package
<b>15ETH06</b>	600V	15A	TO_220AC

**Tableau II.3** : Caractéristiques des diodes.

### II.9.2 Le circuit LC

La fonction principale du circuit LC est le filtrage dont l'inductance L sert à lisser le courant et la capacité C sert à lisser la tension. Son schéma est présenté par la figure. II.12.

Les valeurs de L et C doivent être suffisante pour supporter le courant et la tension à lisser.

- $L=100\text{mh}$ .
- $C=100\mu\text{f}$ .

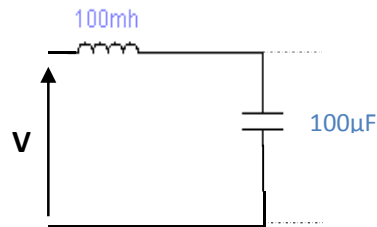


Figure II.12 : Schéma d'un circuit LC.

#### • Principe de filtrage de la tension

Un condensateur est placé en dérivation à la sortie du pont de redresseur. Lorsque la tension augmente, le condensateur se charge et lorsque la tension à la sortie tend à diminuer, le condensateur se décharge ce qui réduit fortement la chute de la tension. Si le condensateur a une capacité suffisante, les variations de la tension peuvent être négligeables, la tension est quasiment continue.

Après le filtrage on aura la tension continue comme le montre la figure. II.13.

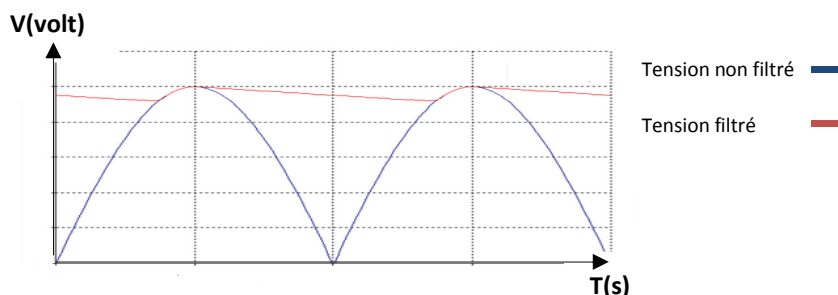


Figure II.13 : Filtrage de la tension.

### II.9.3 Hacheur à deux quadrants

Le hacheur à deux quadrants est un convertisseur continu-continu, permet de commander le moteur à cc seulement dans un seul sens de rotation.

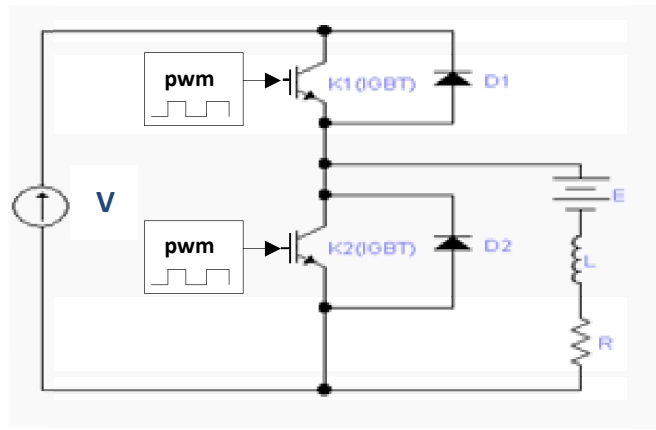


Figure II.14 : Schéma d'un hacheur à deux quadrants.

- **Principe de fonctionnement**

Les signaux de commande de K1 et K2 sont délivrés par le PIC (PWM), du sorte que : Lorsque K2 est saturé et K1 est bloqué le moteur s'arrête, et lorsque K2 bloqué, K1 saturé le moteur tourne et nous avons l'équation suivante:

$$V_m = \alpha \times V \quad (\text{II.7}).$$

Avec :

$V_m$  : tension aux bornes de l'induit.

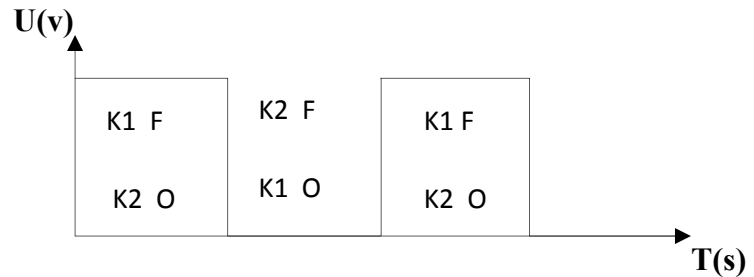
$\alpha$  : rapport cyclique,  $0 \leq \alpha \leq 1$  et  $\alpha = t_{on} / T$  avec :

$t_{on}$  : temps de saturation du transistor.

T : la période.

V : tension de la source.

D'après l'équation (II.7) on voit que la variation du rapport cyclique  $\alpha$  provoque une variation de la tension aux bornes de l'induit ( $V_m$ ) ce qui donne une vitesse variable.



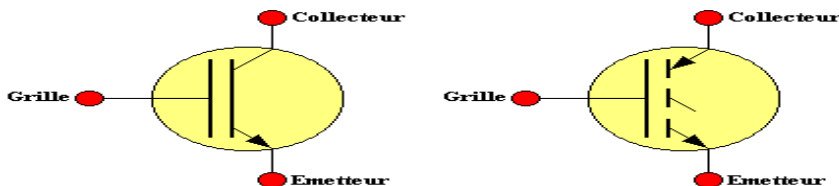
**Figure II.15** : Commutation des transistors K1 et K2.

- **Choix de transistor de la commutation**

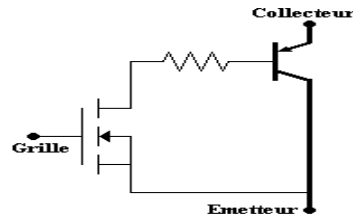
Des semi-conducteurs de puissance élevée comme des thyristors, des transistors et des diodes, sont employés dans des applications d'énergie.

Le transistor bipolaire à grille isolée **IGBT** (Insulated Gate Bipolar Transistor) est un élément semi-conducteur de puissance combinant les avantages des transistors bipolaires (tensions et courants élevés) et ceux des transistors MOSFET (rapidité des commutations, énergie de commande faible).

- ♦ **SYMBOLE de transistor IGBT:**



- ♦ **Schéma équivalent :**



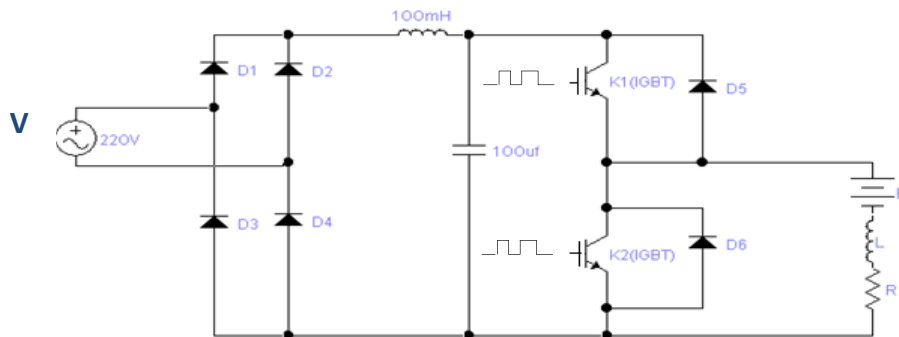
La sélection de transistor IGBT est basée sur des critères bien déterminés, surtout ces caractéristiques électriques tensions collecteur-émetteur  $V_{ce}$  et le courant collecteur qui peut supporter.

En ce qui nous concerne, le transistor choisi est le Bup603D, dont sa description est représentée par le tableau. II.4.

type	Vce	Ic	Package	Ordering code
<b>Bup603D</b>	600V	42A	TO-218AB	Q67040-A4230-A2

**Tableau II.4 :** Description générale de l'IGBT.

### II.9.4 Circuit de puissance complet



**Figure II.16 :** Circuit de puissance de moteur à cc.

### II.9.5 Freinage du moteur à cc

En coupant l'alimentation du moteur à cc, il prend un certain temps pour s'arrêter. Dans certaines applications il faut freiner le moteur rapidement.

On trouve plusieurs méthodes pour le freinage du moteur à cc à savoir :

- Le freinage rhéostatique.

- Le freinage par récupération d'énergie :
- Le freinage par un disque frein.

Dans notre étude on utilisera le freinage rhéostatique.

### ➤ Freinage rhéostatique

Le freinage rhéostatique consiste à ajouter une résistance de dissipation  $R_f$  pour assurer la dissipation de la puissance emmagasinée dans le moteur et avoir son freinage, cette résistance doit être de puissance et supporte le courant maximum.

Pour réussir le freinage, on ajoute deux transistors de commutation (K3 et K4) comme le montre la figure II.13. Le premier transistor (K3) sert à éviter l'inversion de la tension dans la source à l'état de freinage, et le deuxième transistor (K4) sert à faire passer la puissance emmagasinée dans le moteur vers la résistance de freinage  $R_f$  à l'état d'arrêt.

La figure suivante montre le schéma de puissance avec freinage rhéostatique :

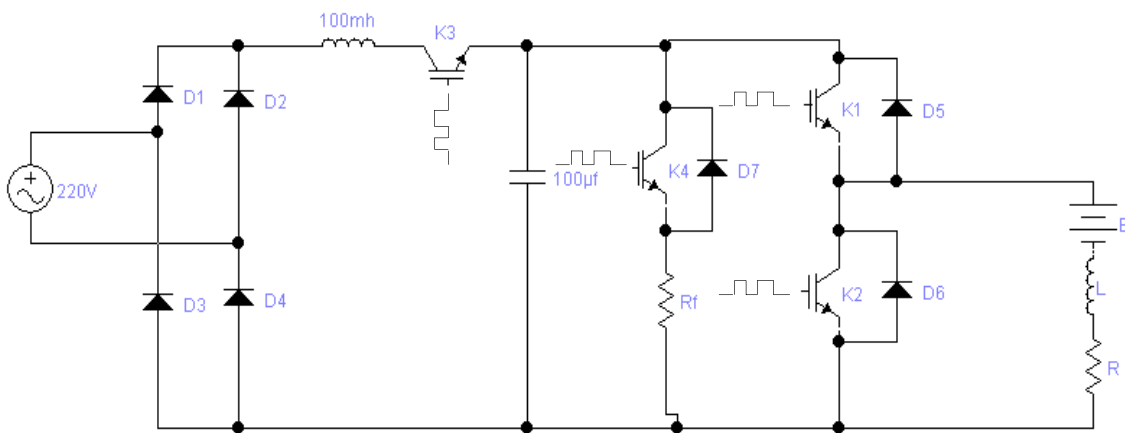


Figure II.17 : Circuit de puissance avec freinage rhéostatique.

### ➤ Principe de fonctionnement

A l'état de rotation du moteur on sature K1, K3 et on bloque K2, K4 et à l'état de freinage on sature K2, K4 et on bloque K1, K3.

### **Conclusion**

Après l'illustration des techniques d'alimentations de la machine à courant continu, dans le chapitre suivant, nous allons étudier le microcontrôleur pic16F876, et la génération de la PWM.

# Chapitre III



# Chapitre III : Présentation du PIC

## Introduction

Etant donné l'utilité du PIC16F876, nous avons jugé nécessaire de consacrer un chapitre qui décrit ce type de composant, tout en illustrant ces différentes caractéristiques afin de mieux l'exploiter.

### III.1.1 Définition

Le PIC n'est rien d'autre qu'un microcontrôleur, c'est à dire une unité de traitement de l'information de type microprocesseur à laquelle on a ajouté des périphériques internes permettant de réaliser des montages sans ajouter de composants externes.

### III.1.2 Les architectures des PICs

Il existe deux types d'architectures pour les microcontrôleurs :

L'architecture de **HARVARD** dont la mémoire de données et la mémoire de programme ont deux bus internes séparés (figure III.1), ce qui permet à l'UC d'accéder à chaque bloc dans le même cycle d'horloge. Cela simplifie l'architecture du microcontrôleur et facilite sa programmation.

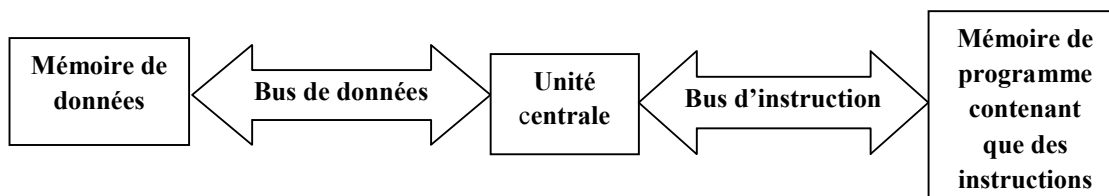


Figure III.1 : Architecture de HARVARD.

L'architecture de **Von Neuman** qui est l'architecture la plus courante de nos jours, dans laquelle les instructions de programme et les données partagent le même bus de données (figure III.2).

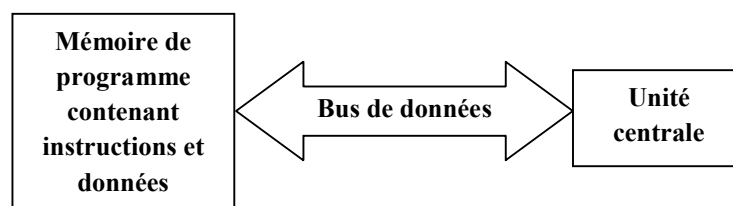


Figure III.2 : Architecture de Von Neuman.

## Chapitre III : Présentation du PIC

---

### III.1.3 Les différentes familles du PIC

D'après la classification adoptée par Microchip la famille des PICs est subdivisée en trois grandes familles qui sont :

- **La famille Baseline:** utilise des mots d'instructions de 12bits comme 12c509, 12f508.  
**La famille Mid-Range :** qui utilise des mots d'instructions de 14bits, comme 16Fxx, 16Cxx... Ses PICs disposent de ressources internes nombreuses, supportent la programmation sous forme série ainsi en circuit ou ICSP, et la majorité de circuits de cette famille utilisent la mémoire programme de type flash.
- **La famille High-End:** utilise des mots d'instructions de 16bits, comme 18Fxx, 18Cxx... Caractérisée par sa richesse en ressources matérielles internes et la capacité importante de leurs mémoires vives et mémoires de programme.

### III.1.4 Identification des PICs

Pour identifier un PIC, nous utilisons sa référence de la forme suivante : NN LLL XXX

- **NN** : sont deux premiers chiffres qui indiquent la famille du PIC, le circuit peut prendre les valeurs : 12, 16, 17 ou 18.

- **LLL** : est un ensemble d'une, deux ou trois lettres qui désigne tout à la fois, le type de mémoire de programme contenu dans le circuit :

**C** : indique une mémoire programme de type EPROM.

**CR** : indique une mémoire de type ROM programmable par masque.

**F** : indique une mémoire de type Flash.

- **XXX** : est un ensemble de deux, trois ou quatre chiffres constituant la référence du circuit dans la famille et permettant de savoir de quelles ressources internes il dispose.

Un suffixe peut également suivre la référence qui précise le type d'horloge utilisé et sa fréquence maximale.

#### Exemple :

Le PIC 16F876 est de la famille **Mid-Range (16)**, sa mémoire de programme est de type **Flash**, donc réinscriptible de type **876**, et capable d'accepter une fréquence d'horloge de **20MHz**.

## III.1.5 les particularités des PICs

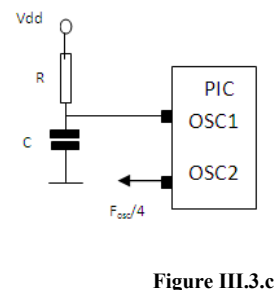
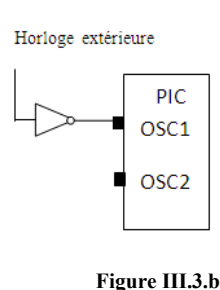
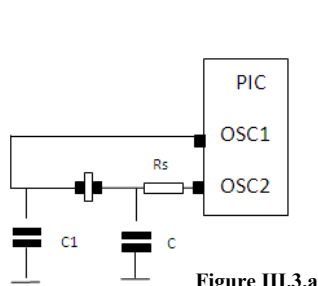
### a) L'alimentation

Il existe diverse options pour alimenter les PICs, certains circuits fonctionnent uniquement dans la plage l'alimentation de 3 V ou 4 V à 5.5 V, d'autre fonctionnent dans une plage de tension étendue, généralement indiquée par la lettre L, celle-ci signifie que le PIC peut fonctionner avec une plage de tension beaucoup plus tolérante qui dépend de type de mémoire programme dont est menu le circuit.

Le positif de la tension d'alimentation est appliqué à ou aux broches Vdd du boîtier et la masse à ou aux broches Vss.

### b) Le circuit d'horloge

Un signal d'horloge est nécessaire pour piloter le circuit de contrôle et gérer les séquences du microcontrôleur. La fréquence de ce signal subit une division par quatre, fournissant ainsi une fréquence d'horloge interne qui donne le temps d'un cycle machine. Le signal d'horloge peut être réalisé avec un quartz (figure III.3.a), soit avec une horloge extérieure (figure III.3.b) ou avec un circuit RC (figure III.3.c), dans ce dernier cas la stabilité du montage est limitée.



Deux broches d'horloge sont présentées sur la majorité des boîtiers des diverses familles des PICs : ce sont OSC1/CLKIN et OSC2/CLKOUT qui peuvent être absentes sur les circuits 10Fxxx, 12Cxxx et 12Fxxx lorsque l'on choisit de les faire fonctionner en mode horloge interne.

### c) Le circuit RESET

Tous les circuits adoptent la même démarche à savoir une seule broche de Reset baptisée MCLR, cette broche peut être absente lorsqu'on choisit de fonctionner en mode Reset interne automatique à la mise sous tension, dont son câblage se résume à la figure III.5. Si nous avons besoin d'une commande de Reset externe (manuelle), la circuiterie de la figure III.4 doit alors mise en œuvre.

# Chapitre III : Présentation du PIC

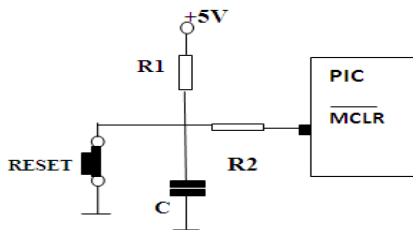


Figure III.4

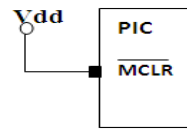


Figure III.5

## III.2 Présentation et description du PIC16F876

### III.2.1 Définition

Le PIC16F876 appartient à la famille 16F87X de Microchip de type HARVARD, c'est un microcontrôleur RISC (Reduced Instructions Set Computer) qui possède 35 instructions, il fait parti de la famille Mid-Range qui utilise les mots de 14 bits, contient 13 sources d'interruptions. Son boîtier est de type PDIP 28 et sa consommation est moins de 2mA sous 5V à 4MHz.

### III.2.2 Description externe du PIC

#### a) Brochage du PIC16F876

Selon la figure III.6 le PIC16F876 possède 28 broches décrites dans le tableau de la figure III.7.

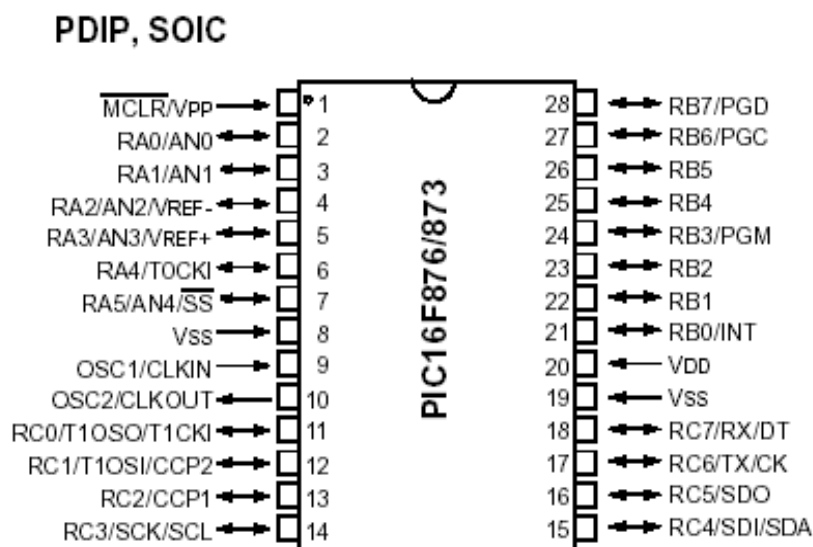


Figure III.6 : Brochage du PIC16F876.

## *Chapitre III : Présentation du PIC*

<b>La broche</b>	<b>Désignation</b>
<b>RA0/AN0</b>	(E/S) n°0 du port A/entrée analogique n°0
<b>RA1/AN1</b>	(E/S) n°1 du port A/entrée analogique n°1
<b>RA2/AN2/Vref</b>	(E/S) n°2 du port A/entrée analogique n°2/entrée de la tension de référence haute du convertisseur A/N
<b>RA3/AN3/Vref<sup>+</sup></b>	(E/S) n°3 du port A/entrée analogique n°3/entrée de la tension de référence basse du convertisseur A/N
<b>RA4/Tock1</b>	(E/S) n°4 du port A/entrée d'horloge externe du timer1
<b>RA5/AN4/SS</b>	(E/S) n°5 du port A/entrée analogique n°4/entrée de sélection maître/esclave en mode SPI
<b>OSC1/CLKIN</b>	Entrée d'oscillateur1 ou d'horloge
<b>OSC2/CLKOUT</b>	Sortie d'oscillateur2 ou d'horloge
<b>RC0/T1OSO/T1CK1</b>	(E/S) n°0 du port C/sortie d'oscillateur du timer1 /entrée d'horloge externe timer1
<b>RC1/T1OSI/CCP2</b>	(E/S) n°1 du port C/entrée d'oscillateur du timer1 /(E/S) du module CCP2, PWM2
<b>RC2/CCP1</b>	(E/S) n°2 du port C /(E/S) du module CCP1, PWM1
<b>RC3/SCK/SCL</b>	(E/S) n°3 du port C /(E/S) d'horloge en mode SPI/horloge pour le bus I2C
<b>RB7/PGD</b>	(E/S) n°7 du port B/Programmation série des données.
<b>RB6/PGC</b>	(E/S) n°6 du port B/Programmation série du clock.
<b>RB5</b>	(E/S) n°5 du port B
<b>RB4</b>	(E/S) n°4 du port B
<b>RB3/PGM</b>	(E/S) n°3 du port B/Broche utilisée en mode programmation basse tension
<b>RB2</b>	(E/S) n°2 du port B
<b>RB1</b>	(E/S) n°1 du port B
<b>RB0/INT</b>	(E/S) n°0 du port B/entrée d'une interruption externe
<b>Vdd</b>	Alimentation positive du circuit
<b>Vss</b>	Masse du circuit
<b>RC7/RX/DT</b>	(E/S) n°7 du port C /entrée de la réception asynchrone SCI / (E/S) de transmission synchrone en SCI
<b>RC6/TX/CK</b>	(E/S) n°6 du port C/sortie de l'émission asynchrone SCI/(E/S) de l'horloge synchrone SCI
<b>RC5/SDO</b>	(E/S) n°5 du port C/sortie de données en mode SPI
<b>RC4/SDI/SDA</b>	(E/S) n°4 du port C/entrée de données en mode SPI /données pour bus I2C

**Figure III.7 :** Description des broches du PIC16F876.

Le sens de direction des données (entrée ou sortie des ports) est mémorisé dans les registres TRIS (Transfert Input Set). TRISA est dédié au port A, TRISB au port B et TRISC au port C.

La mise à « 1 » d'un bit du registre TRIS configure la ligne correspondante en entrée, un « 0 » la configure en sortie.

# Chapitre III : Présentation du PIC

## III.2.3 Architecture interne du PIC16F876

La figure III.8 présente l'organisation interne du PIC 16F876 et toutes les ressources internes dont il dispose.

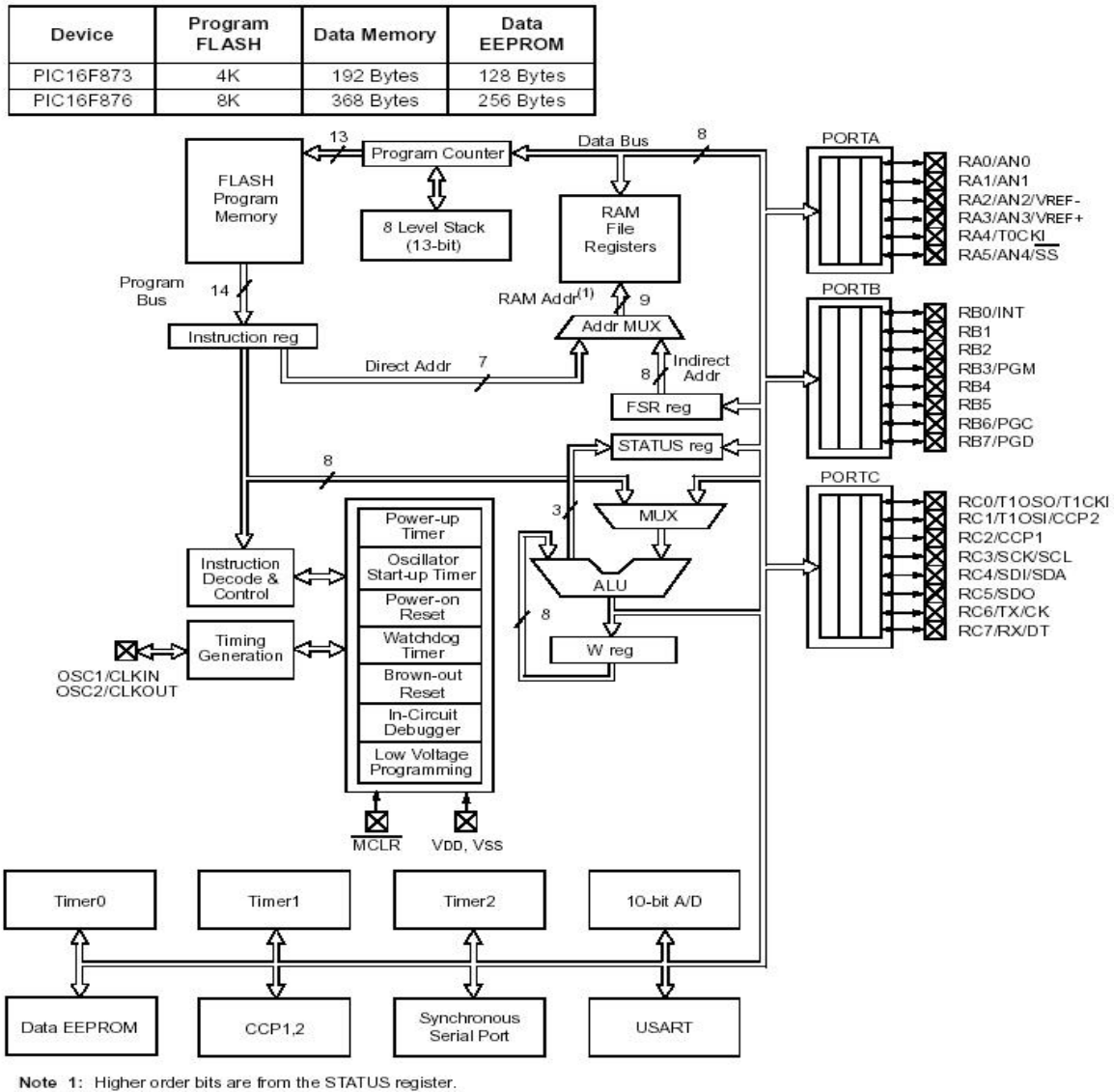


Figure III.8 : Architecture interne du PIC 16F876.

## Chapitre III : Présentation du PIC

---

### ➤ Description des éléments de base du PIC16F867

Il contient essentiellement :

- **L'ALU** : c'est une unité arithmétique et logique de 8 bits qui réalise les opérations arithmétiques (addition, soustraction) et logique (ET, OU...).
- **L'accumulateur W** : c'est un registre de travail de 8 bits, utilisé par les PICs pour réaliser toutes sortes de calcul.
- **Les ports Entrées/Sorties** : Les ports E/S sont des registres qui donnent accès directement au monde extérieur, on distingue trois ports qui sont :

**1) PORT A** : est un registre bidirectionnel situé à l'adresse H05 de la banque 0 qui comporte 6 bits, il est configuré en entrée ou en sortie grâce au registre de direction TRISA. Le bit 4 du PORTA peut servir comme entrée d'horloge du timer0, d'autres bits sont partagés avec le convertisseur A/N.

**2) PORT B** : situé à l'adresse H06 de la banque 0, comportant 8 bits. Le registre de direction correspondant est TRISB. Chaque broche du port est munie d'un tirage au +Vdd que l'on peut mettre ou non en service en **mode entrée uniquement**. Au Reset, le tirage est désactivé. Le bit 0 du PORTB peut être utilisé comme entrée d'interruption externe, les bits b4, b5, b6 et b7 peuvent être utilisées comme source d'interruption.

**3) PORT C** : Ce port bidirectionnel situé à l'adresse H07 est constitué de 8 bits, configurés en E/S par le registre TRISC. Il est partagé avec le module de transmission synchrone l'USART et I2C à travers (TX et RX) (pin17 et 18).

- **Les mémoires** : les mémoires sont de trois types différents :

#### 1) La mémoire programme

La mémoire programme de type flash est constituée de 8K mots de 14 bits. C'est dans cette zone que nous allons écrire notre programme.

#### 2) La mémoire EEPROM

La mémoire **EEPROM** : (Electrical Erasable Programmable Read Only Memory), est constituée de 256 octets que nous pouvons lire et écrire depuis notre programme. Ces octets sont conservés après une coupure de courant et ils sont très utiles pour conserver des paramètres semi-permanents.

## *Chapitre III : Présentation du PIC*

---

### **3) La mémoire RAM et son organisation**

La mémoire RAM est celle que nous allons sans cesse utiliser, elle est constituée de 368 octets, répartie de la manière suivante :

- 1) 80 octets en banque 0, adresses 0x20 à 0x6F.
- 2) 80 octets en banque 1, adresses 0xA0 à 0XEF.
- 3) 96 octets en banque 2, adresses 0x110 à 0x16F.
- 4) 96 octets en banque 3, adresses 0x190 à 0x1EF.
- 5) 16 octets communs aux 4 banques.

### **- Les registres internes**

Pour configurer le microcontrôleur et surveiller l'état de processeur et de ses périphériques un certain nombre de registres doit être démêlé et qui sont :

**1- Registre Option:** est un registre situé à l'adresse 0x81 de la banque 1 de la RAM composé de 8 bits de contrôle de diverses fonctions internes.

**2- Registre STATUS :** est un registre situé à l'adresse 0x83 de la banque 1 de la RAM, il contient un certain nombre de bits d'état de l'UC, les bits de sélection de pages de la mémoire de données..

**3- Registre INTCON :** ce registre se situe à l'adresse 0x0B, dans les 2 banques. Il permet de configurer les différentes sources d'interruption.

**4- Registre PC :** est un compteur de programme codé sur 13 bits dont 8 bits de poids faibles sont dans le registre PCL (Program Counter Low) qui est accessible en lecture et en écriture, un autre registre codé sur 5 bits de poids fort qui s'appelle PCH (Program Counter High) qui n'est pas directement accessible.

**5- Registre PIE1 :** ce registre contient les bits individuels pour les interruptions des périphériques, situé à l'adresse 0x8C de la banque 0 de la RAM

**6- Registre PIR1 :** ce registre contient les FLAG associés aux interruptions des périphériques, situé à l'adresse 0x0C de la banque 1 de la RAM.

**7- Registre pointeur de pile (PP) :** utilisé lorsqu'on réalise un sous programme à l'intérieur d'un programme. Le PP est chargé de mémoriser l'adresse courante avant le saut au sous programme.

## Chapitre III : Présentation du PIC

---

### -Les TIMERS et leurs utilisations

- 1) **Le timer 0** : est un compteur de 8 bits dont la source d'horloge peut être interne ou externe, il est utilisé généralement comme base de temps dans les programmes, en exploitant la possibilité de générer une interruption lors de son débordement.
- 2) **Le timer 1 et les modules CCPx** : le timer1 peut être utilisé comme compteur de 16 bit, mais il est généralement exploité en association avec deux modules de capture et de comparaison ou CCP.
- 3) **Le timer 2 et le mode PWM**

- **Mode PWM** : Pulse width Modulation, ce qui se traduit par la modulation de la largeur d'impulsion, il s'agit d'un signal binaire à fréquence fixe, caractérisé par deux paramètres qui sont :
- la durée du cycle complet ( $T_c = T_h + T_b$ ) avec :
  - le rapport cyclique  $R_c$  qui est modifiable.
- |   |                            |
|---|----------------------------|
| } | Th : durée de l'état haut. |
| } | T b : durée de l'état bas. |
| } | $R_c = T_h / T_c$ .        |

Le module PWM utilise les deux broches RC1(CCP1) et RC2(CCP2).

Pour construire le signal PWM, nous avons besoin de deux paramètres à savoir : les temps  $T_c$  et  $T_h$  (avec  $R_c = T_h / T_c$ ).

Le temps  $T_c$  est défini par le TMR2 comme suit :

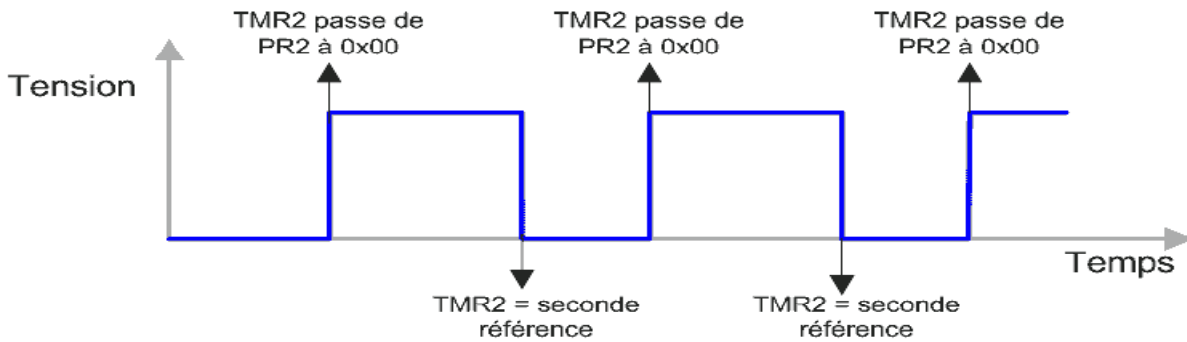
- On programme le prédiviseur.
- On charge la valeur adéquate dans PR2 calculée de la manière suivante :

$$T_c = (PR2 + 1) * 4 * T_{osc} * \text{prédiviseur} \quad \text{d'où} \quad PR2 = T_c / (4 * \text{prédiviseur} * T_{osc}) - 1.$$

A chaque fois que TMR2 déborde de PR2 à 0x00, le pin CCPx passe au niveau 1 (x=1 ou 2).

Pour définir l'emplacement de la redescente de notre signal, une deuxième valeur (consigne) qui doit être inférieure à celle de (PR2 + 1) et ne doit pas provoquer le Reset de TMR2 fait retomber le signal à 0 quand le TMR2 l'atteindra, ceci nous donne la représentation suivante :

## Chapitre III : Présentation du PIC



La durée de rapport cyclique est la valeur écrite dans le registre de 8 bits CCPRxL.

**3) Le timer chien de garde (WDT) :** il joue un rôle important dans les applications, il surveille le bon fonctionnement du programme que le microcontrôleur exécute ; en effet il commence à compter au rythme d'une horloge interne dont on peut définir la valeur; dès qu'il est validé et si il atteint sa valeur maximale il déborde en provoquant un Reset du microcontrôleur. Un programme qui appelle ce timer intervient pour le remettre à zéro régulièrement.

### - Les interfaces de communication

Pour communiquer avec le monde extérieur, le PIC 16F876 dispose des interfaces de communication telles que : les modules USART et MSSP.

**1- Le module USART :** signifie « Universal Synchronous Asynchronous Receiver Transmitter », c'est un module qui permet d'envoyer et de recevoir des données en mode série c'est-à-dire une liaison qui transfère les données bit par bit, soit d'une façon synchrone ou asynchrone. la communication se fait sur les deux pins RC6/TX/CK et RC7/RX/DT.

**a- USART en mode série asynchrone :** très souvent appelée RS232, il permet de relier une application à tous les équipements informatiques qui en sont équipés. Cette liaison est caractérisée par :

- La vitesse de transmission : la durée d'un bit est directement liée à la vitesse de transmission exprimée en baud ou bits par seconde.
- Le format : c'est-à-dire le nombre de start-bits, de stop-bits, de bits de données et le type de parité.

## *Chapitre III : Présentation du PIC*

---

- le **start bits** : il permet de détecter le début d'émission des bits en série.
- les **bits de données** : c'est les bits de donnée émetts.
- le **bit de parité** : il permet de contrôler la donnée reçue.
- le **stop bit** : permet à la ligne de transmission de revenir à l'état de repos.

**2- SSP (Synchronous Serial Port)** : il permet d'échanger les données en mode synchrone avec d'autre circuit comme les microcontrôleurs, les mémoires EEPROM séries et les convertisseurs A/N etc. Il peut fonctionner selon deux modes : le mode SPI (Serial Peripheral Interface) et le mode I2C (Inter Integrated Circuit).

### **- Convertisseur analogique/numérique**

C'est un périphérique intégré destiné à mesurer une tension et la convertir en nombre binaire qui pourra être utilisé par un programme. Notre PIC permet un échantillonnage sur 10 bits, donc le signal numérique peut prendre 1024 valeurs possibles.

### **III.3 Les interruptions**

Une interruption provoque l'arrêt du programme principal pour exécuter une procédure d'interruption, le microcontrôleur reprend le programme principal à l'endroit où il a laissé. Le PIC 16F876 possède 13 sources d'interruption qui sont :

- Débordement du timer0.
- Débordement du timer1.
- Timer2 a atteint la valeur programmée.
- Front sur RB0/INT.
- Changement d'état d'une des pattes RB4 à RB7.
- Fin de conversion A/N.
- Fin d'écriture en EEPROM.
- Capture/Comparaison de timer1 avec module CCP1.
- Caractères émis /reçus sur le port série synchrone
- Capture/Comparaison de timer1 avec module CCP2.
- Collision du bus SSP en mode I2C.
- Un octet reçu sur USART.
- Fin de transmission d'un octet sur l'USART.

## *Chapitre III : Présentation du PIC*

---

### *Conclusion*

Partant de la description des PICs et plus particulièrement le PIC16F876, nous constatons que ce microcontrôleur peut réaliser l'unité de contrôle de notre carte, maintenant on passe à la conception matérielle et logicielle de la carte de commande.

# Chapitre IV



### Introduction

Dans ce chapitre, on va étudier la partie commande du point de vue matérielle et logicielle, qui est une étape déterminante dans le développement de notre projet.

### IV.1 Conception matérielle de la carte

Notre carte de commande est composée de plusieurs parties, qui sont représentés à la figure IV.1 et traduit par la carte électronique représentée sur la figure IV.2, sur laquelle sont représentés les différents blocs en détail.

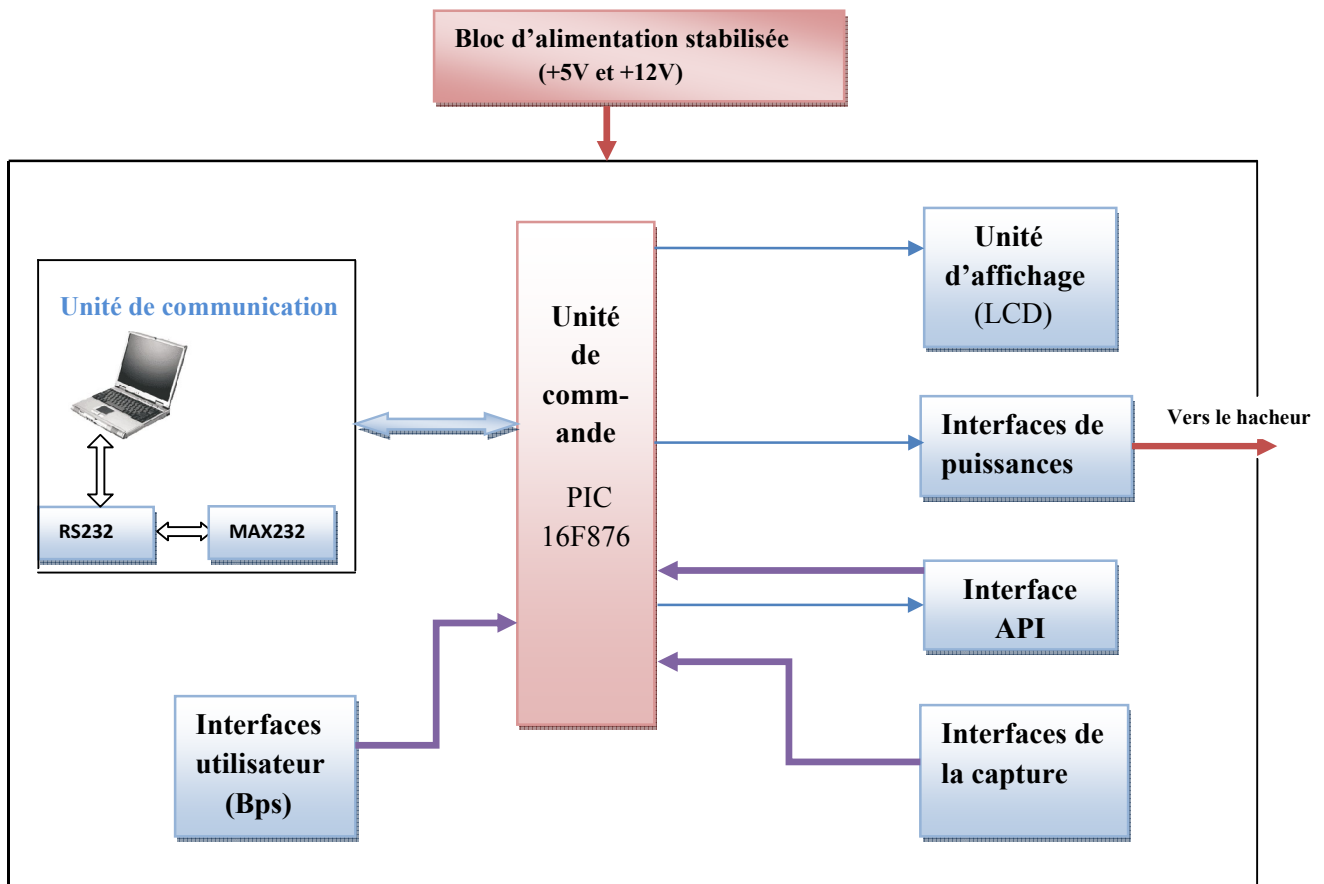


Figure IV.1 : Schéma synoptique de la carte de commande.

Elle comporte essentiellement :

#### IV.1.1 L'unité de commande

C'est l'unité de traitement et de contrôle des données, elle est composée de PIC 16F876 et ses circuits annexes (oscillateur, Reset, alimentation).

### IV.1.2 Interface de capture de mouvement

Constituée de trois capteurs (figure IV.2) qui sont :

**Le capteur électromécanique (Cap4) :** qui indique le dépôt du sac plein. Il est utilisé comme entrée d'impulsion sur la broche RA4.

**Le capteur électromécanique (Cap2) :** c'est un capteur ajouté pour indiquer la demi-position ( $P/2=30^\circ$ ) du disque rotatif.

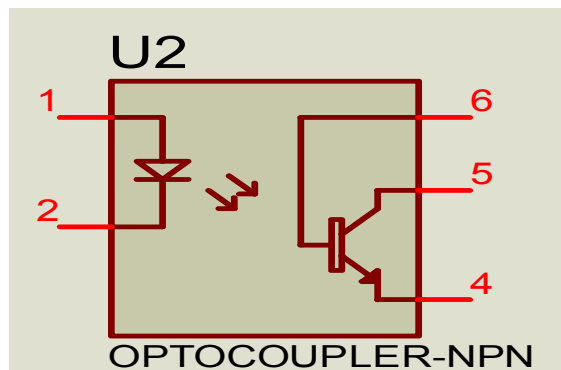
**Le capteur inductif (Cap1) :** utilisé pour indiquer la position finale ( $P=60^\circ$ ) du disque rotatif.

### IV.1.3 Interfaces de puissance

C'est les interfaces qui lient entre la partie commande et la partie puissance, constitués de :

#### a - L'optocoupleur

Pour des mesures de protection du circuit de commande, une isolation électrique est assurée par un optocoupleur 4N27 représenté à la figure IV.3 avec :



Avec :

- 1 : anode de la DEL.
- 2 : cathode de la DEL.
- 4 : émetteur du phototransistor.
- 5 : collecteur du phototransistor.
- 6 : base du phototransistor.

Figure IV.3 : Brochage du l'optocoupleur 4N27.

L'optocoupleur est constitué d'une diode émettrice et d'un composant photosensible qui est dans notre cas un transistor bipolaire, intégrés dans un boîtier plastique.

En présence d'un courant dans la diode, une source lumineuse qui sature le phototransistor et laisse passer le courant. En absence de cette source le phototransistor est bloqué.

### b -l'amplificateur

Pour amplifier le signal PWM, on utilise le L293D qui est un circuit intégré de 16 broches, composé de deux ponts en H et qui sert à contrôler la polarité aux bornes d'un dipôle.

Le schéma de brochage du L293D est représenté à la figure suivante.

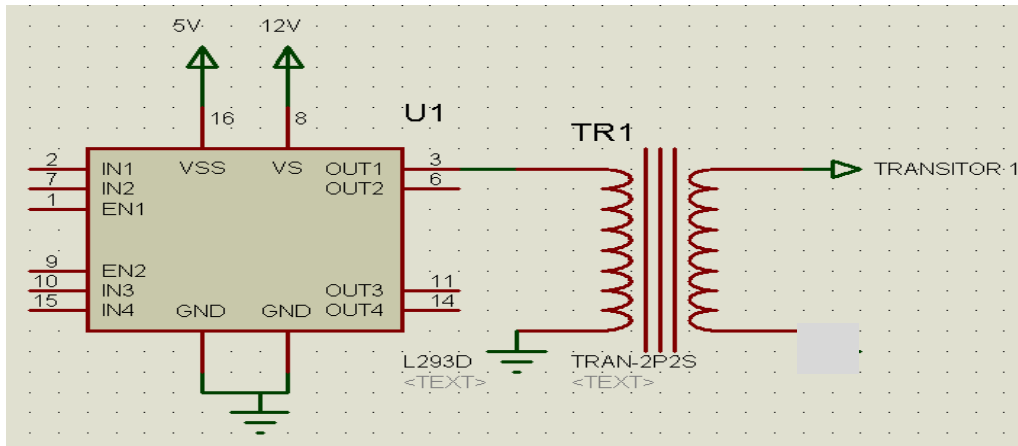


Figure IV.4 : Brochage du circuit 293D avec le transformateur.

Le branchement du L293D avec le transformateur a comme but la séparation des masses pour éviter les courts circuits de certain transistor.

### IV.1.4 Unité de communication série asynchrone (RS232)

Pour pouvoir communiquer avec le PC, notre microcontrôleur dispose du module USART qu'on utilise en mode série asynchrone (RS232), cette liaison n'utilise pas le signal d'horloge pour synchroniser la communication, à cet effet il est nécessaire que ces derniers (PIC et PC) soient configurés de la même manière c'est-à-dire la vitesse de transmission et le format (start bit, stop bit, parité...).

Trois lignes sont nécessaires pour effectuer cette liaison :

- Tx : transmission des données.
- Rx : réception des données.
- GND : la masse.

Afin de pouvoir transmettre les signaux issus du micro-ordinateur via le port série (connecteur DB9 broches) et le microcontrôleur 16F876 sans déformer les informations à cause de la différence des niveaux logiques de deux blocs (0V et +5V) pour le microcontrôleur et (+12V et -12V) pour le port série du micro-ordinateur, nous avons utilisé un adaptateur de signaux de référence MAX 232 qui assure la conversion des signaux.

## CHAPITRE IV : Conception matérielle et logicielle

Ce composant d'adaptation dispose de :

- Deux blocs nommés T1 (T1IN, T1OUT) et T2 (T2IN, T2OUT) qui convertissent les signaux d'entrées 0V et 5V en signaux de sorties +12V et -12V.
- Deux blocs nommés R1 (R1IN, R1OUT) et (R2IN, R2OUT) qui convertissent les signaux d'entrées +12V et -12V en signaux de sorties 0V et 5V

Dans la figure IV.5 est illustré le branchement de cette liaison en utilisant le circuit d'adaptation des signaux de référence MAX232.

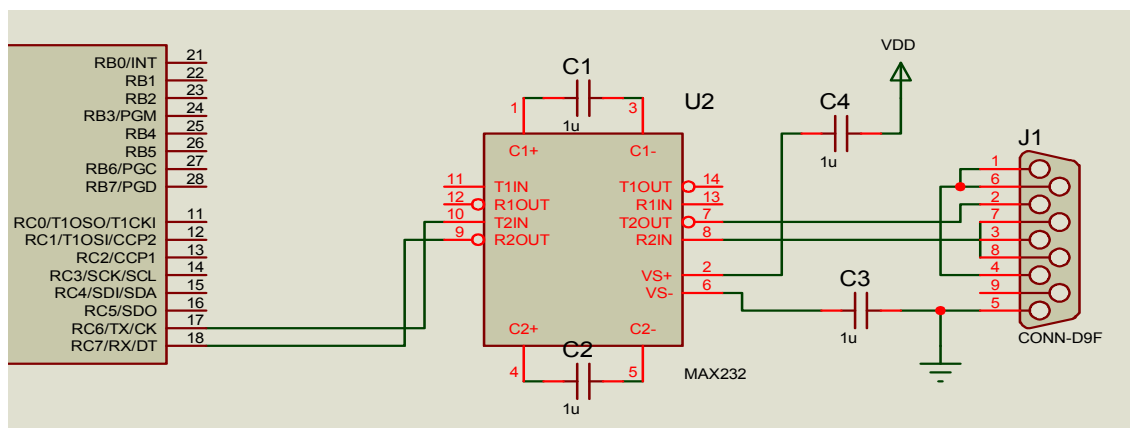


Figure IV.5 : Brochage de la liaison RS232 entre le PIC et le PC.

### IV.1.5 L'unité d'affichage

#### ➤ L'afficheur LCD

L'afficheur LCD (Liquid Crystal Display) est constitué de deux lames de verre, distantes de 20  $\mu\text{m}$  environ, sur lesquelles sont dessinées les mantisses formant les caractères, l'espace entre elles est rempli de cristal liquide. L'application entre les deux faces d'une tension alternative basse fréquence de quelques volts (3 à 5 V) le rend absorbant et les caractères apparaissent sombres sur un fond clair.

L'afficheur LCD utilisé est en mode de 4 bits du poids fort (D4 à D7) plus les signaux de commande qui sont :

- Enable (validation des données).
- Read/Write (écriture /lecture).
- Register Select (instruction/commande).

Le schéma de branchement de l'afficheur LCD avec le PIC est représenté à la figure IV.6.

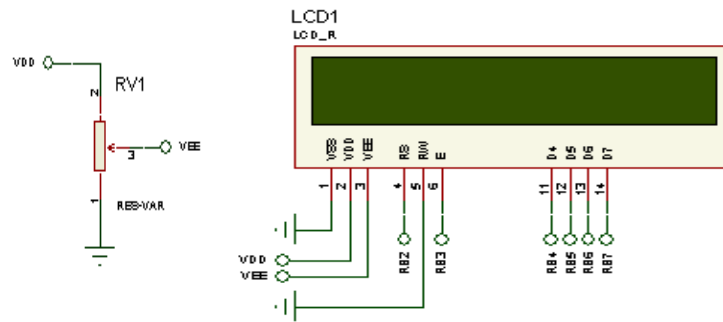


Figure IV.6 : Branchement de l’afficheur LCD.

### IV.1.6 L’interface utilisateur

C’est la partie où l’opérateur peut intervenir pour démarrer ou arrêter le système, par l’intermédiaire des boutons poussoirs, qui sont:

- SW1 : le bouton d’arrêt d’urgence.
- SW2 : le bouton d’arrêt.
- SW3 : le bouton de marche.
- SW4 : Le bouton d’initialisation du PIC.

Leur branchement est lustré à la figure IV.7.

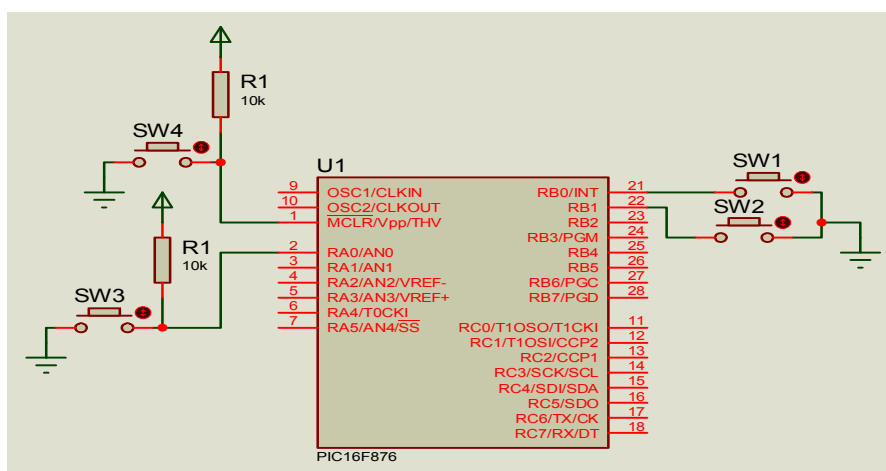


Figure IV.7 : Montage des boutons poussoirs.

### IV.1.7 Interface API

Vu que la commande du groupe de rotation se fait par l'automate (API) du carrousel et pour assurer cette liaison avec sa nouvelle commande, on configure la broche RA3 du PIC en entrée pour recevoir l'information de l'automate afin d'actionner la carte de commande du Mcc du carrousel, et une autre broche RA4 configurée en sortie pour confirmer le fonctionnement de la carte à l'automate .le brochage est à la figure IV.2.

### IV.1.8 Bloc d'alimentation

Pour le bon fonctionnement de notre carte de commande, on a utilisé une alimentation de +12V pour L293D et une autre alimentation stabilisée à +5V nécessaire pour alimenter les deux circuits intégrés (PIC 16F876 et MAX232), ce bloque d'alimentation est représenté à la figure IV.8.

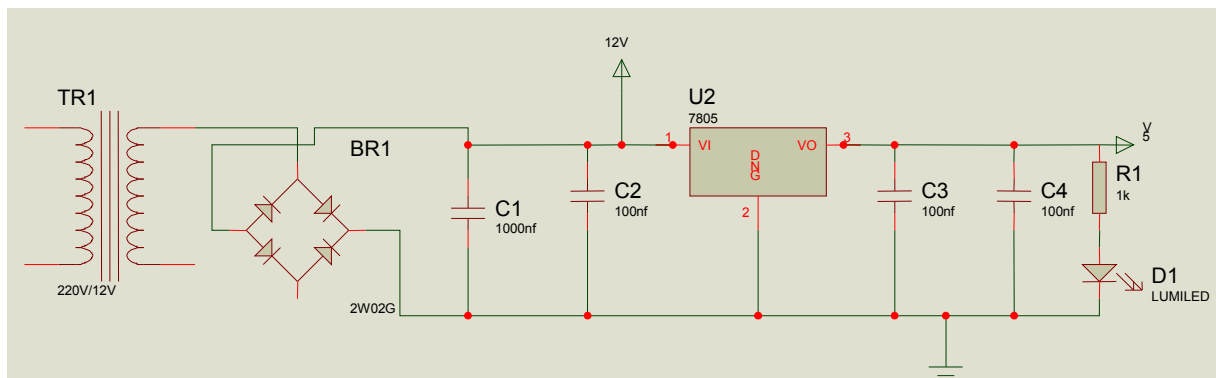


Figure IV.8 : Bloc d'alimentation de la carte de commande.

#### ➤ Fonctionnement du montage

La tension issue de secteur (220V) est transformée en une tension de 12V par le transformateur (220V/12V) et qui sera redressée par le pont de Greutz. Le rôle du condensateur C1 est d'assurer le lissage de cette tension redressée afin d'obtenir une tension continue de +12V.

Un régulateur de tension positive de référence 7805 est placé après le C2 pour obtenir une tension de 5V, suivi d'un condensateur de filtrage C4.

Une diode électroluminescente témoin de la mise sous tension de la carte.

## IV.2 les différentes fonctions de la carte

Comme nous l'avons déjà déclaré dans le cahier de charge, la carte de commande doit accomplir les tâches suivantes :

- Commande en position du MCC : en fonction des deux capteurs de position (cap1 et cap2), le signal délivré du microcontrôleur par la broche13 (RC2/CCP1) configuré en mode PWM donnera l'allure de la vitesse angulaire en fonction de la position présentée par la figure IV.9.

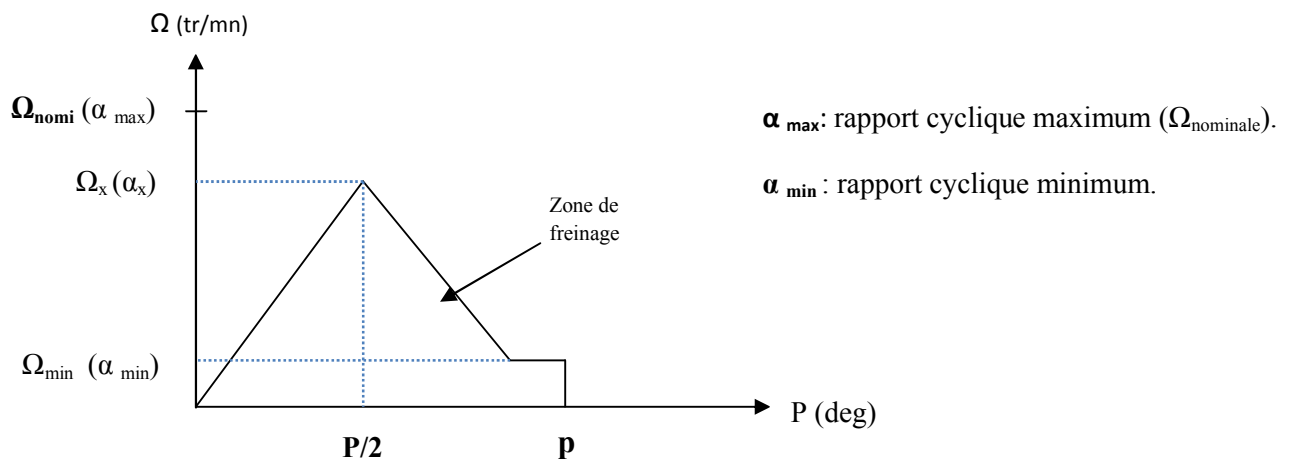


Figure IV.9 : Variation de la vitesse angulaire (PWM) en fonction de la position.

La figure IV.10 présente la variation de la position en fonction du temps.

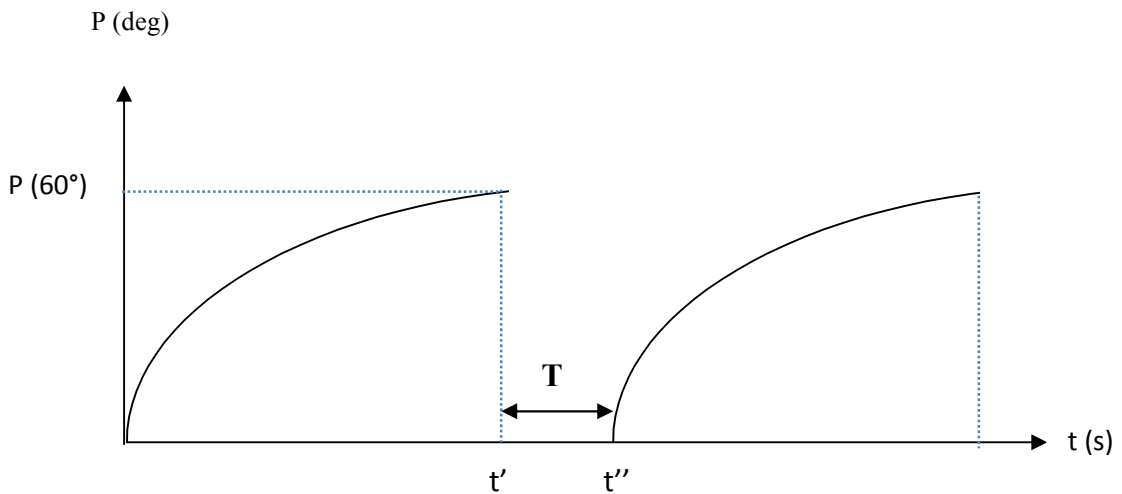


Figure IV.10 : Variation de la position en fonction du temps.

## ***CHAPITRE IV : Conception matérielle et logicielle***

---

T : le temps dans lequel le moteur est arrêté (arrêt dans l'une des phases).

- Communiquer avec le PC via la liaison RS232 : Cette liaison permet de communiquer à distance avec le PIC pour introduire les différents paramètres du fonctionnement du carrousel à savoir : le  $\alpha_{\min}$ , le temps d'arrêt du moteur à cc, et afficher le nombre de sac remplis.
- Affichage de la variation de la PWM, le temps d'arrêt du moteur ainsi le nombre de sac remplis sur l'afficheur LCD.
- Echange d'informations avec l'API dans le but de garder la coordination du fonctionnement du carrousel et la carte de commande du MCC.
- Réaliser un compteur de sac : il se fait à base d'incréméntation du timer0 (configuré en mode compteur) à chaque entrée d'impulsion déclenchée par la broche RA4 l'entrée du capteur Cap4 (dépôt du sac).

### **IV.3 Conception logiciel**

#### **Introduction**

A toute conception matérielle conçue à base de microcontrôleur est associé des logiciels pour gérer l'ensemble de la structure à savoir :

#### **IV.3.1 Le compilateur pic en langage C**

C'est un logiciel de programmation des PICs en langage C, il transforme le programme source mis au point en un programme binaire exécutable par le pic. Il existe aujourd'hui plusieurs compilateurs, pour notre projet on a choisi le compilateur PCW de CCS présenté à la figure IV.11.

## CHAPITRE IV : Conception matérielle et logicielle

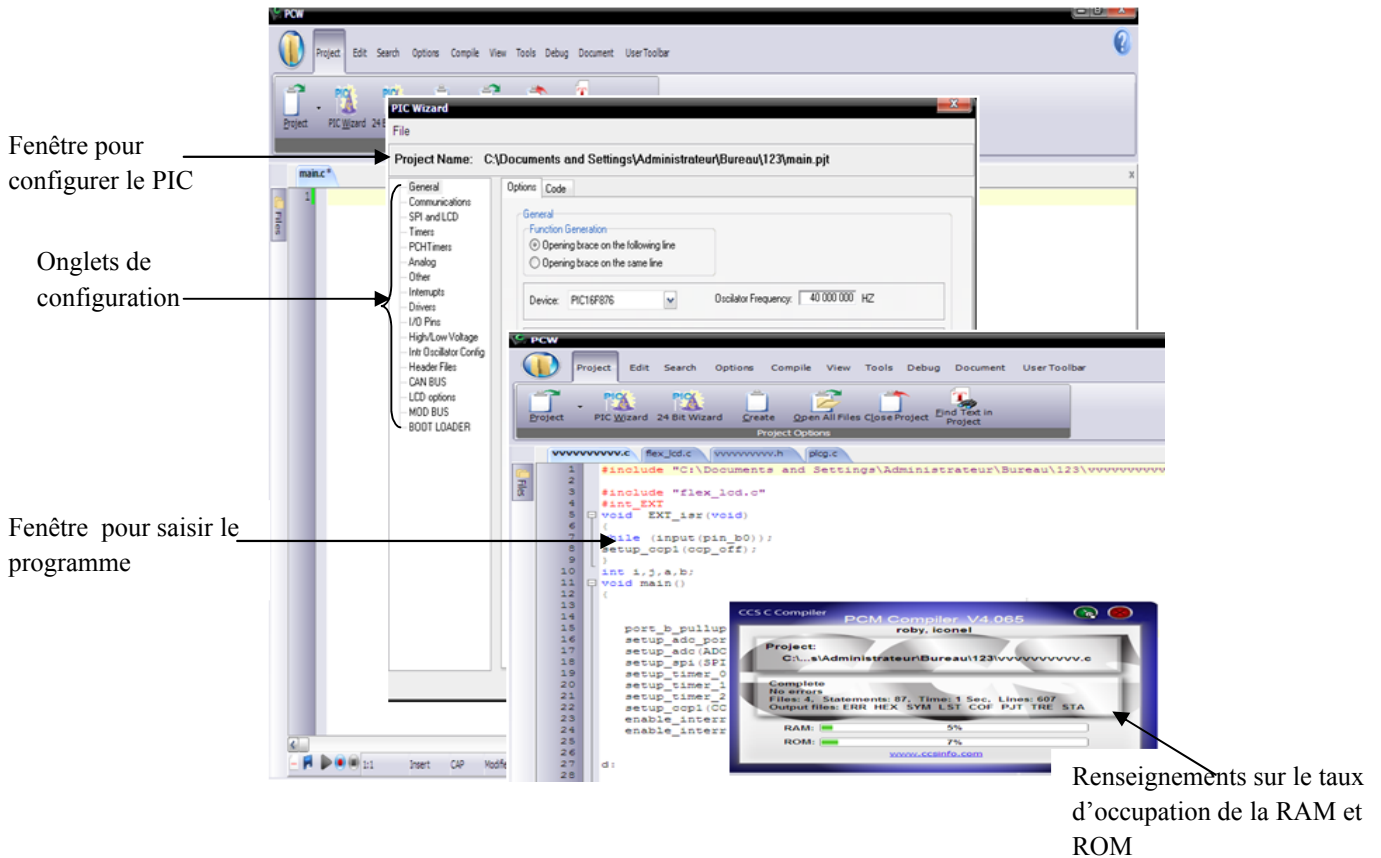


Figure IV.11 : Présentation du compilateur PCW.

### ➤ Son utilisation

Pour créer un projet il faut suivre ces étapes :

- 1- lancer PCW grâce au raccourci que la procédure d'installation a placé sur le bureau.
- 2- Cliquer sur le menu PIC Wizard une fenêtre d'exploration de répertoire s'ouvre pour saisir le nom de fichier source principale du projet.
- 3- définition matérielle et la précision d'un certain nombre de connexion à réalisées sur le PIC sur la fenêtre qui comporte les différents onglets.
- 4- cliquer sur OK, Wizard écrit le début du programme (la configuration déjà choisie) puis saisir le programme.
- 5- Compiler pour vérifier qu'il n'y a pas d'erreur et se renseigner sur le taux d'occupation de la RAM et de la mémoire programme du PIC.



### IV.3.5 L'interface PC

#### ➤ Présentation du logiciel Delphi7

Pour assurer le paramétrage de la carte par PC, on a choisi de développer une application à base du logiciel Delphi7, qui est un environnement de programmation visuel orienté objet pour le développement rapide d'une application (RAD). Il offre une interface pour construire l'application voulue, composée des éléments qui sont représentées à la figure IV.13.

- 1- barres des menus et d'outils.
- 2- la palette des composants.
- 3- l'inspecteur d'objets.
- 4 - l'arborescence des objets
- 5- l'éditeur de code.
- 6- l'explorateur de code.
- 7-Le concepteur de fiches.

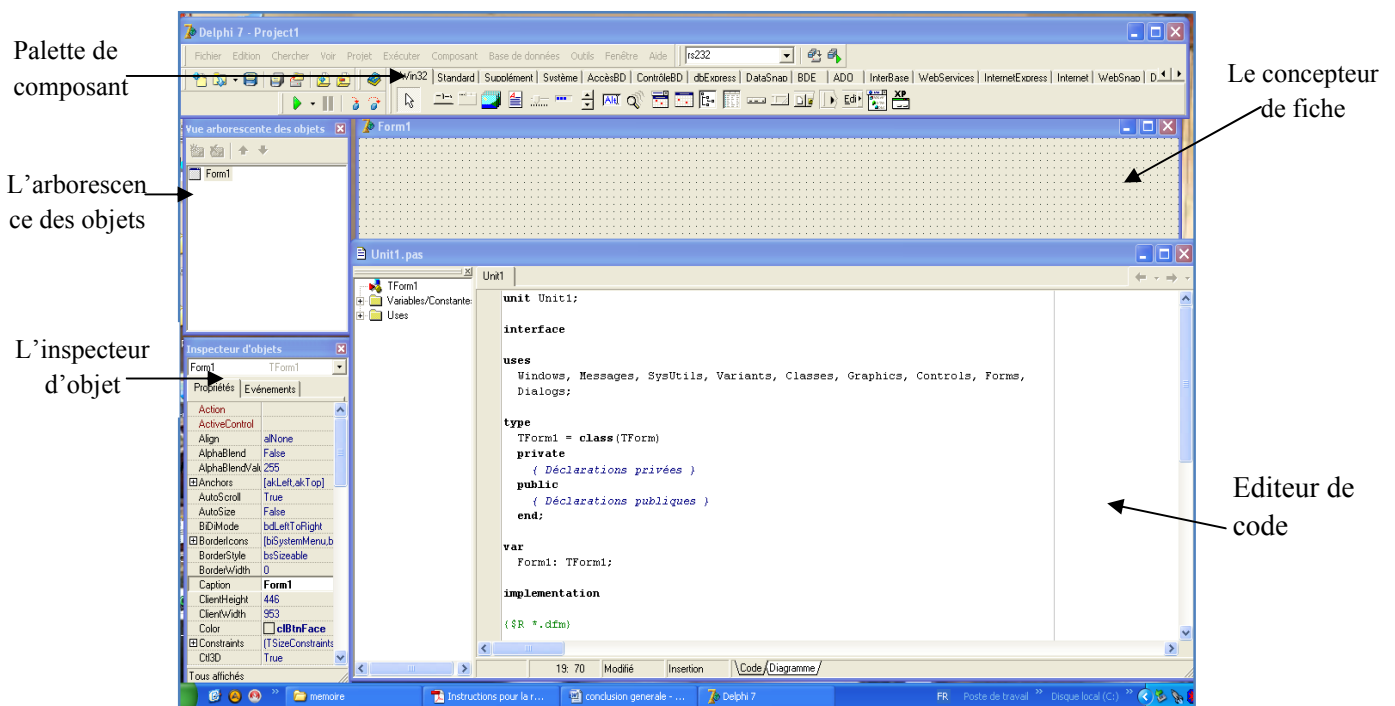


Figure IV.13: Environnement de développement Delphi.

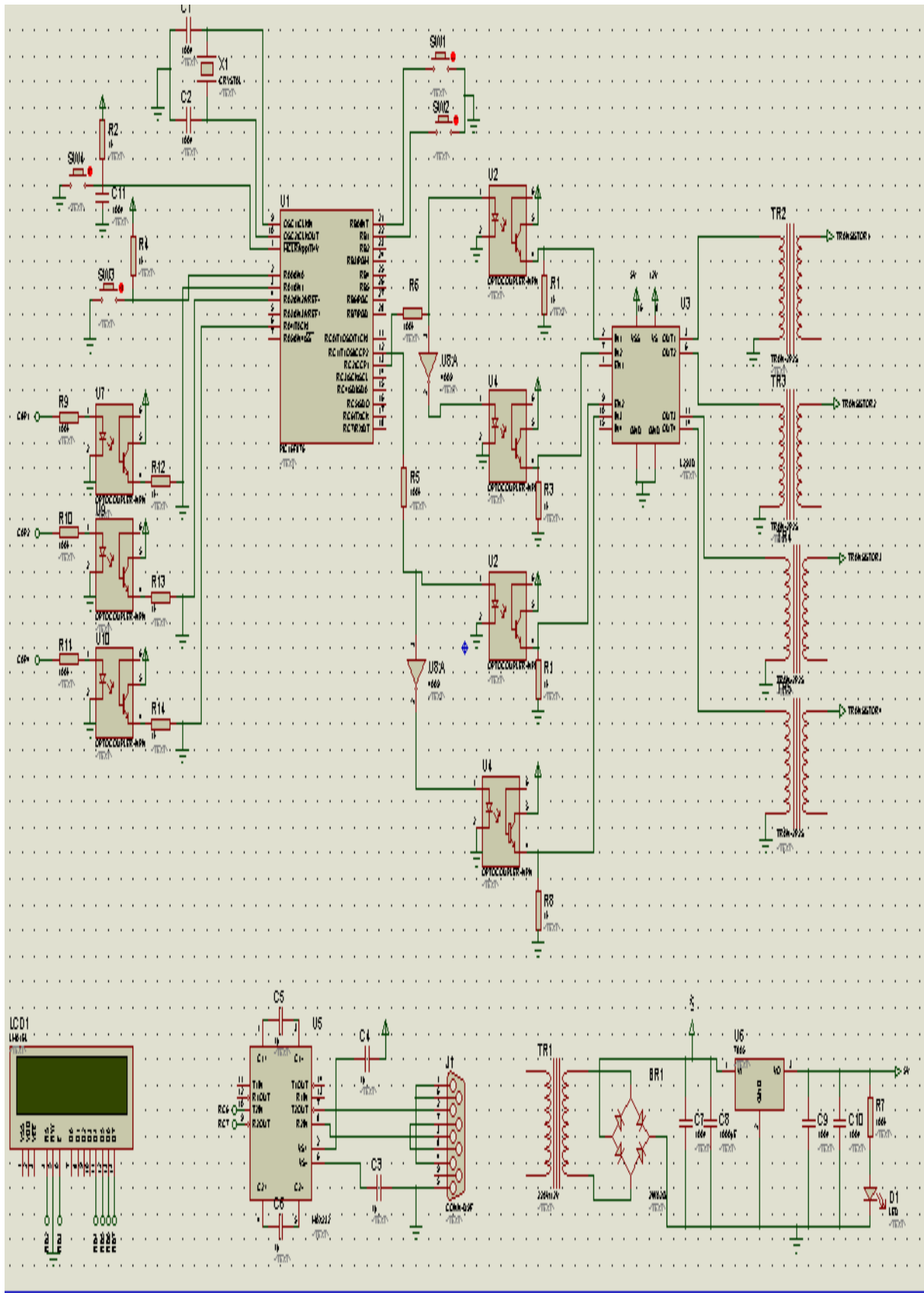
### **➤ Etapes d'un projet sous Delphi**

Un projet se crée en plusieurs étapes :

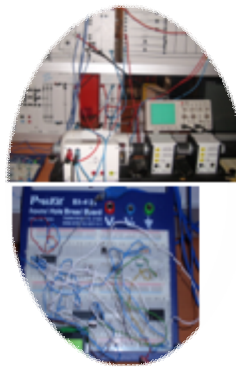
- 1- Créer une fiche (ou plusieurs).
- 2- Placer des composants sur la fiche et attribuer des propriétés pour chaque composant.
- 3- Associer des événements aux composants.
- 4- Compiler et exécuter l'application.
- 5- Enregistrer le projet.

## ***Conclusion***

Notre stratégie dans la conception de notre carte est de répondre aux spécifications du cahier de charge et d'essayer de fournir à l'utilisateur le confort et la facilité ainsi l'information sur le fonctionnement du système.



# *Chapitre V*



# Chapitre V : Application

## Introduction :

Après l'étude théorique de la conception matérielle de la carte de commande, on passe à une petite application qui est une étape indispensable afin de voir les limites et les performances de notre carte.

### V.1 Réalisation pratique

Selon la disponibilité des composants on a pu réaliser une petite application représentée à la figure V.1.

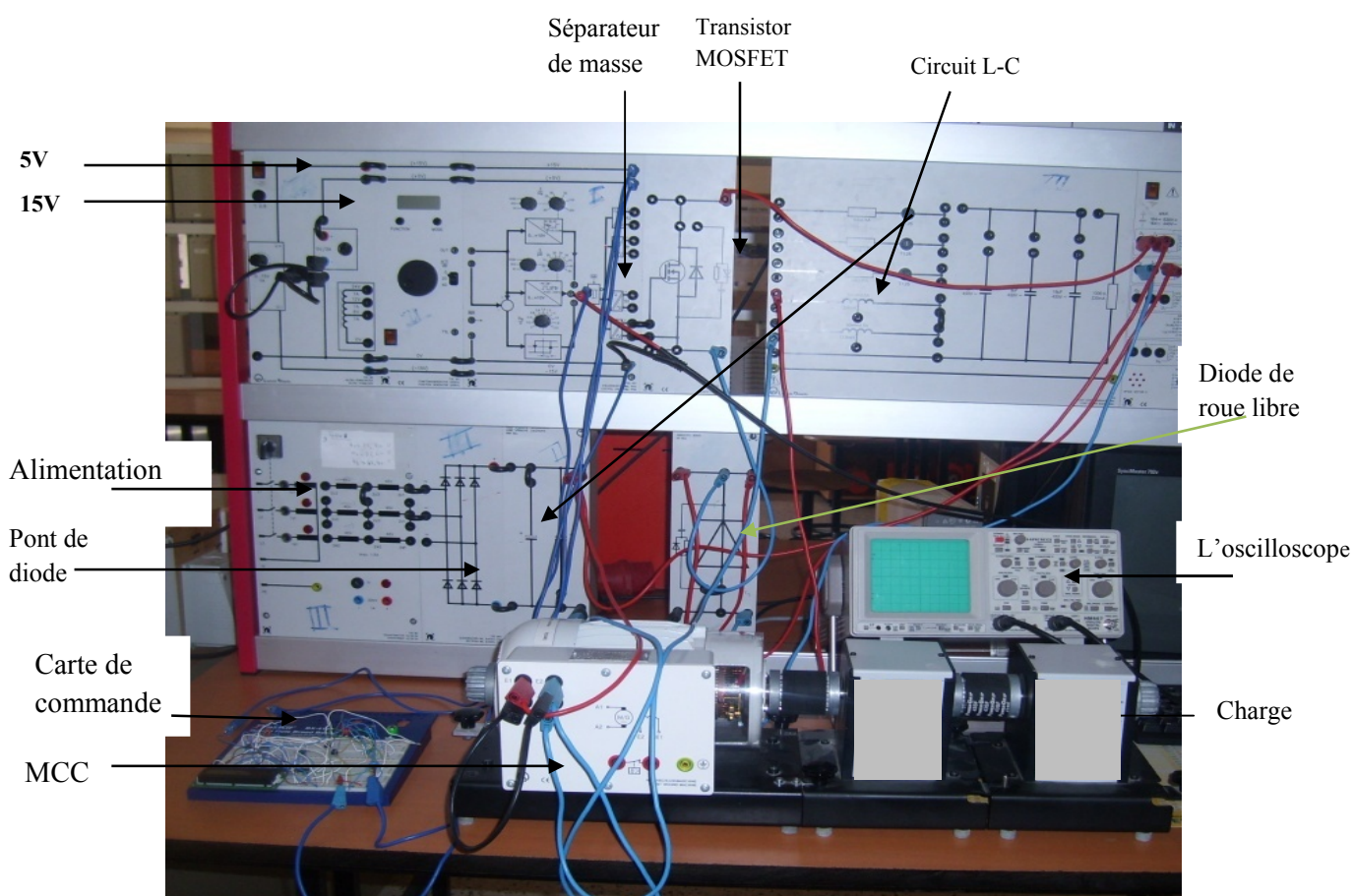


Figure V.1 : Montage de la commande du MCC.

Elle est composée essentiellement de :

#### ➤ Partie puissance :

- Moteur à courant continu.

## *Chapitre V : Application*

---

- Redresseur
- Transistor MOSFET (Hacheur à un quadrant).
- Circuit LC.
- Bloc d'alimentation de 220v (alternative).
- Alimentation continue de 5V et 15v.
- Tachymètre.
- Cavaliers.

### ➤ **Partie commande :**

- Pic 16F876.
- Optocoupleur 4N27.
- Circuit L293D.
- Transformateur.
- Max232.
- L'afficheur LCD (2x16).
- Quatre boutons poussoirs :
  - SW1 : bouton d'initialisation.
  - SW2 : bouton d'interruption.
  - SW3 : bouton de marche.
  - SW4 : bouton de décrémentation (PWM).
  - SW5 : bouton d'incrémententation (PWM).
- Les résistances : 7 résistances de 1k, une de 100k.
- Les capacités : 6 capacités de 100nf, quatre de 1 $\mu$ F.
- Quartz.

### ➤ **Divers**

- Oscilloscope.
- PC qui possède un port COM (DB9)
- Platine d'essai (lab d'essai).
- Fils.
- Un câble null-modem (croisé) pour relier le PIC et le PC.

## **V.2 Description et fonctionnement du montage**

Ce montage est composé d'un MCC, alimenté en 220V via un redresseur double alternance suivit d'un circuit RC (filtre) et un hacheur (1 quadrant).

Ce hacheur est commandé par une carte de commande réalisée à base du PIC 16F876, cette dernière génère le signal de commande (PWM) en fonction du programme chargé dans le PIC.

# Chapitre V : Application

## V.3 Conception de l'interface PC

Comme c'est montré à la figure IV.20, la fenêtre principale du logiciel comprend différents composants pour assurer le fonctionnement de la carte interface RS232, dans notre cas elle assure l'émission du rapport cyclique  $\alpha_{\min}$  au PIC (programme).

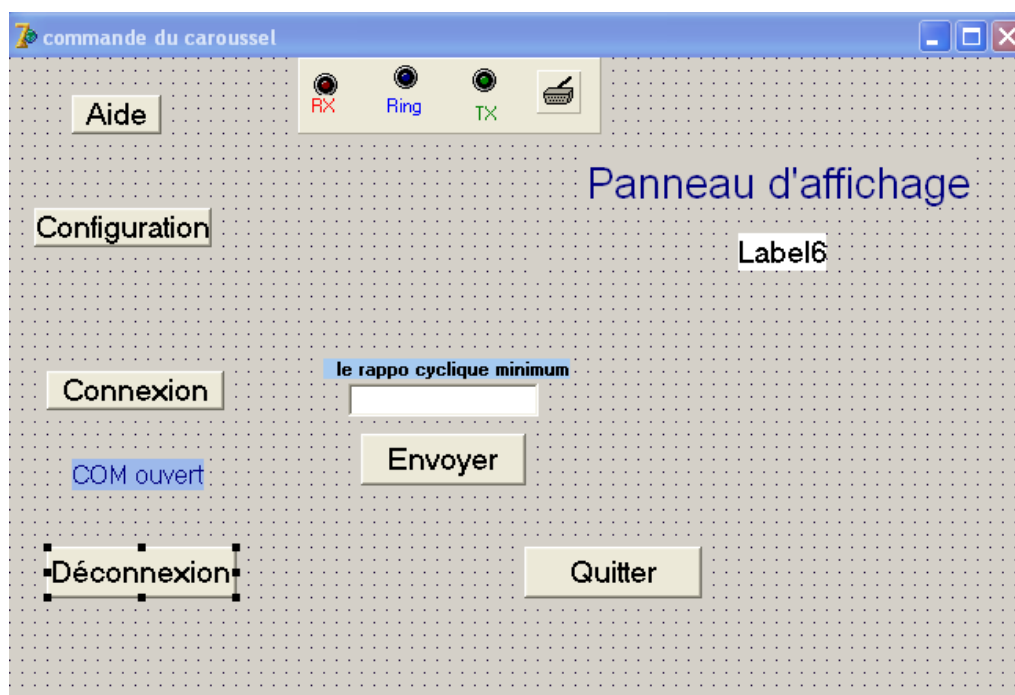


Figure V.2 : Fenêtre principale de l'interface.

### V.3.1 Les différents composants de l'interface

#### 1) Le composant TComport (cport 3.0)

C'est le composant principal de l'application et qu'on doit ajouter à Delphi, il permet de configurer les paramètres de la liaison et de gérer le port série du PC, un clique sur le bouton 'configuration' permet de configurer le port série comme c'est montré à la figure V.3.

# Chapitre V : Application

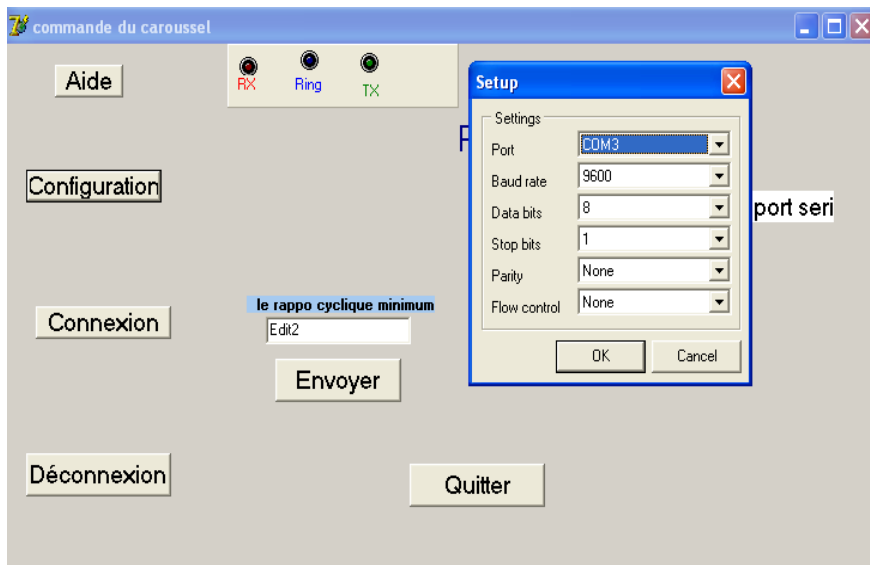


Figure V.3 : Configuration du port série.

## 2) Les différents boutons

On distingue plusieurs boutons, qui exécutent différentes tâches telles que la configuration du port, connexion, déconnexion, d'émission, d'aide et Quitter pour sortir de l'application.

## 3) Le panneau d'affichage

Il nous confirme sur chaque action ou événement dans l'application, sous forme de phrases. De plus les affichages couleur comme pour l'émission, la réception.

## Conclusion

D'après les résultats de cette application, on a pu atteindre notre objectif, en effet le moteur répond à la commande.

## *Conclusion Générale*

---

Conclusion générale

# *Conclusion Générale*

---

## *Conclusion générale*

Le travail que nous avons accompli consiste à étudier et améliorer le système d'ensilage au sein de l'entreprise MIS.

Partant de la description et le fonctionnement du système d'ensilage, on a su qu'on peut apporter des améliorations au niveau du groupe de rotation (moteur-réducteur) qui entraîne les bouches d'ensilage. Pour se faire, on a commencé par l'étude de la machine à cc et ses techniques d'alimentation qui remplace le groupe rotatif, puis lui concevoir une commande numérique à base du PIC 16F876 et l'enrichir d'une interface de communication RS232 avec le PC pour le pilotage de la carte à distance. On a clôturé notre travail par une petite réalisation afin de voir les limites et les performances de notre carte; malgré que l'application n'est pas intégrale mais le principe de la commande du MCC en pas à pas est atteint, sans oublier l'interface de communication qui a assuré le pilotage de la carte de commande à distance et qui peut être améliorée de point de vue logicielle pour qu'elle soit adaptée à d'autres applications.

Ces améliorations apportent des bénéfices à l'entreprise MIS sur le plan productivité en offrant à l'opérateur la simplicité et le confort et sur le plan économique par réduction de l'énergie consommée.

La réalisation de ce projet nous a permis de confronter le monde industriel et de mettre en pratique nos connaissances théoriques acquises tout en long de notre cursus de formation. Elle nous a permis d'acquérir une bonne expérience dans le monde des microcontrôleurs et les cartes d'interfaces tout en nous embellissons avec des connaissances informatique, électrique et mécanique.

Enfin nous espérons que ce travail soit d'une utilité aussi minime qu'elle soit pour MIS et pour les personnes qui serviront de base et de réflexion pour des projets future.

*Annexe A*

---

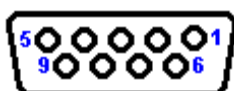
ANNEXE

# Annexe A

## Le connecteur DB-9

C'est un connecteur du port série qui est une prise analogique comportant 9 broches de la famille des connecteurs DB- sub, il sert dans les liaisons séries selon la norme RS232, la plupart des connecteurs dispose de deux versions :

Les connecteurs dotés des broches sont des connecteurs « mâles » et ceux dotés de trous sont des connecteurs « femelles ».



DB9 Femelle.



DB9 Mâle.

- Le tableau suivant résume le brochage du port série.

Broche	E/S	Désignation	Description
1	Entrée	DCD (Data Carrier Detect)	Détection de porteuse
2	Entrée	RXD ou RD (Receive Data)	Reception des données
3	Sortie	TXD ou TD (Transmit Data)	Emission des données
4	Sortie	DTR (Data Terminal Ready)	Terminal prêt
5		GND	Masse
6	Entrée	DSR (Data Set Ready)	Emission prête
7	Sortie	RTS (Request To Send)	Demande d'émission
8	Entrée	CTS (Clear To Send)	Prêt à émettre
9	Entrée	RI (Ring Indicator)	Indicateur de sonnerie

# Annexe A

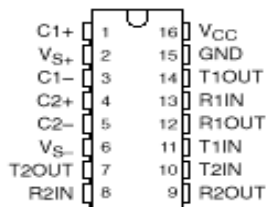
## Le MAX 232 :

### MAX232, MAX232I DUAL EIA-232 DRIVERS/RECEIVERS

SLLS0471 – FEBRUARY 1989 – REVISED OCTOBER 2002

- Meet or Exceed TIA/EIA-232-F and ITU Recommendation V.28
- Operate With Single 5-V Power Supply
- Operate Up to 120 kbit/s
- Two Drivers and Two Receivers
- $\pm 30$ -V Input Levels
- Low Supply Current . . . 8 mA Typical
- Designed to be Interchangeable With Maxim MAX232
- ESD Protection Exceeds JESD 22
  - 2000-V Human-Body Model (A114-A)
- Applications
  - TIA/EIA-232-F
  - Battery-Powered Systems
  - Terminals
  - Modems
  - Computers

MAX232 . . . D, DW, N, OR NS PACKAGE  
MAX232I . . . D, DW, OR N PACKAGE  
(TOP VIEW)



#### description/ordering information

The MAX232 is a dual driver/receiver that includes a capacitive voltage generator to supply EIA-232 voltage levels from a single 5-V supply. Each receiver converts EIA-232 inputs to 5-V TTL/CMOS levels. These receivers have a typical threshold of 1.3 V and a typical hysteresis of 0.5 V, and can accept  $\pm 30$ -V inputs. Each driver converts TTL/CMOS input levels into EIA-232 levels. The driver, receiver, and voltage-generator functions are available as cells in the Texas Instruments LinASIC™ library.

#### ORDERING INFORMATION

TA	PACKAGE†		ORDERABLE PART NUMBER	TOP-SIDE MARKING
0°C to 70°C	PDIP (N)	Tube	MAX232N	MAX232N
	SOIC (D)	Tube	MAX232D	MAX232
		Tape and reel	MAX232DR	
	SOIC (DW)	Tube	MAX232DW	MAX232
		Tape and reel	MAX232DWR	
SOP (NS)	Tape and reel	MAX232NSR	MAX232	
–40°C to 85°C	PDIP (N)	Tube	MAX232IN	MAX232IN
	SOIC (D)	Tube	MAX232ID	MAX232I
		Tape and reel	MAX232IDR	
	SOIC (DW)	Tube	MAX232IDW	MAX232I
		Tape and reel	MAX232IDWR	

† Package drawings, standard packing quantities, thermal data, symbolization, and PCB design guidelines are available at [www.ti.com/sc/package](http://www.ti.com/sc/package).



Please be aware that an important notice concerning availability, standard warranty, and use in critical applications of Texas Instruments semiconductor products and disclaimers thereto appears at the end of this data sheet.

LinASIC is a trademark of Texas Instruments.

PRODUCTION DATA information is current as of publication date. Products conform to specifications per the terms of Texas Instruments standard warranty. Production processing does not necessarily include testing of all parameters.



POST OFFICE BOX 655303 • DALLAS, TEXAS 75265

Copyright © 2002, Texas Instruments Incorporated

1

# Annexe A

## MAX232, MAX232I DUAL EIA-232 DRIVERS/RECEIVERS

SLLS0471 – FEBRUARY 1989 – REVISED OCTOBER 2002

### absolute maximum ratings over operating free-air temperature range (unless otherwise noted)†

Input supply voltage range, $V_{CC}$ (see Note 1)	–0.3 V to 6 V
Positive output supply voltage range, $V_{S+}$	$V_{CC} - 0.3$ V to 15 V
Negative output supply voltage range, $V_{S-}$	–0.3 V to –15 V
Input voltage range, $V_I$ : Driver	–0.3 V to $V_{CC} + 0.3$ V
Receiver	±30 V
Output voltage range, $V_O$ : T1OUT, T2OUT	$V_{S-} - 0.3$ V to $V_{S+} + 0.3$ V
R1OUT, R2OUT	–0.3 V to $V_{CC} + 0.3$ V
Short-circuit duration: T1OUT, T2OUT	Unlimited
Package thermal impedance, $\theta_{JA}$ (see Note 2): D package	73°C/W
DW package	57°C/W
N package	67°C/W
NS package	64°C/W
Lead temperature 1.6 mm (1/16 inch) from case for 10 seconds	260°C
Storage temperature range, $T_{stg}$	–65°C to 150°C

† Stresses beyond those listed under "absolute maximum ratings" may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only, and functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated under "recommended operating conditions" is not implied. Exposure to absolute-maximum-rated conditions for extended periods may affect device reliability.

NOTE 1: All voltage values are with respect to network ground terminal.

2. The package thermal impedance is calculated in accordance with JESD 51-7.

### recommended operating conditions

		MIN	NOM	MAX	UNIT
$V_{CC}$	Supply voltage	4.5	5	5.5	V
$V_{IH}$	High-level input voltage (T1IN, T2IN)	2			V
$V_{IL}$	Low-level input voltage (T1IN, T2IN)	0.8			V
R1IN, R2IN	Receiver input voltage	±30			V
$T_A$	Operating free-air temperature	MAX232	0	70	°C
		MAX232I	–40	85	

### electrical characteristics over recommended ranges of supply voltage and operating free-air temperature (unless otherwise noted) (see Note 3 and Figure 4)

PARAMETER	TEST CONDITIONS	MIN	TYP‡	MAX	UNIT	
$I_{CC}$	Supply current	$V_{CC} = 5.5$ V, All outputs open, $T_A = 25^\circ\text{C}$		8	10	mA

‡ All typical values are at  $V_{CC} = 5$  V and  $T_A = 25^\circ\text{C}$ .

NOTE 3: Test conditions are C1–C4 = 1  $\mu\text{F}$  at  $V_{CC} = 5$  V  $\pm 0.5$  V.



POST OFFICE BOX 655303 • DALLAS, TEXAS 75265

3

# Annexe A

## MAX232, MAX2321 DUAL EIA-232 DRIVERS/RECEIVERS

SLL50471 - FEBRUARY 1989 - REVISED OCTOBER 2002

### Function Tables

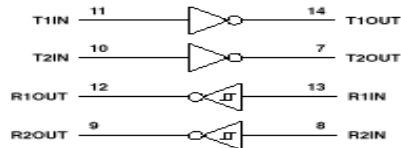
EACH DRIVER	
INPUT TIN	OUTPUT TOUT
L	H
H	L

H = high level, L = low level

EACH RECEIVER	
INPUT RIN	OUTPUT ROUT
L	H
H	L

H = high level, L = low level

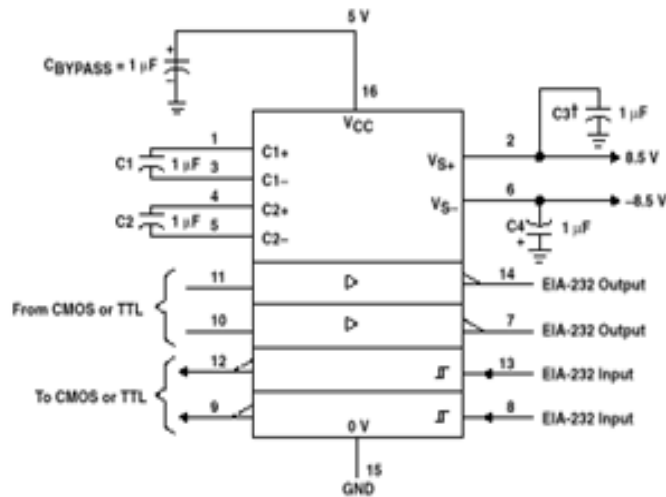
logic diagram (positive logic)



POST OFFICE BOX 655303 • DALLAS, TEXAS 75265

2

### APPLICATION INFORMATION



† C3 can be connected to V<sub>CC</sub> or GND.

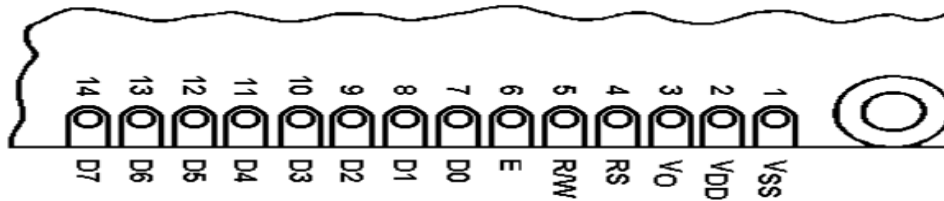
Figure 4. Typical Operating Circuit

# Annexe A

## L'afficheur LCD :

### 1- Brochage de l'afficheur LCD

Il est décrit dans le tableau de la figure 1.



Broche	Nom	Niveau	Fonction
1	Vss	-	Masse
2	Vdd	-	Alimentation positive +5V
3	Vo	0-5V	Cette tension permet, en la faisant varier entre 0 et +5V, le réglage du contraste de l'afficheur.
4	RS	TTL	Sélection du registre (Register Select) Grâce à cette broche, l'afficheur est capable de faire la différence entre une commande et une donnée. Un niveau bas indique une commande et un niveau haut indique une donnée.
5	R/W	TTL	Lecture ou écriture (Read/Write) L : Écriture H : Lecture
6	E	TTL	Entrée de validation (Enable) active sur front descendant. Le niveau haut doit être maintenue pendant au moins 450 ns à l'état haut.
7	D0	TTL	Bus de données bidirectionnel 3 états (haute impédance lorsque E=0)
8	D1	TTL	
9	D2	TTL	
10	D3	TTL	
11	D4	TTL	
12	D5	TTL	
13	D6	TTL	
14	D7	TTL	
15	A	-	Anode rétro éclairage (+5V)
16	K	-	Cathode rétro éclairage (masse)

**Figure 1** : brochage de l'afficheur LCD

# Annexe A

---

Les broches 15 et 16 ne sont présentes que sur les afficheurs LCD avec retro éclairage.

Les connexions à réaliser sont simples puisque l'afficheur LCD dispose de peu de broches. Il faut évidemment, l'alimenter, le connecter à un bus de donnée (4 ou 8 bits), et connecter les broches **E**, **R/W** et **RS**.

## 2 La mémoire

L'afficheur possède deux type de mémoire, la DD RAM et la CG RAM. La DD RAM est la mémoire d'affichage et la CG RAM est la mémoire du générateur de caractères.

### ➤ La mémoire d'affichage (DD RAM)

La DD RAM est la mémoire qui stocke les caractères actuellement affiché à l'écran. Pour un afficheur de 2 lignes de 16 caractères, les adresses sont définies de la façon suivante :

Ligne	Visible	Invisible
Haut	00H.....0FH	10H.....27H
Bas	40H.....4FH	50H.....67H

L'adresse 00H correspond à la ligne du haut à gauche, 0FH à droite. L'adresse 40H correspond à la ligne du bas à gauche, 4FH à droite. La zone invisible correspond à la mémoire de l'afficheur (48 caractères). Lorsqu'un caractère est inscrit à l'adresse 27H, le caractère suivant apparaît à la ligne suivante.

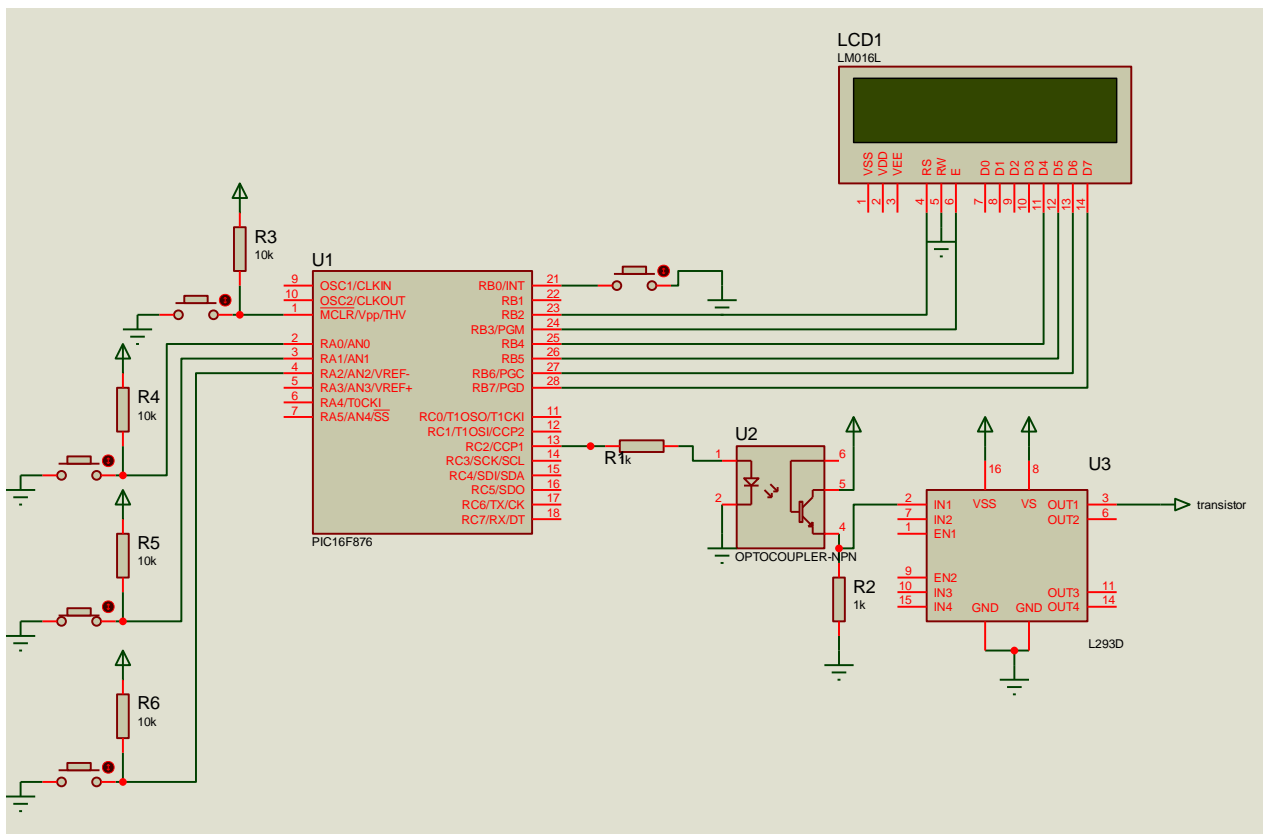
### ➤ La mémoire du générateur de caractères (CG RAM)

Le générateur de caractère est quelque chose de très utile. Il permet la création d'un maximum de 8 caractères ou symboles 5x7. Une fois les nouveaux caractères chargés en mémoire, il est possible d'y accéder comme s'il s'agissait de caractères classiques stockés en ROM.

La CG RAM utilise des mots de 8 bits de large, mais seul les 5 bits de poids faible apparaissent sur le LCD. Ainsi D4 représente le point le plus à gauche et D0 le point le plus à droite. Par exemple, charger un octet de la CG RAM à 1Fh fait apparaître tous les points de cette rangée ; charger un octet à 00h éteint tous ces points. Les 8 lignes d'un caractère doivent être chargées dans la CG RAM.

La CG RAM peut être utilisée pour créer des caractères en vidéo inversée, des caractères avec des accents, etc. La limitation d'un total de 8 caractères peut être contournée en utilisant une bibliothèque de 8 symboles résidant dans le système hôte. Un maximum de 8 caractères peut être affiché à la fois.

La CG RAM peut être rechargée périodiquement en fonction des besoins. Si un caractère de la CG RAM qui est actuellement sur l'afficheur est changé, alors le changement est immédiatement apparent sur l'afficheur.



**Schéma de simulation de l'application.**

```
#include "C:\Documents and Settings\Administrateur\Bureau\123\programme.h"

#include <16F876>

#use delay (clock=4000000)

#fuses HS, NOPROTECT, NOWDT, NOLVP

#include <stdlib.h>

#include <stdio.h>

#include <lcd.c>

#include "flex_lcd.c"

#use rs232 (baud=9600, parity=N, xmit=PIN_C6,rcv=PIN_C7,bits=8)
```

```

        //////////////////////////////////////////////////////////////////// interruption extern ////////////////////////////////////////////////////////////////////

#int_EXT

void EXT_isr(void)

{

while (input(pin_b0))

setup_ccp1(ccp_off);

}

int i,j,a,b;

void main()

{

port_b_pullups(TRUE);

setup_adc_ports(NO_ANALOGS);

setup_adc(ADC_CLOCK_DIV_2);

setup_spi(SPI_SS_DISABLED);

setup_timer_0(RTCC_INTERNAL|RTCC_DIV_1);

setup_timer_1(T1_DISABLED);

setup_timer_2(T2_DIV_BY_16,155,1);

setup_ccp1(CCP_PWM);

enable_interrupts(INT_EXT);

enable_interrupts(GLOBAL);

#int_RDA

RDA_isr()                ///interruption si le buffer de réception série plein/////

{

        Rap=getchar() ;

d:

```

```

set_tris_b(0xff);
set_tris_a(0xff);
if(input(pin_a2))
{
setup_ccp1(CCP_PWM);
set_pwm1_duty (0);

if(input(pin_a1)&!input(pin_a0))          //incrimmentation de la PWM//////////
For (i=1;i<=10;i++)
{
b=i*rap;
Lcd_init ();
lcd_gotoxy (6,1);
Printf (lcd_putc,"b=%u", b);
lcd_putc ("%");
delay_ms (10);
lcd_putc ("\f");
delay_ms (10);
set_pwm1_duty (b);
delay_ms (10);
}
if(input(pin_a0)&!input(pin_a1))          //décrémentation de la PWM//////////
{
for (j=10;j>=1;--j)
{
a=j*rap;
set_pwm1_duty (a);
}
}

```

```
delay_ms (10);  
lcd_gotoxy (6,2);  
Printf (lcd_putc,"a=%u", a);  
lcd_putc ("% ");  
delay_ms (10);  
lcd_putc ("\f");  
delay_ms (10);  
}  
set_pwm1_duty(0);  
delay_ms(500);  
}  
}  
else  
setup_ccp1 (ccp_off);  
lcd_gotoxy (6,1);  
Printf (lcd_putc,"0=%u", 0);  
lcd_putc ("% ");  
delay_ms (10);  
lcd_putc ("\f");  
delay_ms (10);  
Goto d;  
}
```

## PUSH-PULL FOUR CHANNEL DRIVER WITH DIODES

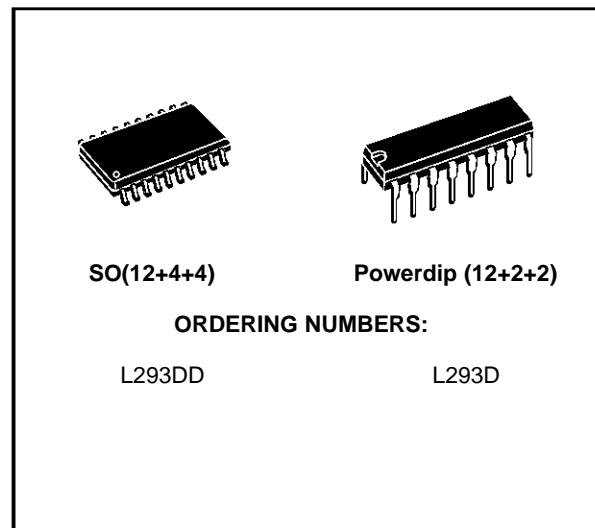
- 600mA OUTPUT CURRENT CAPABILITY PER CHANNEL
- 1.2A PEAK OUTPUT CURRENT (non repetitive) PER CHANNEL
- ENABLE FACILITY
- OVERTEMPERATURE PROTECTION
- LOGICAL "0" INPUT VOLTAGE UP TO 1.5 V (HIGH NOISE IMMUNITY)
- INTERNAL CLAMP DIODES

### DESCRIPTION

The Device is a monolithic integrated high voltage, high current four channel driver designed to accept standard DTL or TTL logic levels and drive inductive loads (such as relays solenoids, DC and stepping motors) and switching power transistors.

To simplify use as two bridges each pair of channels is equipped with an enable input. A separate supply input is provided for the logic, allowing operation at a lower voltage and internal clamp diodes are included.

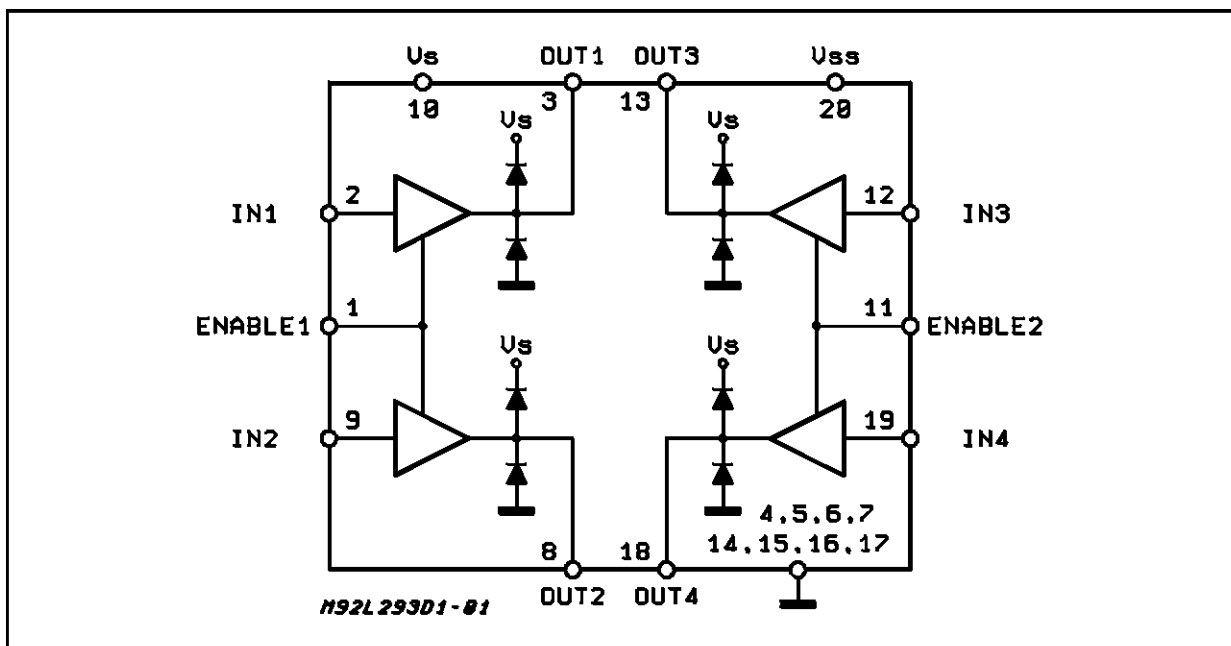
This device is suitable for use in switching applications at frequencies up to 5 kHz.



The L293D is assembled in a 16 lead plastic package which has 4 center pins connected together and used for heatsinking

The L293DD is assembled in a 20 lead surface mount which has 8 center pins connected together and used for heatsinking.

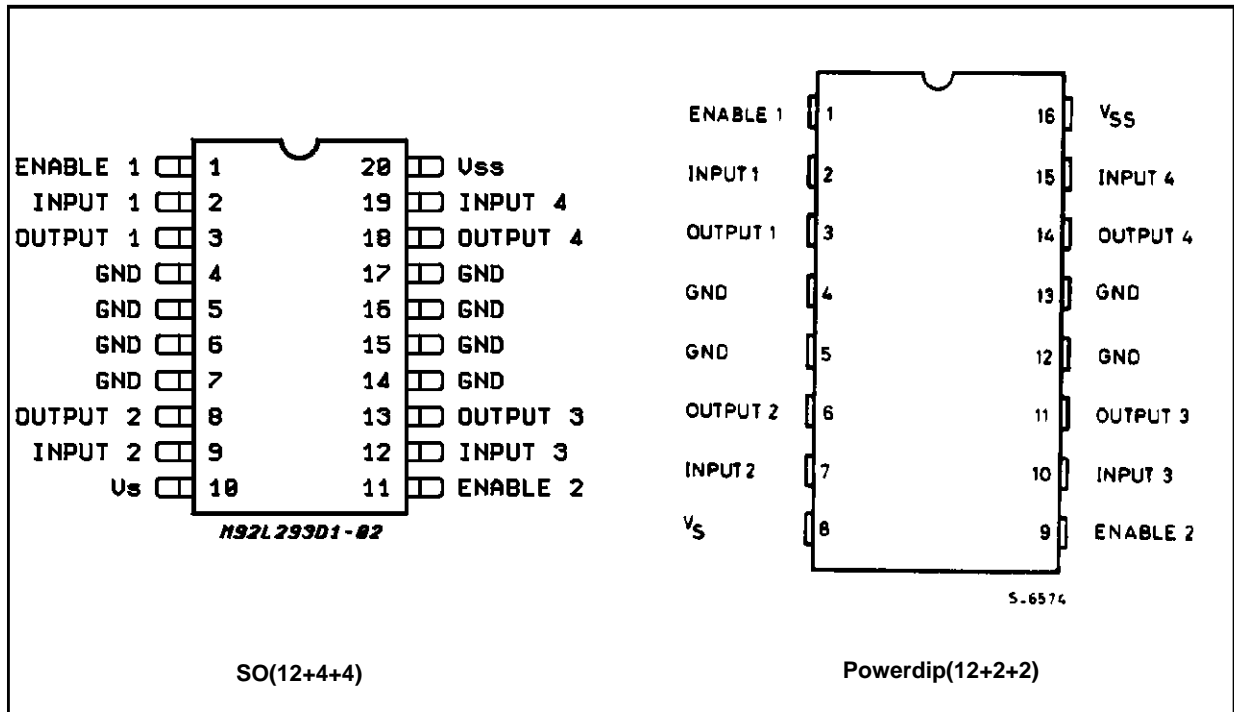
### BLOCK DIAGRAM



**ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS**

Symbol	Parameter	Value	Unit
V <sub>S</sub>	Supply Voltage	36	V
V <sub>SS</sub>	Logic Supply Voltage	36	V
V <sub>i</sub>	Input Voltage	7	V
V <sub>en</sub>	Enable Voltage	7	V
I <sub>o</sub>	Peak Output Current (100 μs non repetitive)	1.2	A
P <sub>tot</sub>	Total Power Dissipation at T <sub>pins</sub> = 90 °C	4	W
T <sub>stg</sub> , T <sub>j</sub>	Storage and Junction Temperature	- 40 to 150	°C

**PIN CONNECTIONS (Top view)**



**THERMAL DATA**

Symbol	Description	DIP	SO	Unit
R <sub>th j-pins</sub>	Thermal Resistance Junction-pins	max.	14	°C/W
R <sub>th j-amb</sub>	Thermal Resistance junction-ambient	max.	50 (*)	°C/W
R <sub>th j-case</sub>	Thermal Resistance Junction-case	max.	-	

(\*) With 6sq. cm on board heatsink.

**ELECTRICAL CHARACTERISTICS** (for each channel,  $V_S = 24\text{ V}$ ,  $V_{SS} = 5\text{ V}$ ,  $T_{amb} = 25\text{ }^\circ\text{C}$ , unless otherwise specified)

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
$V_S$	Supply Voltage (pin 10)		$V_{SS}$		36	V
$V_{SS}$	Logic Supply Voltage (pin 20)		4.5		36	V
$I_S$	Total Quiescent Supply Current (pin 10)	$V_i = L$ ; $I_O = 0$ ; $V_{en} = H$		2	6	mA
		$V_i = H$ ; $I_O = 0$ ; $V_{en} = H$		16	24	mA
		$V_{en} = L$			4	mA
$I_{SS}$	Total Quiescent Logic Supply Current (pin 20)	$V_i = L$ ; $I_O = 0$ ; $V_{en} = H$		44	60	mA
		$V_i = H$ ; $I_O = 0$ ; $V_{en} = H$		16	22	mA
		$V_{en} = L$		16	24	mA
$V_{IL}$	Input Low Voltage (pin 2, 9, 12, 19)		-0.3		1.5	V
$V_{IH}$	Input High Voltage (pin 2, 9, 12, 19)	$V_{SS} \leq 7\text{ V}$	2.3		$V_{SS}$	V
		$V_{SS} > 7\text{ V}$	2.3		7	V
$I_{IL}$	Low Voltage Input Current (pin 2, 9, 12, 19)	$V_{IL} = 1.5\text{ V}$			-10	$\mu\text{A}$
$I_{IH}$	High Voltage Input Current (pin 2, 9, 12, 19)	$2.3\text{ V} \leq V_{IH} \leq V_{SS} - 0.6\text{ V}$		30	100	$\mu\text{A}$
$V_{enL}$	Enable Low Voltage (pin 1, 11)		-0.3		1.5	V
$V_{enH}$	Enable High Voltage (pin 1, 11)	$V_{SS} \leq 7\text{ V}$	2.3		$V_{SS}$	V
		$V_{SS} > 7\text{ V}$	2.3		7	V
$I_{enL}$	Low Voltage Enable Current (pin 1, 11)	$V_{enL} = 1.5\text{ V}$		-30	-100	$\mu\text{A}$
$I_{enH}$	High Voltage Enable Current (pin 1, 11)	$2.3\text{ V} \leq V_{enH} \leq V_{SS} - 0.6\text{ V}$			$\pm 10$	$\mu\text{A}$
$V_{CE(sat)H}$	Source Output Saturation Voltage (pins 3, 8, 13, 18)	$I_O = -0.6\text{ A}$		1.4	1.8	V
$V_{CE(sat)L}$	Sink Output Saturation Voltage (pins 3, 8, 13, 18)	$I_O = +0.6\text{ A}$		1.2	1.8	V
$V_F$	Clamp Diode Forward Voltage	$I_O = 600\text{ nA}$		1.3		V
$t_r$	Rise Time (*)	0.1 to 0.9 $V_O$		250		ns
$t_f$	Fall Time (*)	0.9 to 0.1 $V_O$		250		ns
$t_{on}$	Turn-on Delay (*)	0.5 $V_i$ to 0.5 $V_O$		750		ns
$t_{off}$	Turn-off Delay (*)	0.5 $V_i$ to 0.5 $V_O$		200		ns

(\*) See fig. 1.

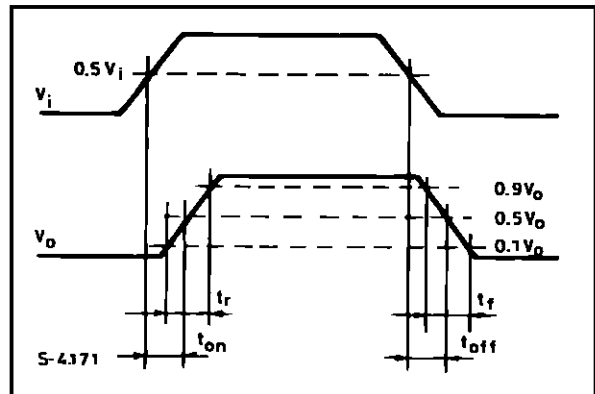
# L293D - L293DD

**TRUTH TABLE (one channel)**

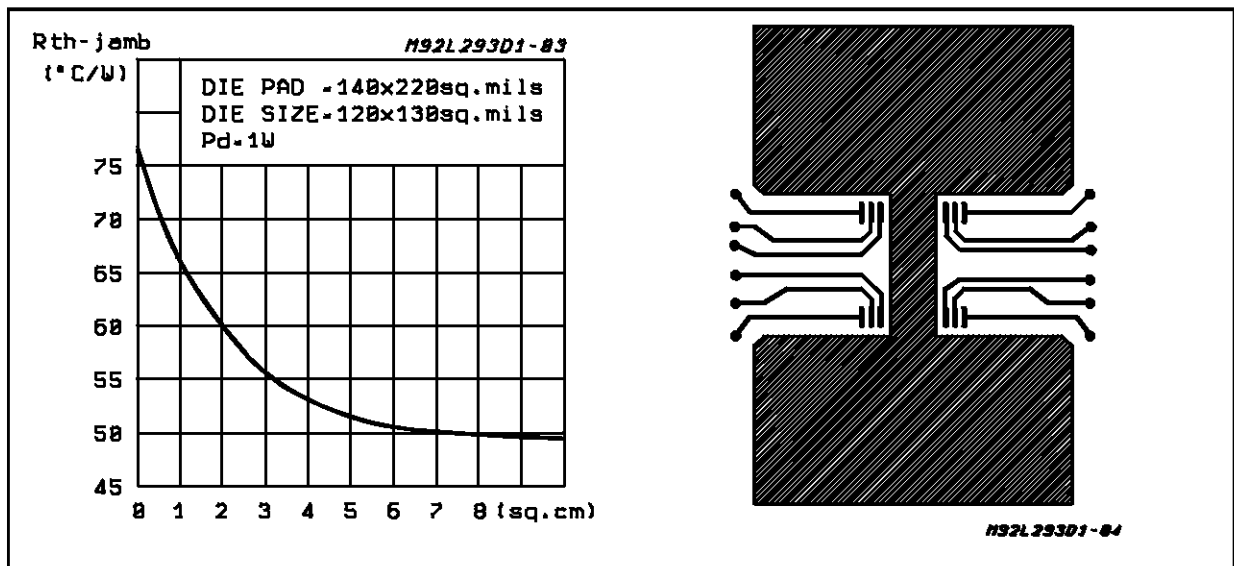
Input	Enable (*)	Output
H	H	H
L	H	L
H	L	Z
L	L	Z

Z = High output impedance  
 (\*) Relative to the considered channel

**Figure 1: Switching Times**

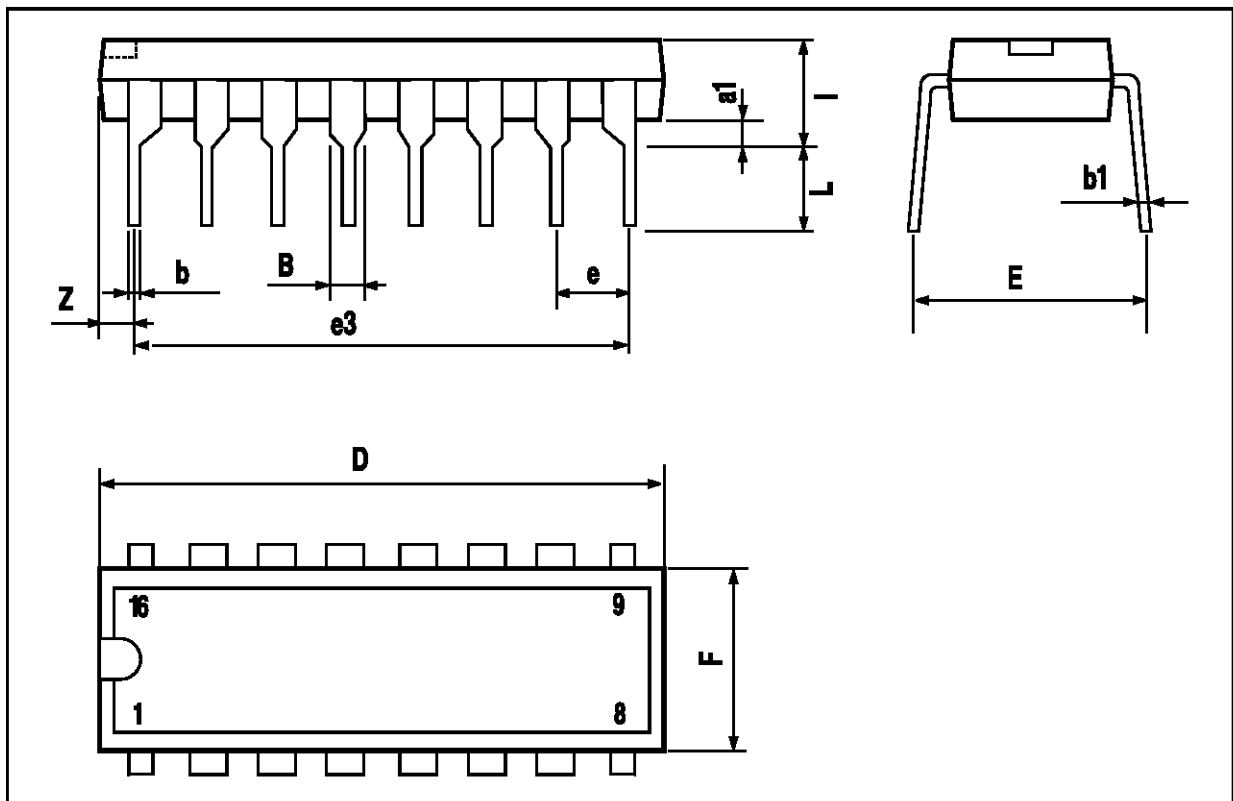


**Figure 2: Junction to ambient thermal resistance vs. area on board heatsink (SO12+4+4 package)**



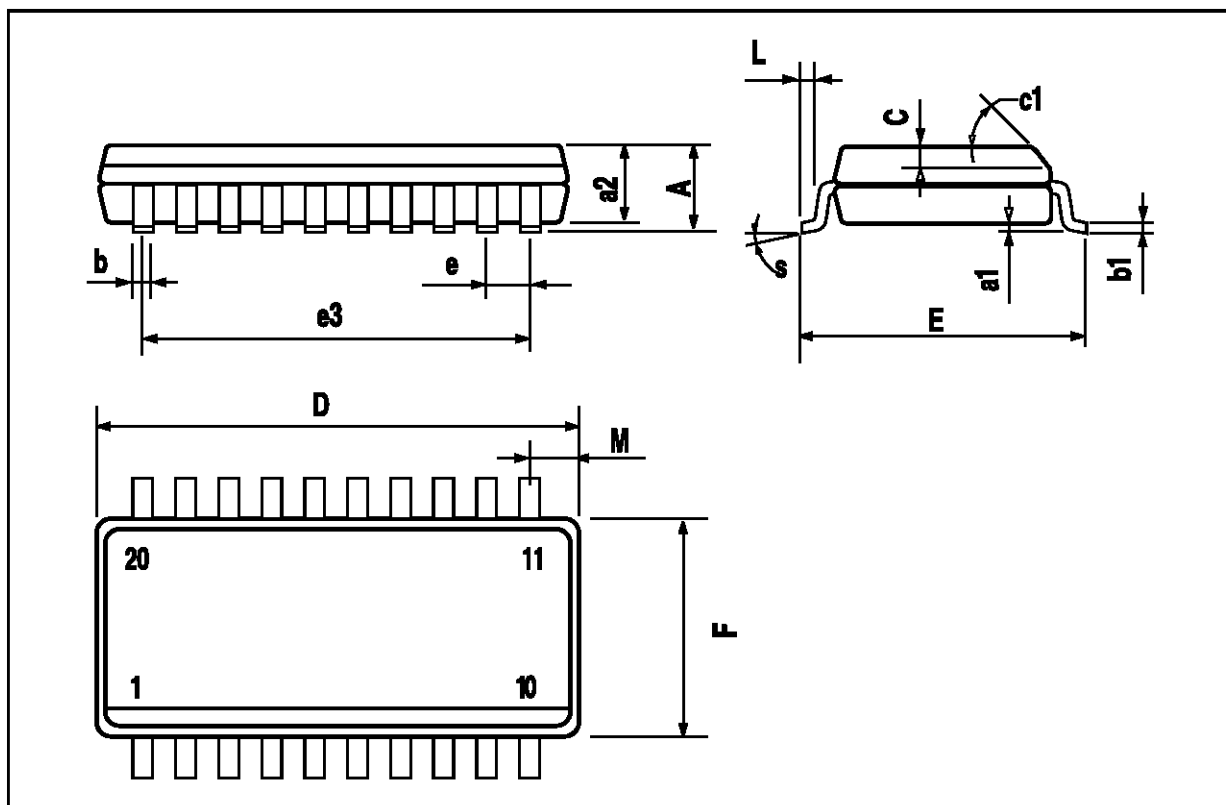
**POWERDIP16 PACKAGE MECHANICAL DATA**

DIM.	mm			inch		
	MIN.	TYP.	MAX.	MIN.	TYP.	MAX.
a1	0.51			0.020		
B	0.85		1.40	0.033		0.055
b		0.50			0.020	
b1	0.38		0.50	0.015		0.020
D			20.0			0.787
E		8.80			0.346	
e		2.54			0.100	
e3		17.78			0.700	
F			7.10			0.280
I			5.10			0.201
L		3.30			0.130	
Z			1.27			0.050



SO20 PACKAGE MECHANICAL DATA

DIM.	mm			inch		
	MIN.	TYP.	MAX.	MIN.	TYP.	MAX.
A			2.65			0.104
a1	0.1		0.2	0.004		0.008
a2			2.45			0.096
b	0.35		0.49	0.014		0.019
b1	0.23		0.32	0.009		0.013
C		0.5			0.020	
c1		45			1.772	
D		1	12.6		0.039	0.496
E	10		10.65	0.394		0.419
e		1.27			0.050	
e3		11.43			0.450	
F		1	7.4		0.039	0.291
G	8.8		9.15	0.346		0.360
L	0.5		1.27	0.020		0.050
M			0.75			0.030
S	8° (max.)					



Information furnished is believed to be accurate and reliable. However, SGS-THOMSON Microelectronics assumes no responsibility for the consequences of use of such information nor for any infringement of patents or other rights of third parties which may result from its use. No license is granted by implication or otherwise under any patent or patent rights of SGS-THOMSON Microelectronics. Specification mentioned in this publication are subject to change without notice. This publication supersedes and replaces all information previously supplied. SGS-THOMSON Microelectronics products are not authorized for use as critical components in life support devices or systems without express written approval of SGS-THOMSON Microelectronics.

© 1996 SGS-THOMSON Microelectronics – Printed in Italy – All Rights Reserved  
SGS-THOMSON Microelectronics GROUP OF COMPANIES

Australia - Brazil - Canada - China - France - Germany - Hong Kong - Italy - Japan - Korea - Malaysia - Malta - Morocco - The Netherlands - Singapore - Spain - Sweden - Switzerland - Taiwan - Thailand - United Kingdom - U.S.A.

This datasheet has been download from:

[www.datasheetcatalog.com](http://www.datasheetcatalog.com)

Datasheets for electronics components.

# *Bibliographie*

---

# Bibliographie

# Bibliographie

---

## ➤ Les ouvrages :

**GUY. SEGUIER**, « *Electronique de puissance* ». Edition DUNOD, Paris, 2005.

**GUY. SEGUIER**, « *Les convertisseurs de puissance* ». Tom III, édition TEC et DOC, Paris, 1997.

**M. C BELAID**, « *DELPHI de l'initialisation à la maîtrise* ». Edition page Bleus, Algérie, 2005.

**CHRISTIAN Tavernier**, « *programmation en C des pics* ». Edition DUNOD, Paris, 2005.

**CHRISTIAN Tavernier**, « *Les microcontrôleurs PIC description et mise en œuvre* ». Edition DUNOD, Paris, 2002.

## Document sur le carrousel

## ➤ Les thèses de fin d'étude :

**MALIZ DIT MELAL .F, OUIKANE. F**, « *Etude de la commande et de la régulation de vitesse de la machine à cc* » (mémoire d'ingénieur, U.M.M.TO, 2006).

**KOUCHA.D, MANSOURA.K**, « *Etude de la commande d'un moteur à cc avec un convertisseur Thyatic* » (mémoire de fin d'étude DEUA, U.M.M.TO, 2008).

**CHAOUCHI. G, KERRECHI. S**, « *Conception et réalisation d'une interface RS232 à base d'un pic 16F628A* » (mémoire de fin d'étude DEUA, U.M.M.TO, 2009).

## ➤ Les sites internet :

- [www.bignoff.fr](http://www.bignoff.fr).
- [www.comment ça marche.net](http://www.comment ça marche.net).
- [www.Tavernier-c.com](http://www.Tavernier-c.com).
- <http://delhipage.free.fr>.