



FACULTE DE GENIE ELECTRIQUE ET DE L'INFORMATIQUE
DEPARTEMENT D'ELECTRONIQUE

Mémoire de fin d'études
Présenté en vue de l'obtention
du Diplôme d'Ingénieur d'Etat en Electronique

Option : Instrumentation

Thème :

**Réalisation d'une carte de commande d'un agitateur
magnétique**

Proposé par :

M^r : TRIKI.H

Dirigé par :

M^r : LAGHROUCHE.M

Présenté par :

M^r : HAMROUN Ali

M^r : KHALFAOUI Rabah

Année universitaire 2008/2009

Soutenu le : 01/07/2009

Chapitre I : description de l'agitateur magnétique

Introduction générale	1
I. Description de l'organisme d'accueil	2
I.1. Historique de l'organisme d'accueil	2
I.2. Les produits de L'ELECTRO-INDUSTRIES	2
I.3. Localisation de l'entreprise	3
I.4. Description de la structure	4
I.5. Mission et objectifs de l'organisme d'accueil	5
I.6. Description de l'agitateur magnétique de l'ENEL	7
I.6.1. Le domaine d'application	8
I.6.1.a. Réactifs	8
I.6.1.b. Mode opératoire	9
I.7. Description de l'agitateur magnétique à réaliser.....	9
I.7.1. Définition	9
I.7.2. Le mode de fonctionnement	10
I.7.2.a. Le mode de configuration	10
I.7.2.b. Le mode marche	11
Chapitre II : Conception Matérielle de la Carte de Commande	
II.1. Le schéma synoptique du Montage.....	12
II.2. Cartes à microcontrôleur	13
II.2.1. Introduction	13
II.2.2.Choix du microcontrôleur.....	13
II.2.3.Lecircuitd'initialisation.....	14
II.2.4.L'Oscillateur	15
II.2.5 Carte de clavier	16
II.3.Carte d'affichage	17
II.3.1. Définition de l'afficheur LCD	17
II.3.2. Commande d'un afficheur LCD	18
II.3.3. Fonctionnement de l'afficheur LCD	19
II.4. Capteur de température	19
II.4.1 Introduction	19
II.4.2. Le circuit de conditionnement	21
II.4.3. L'Etalonnage de la sonde (pt100).....	22
II.4.4. Commande d'une résistance chauffante	24
II.5.Carte de commande du moteur à courant continu.....	25
II.5.1.Introduction	25
II.5.2.Description.....	25
II.5.3 Principe de fonctionnement	25

II.5.4. Caractéristiques de base du moteur à courant continu.....	27
II.5.4.1. Les caractéristiques couple-vitesse de rotation	27
II.5.4.2. La relation entre la vitesse de rotation et la tension d'alimentation	28
II.5.5. Partie puissance du moteur.....	29
II.6. Capteur de vitesse	29
II.6.1. Tachymétrie.....	29
II.6.2. Caractéristique d'une tachymétrie	30
II.6.3. Circuit de conditionnement de tachymètre	30
II.6.4. Commande PWM (modulation à largeur d'impulsions).....	31
II.7. bloc d'alimentation	34
Chapitre III : Conception logiciel de la carte de commande	
III.1. Introduction	35
III.2. Les variables et les constantes	35
III.3. Les organigrammes	36
III.3.a. Organigramme d'initialisation	36
III.3.b. Organigramme de mode configuration	36
III.3.c. Organigramme de mode marche	38
III.3.d. Sous programme clavier	40
III.4. Ecriture et Transfère du programme dans le PIC	44
III.5. Utilisation du logiciel CCS	44
III.6. Utilisation du logiciel ICprog	48
Chapitre IV : Réalisation Pratique	
IV. 1. Développement de la maquette	52
IV. 1. 1. Schéma électrique de la carte de commande	52
IV.1. 2. Circuit imprimé de la carte de commande.....	53
IV.1.3. Implantation des composants de la carte de commande	54
IV. 1. 4. Schéma électrique de la carte de puissance	54
IV.1.5. Circuit imprimé de la carte de puissance.....	55
IV.1.6. Nomenclature des composants	56
IV.1.7. Teste pratique	59
Conclusion Générale.....	61
Annexes	
Références Bibliographiques	

Remerciements :

Nous remercions M.LAGROUCHE, notre promoteur, pour la totale confiance qu'il nous a accordé. Nous lui sommes tout particulièrement reconnaissants pour les conseils et l'autonomie qu'il a su nous donner qui nous ont, entre autre, permis d'élargir l'horizon de nos recherches.

Nous remercions M.TRIKI pour tous les conseils et toutes les orientations qui nous a donnés, et particulièrement pour tout l'intérêt qu'il a porté à notre travail.

Nous ne remercierons jamais assez nos deux familles qui nous ont aidés et encouragés à élaborer ce mémoire en nous offrant un espace de travail très convivial.

Nous remercions également M .H.MUSTAPHA, K.SOUFIANE, M. ALIOUAT qui nous ont apportés une aide et son oubliés les responsables de la division METROLOGIE et tous nous amis(es).

Nous remercions les membres du jury de nous avoir fait l'honneur de juger notre travail.

Enfin, Nous tenons à exprimer notre reconnaissance à toutes celles et à tous ceux qui ont contribué, directement ou indirectement, au bon déroulement de notre travail.

dedicaces

Gloire a dieu, qui a permis à ce modeste travail de voir le jour.

Je le dédie à ;

- ❖ *Mes très chers parents qui m'ont soutenu durant toutes mes années d'étude.*
 - ❖ *Mes très chère sœur **Taous** et **Meriem**.*
 - ❖ *Mes très chers frères :*
 - Brahim** avec sa femme **Farida** et sa fille **Nesrine**. Et **Boussad** avec sa femme **Rachida** et sa fille **Amira**.*
 - Idris** et **Sadi**.*
 - ❖ *Toute la famille **Hamroun***
 - ❖ ***Sofiane** qui ma donnée un aide dans ce travail*
 - ❖ *A **HAMROUN Mustapha** qui ma soutenu dans mon travail*
 - ❖ *Ma **tente** et mes **Oncles***
 - ❖ *Mes très chers amis **A. Brahim**, **T. Karim**.*
 - ❖ *Tous mes **camarades** de la section.*
- En fin, je le dédie à ma très chère **Katia** qu'elle est toujours à mes côté*

HAMROUN. Ali

Dédicaces

Est comme chaque début à une fin ! Voila un long chemin qui s'achève, avec ce ci-modeste mémoire. Je le dédie en première lieu à ma famille qui n'a jamais cesse de me soutenir et de m'assiste à toutes mes épreuves qu'elles soient difficiles ou non, en particulier :

Mes chers parents

Ma chère tante

Mes chères grands- mères

Mes belles sœurs

Mes neveux frères

Tous mes amis(es)

Et SOUFIEN qu'est contribué de près de la réalisation de notre mémoire

KHALFAOUI Rabah

Introduction Générale

Introduction générale

L'agitateur magnétique est un appareil utilisé par les chimistes ou autre public pour chauffer ou agiter sous une température donnée des solutions.

L'agitation est réalisée par un mouvement de rotation d'une petite pièce métallique se trouvant dans le récipient de la solution. Ce mouvement va être provoqué par un mouvement de rotation d'un aimant monté sur l'arbre d'un moteur. Le moteur et l'aimant seront placés au dessous du récipient de la solution. La vitesse d'agitation varie entre la vitesse nulle et la vitesse maximale de l'agitateur.

Le chauffage est réalisé par une plaque chauffante sur laquelle on pose le récipient de solution. La valeur de la température de chauffage varie entre la valeur de la température ambiante et la valeur de la température maximale de l'appareil.

L'objectif de notre travail consiste à réaliser une carte de commande pour un agitateur magnétique utilisé dans le laboratoire de chimie de l'entreprise électro-industrie (ex ENEL).

Pour ce faire nous établis le plan suivant :

Le premier chapitre est consacré tout d'abord à donner la description de l'organisme d'accueil de l'entreprise, la description de l'agitateur magnétique et le domaine d'utilisation.

Le second chapitre est consacré à présenter toute la démarche que nous avons suivie pour la conception de la carte de commande. Ainsi, après avoir établie un schéma synoptique du montage, nous développerons le fonctionnement global du système à concevoir.

Le troisième chapitre est entièrement consacré à la partie logicielle de la carte, nous y introduisons tous les organigrammes relatifs au déroulement du programme.

Le dernier chapitre est consacré à la réalisation et test matériel.

**Chapitre I:
Description de l'agitateur
magnétique**

I. Description de l'organisme d'accueil

I.1. Historique de l'organisme d'accueil :

L'entreprise Électro-Industries est créée en fin d'année 1998 avec la restructuration de l'Entreprise Nationale des Industries Electrotechniques (ENEL).

Électro-industries de l'entreprise publique économique « société par action » dont le capital social est détenu à 100% par la société des gestions des participations de l'état CABELEQ.

Elle est constituée d'un complexe intégré, réalise avec des partenaires allemands (Siemens) qui produit et commercialise des moteurs, alternateurs, transformateurs depuis, 1985, date de son démarrage.

I.2. Les produits de L'ELECTRO-INDUSTRIES :

Les produits fabriqués par ELECTRO-INDUSTRIES sont conformes aux recommandations CEI (et aux normes allemandes DIN/VDE.

La production actuelle d'ELECTRO-INDUSTRIES est écoulee sur le marché algérien et générée un chiffre de 1,8 Milliards de Dinars.

La capacité de production de transformateurs couvre les besoins de marché à 70% environ. Il est à signaler que l'ELECTRO-INDUSTRIES est le seul fabricant de ces produits en Algérie.

L'entreprise emploie un effectif de 782 agents dont 15% de cadres, 34% de maitres et 51% d'exécutions.

En matière de qualité, ELECTRO-INDUSTRIES dispose de ses propres laboratoires d'essais et de mesures, de ses produits ainsi pour le contrôle des principaux matériaux utilisés dans sa fabrication.

L'entreprise a procédé à la mise en place de son système qualité en 2002 et a été certifiée par QMI Canada le 24/04/2004

I.3. Localisation de l'entreprise :

L'entreprise se situe sur la route nationale N12 à AZAZGA à **35 KM** à l'**Est** du chef lieu de la wilaya de Tizi-Ouzou et à **150 KM** de la capitale **Alger**.



Figure .1. : Localisation de l'entreprise

I.4. Description de la structure :

La structure d'une entreprise est un élément primordial (essentiel), elle conditionne son bon fonctionnement, son développement et sa réactivité à l'environnement économique.

ELECTRO-INDUSTRIES est placée sous l'égide de la société de gestion des participations câbleries et matériel électrique.

Elle se compose d'une direction générale qui a sur sa disposition quatre(04) sous directions.

I.4.1. Direction qualité développement/RSQ (Responsable de Système Qualité) :

- Développe et améliore les produits.
- Contrôle la qualité des produits finis.

I.4.2. DAE (Direction de l'administration et de l'emploi).

- Occupe la gestion du personnel.
- Contrat de travail.

I.4.3. DFC (Direction de finance et de la comptabilité) :

- Supervise le service comptabilité et finance.

I.4.4. DA (direction approvisionnements) :

- Contrôle la qualité de la matière.
- Livre de la marchandise.

Et de deux unités de production qui sont :

I.4.4.1. UTR (unité transformateurs).

Cette unité assure la production des transformateurs de distribution, elle est constituée d'une direction et trois départements :

- Département technique
- Département production
- Département commercial

I.4.4.2.UMP (unité moteurs prestation).

Cette unité permet de fabriquer des moteurs, des alternateurs et assure l'entretien et la maintenance des équipements annexes.

Mise à part ses quatre sous directions et ses deux unités, ils ont aussi :

➤ **Le service informatique qui s'occupe de :**

- la maintenance des équipements informatiques.
- la gestion des applications.

➤ **Assistant de communications et des relations sociales**

- représente l'entreprise à l'extérieure.

➤ **Assistant contrôle de gestion et planification :** elle s'occupe du budget de l'entreprise et de la planification.

I.5. Mission et objectifs de l'organisme d'accueil :

I.5.1 Mission

L'entreprise à pour mission :

- D'assurer la bonne production, le montage, le développement et la recherche dans le domaine de l'électrotechnique notamment :

- La construction des machines électriques tournantes (moteurs alternateurs).
- La construction des machines électriques statiques (transformateurs)
- La construction des groupes électrogènes.

I.5.2. Objectifs :

Elle a pour objectifs :

- L'amélioration de la qualité des produits.
- La maîtrise des couts de production.
- La maîtrise des capacités d'étude et de développement.
- L'amélioration de la maintenance.

- La valorisation des ressources humaines.
- La réduction des coûts.

I.5.3 Organigramme de EPE/ ELECTRO-INDUSTRIES/SPA – AZAZGA :

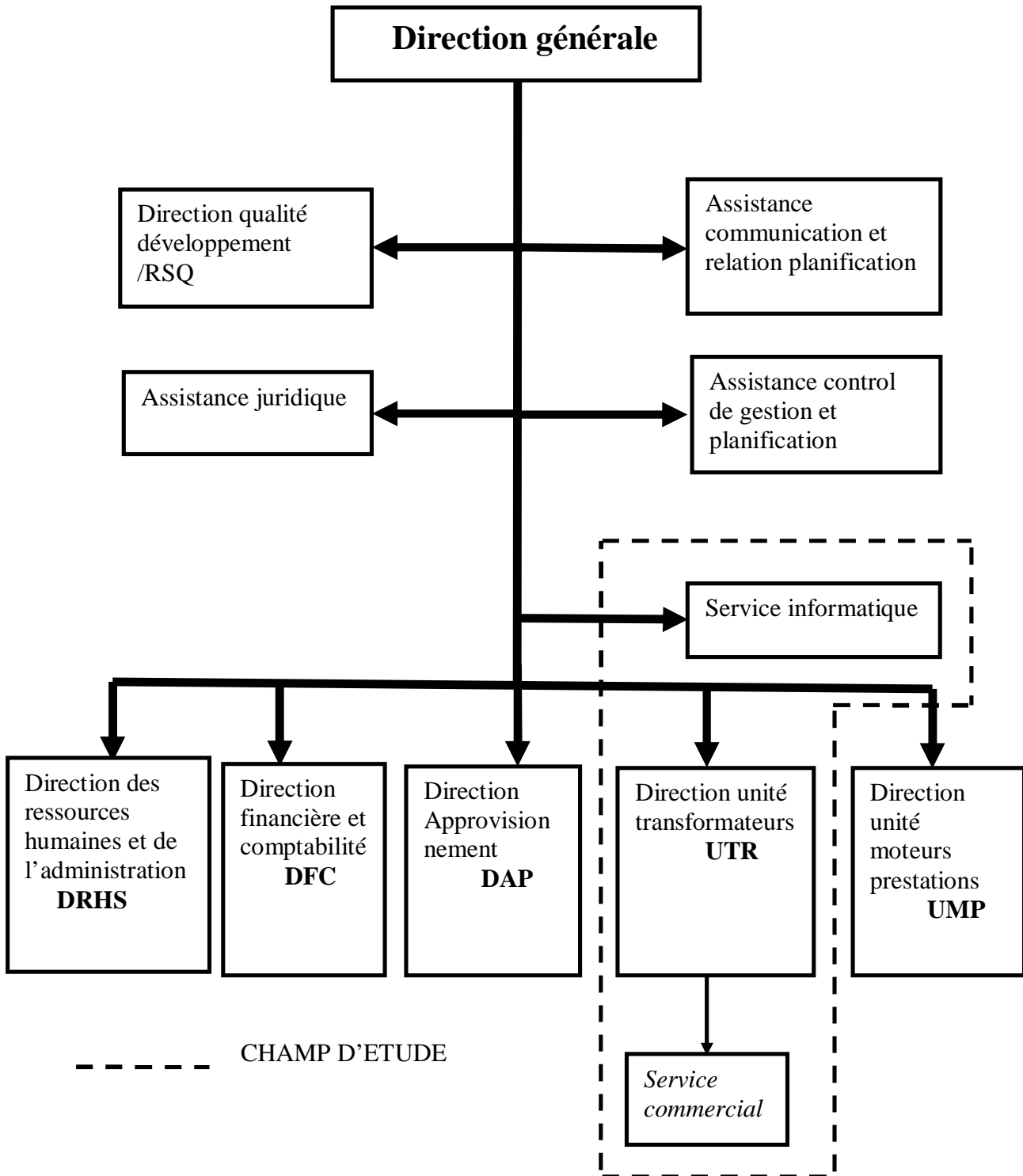


Figure.2. Organigramme de EPE/ ELECTRO-INDUSTRIES/SPA – AZAZGA

I.6. Description de l'agitateur magnétique de l'ENEL :

L'agitateur magnétique est un appareil utilisé par les chimistes ou autre public pour chauffer ou agiter sous une température donnée des solutions.

L'agitation est réalisée par un mouvement de rotation d'une petite pièce métallique se trouvant dans le récipient de la solution. Ce mouvement va être provoqué par un mouvement de rotation d'un aimant monté sur l'arbre d'un moteur. Le moteur et l'aimant seront placés au dessous du récipient de la solution. La vitesse d'agitation varie entre la vitesse nulle et la vitesse maximale de l'agitateur.

Le chauffage est réalisé par une plaque chauffante sur laquelle on pose le récipient de solution. La valeur de la température de chauffage varie entre la valeur de la température ambiante et la valeur de la température maximale de l'appareil.

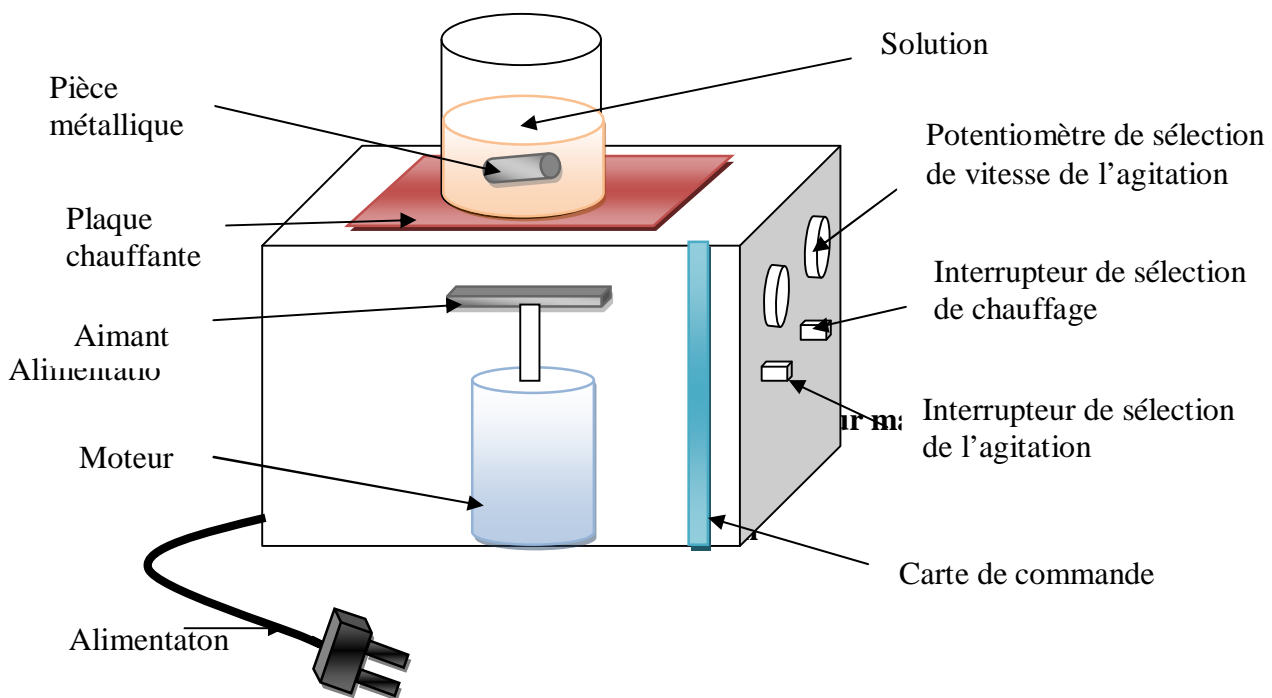


Figure.3. L'agitateur magnétique de l'UNEL

I.6.1. Utilisation de l'agitateur magnétique à l'ELECTRON INDUSTRIES. :

À l'entreprise ELECTRO INDUSTRIES, elle l'utilise à l'unité de métrologie exacte au laboratoire de chimie pour contrôler et vérifier les caractéristiques des produits et des matériaux utilisés. On cite un exemple qui convient pour déterminer l'indice de neutralisation d'huiles isolantes neuves et usagées.

I.6.1.a. Description de l'essai de détermination de l'indice de neutralisation d'huiles.

Réactifs :

- Solution alcoolique d'hydroxyde de potassium KOH 0.1N.
- Toluène exempt de soufre
- Ethanol azéotropique (température d'ébullition 78,2°C).
- Solution d'acide chlorhydrique HCL 0.1N
- Solution d'indicateur bleu alcalin

I.6.1.b. Mode opératoire

Dans un flacon conique à bouchon de 250ml, peser 20g de l'échantillon à 0.05g près. dans Un autre flacon conique un mélange de 60ml de toluène et 40ml d'éthanol, ajouter 2ml de la solution d'indicateur. Neutraliser la solution avec la solution alcoolique de KOH 0.1N jusqu'à l'obtention d'une couleur rouge comparable à celle d'une solution de nitrate de cobalt et qui persiste pendant au moins 15s.

Ajouter cette solution à l'échantillon, agiter et titrer immédiatement avec la solution de KOH 0.1N à une température inférieure à 25°C, jusqu'au virage.

L'indice de neutralisation (NV) est calculé au moyen de l'expression.

$$NV = \frac{VxNx56.1}{p} \quad (1)$$

Ou :

V= nombre de millilitres de KOH 0.1, utilisés lors du titrage.

N=normalité de la solution de KOH.

P=masse de l'échantillon d'huile exprimée en grammes.

I.7. Description de l'agitateur magnétique à commander :

I.7.1. Définition :

L'agitateur magnétique à commander avec notre carte est composé de trois parties. La première est constituée principalement d'un moteur à courant continu qui porte sur son arbre un aimant qui permis un

mouvement de rotation d'une pièce métallique dans un récipient de la solution, ce moteur est muni d'un capteur de vitesse (tachymètre) intégré. Son rôle est d'agiter la solution à une vitesse de consigne.

La deuxième partie est constituée d'un système de chauffage composé d'une résistance chauffante sur laquelle on pose le récipient et d'un capteur de température. son rôle est de mesurer la température de la résistance chauffante.

La troisième partie est la partie commande qui délivre les signaux de commande pour le moteur et pour la résistance chauffante à partir des informations reçu du capteur de température, du capteur de vitesse ainsi que des boutons poussoir de configuration des consignes

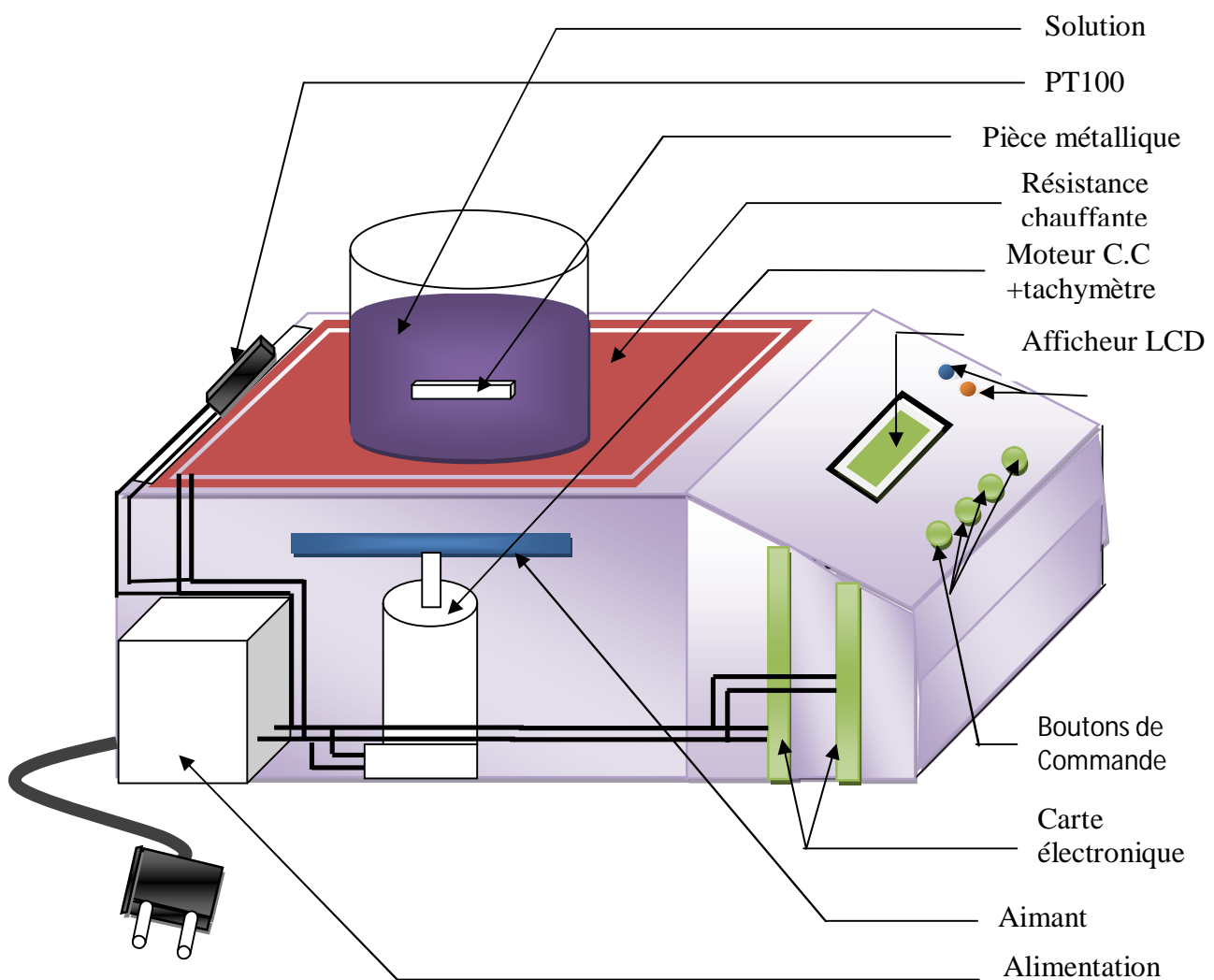


Figure .4. Agitateur magnétique à réaliser

I.7.2. Le mode de fonctionnement :

L'appareil fonctionne généralement en deux modes, le premier est le mode de configuration et le deuxième est le mode marche.

I.7.2.a. Le mode de configuration :

Ce mode est effectué juste après l'allumage de l'appareil. Il est géré par l'unité centrale (le microcontrôleur). Il permet l'affichage des valeurs de la température et de la vitesse initialisées (programmes).

I.7.2.b. Le mode marche :

Ce mode est basé sur la régulation entre la consigne programmée et la consigne capturée par des capteurs de vitesse et de température pour l'agitation et le chauffage, il affiche la consigne de sortie sur l'afficheur LCD. La commande PWM (*Pulse Width Modulation* ou en français la modulation de largeur d'impulsion(MLI)) permet de varier la vitesse de rotation du moteur. La résistance de chauffage est commandé en toute ou rien.

**Chapitre II:
Conception Matérielle
De la carte de Commande**

II.1. Schéma synoptique

Dans ce chapitre, nous avons établi un schéma synoptique (**Figure .5.**) d'un montage à base d'un microcontrôleur PIC16F877A avec les différentes parties qui sont reliées au microcontrôleur.

On cite la partie clavier constituée par des boutons poussoirs pour introduire la consigne, partie affichage est constituée par un afficheur LCD de 2 lignes et 16 caractères qui permet l'affichage du compteur et de la vitesse, le module alimentation assure l'alimentation de l'appareil, la partie de puissance est constituée par le moteur à courant continu.

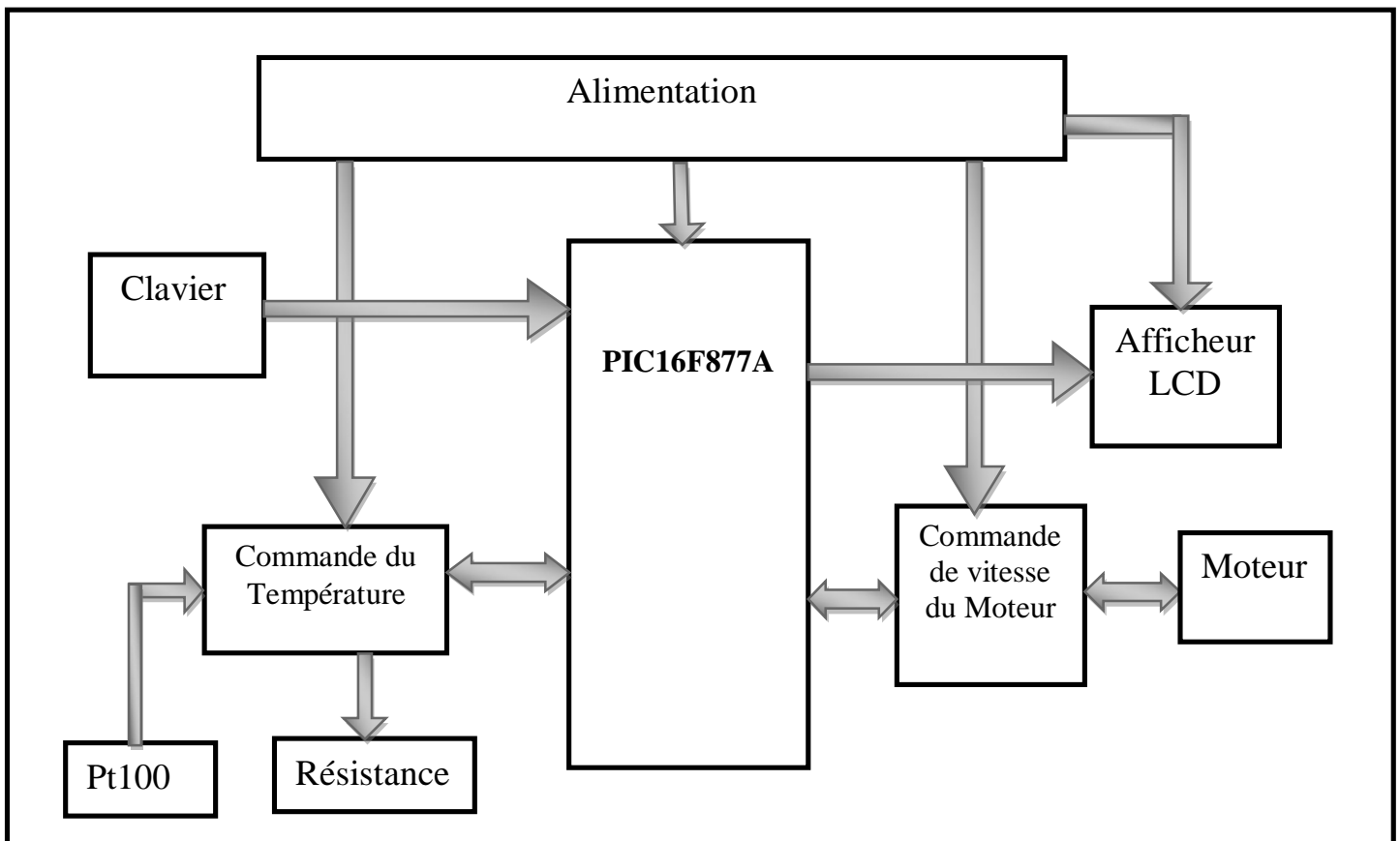


Figure. 5. Schéma synoptique

II.2. Cartes à microcontrôleur

II.2.1. Introduction :

Notre montage est architecturé autour du microcontrôleur **PIC16F877A** (comme on peut le voir sur le schéma synoptique de fonctionnement **Figure.5.**).

Remarque : Notons que les principales caractéristiques du **PIC16F877A** sont introduites entièrement dans l'Annexe.

II.2.2. Choix du microcontrôleur:

Dans l'objectif de satisfaire au mieux notre cahier des charges, nous avons opté pour le **PIC16F877A** pour diverses raisons :

- **La taille de la Mémoire programme :** elle est de **8 Kilo Mots** (*Mot de 14 bits*). Mémoire largement suffisante pour la programmation en *C*
- **La vitesse de l'horloge :** Notre **PIC** est piloté par un quartz à 4Mhz pour qu'il puisse tourner en interne à 1Mhz ce qui lui permet d'exécuter une instruction en 100ns seulement.
- **Le nombre d'entrées/sorties :** Au nombre de 5 (PORT A, B, C, D et E) ils offrent, en plus de la fonction classique Entrée/Sortie, plusieurs fonctions spéciales ainsi que plusieurs modes de fonctionnement (voir Brochage du PIC en Annexe).
- **Le nombre de Timers :** l'utilisation des Timers du **PIC** (Timer0, Timer1 et Timer2) est incontournable vu la précision offerte et le gain en espace mémoire contrairement aux boucles de programmes.
- **Les Modules :** Le **PIC16F877A** dispose de plusieurs modules : les modules CCPx et en particulier leur fonctionnement en mode PWM qui nous offre la possibilité de générer un signal carré à rapport cyclique variable,

II.2.3. Le Circuit d'initialisation (*Reset*) :

Le **PIC16F877A** possède une fonctionnalité intéressante appelée "Power-on Reset". Cette fonction a pour but de provoquer un Reset du programme interne lors de la mise sous tension quand celle-ci est comprise entre 1.2V et 1.7V. Le microcontrôleur voit alors un front montant sur son alimentation de qui initialise le programme. Notons que **Microchip** préconise d'ajouter un circuit constitué de deux composants passifs : Une résistance et un condensateur au **PIC16F877A**, qu'on pourra câbler sur la broche MCLR (**Figure.6.**).

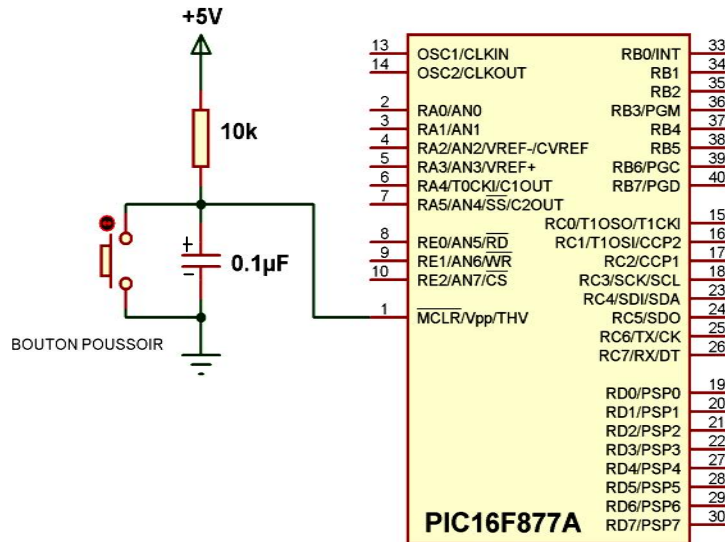


Figure.6. Le Circuit d'initialisation (*Reset*)

II.2.4. L'Oscillateur :

L'oscillateur du microcontrôleur cadence le déroulement du programme. Il doit fournir un signal carré périodique au microcontrôleur.

Pour notre **PIC16F877A** nous avons opté pour l'une des méthodes fournies avec le *Datasheet* du composant qu'est l'oscillateur à Quartz.

Un quartz se met à osciller lorsqu'il est soumis à une différence de potentiel. La fréquence centrale du quartz est très précise et varie peu dans le temps. Pour le **16F877A**, nous allons considérer plusieurs types d'oscillateurs :

- LP : ce sont les oscillateurs de basse fréquence, en dessous de 200KHz.
- XT : les oscillateurs de fréquence moyenne, entre 200KHz et 4MHz.
- HS : les oscillateurs de haute fréquence, entre 4MHz et 20MHz.

Dans le cas de notre application nous utiliserons l'oscillateur de type HS avec un quartz de 4MHz.

D'où notre oscillateur comporte :

- 1 Quartz 4Mhz
- 2 Capacités de 15pF

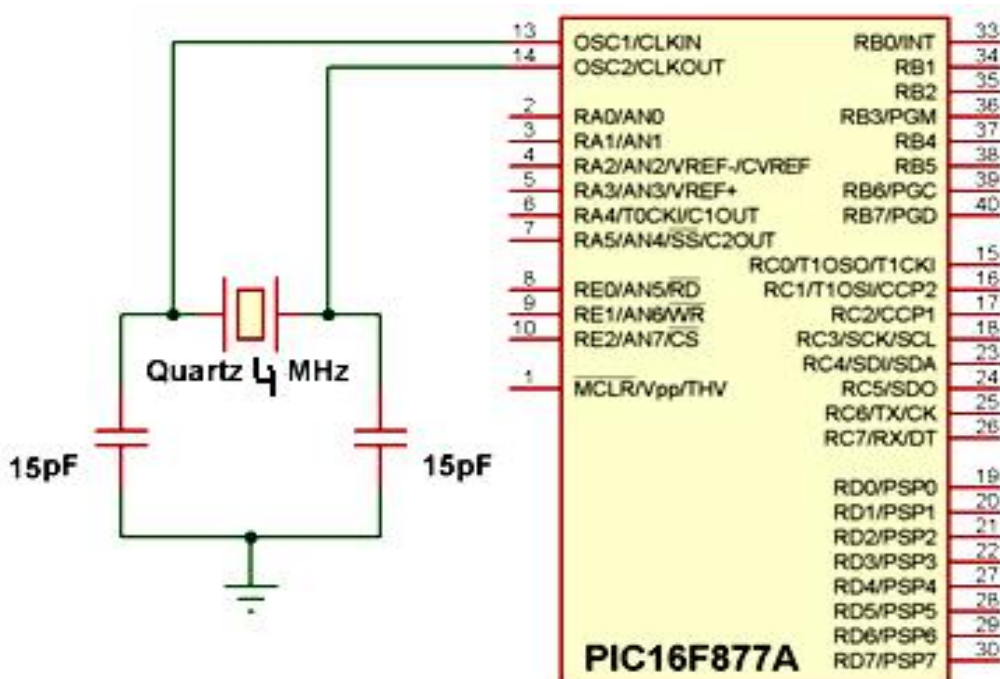


Figure.7. Le Circuit d'Oscillateur

II.2.5 Carte de clavier (boutons poussoirs) :

Le clavier de l'agitateur magnétique est constitué de quatre boutons poussoirs et chaque bouton correspond à une fonction à réaliser comme suite :

Bp1 :c'est pour le mode marche et le mode de configuration.

Bp2 :c'est pour choisir la ligne du l'écran de l'afficheur LCD.

Bp3 : elle permet d'incrémenter la température et la vitesse

Bp4 : elle permet de décrémenter la température et la vitesse.

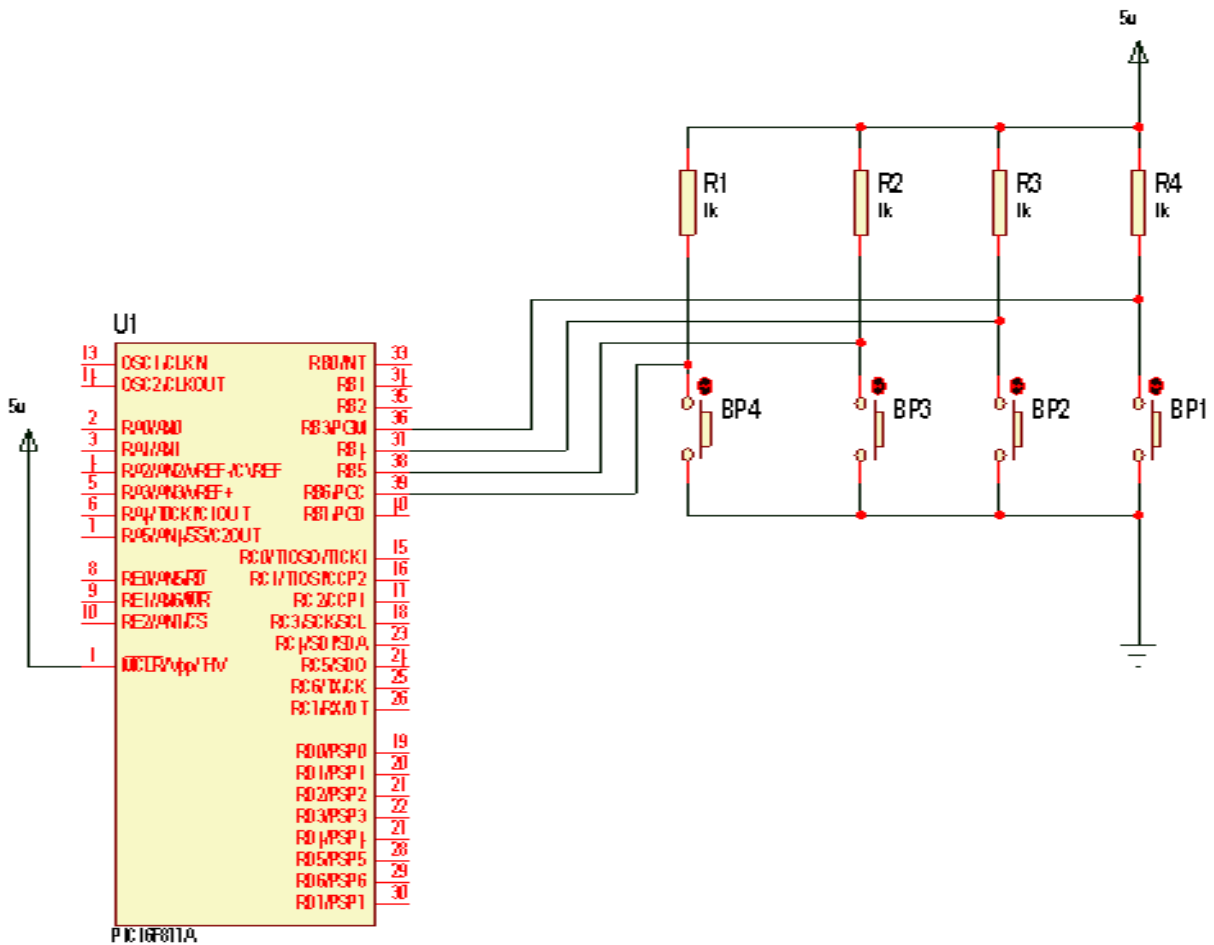


Figure.8. Carte de clavier

II.3. Carte d'affichage :

II.3.1 Définition de l'afficheur LCD :

Les afficheurs à cristaux liquides, autrement appelés afficheurs LCD (Liquid Cristal Display), sont des modules compacts intelligents et nécessitent peu de composants externes pour un bon fonctionnement. Ils consomment relativement peu (de 1 à 5 mA), ils s'utilisent avec beaucoup de facilité.

Plusieurs afficheurs sont disponibles sur le marché et différents les uns des autres, notre afficheur LCD est de 2 lignes et 16 caractères et d'une référence **GDM1602H** de chez **XIAMEN OCULAR** qui intègre son propre module de gestion, il est donc directement connecté aux broches du PIC (PORT D)

Cette figure représente le brochage de notre afficheur avec le PIC en mode quatre bits des pins D4 à D7 de l'afficheur LCD vers le PORTD du PIC (D4 à D7) et le brochage de l'afficheur sont présentés sur le tableau ci-dessous :

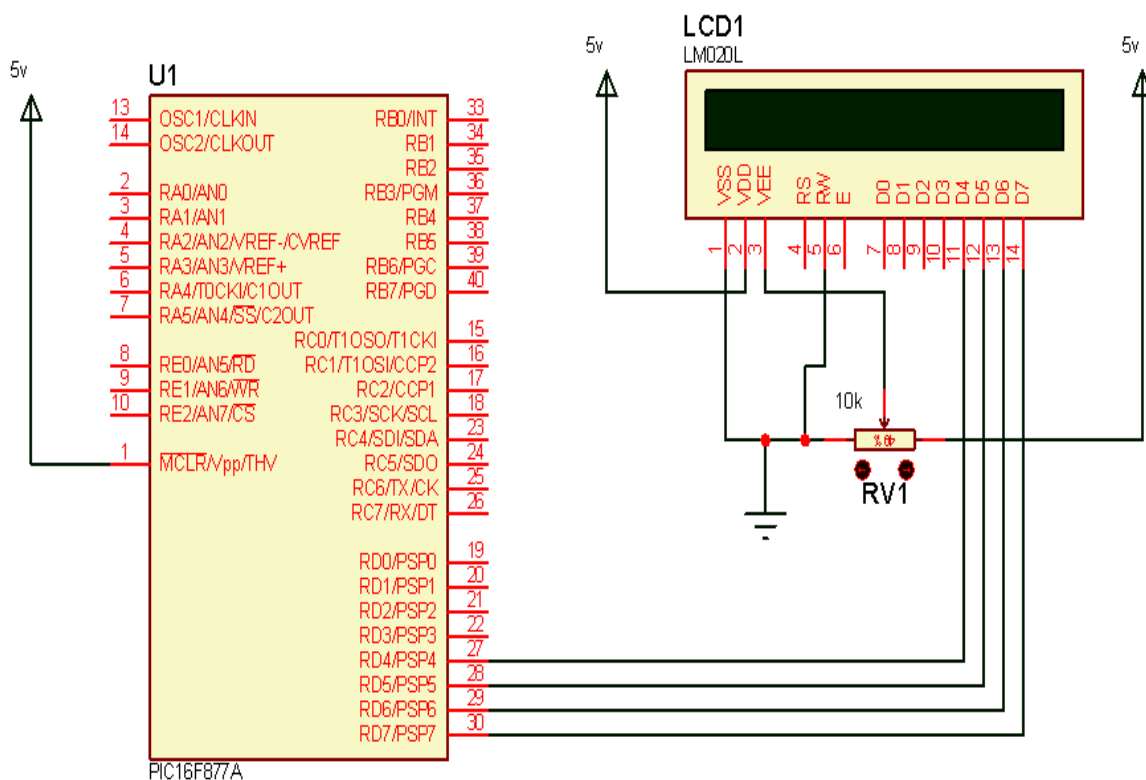


Figure 9.

Carte d'affichage

VSS	0 volts de l'alimentation
VDD	+5V
VEE	tension à appliquer pour gérer le contraste
RS	Register select (mode instruction ou donnée)
R/W	Read/Write (écriture ou lecture)
E	Enable (Sélection de l'afficheur)
DB0 – DB7	Data 0 à 7 (données ou instructions)
NC (L+)	0 à 5V (anode de LED électro éclairage)
NC (L-)	0V (cathode de LED électro éclairage)

Tables 1 : table de brochage

II.3.2. Commande d'un afficheur LCD :

Deux modes de fonctionnements de l'afficheur sont disponibles, le mode 4 bits et le mode 8 bits et ces mode sont choisis à l'initialisation de l'afficheur.

❖ Mode 8 bits :

Dans ce mode 8 bits, les données sont envoyées à l'afficheur sur les broches D0 à D7 on place la ligne RS à 0 ou à 1 selon que l'on désire transmettre une commande ou une donnée. Il faut aussi placer la ligne R/W à 0 pour indiquer à l'afficheur que l'on désire effectuer une écriture.

❖ Mode 4 bits :

Il peut, dans certains cas, être nécessaire de diminuer le nombre de fils utilisés pour commande l'afficheur, par exemple lorsqu'on dispose des très peu de broches d'entrée sorties disponibles sur un microcontrôleur. Dans ce cas, on peut utiliser le mode 4 bits de l'afficheur LCD. Dans ce mode, on s'intéresse seulement sur les 4 bits de poids fort (D4 à D7) de l'afficheur, ils sont utilisés pour transmettre les données et les lire. Les 4 bits de poids faible (D0 à D3) sont alors connectés à la masse.

II.3.3. Fonctionnement de l'afficheur LCD :

L'afficheur dans notre montage n'a été câblé qu'en écriture (RW=0), nous nous limiterons donc à ce type de fonctionnement. L'afficheur reçoit deux types de commandes, soit des instructions permettant de gérer l'afficheur proprement dit (effacement de l'écran, affichage du curseur, clignotement du curseur ...etc.) soit des données qui seront affichées à la position courante du curseur.

La sélection du mode instruction est réalisée en mettant la broche RS à 0 (register select) et en envoyant ensuite l'octet de commande sur le port de données (DB4 à DB7). Lorsque la broche RS est à 1,

les valeurs envoyées sur les lignes DB4 à DB7 seront affichées sous forme de caractère ASCII à la position courante du curseur.

La valeur du potentiomètre servant au réglage du contraste de l'afficheur est de 10kohms.

II.4. Capteur de température

II.4.1 Introduction :

Dans toutes les grandeurs physiques, la température est certainement l'une des plus utilisées. En effet, elle détermine d'une façon décisive les propriétés de la matière.

Ainsi, la mesure précise et le contrôle très strict de cette dernière sont indispensables et très recherchés, notamment en industrie.

Lorsqu'un système est sollicité par un gradient de température un effet électro électrique se produit et il existe trois effets, qui sont effet SEEBECK, effet PELTIER ensuite effet THOMSON. Dans notre projet on a utilisé un capteur de température qui est la **PT100**, il appartient à la famille dite *résistance métallique*. Sa résistance est croissante en fonction de la température selon la loi :

$$\mathbf{R(T) = R_0 \times [1 + AT + BT^2 + C T^3 (T - 100)]} \quad (1)$$

T : température exprimée en °C

R₀ : la résistance à 0°C

Les coefficients : A, B et C dépendant de la nature de métal utilisés



Figure .10. la PT100 de l'agitateur.

II.4.2. Le circuit de conditionnement :

Un conditionneur est tout simplement un circuit de conversion d'une grandeur physique (température, pression...etc.), en une grandeur électrique.

Dans notre cas, on a utilisé un conditionneur par pont de Wheatstone déséquilibré qui est relié à l'amplificateur et monté en suiveur pour isoler la partie de puissance et la partie de commande, en-suite ses sorties sont reliées à un soustracteur qui est relié au microcontrôleur.

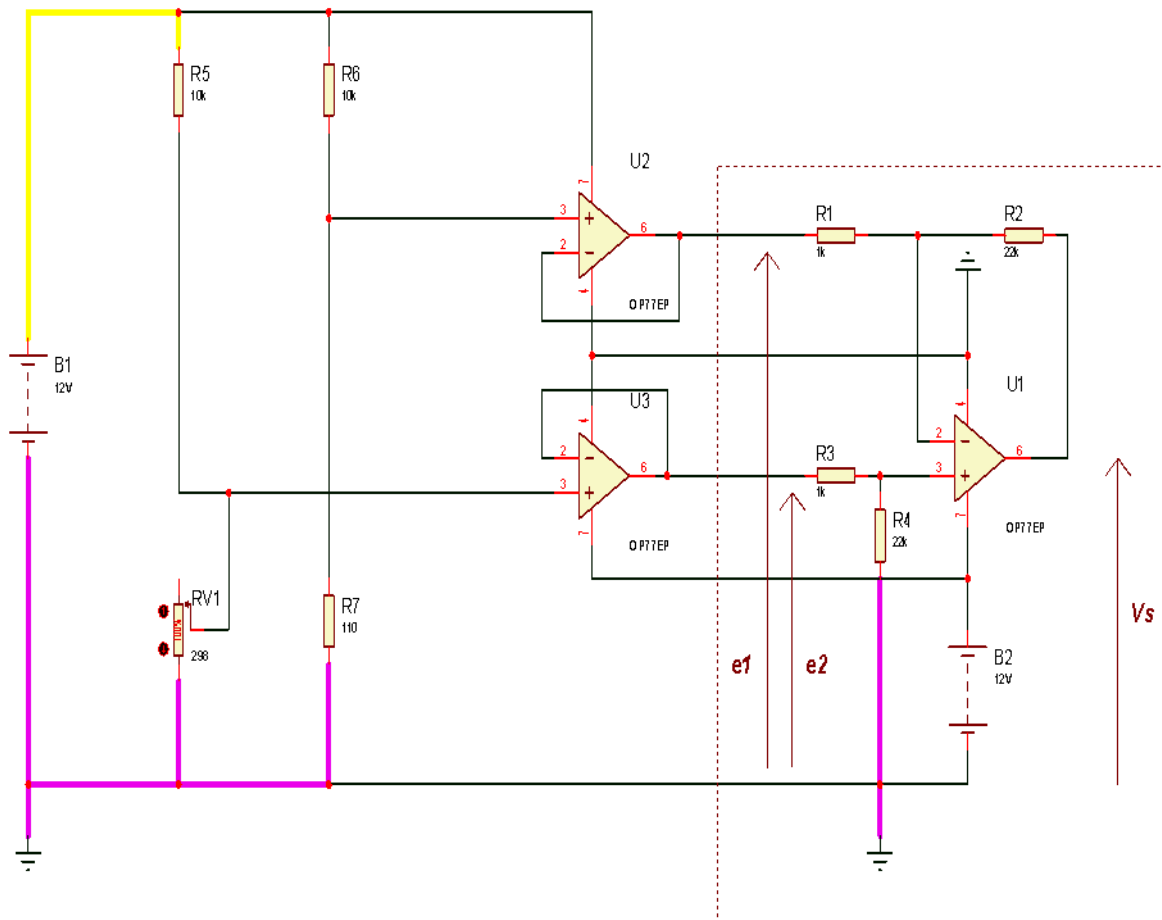


Figure.11. Circuit de conditionnement du pt100

Après ce circuit de conditionnement, on a extrait la fonction de sortie générale qui est :

$$V_s = \frac{R_2}{R_1} (e_2 - e_1). \quad (2)$$

Avec :

$$e_2 = \frac{R_{pt_{100}}}{R_{pt_{100}} + R_5} \times 12V \quad (3)$$

$$e_1 = \frac{R_{pt_{100}}}{R_{pt_{100}} + R_6} \times 12V \quad (4)$$

$$R_5 = R_6, R_1 = R_3, R_2 = R_4$$

$$R_{pt_{100}} = 0.385 \times T (\text{°C}) + 100 \quad (5)$$

Après tous les calculs on aura :

$$V_s = \frac{R_2}{R_1 \times R_5} (0.385 \times T) \times 12V \quad (6)$$

Donc on conclure que la tension V_s est proportionnelle avec la température T .

II.4.3. L'Etalonnage de la sonde (pt100) :

Nous avons effectué l'étalonnage de notre capteur auprès de l'unité de métrologie, pour expliquer cette méthode, on a fait quelques essais pour la **pt100** et les résultats sont cités comme suit :

R (Ω)	101.6	108	147	160	165	172	184
T ($^{\circ}\text{C}$)	22	30	70	85	100	120	170

Avec le logiciel Matlab, on peut directement avoir la courbe avec exactitude.

Le graphe montre la relation entre la température et la résistance de la pt100

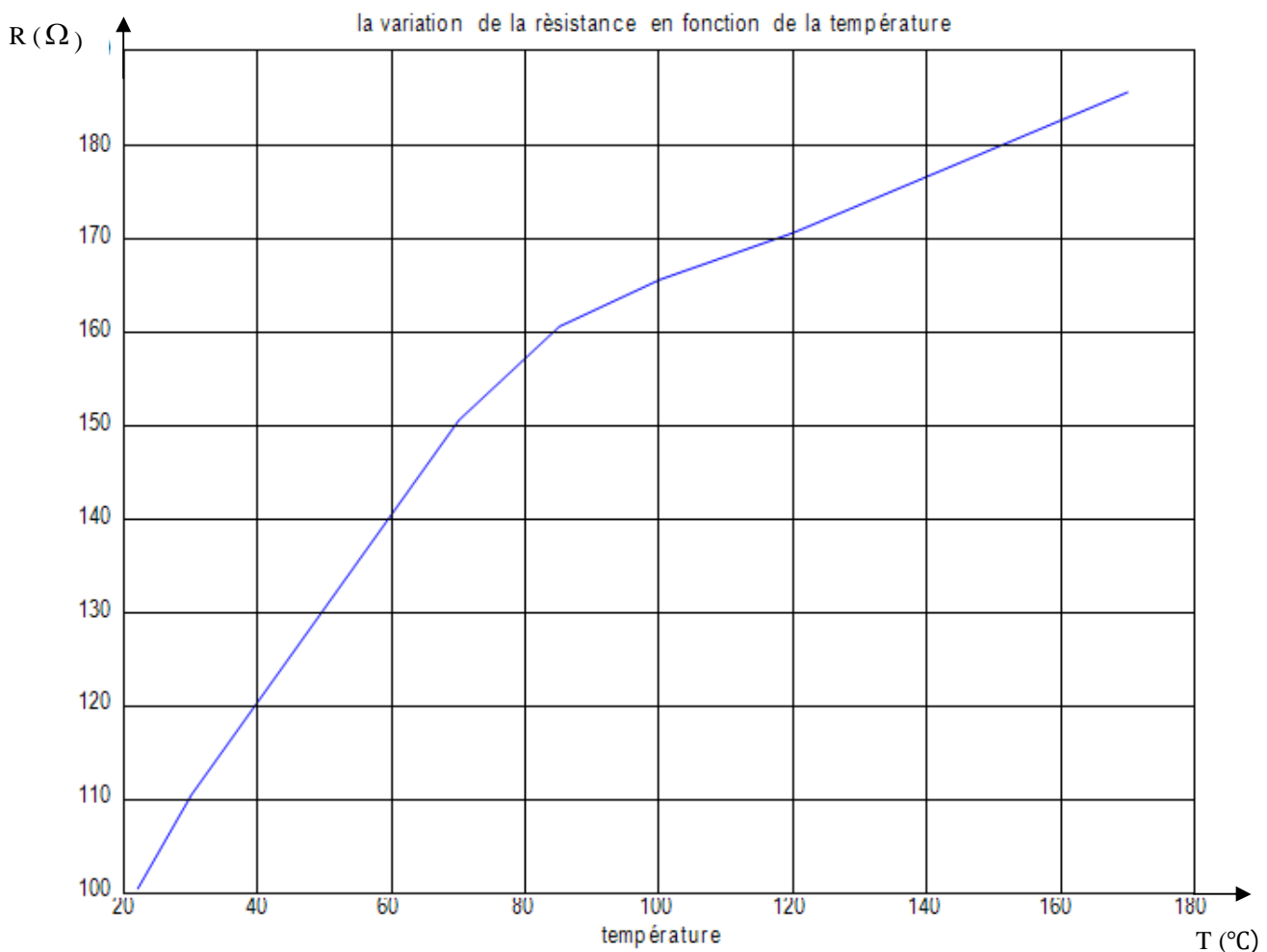


Figure .12. variation de la résistance en fonction de la température

II.4.4. Commande d'une résistance chauffante :

Dans ce bloc, on a utilisé encore un système de chauffage qui est présenté par une résistance électrique alimentée par 220 volts en alternative, commander par une commandée toute ou rien qui relie au relais et au transistor puis au pin de PIC.

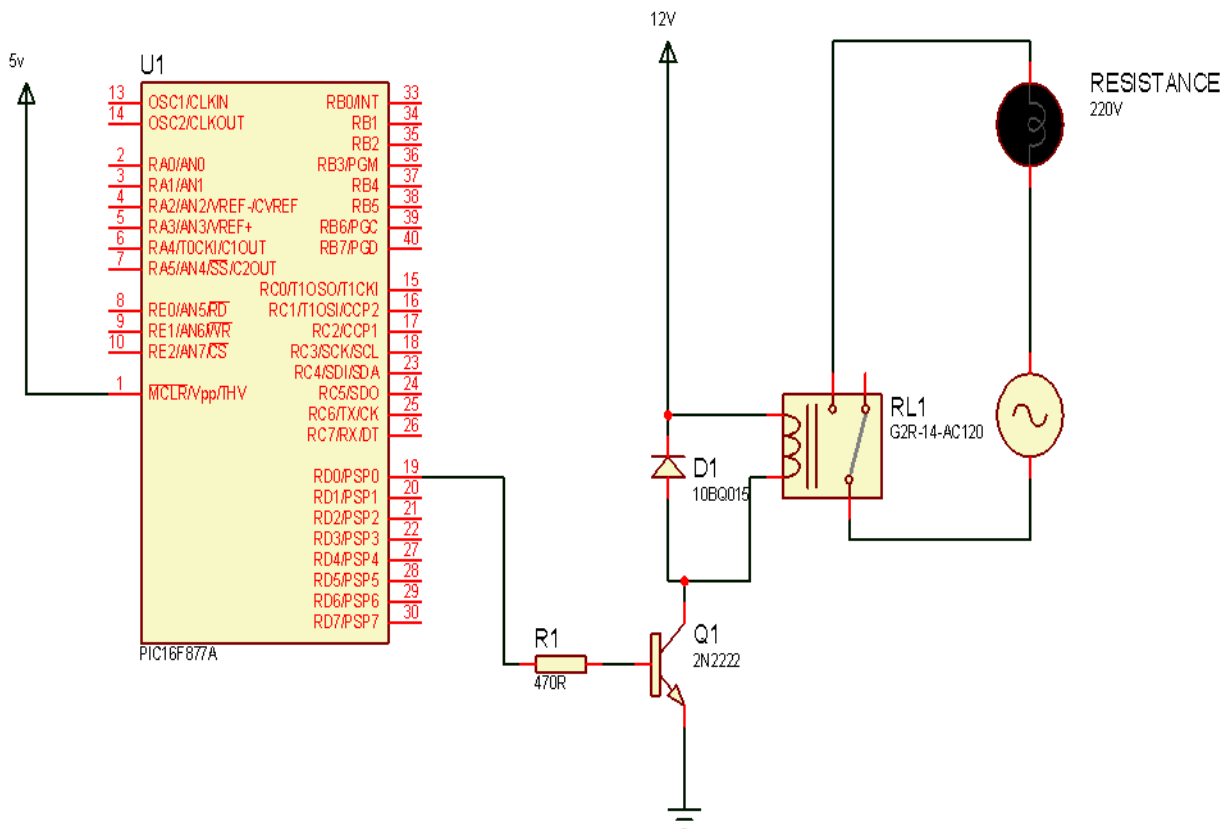


Figure.13. Commande d'une résistance chauffante

II.5. Carte de commande du moteur à courant continu

II.5.1. Introduction :

Le moteur à courant continu présente des avantages importants dans les systèmes de commande numérique, il offre les possibilités de varier la vitesse, de faire la régulation et l'asservissement.

II.5.2. Description

Le moteur à courant continu est une machine qui transforme l'énergie électrique en énergie mécanique fonctionnant en courant continu.

Un moteur à courant continu composé de :

- ✓ une partie fixe appelée stator qui a le rôle d'inducteur
- ✓ une partie mobile appelée rotor qui a le rôle d'induit.
- ✓ une liaison rotor-éléments extérieurs à la machine appelée collecteur.

- **L'inducteur :**

Il est formé soit d'aimants permanents en ferrite soit de bobines placées autour des noyaux polaires. Lorsque les bobines sont parcourues par un courant continu, elles créent un champ partie fixe et la partie mobile, où se situent les conducteurs.

- **L'induit :**

Le noyau d'induit est en fer pour canaliser les lignes de champ, les conducteurs sont logés dans des encoches sur le rotor, deux conducteurs forment une spire.

- **Collecteur et balais :**

Le collecteur est un ensemble de lames de cuivre isolées, disposées sur l'extrémité du rotor, les balais portés par le stator frottent sur le collecteur.

II.5.3 Principe de fonctionnement :

L'inducteur crée un champ magnétique B, il peut être à aimant permanents ou constitué d'électro-aimants.

L'induit porte des conducteurs parcourus par un courant continu (alimentation du moteur), ses spires, soumises à une force dite de Laplace entraînent la rotation du rotor.

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

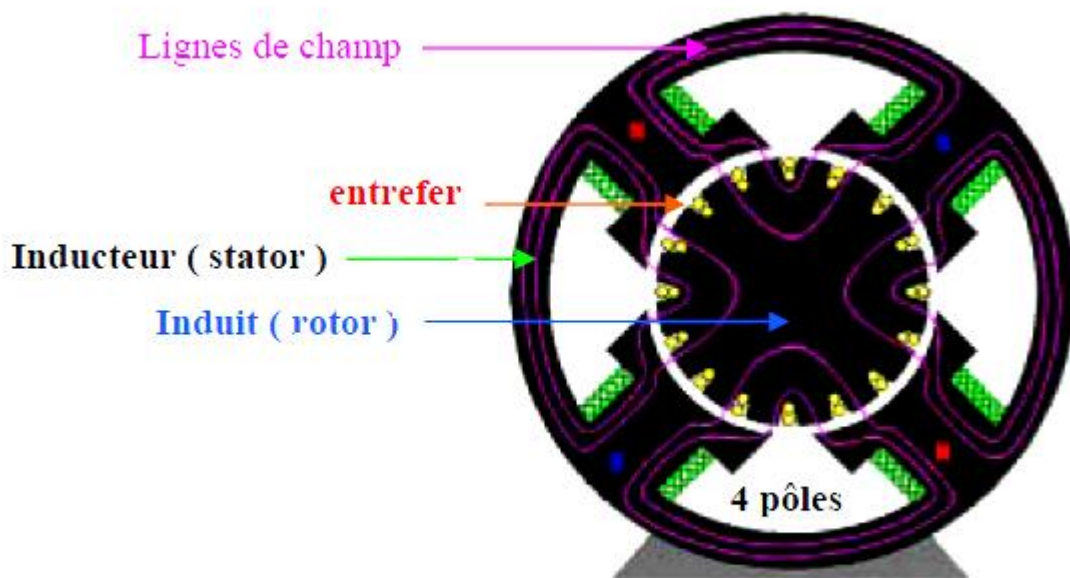


figure.14. Description et principe de fonctionnement du moteur à courant continu

La valeur moyenne E de cette f.c.é.m. est proportionnelle à la vitesse de rotation (Ω) du rotor, au flux maximal du champ magnétique créé par l'inducteur à travers une spire, donc on aura :

$$E = K \times F \times \Omega \quad (7)$$

E : c'est la force contre électromotrice (f.c.é.m.).

F : le flux magnétique

Ω : La vitesse de rotation

K : c'est une constante

Le circuit équivalent simplifié d'un moteur à courant continu est montré dans la **figure.15**. La tension U (qui est appliquée au moteur) est :

$$U = R_a \times I_a + E \quad (9)$$

R_a : résistance de la bobine de l'induit.

I_a : le courant qui circule dans le moteur.

E : la tension interne générée (f.c.é.m.).

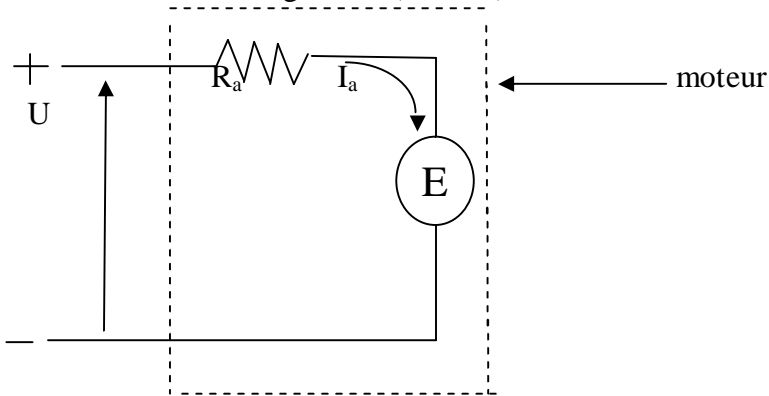


Figure.15. Le circuit équivalent simplifié du MCC

Quand le moteur démarre, le couple est maximal en fonctionnement normal l'expression du courant est donnée par :

$$I_a = (U - E) / R_a \quad (10)$$

II.5.4. Caractéristiques de base du moteur à courant continu :

II.5.4.1. Les caractéristiques couple-vitesse de rotation :

Dans la figure. II.3.3. La tension U qui est appliquée au moteur est :

$$U = R_a \times I_a + K_r \times \Omega \quad (11)$$

K_r : est un facteur de proportionnalité.

E_t le couple T sera :

$$T = K_t \times I_a = K_t \times \frac{(K_t \times \Omega) - U}{R_a} \quad (12)$$

Si Ω augmente, le couple T diminue linéairement. Ceci est montré dans la figure suivante :

Si $\Omega = 0$, le couple est maximal et il est égale à :

$$T_m = (K_t / R_a) \times U \quad (13)$$

Et quand $T = 0$, la vitesse est maximale elle égale à :

$$\Omega_m = U / K_r \quad (14)$$

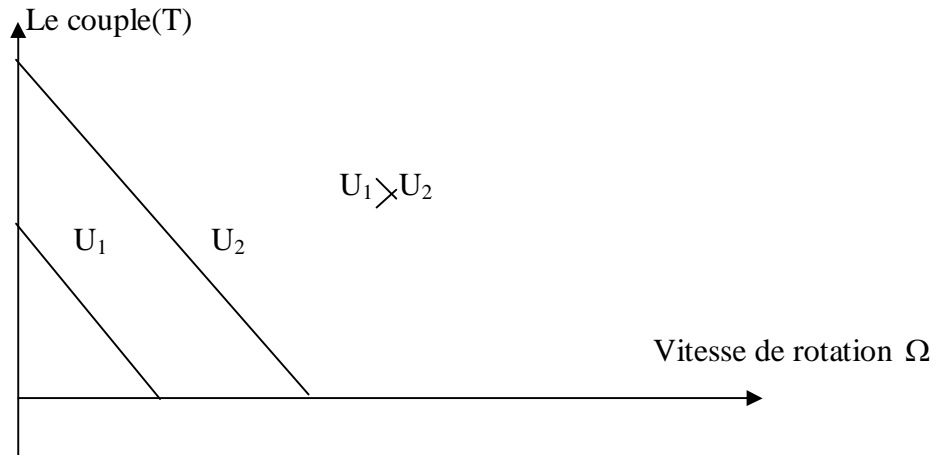


Figure. 16. les caractéristiques de la vitesse de rotation

II.5.4.2. La relation entre la vitesse de rotation et la tension d'alimentation :

La vitesse de rotation est directement proportionnelle à la tension d'alimentation comme est montré dans la figure.

$$U = K \times \Omega$$

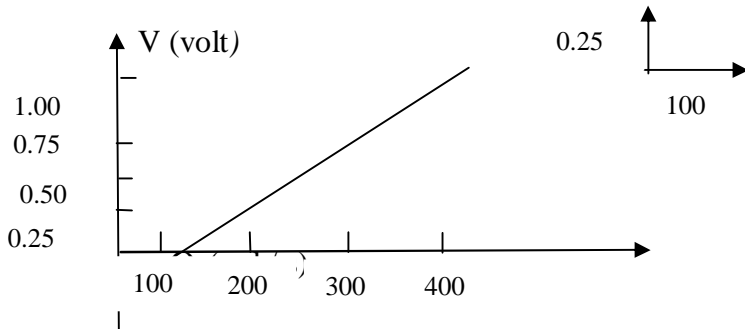


Figure .17.la tension en fonction de la vitesse Ω .

II.5.5.Partie puissance du moteur

Cette partie est présentée par la figure. 18. qui est le microcontrôleur relié directement par la sortie de PWM vers la patte IN1 du circuit de puissance L293D et ce dernier il gère la rotation du moteur à condition qu'il soit proportionnelle à la PWM.

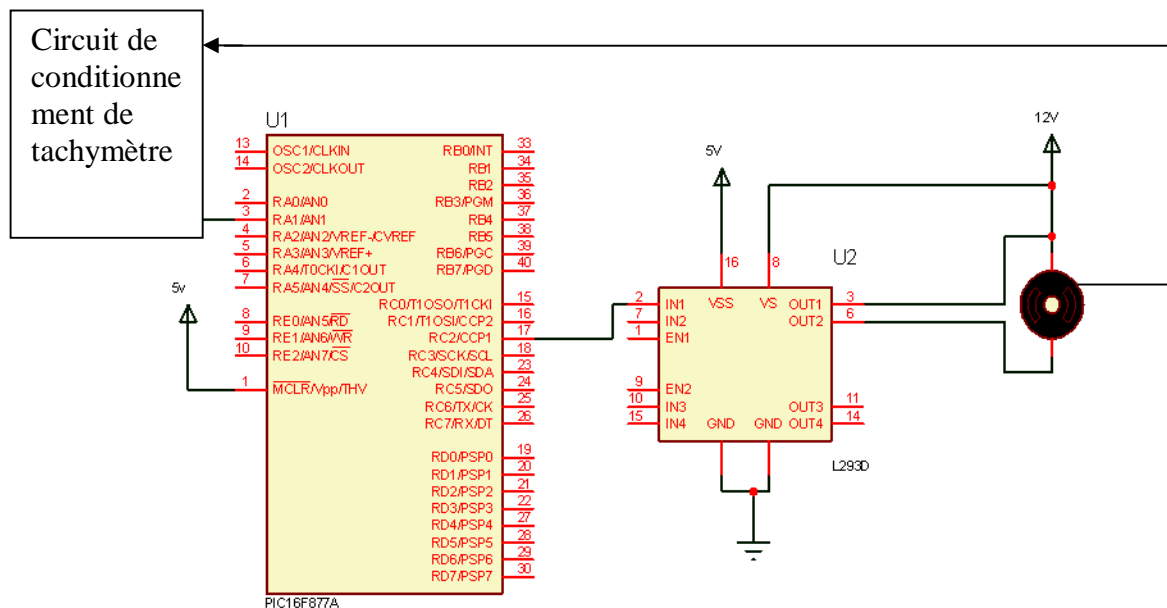


Figure. 18. partie de puissance du moteur

II.6. Capteur de vitesse :

Certaines machines automatiques, telles que les machines à commande numérique, exigent une mesure précise de la vitesse. La mesure de la vitesse linéaire peut se ramener à celle de la mesure de la vitesse angulaire

II .6.1.Tachymétrie (capteur de vitesse) :

Il délivre une tension proportionnelle à sa vitesse de rotation. Leur domaine d'application se situe dans la régulation de vitesse d'un moteur électrique. Le système évolue de sorte que l'erreur de vitesse soit nulle.

II .6.2. Caractéristique d'une tachymétrie :

- vitesse maximale de rotation (en tours par minute)
- Linéarité (en 100%)
- Courant maximal.

II.6.3. Circuit de conditionnement de tachymètre :

Pour une vitesse maximum du moteur, notre tachymètre génère une tension maximum de 3.3volt donc on a besoin d'une amplification pour avoir une bonne précision jusqu'à 5volt vers la pin du PIC.

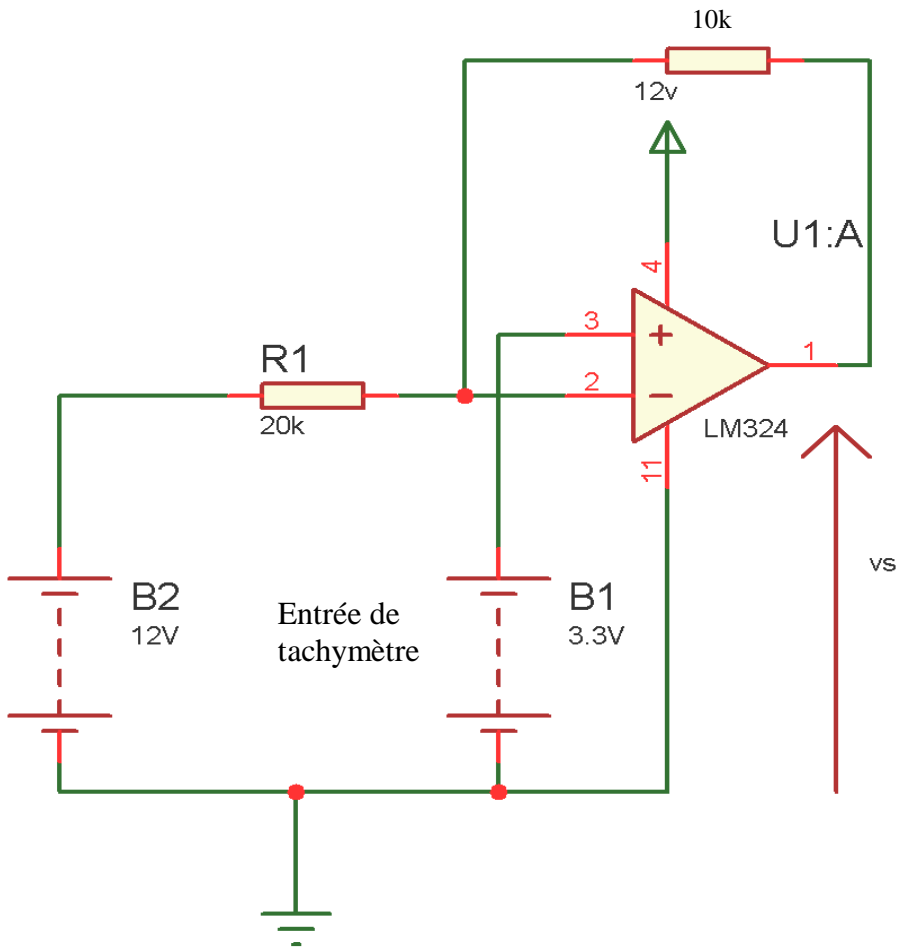


Figure.19. circuit de conditionnement de tachymètre

II.6.4. Commande PWM (modulation à largeur d'impulsions)

On a vu que la vitesse de rotation du moteur est proportionnelle à la tension d'alimentation du moteur. La modulation à largeur d'impulsion MLI est une technique couramment utilisée pour synthétiser des signaux continus d'amplitudes variables à l'aide des circuits à fonctionnement tout ou rien.

PWM signifie « Pulse Width Modulation », ce qu'on pourrait traduire par modulation de largeur d'impulsion.

Encore, il s'agit d'un signal binaire de fréquence fixe dont le rapport cyclique peut être modulé par logiciel. Et ce rapport cyclique d'un signal binaire à fréquence fixe peut être défini comme étant le rapport entre le temps où il se trouve à l'état « 1 » par rapport au temps total d'un cycle. Un cycle n'étant constitué, par définition, que d'un état « 1 » suivi d'un état « 0 », la somme des temps des 2 états étant constante.

Pour cela on définit qu'il y a 2 paramètres qui définissent un signal « PWM » :

- **La durée d'un cycle complet** (ou, par déduction, sa fréquence de répétition)

- **Le rapport cyclique**

Donc, si on pose :

T_c = Durée d'un cycle

R_c le rapport cyclique

T_h = durée de l'état haut

T_b = durée de l'état bas

$T_c = T_h + T_b$ (Durée d'un cycle en secondes = durée de l'état haut + durée de l'état bas)

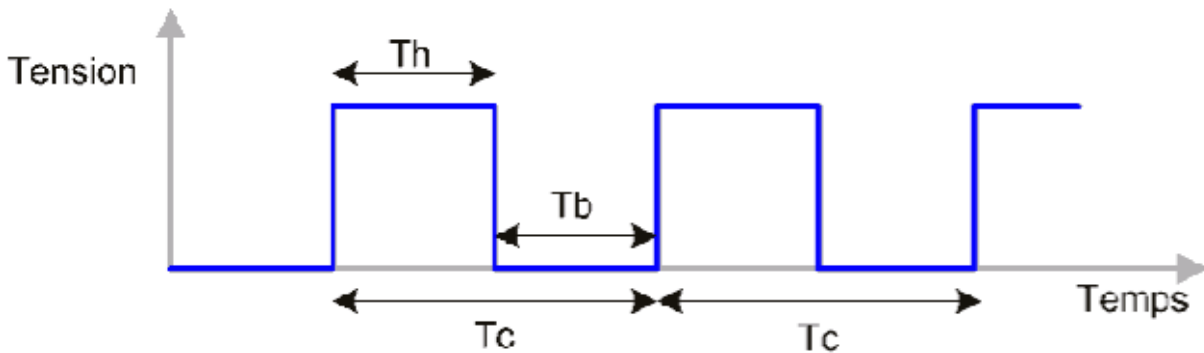
Fréquence du signal (en hertz) = $1/T_c$

$R_c = T_h / T_c$ (rapport cyclique en % = temps à l'état haut divisé par le temps de cycle)

On présente quelques exemples de signaux de ce type.

Exemple 1

Un signal PWM avec un rapport cyclique de 50% :



Module MLI .1.

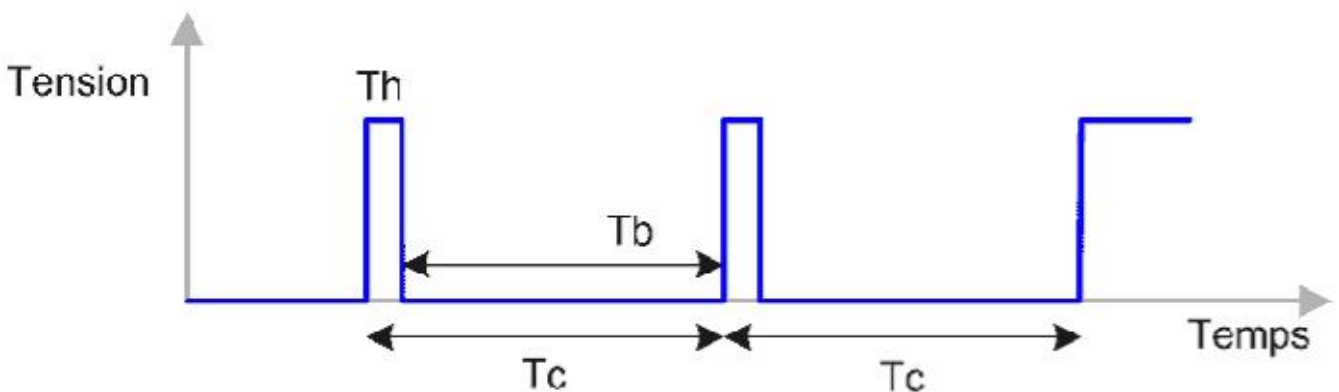
On constate que ce signal est effectivement de fréquence fixe, puisque chaque temps T_c est identique.

Le temps T_h est identique au temps T_b , ce qui donne bien un rapport cyclique de 50%, puisque $R_c = T_h / T_c = T_h / (T_b + T_h) = T_h / (2 T_h) = 1/2 = 50\%$

Un tel signal s'appelle signal carré. C'est un cas particulier d'un signal PWM.

Exemple 2

Un signal PWM avec un rapport cyclique de 10%



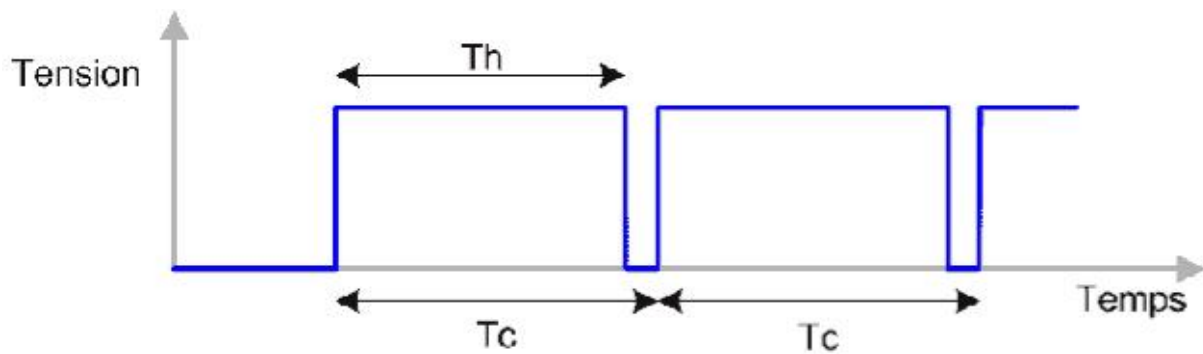
Module MLI .2.

On constate que ce signal possède strictement le même temps de cycle T_c que le précédent. Sa fréquence est donc identique.

Cependant, son rapport cyclique a été modifié. T_h représente maintenant 10% du temps de cycle total, alors que T_b représente 90%.

Exemple 3 :

Maintenant, on présente un rapport cyclique de 90%



Module MLI .3.

De nouveau, le temps T_c est inchangé, seul le rapport cyclique a été modifié. Le temps T_h dure maintenant 90% du temps T_c , T_b occupant fort logiquement les 10% restants.

Si on aura un signal avec un rapport cyclique de 0% est un signal dont le temps à l'état haut occupe 0% du temps total. C'est donc un signal qui est constamment à l'état bas.

De même, un signal avec un rapport cyclique de 100% est un signal qui est constamment à l'état haut.

II.7. bloc d'alimentation :

Tous les systèmes existants admettent une alimentation ou plus. Et pour notre appareil, il admet trois alimentations la première 5 volts (continue) pour la carte de commande, la deuxième 12 volts (continue) pour le moteur avec un courant important (puissant) et la troisième 220 volts (alternative) pour la résistance chauffante qui est commandé par un relais.

Ce schéma représente l'alimentation du moteur et de la carte commande, il est constitué d'une entrée de 220 volts alternative branché à un transformateur abaisseur qui donne à sa sortie 12 volts (alternative) et ensuite à un redressement double alternance assuré par le pont de diode et un filtrage avec condensateur polarisé et après à un régulateur de tension à condition que la tension à sa sortie soit inférieure à celle de l'entrée et en finisse par un condensateur non polarisé qui améliore le temps de réponse du régulateur et on peut ajouter un condensateur entre le condensateur polarisé et le régulateur de tension s'ils sont éloignés (5 à 10 cm).

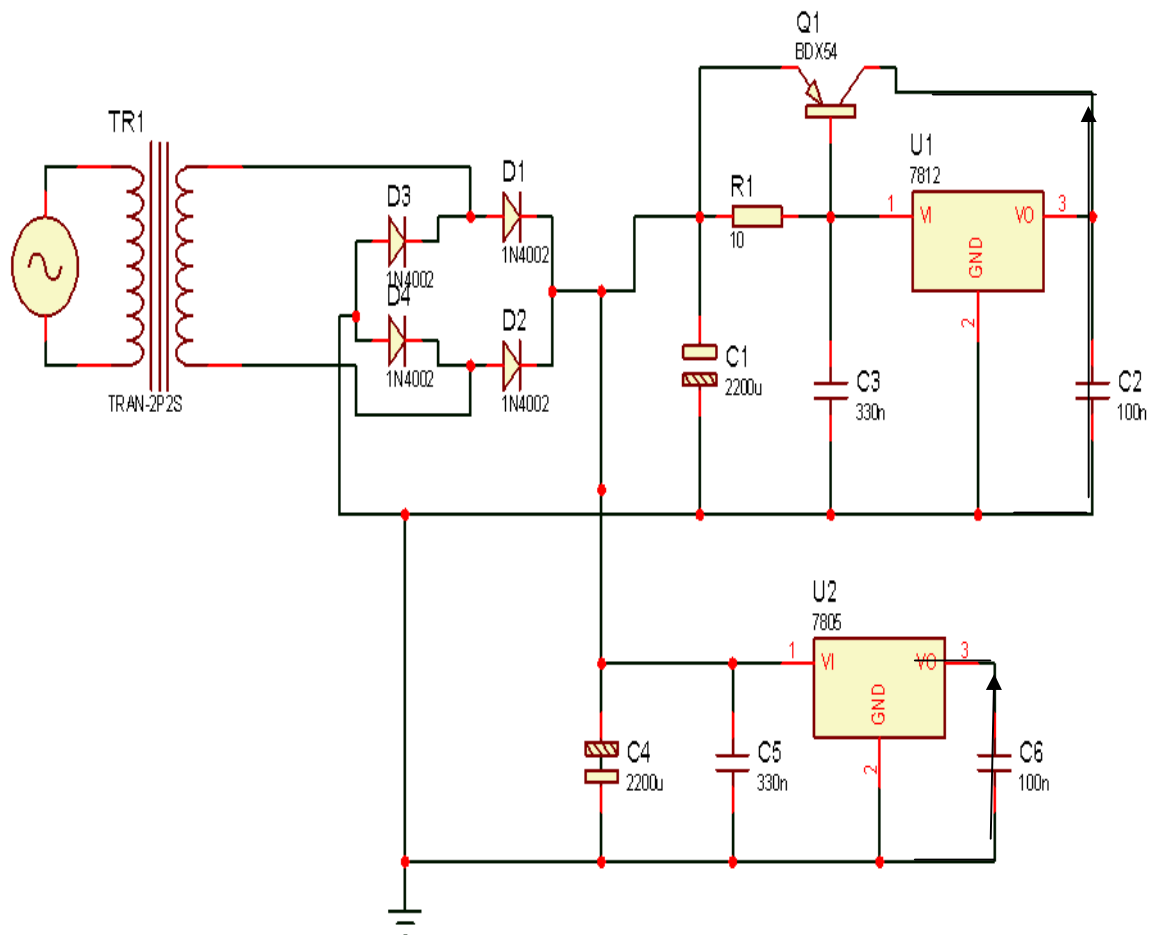


Figure.20.Schéma électrique d'une alimentation

III.1 Introduction :

La gestion des fonctions de notre agitateur magnétique sont gérées par la programmation du microcontrôleur PIC16F877A qu'est l'unité centrale de l'appareil. Ces fonctions sont représentées par des organigrammes suivants.

Nous commencerons par des représentations des variables et des constantes.

III.2. Les variables et les constantes :

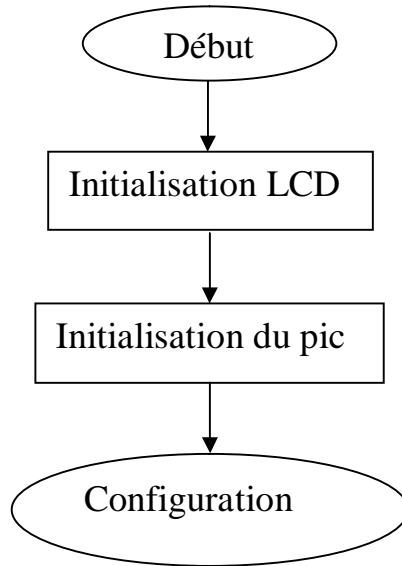
- Variable 01 (**int t_v**): incrémentation et décrémentation de la vitesse si **int t_v** est vrai sinon incrémentation et décrémentation de la température.
- Variable 02(**int mode**) : indiqué le mode de mise en marche si **int mode** est vrais sinon indiqué le mode de mise en configuration.
- Variable 03 (**float calcul**) : variable temporaire de calcul
- Variable 04 (**int16 rapport**) : rapport cyclique de la PWM.
- Variable 05 (**unsigned int16 temp_p**): temperature programmer.
- Variable 06 (**unsigned int16 temp_m**): temperature measure.
- Variable 07 (**unsigned int16 vitesse_p**): vitesse programmée.
- Variable 08 (**unsigned int16 vitesse_m**): vitesse mesurée.
- Variable 09(**unsigned int16 adc_1**) : la valeur numérisée sur le cannal_1
- Variable 10(**unsigned int16 adc_2**) : la valeur numérisée sur le cannal_2

- Constante 01 (**bouton poussoir1**) : relier au port B.3 et sa fonction est choisi le mode (mise en marche ou configuration).
- Constante 02 (**bouton poussoir2**) : relier au port B.4 et sa fonction est choisi la ligne de l'écran de l'afficheur.
- Constante 03 (**bouton poussoir3**) : relier au port B.5 et sa fonction est incrémenté le compteur de température ou de vitesse.
- Constante 04 (**bouton poussoir4**) : relier au port B.6 et sa fonction est décrémenté le compteur de température ou de vitesse.

III.3. Les organigrammes :

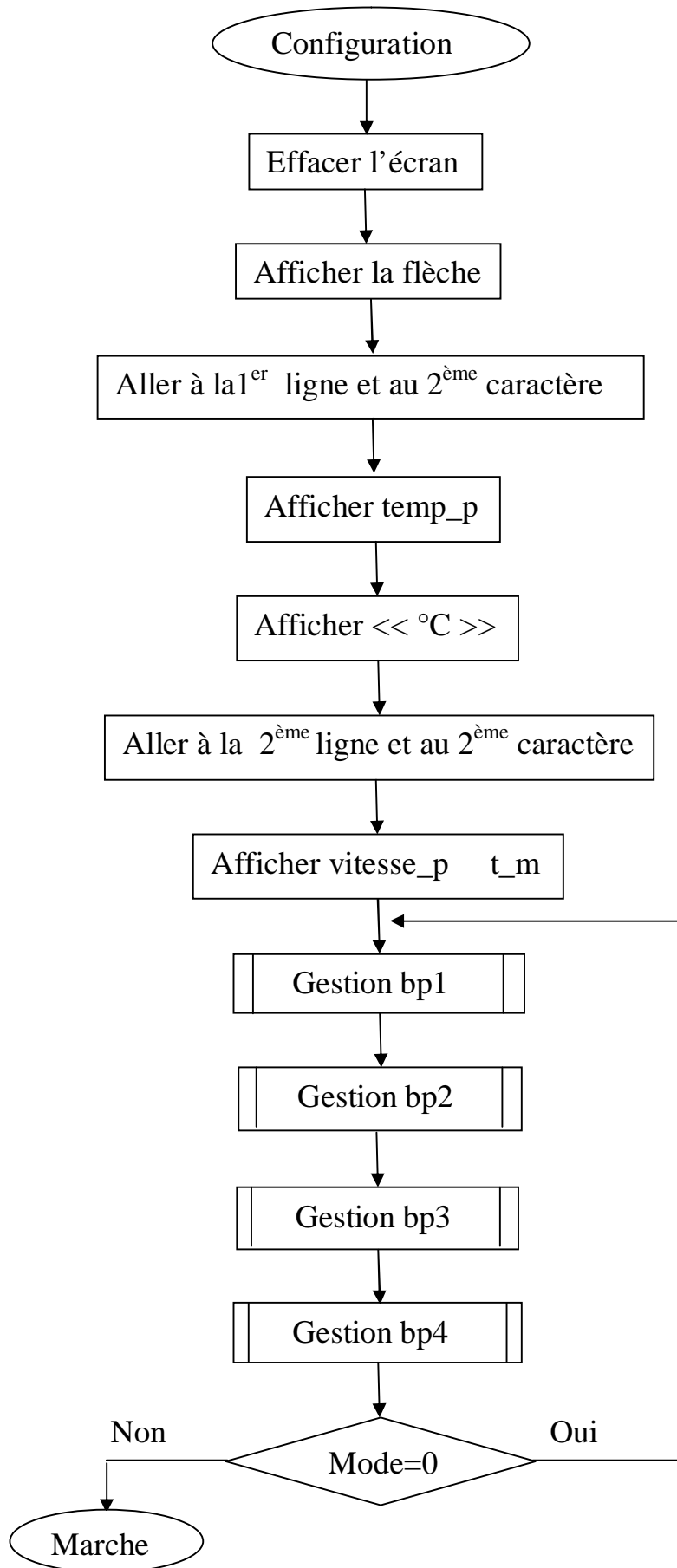
III.3.1. organigramme d'initialisation :

Cet organigramme est géré le programme d'initialisation de l'afficheur LCD et de microcontrôleur PIC16F877A, pour ne pas avoir des erreurs après l'exécution de la suite du programme.



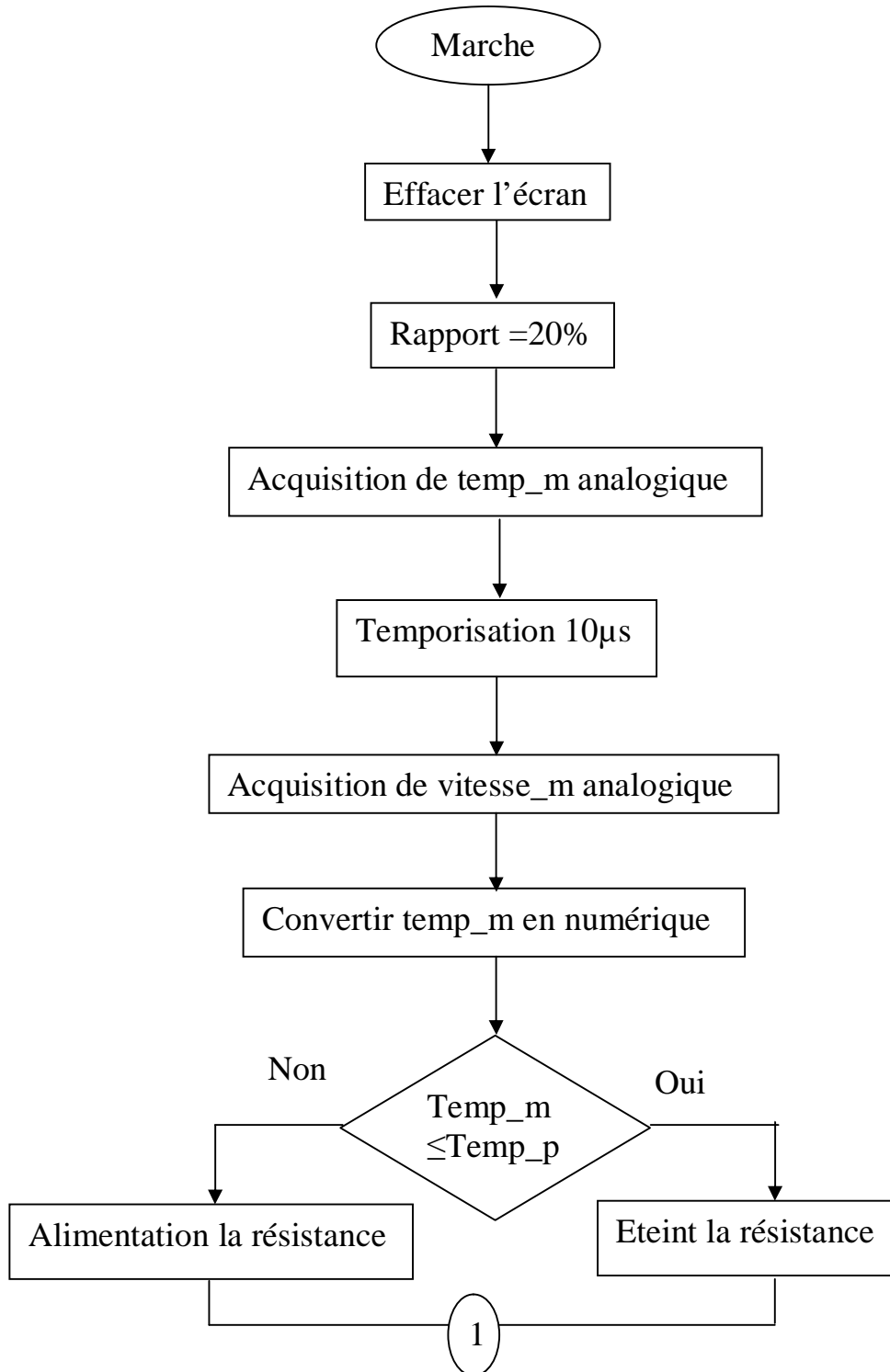
III.3.2. Organigramme de mode configuration :

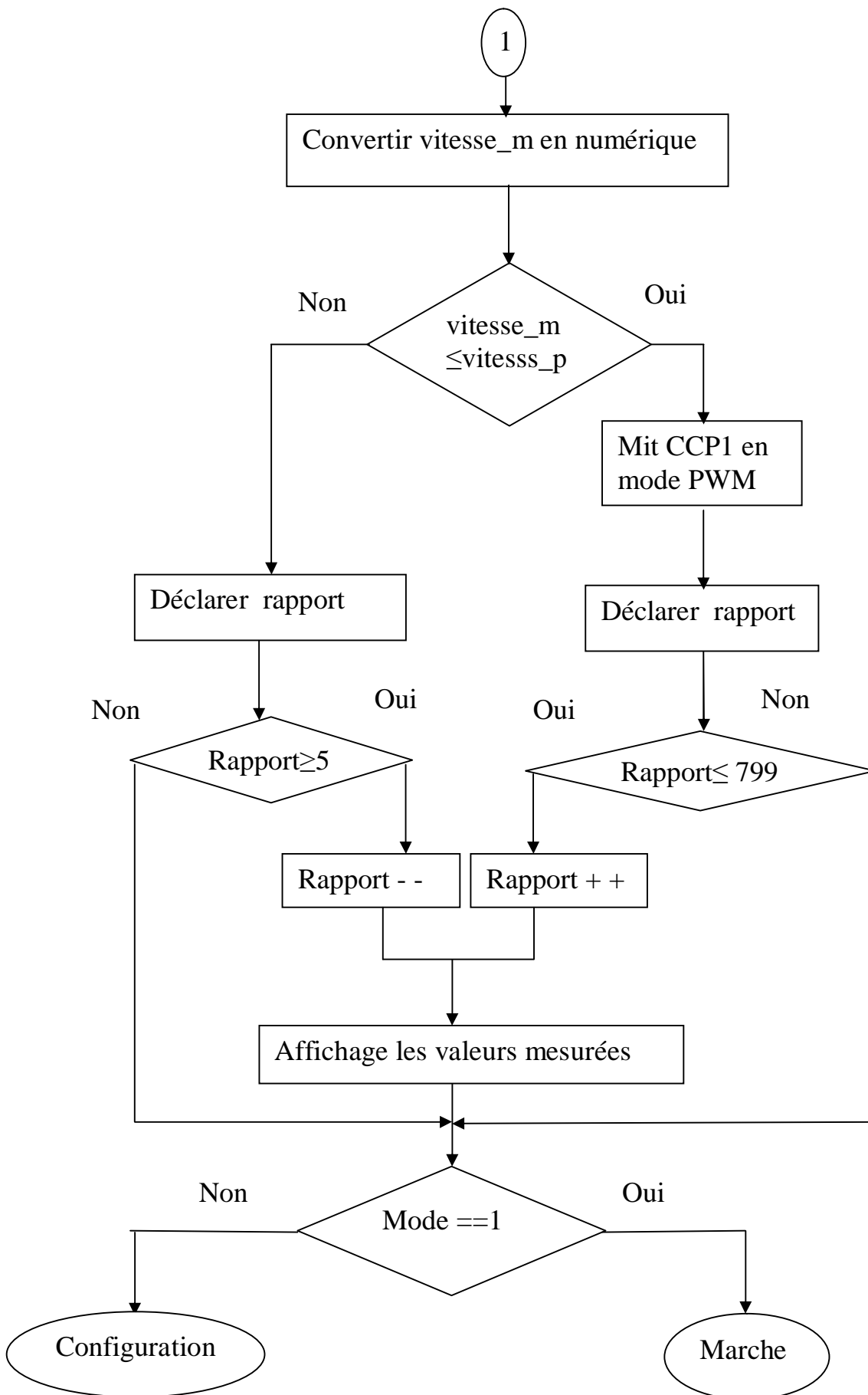
Dans cet organigramme on choisit toutes les valeurs et les caractères à afficher sur l'écran de l'afficheur LCD et de gestion des sous programmes des boutons poussoirs.



III.3.3. Organigramme de mode marche :

Cet organigramme présente une partie importante du fonctionnement de notre appareil. Premièrement, après le démarrage du moteur, le microcontrôleur reçoit le signal à la sortie du capteur qui sera converti en une valeur numérique, selon la valeur de la température la résistance chauffante sera allumée ou éteinte, selon la consigne, la vitesse du moteur est variable.

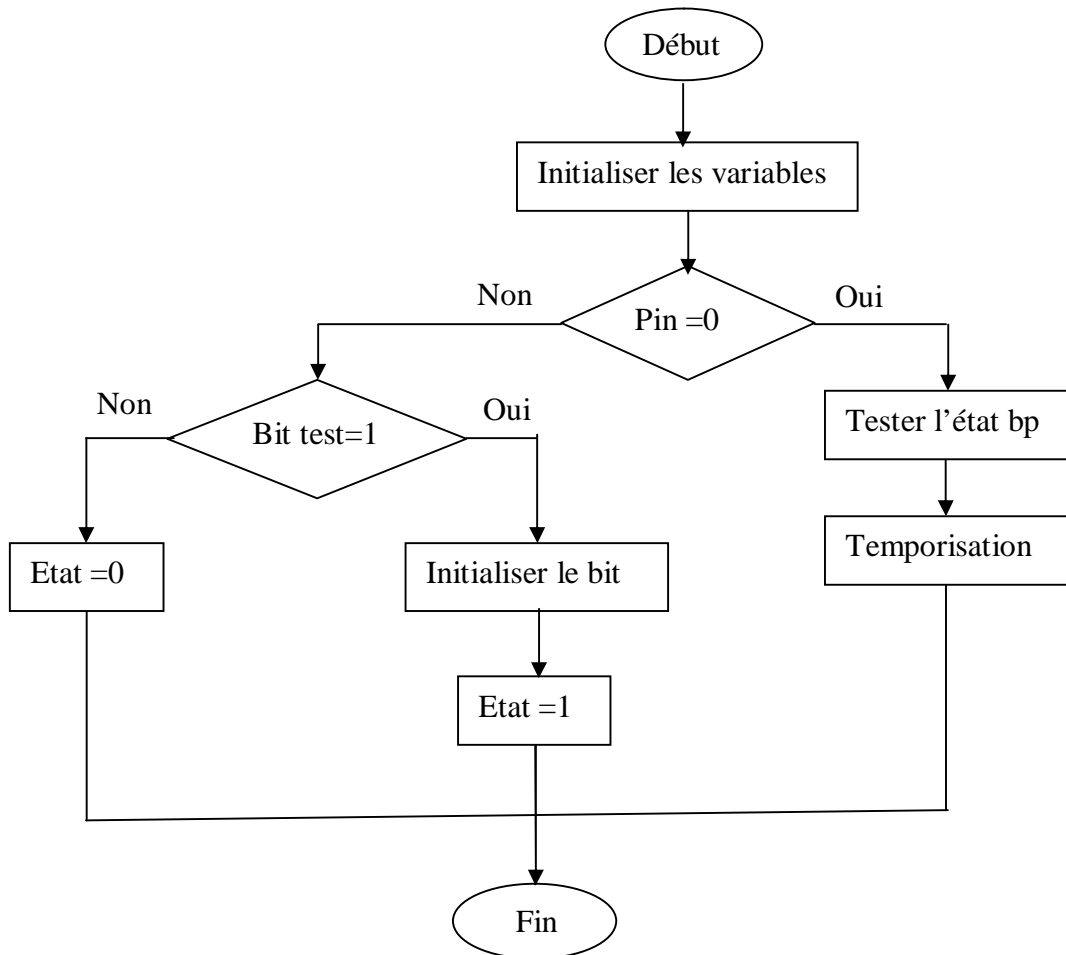




III.3.4. Sous programme clavier :

III.3.4.1. Fonction mode marche :

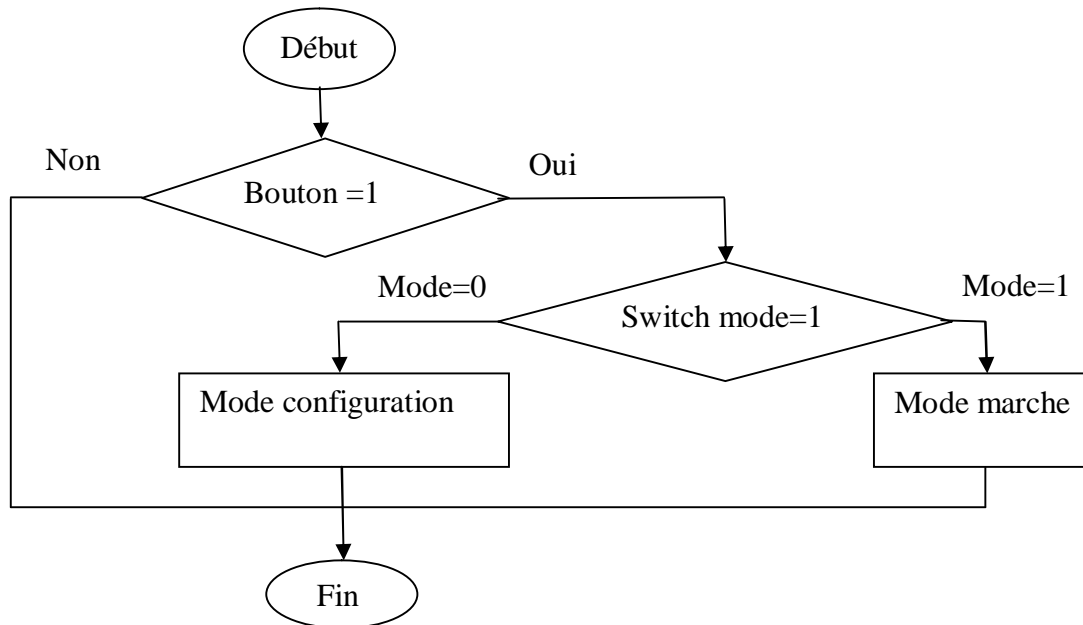
Cette fonction a géré la réalisation du front montant par la gestion de test de la valeur de la patte **pin** et la valeur de bite flag **bit test** et qui retourne un résultat **état** (**état**=1 front montant qui implique, il y a l'appui sinon le contraire) à la fin.



Le clavier est composé de quatre fonctions essentielles :

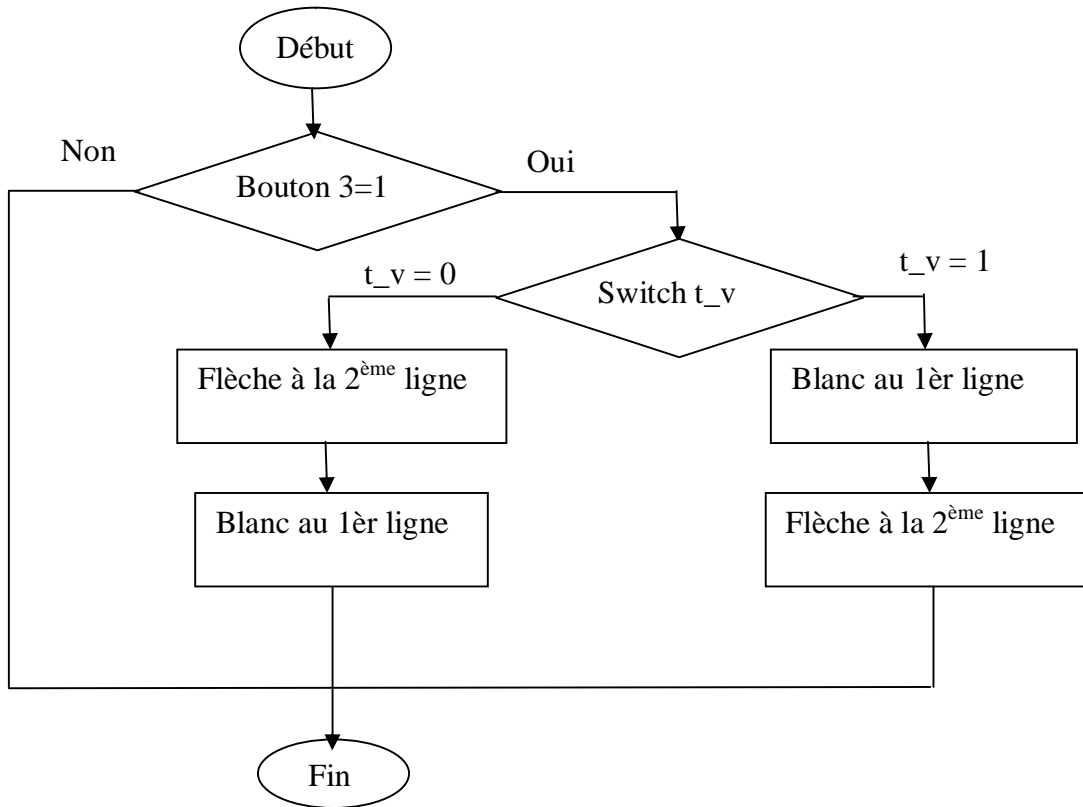
a. Fonction du bouton 1 (pour choisir le mode):

Cette fonction est pour choisir le mode de fonctionnement de l'appareil, soit le mode configuration ou mode marche.



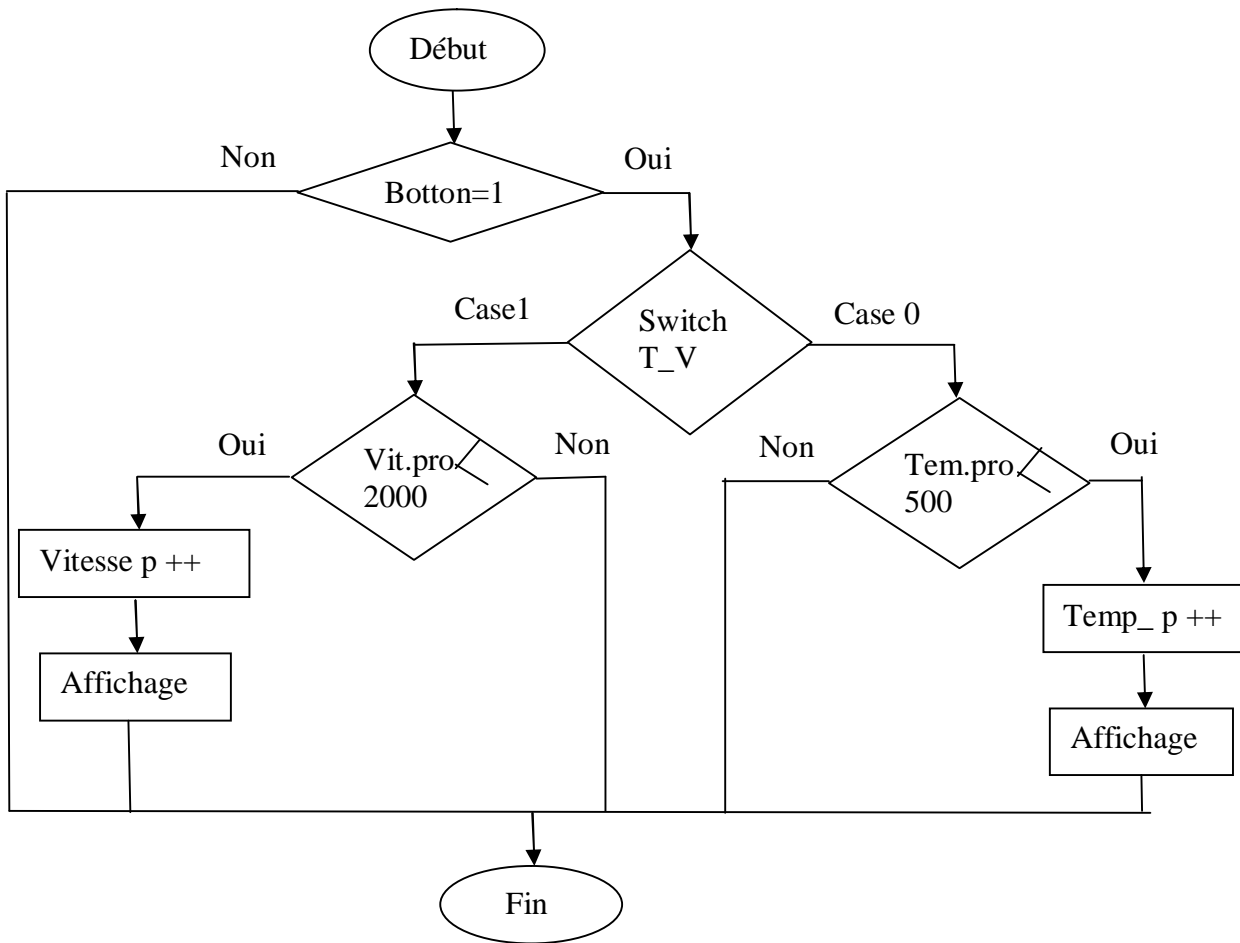
b. Fonction du bouton 2(pour choisir la ligne de l'afficheur) :

Cette fonction est pour choisir la ligne de l'écran de l'afficheur où en configurant les valeurs des compteurs de vitesse de rotation et la valeur de température.



c. Fonction d'incrément et de décrémentation pour bp3 et bp4 :

L'organigramme de ces boutons est le même. On fait le teste de ce bouton après, s'il y a l'appui, on aura deux cas et si dans la première ligne, on varie la consigne de température et si c'est le contraire (dans la deuxième ligne) on varie la consigne de vitesse.



III.4. Ecriture et transfert du programme dans le PIC :

L'écriture du programme pour le PIC se fait dans le compilateur CCS avec langage C, nous écrivons d'abord sous forme littéral, après la compilation, un fichier hexadécimal sera créé automatiquement et en-fin on le transfert vers la mémoire du PIC en utilisant le logiciel ICprog.

III.5. Utilisation du logiciel CCS :

Pour l'écriture de code source du PIC, nous utilisons l'éditeur de texte du logiciel CCS. Ce logiciel que nous utilisons un fichier intégré d'aide à la mise en route (un Wizard) bien pratique. La figure1 donne le premier écran qu'on obtient après le lancement Le logiciel.

En criant un dossier vide où on registre le programme. Après On lance le logiciel et en cliquant sur les boutons « Projet », « PIC Wizard» simultanément ensuite il apparait une fenêtre où le programme se registre (dossier vide).

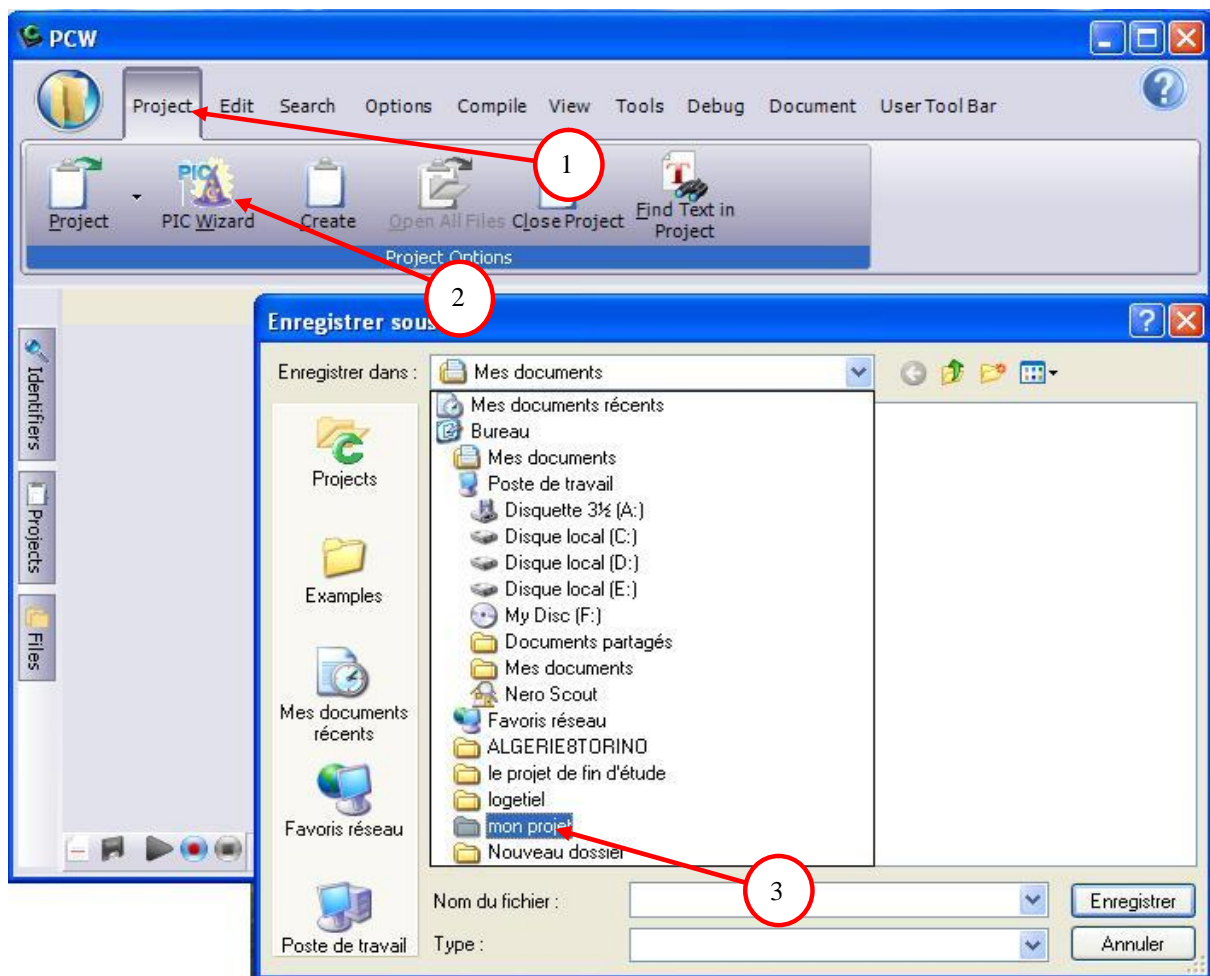


Figure.21. : création et enregistrement le programme

En-suite il apparaîtra une fenêtre qui fait une configuration du PIC par le logiciel qui est constitue de deux parties : l'une (à gauche) pour choisir le bloc à configuration du PIC et l'autre (à droite) comment le configurer, on prend l'exemple de la figure.22.et sélectionnant sur le bouton « OK » après la configuration de tous les blocs qui existent.

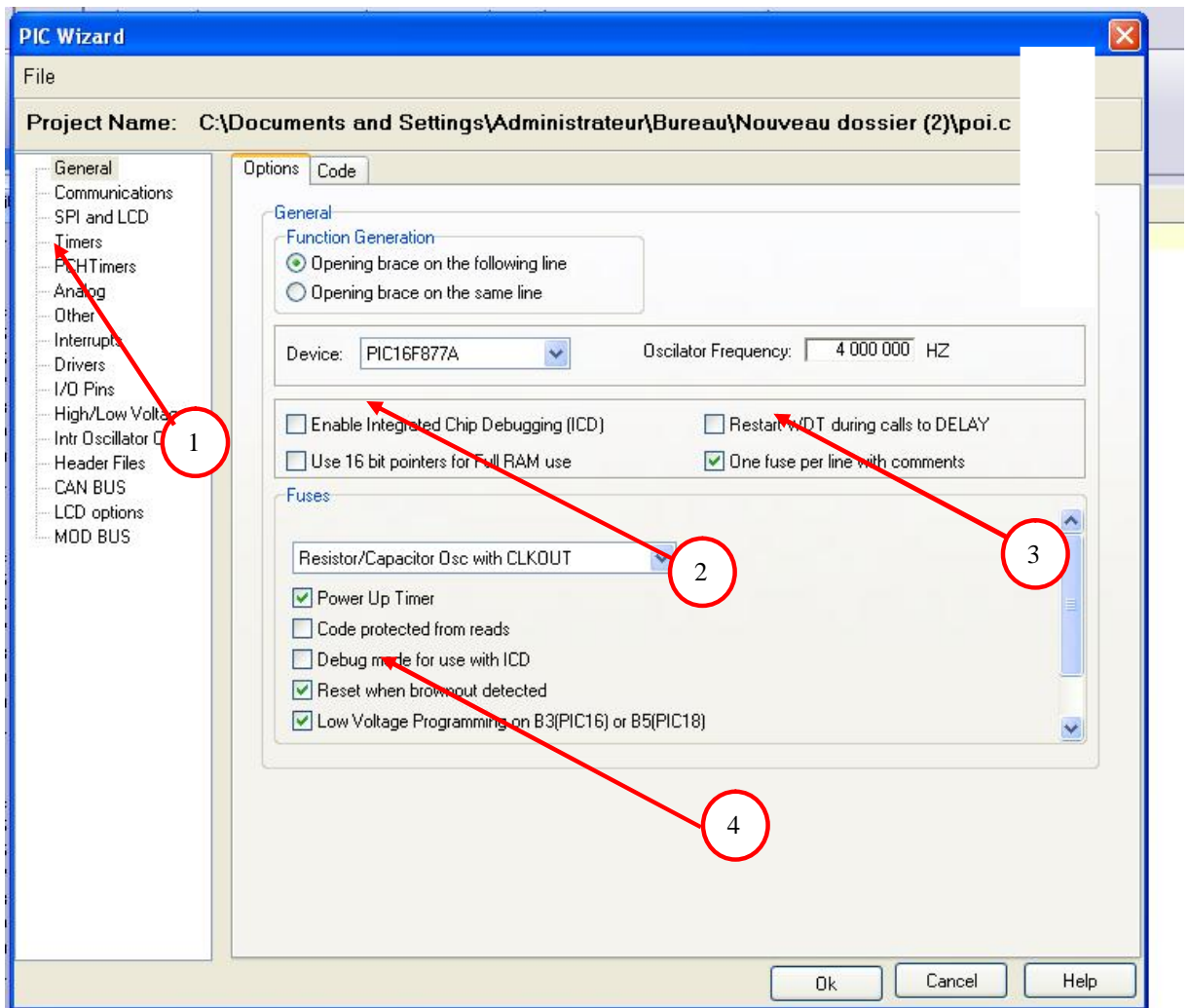


Figure.22. : configuration du PIC par logiciel

Enfin il apparaîtra la dernière fenêtre où en faisant notre programme avec la partie du programme qu'est configuré par logiciel et on finit par la compilation telle qu'elles sont montrées :

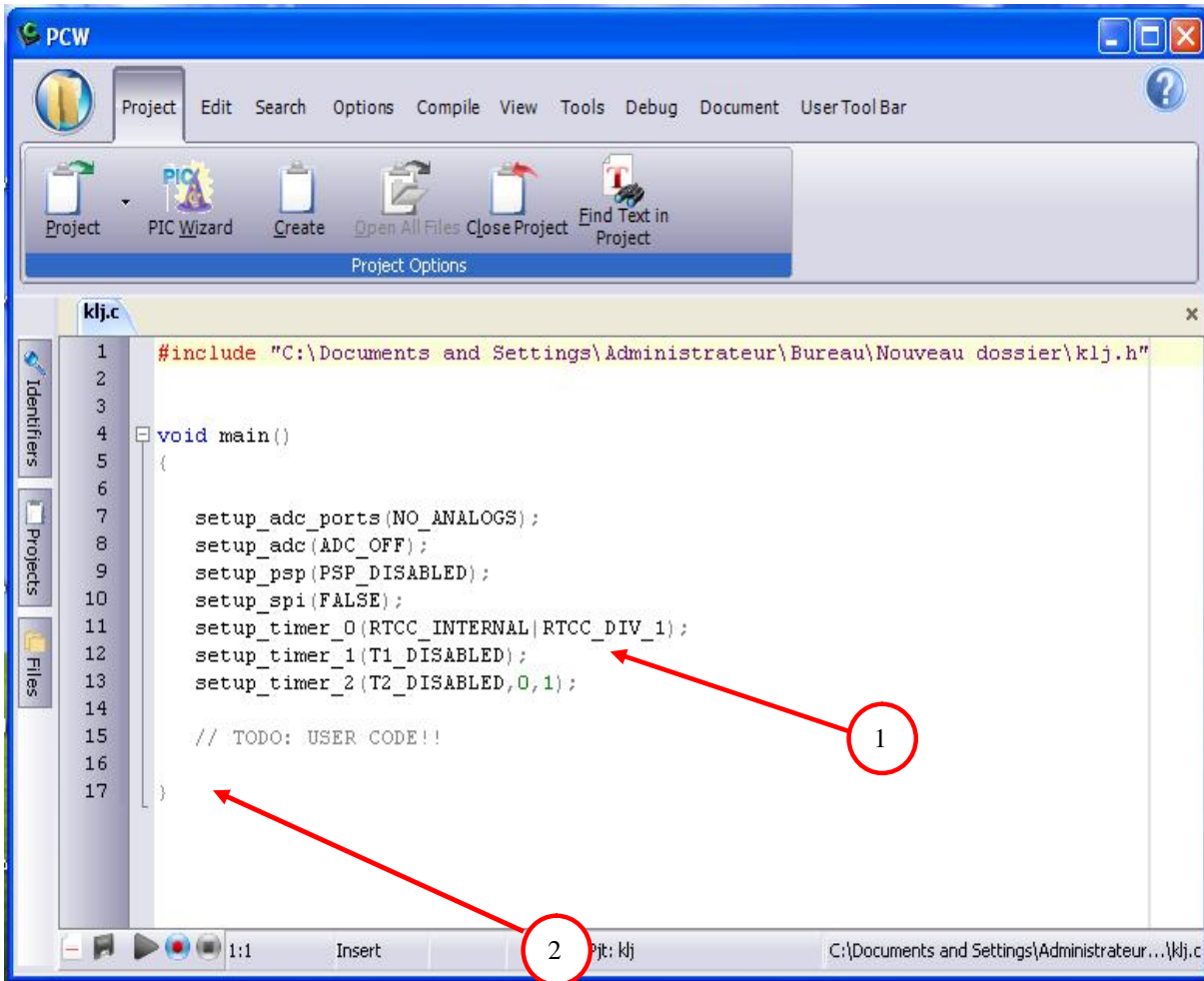


Figure.23. écriture du programme

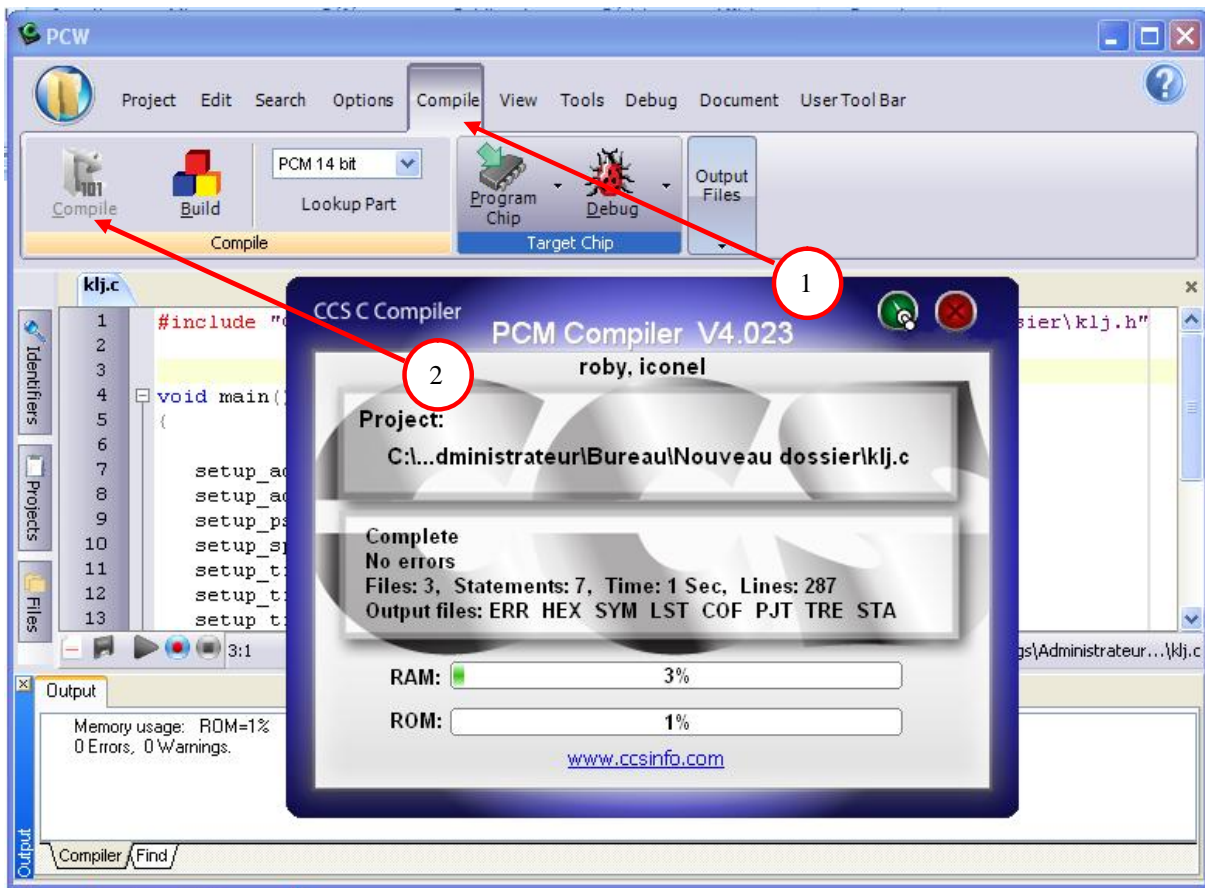
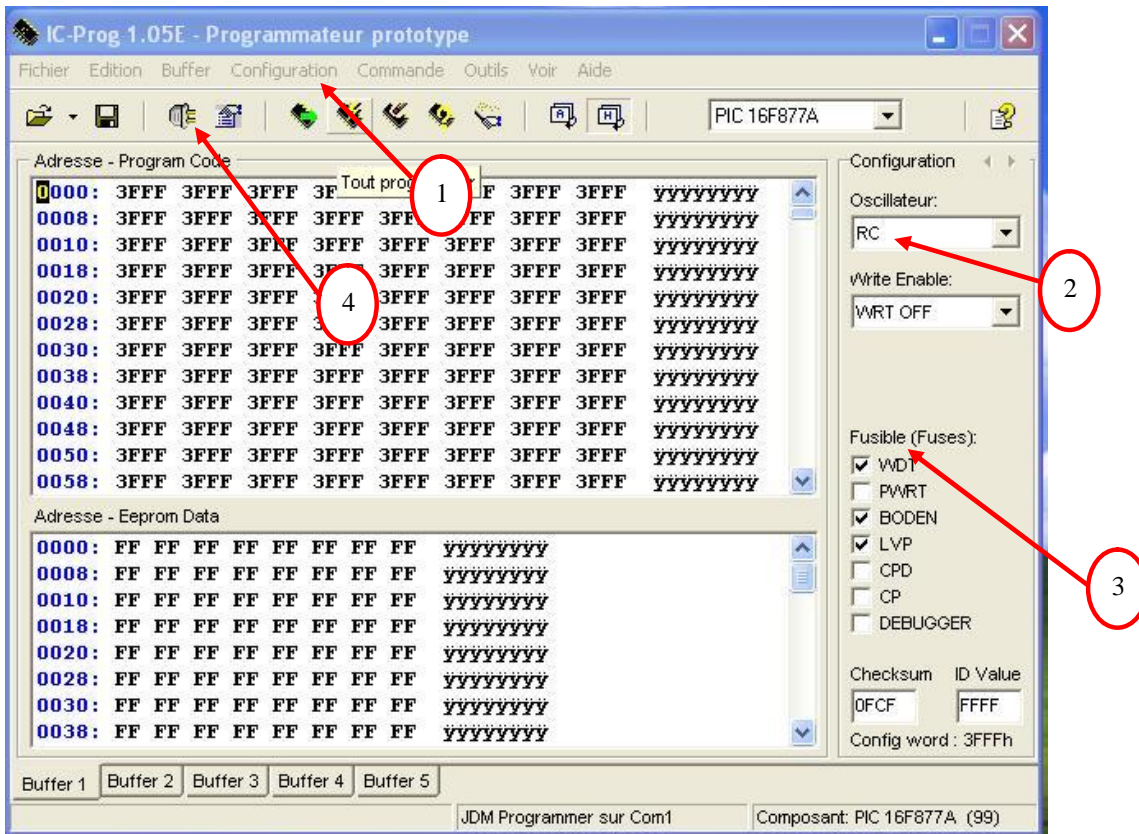


Figure.24. compilation du programme.

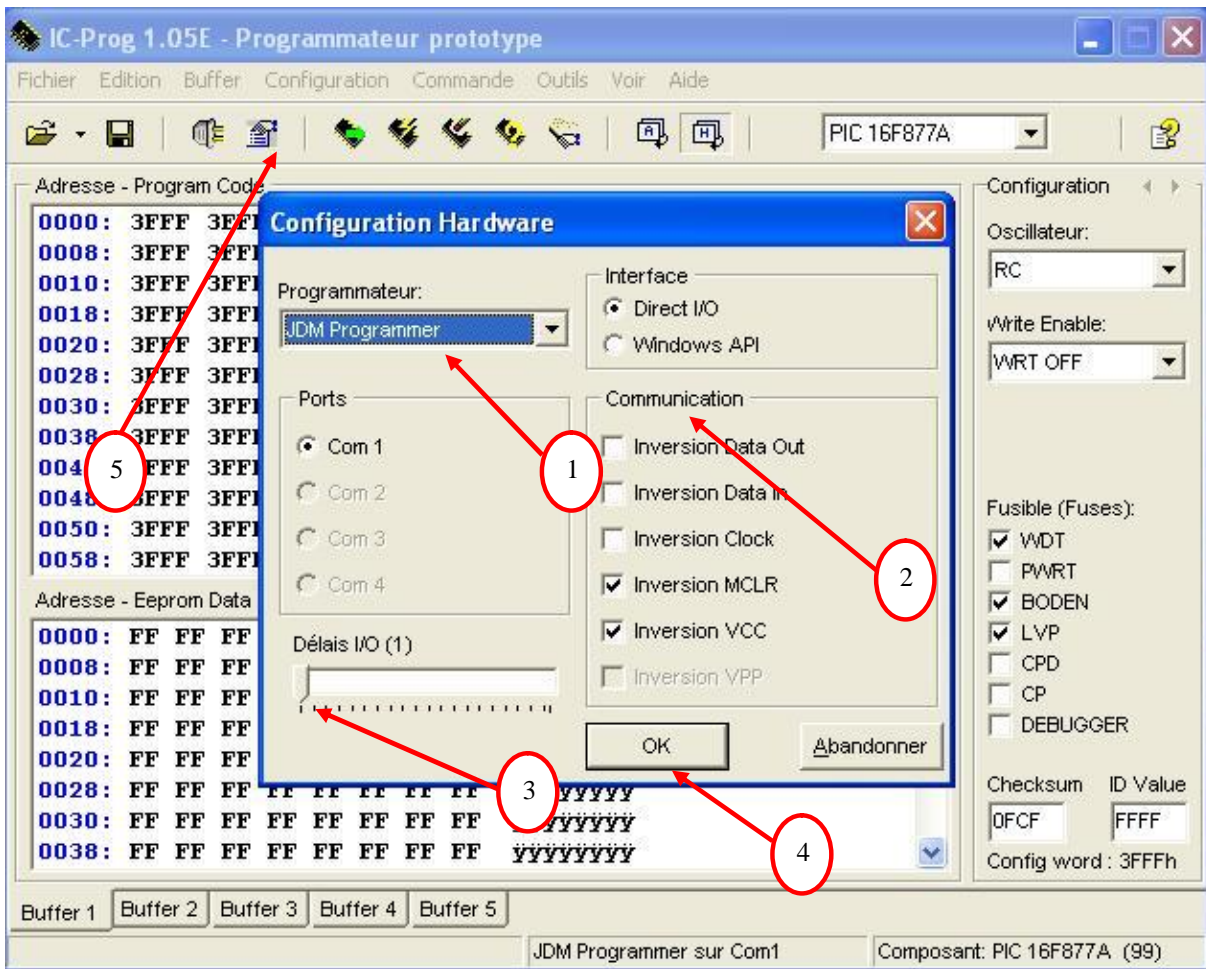
III.6. Utilisation du logiciel ICprog :

Pour transférer le fichier hexadécimal généré précédemment, nous utilisons le logiciel gratuit ICprog. En quelques clics de souris, nous arrivons rapidement à transférer le fichier compilé vers le Pic.

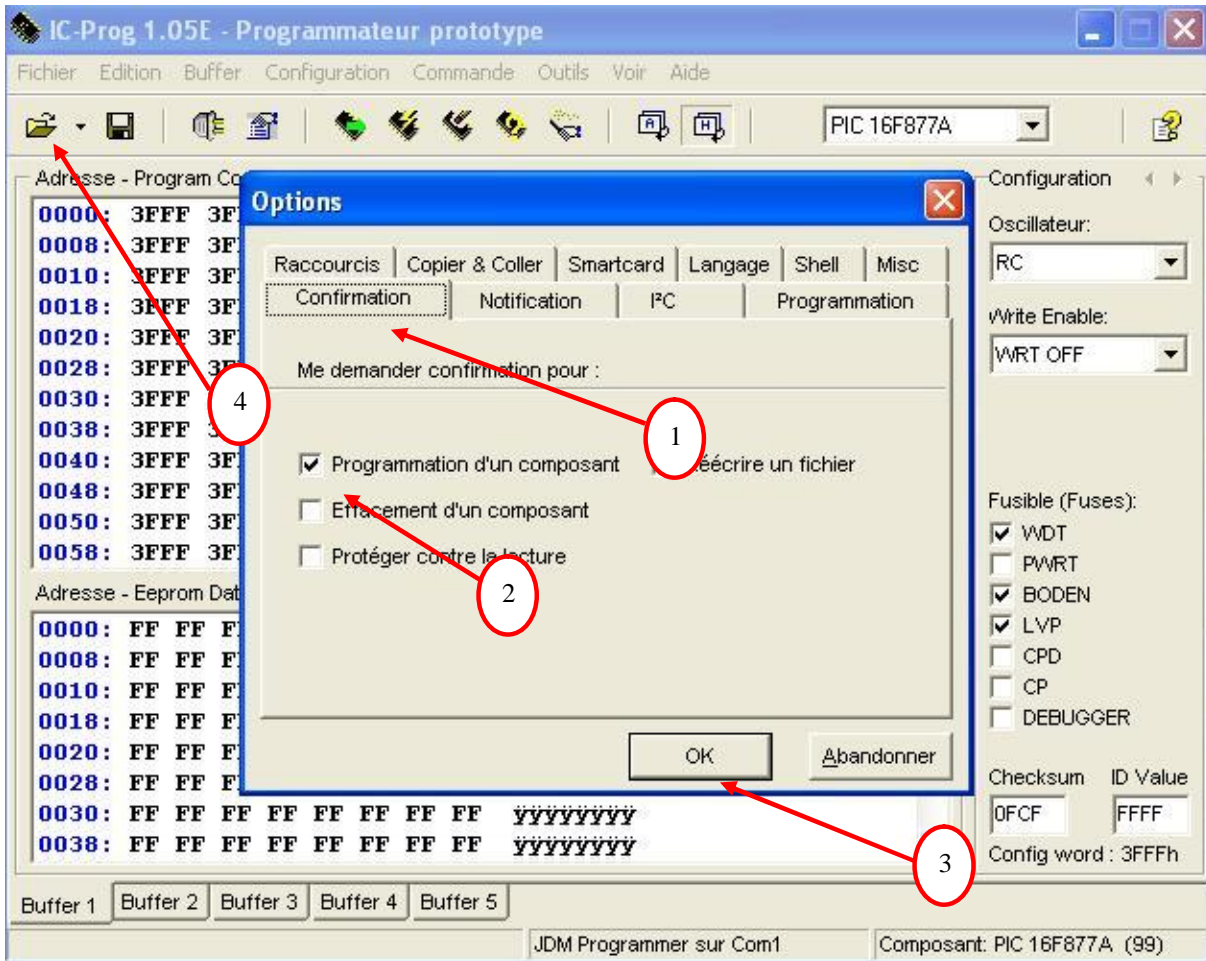
En commençant par cliquer sur « configuration » pour choisir le microcontrôleur, choisir l'oscillateur, configurer les Fuses et cliquer sur le point quatre pour passer à la configuration du Hardware.



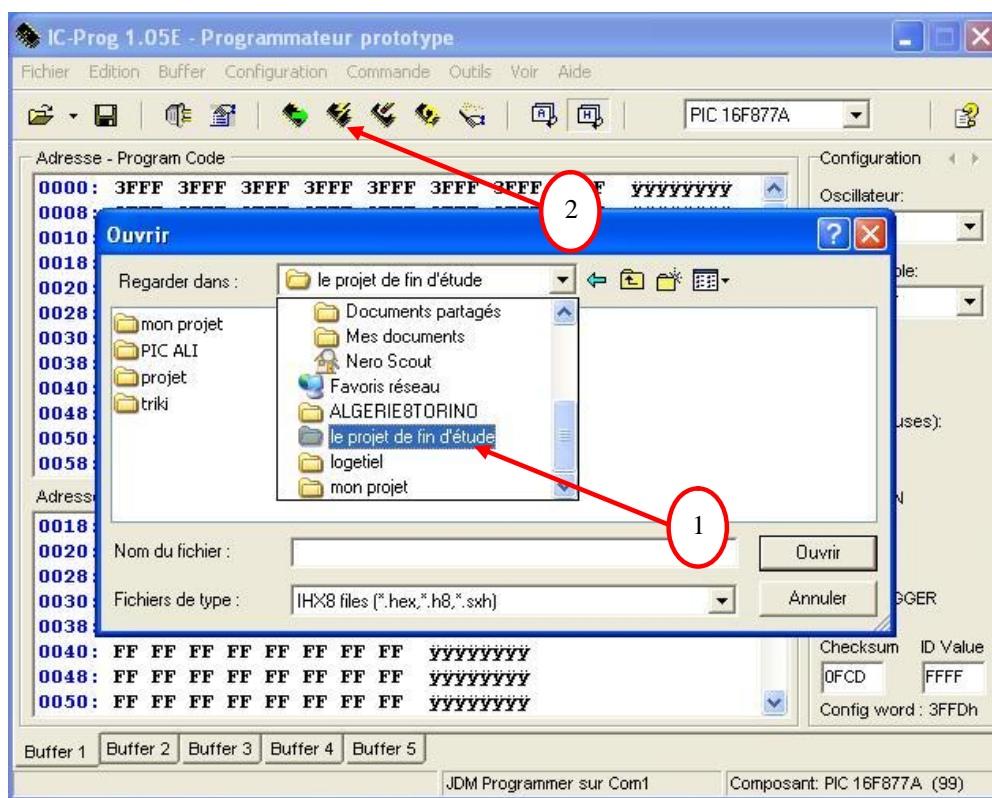
Ensuite la fenêtre suivante apparaît pour choisir le type de programmeur, configurer la communication, réduire au maximum la vitesse de délais I/O puis en cliquant sur le bouton OK et sans oublier de cliquer sur le point cinq pour passer aux options.



Une fois la fenêtre des options est affichée, on peut faire à l'aide de celle-ci le choix des options en cochant des cases correspondantes et on passe à OK, après on charge le fichier hexadécimal par le point quatre.



Et enfin on charge le programme et on appuyé sur le bouton programme et OK.



Chapitre IV: Réalisation Pratique

IV. Réalisation pratique :

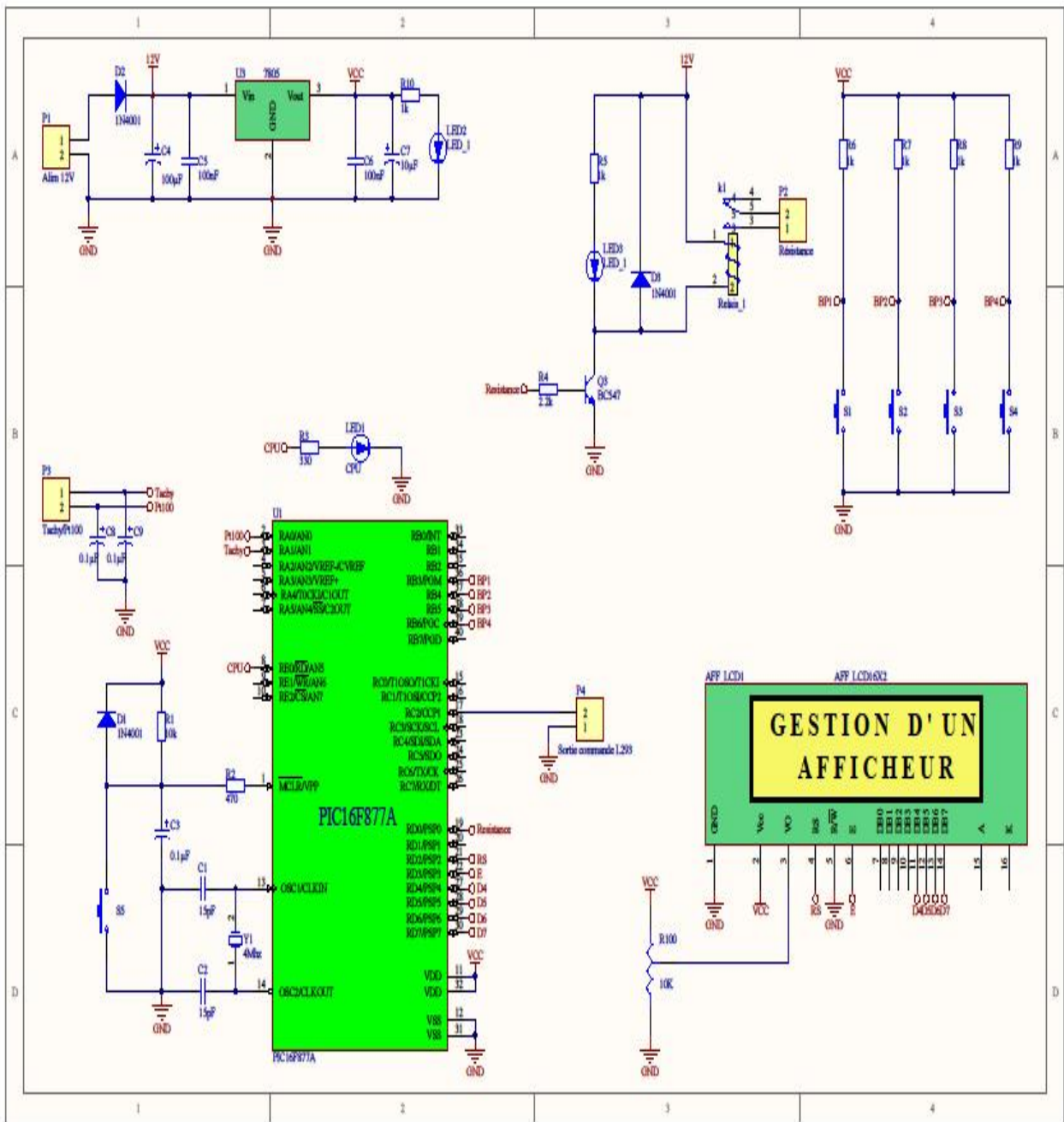
Dans cette partie, nous nous intéressons à la réalisation pratique de notre projet.

IV. 1. Développement de la maquette :

Pour développer la maquette, on est passé par trois étapes essentielles qui sont le développement du schéma électrique du circuit imprimé, l'implantation des composantes et tests pratiques.

IV. 1. 1. Schéma électrique de la carte de commande :

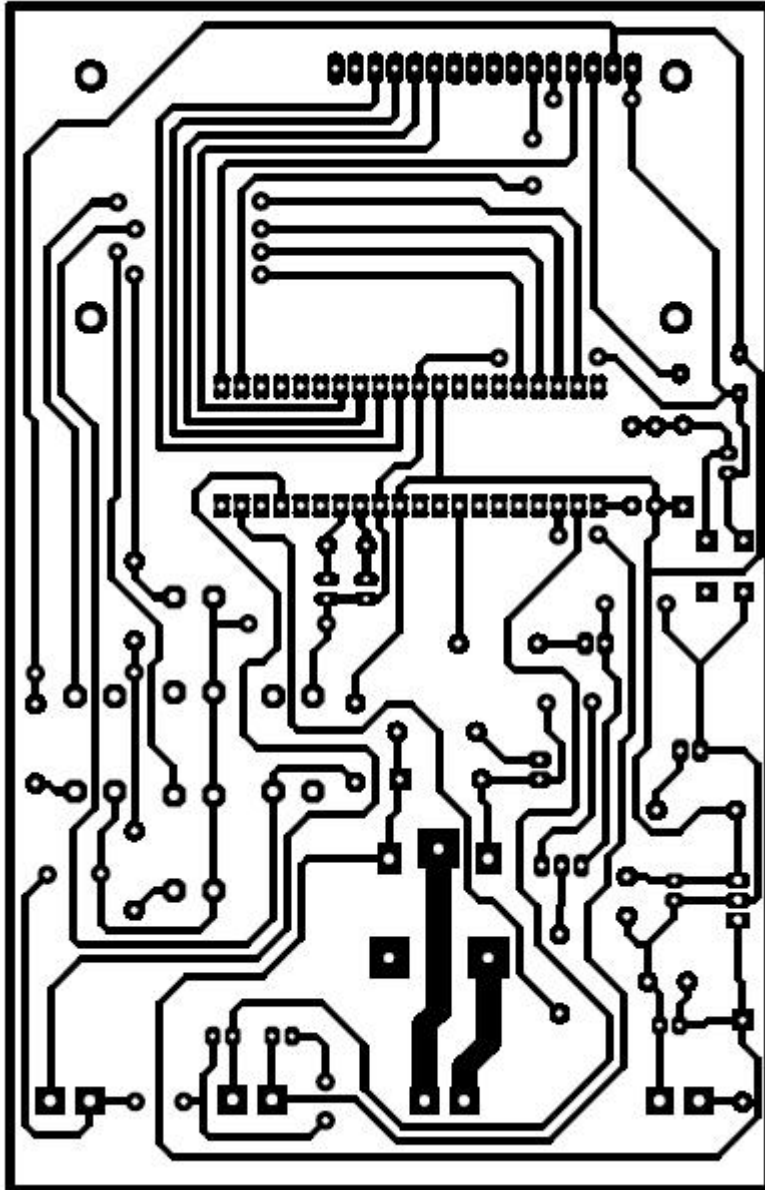
Comme le montre la figure IV.1. Le schéma électrique est la représentation de toutes les composantes utilisées et l'interconnexion entre eux. On distingue dans cette carte de commande l'alimentation, l'afficheur LCD, le PIC16F877A, le relais et le clavier (les boutons poussoirs).



GESTION D'UN
AFFICHEUR

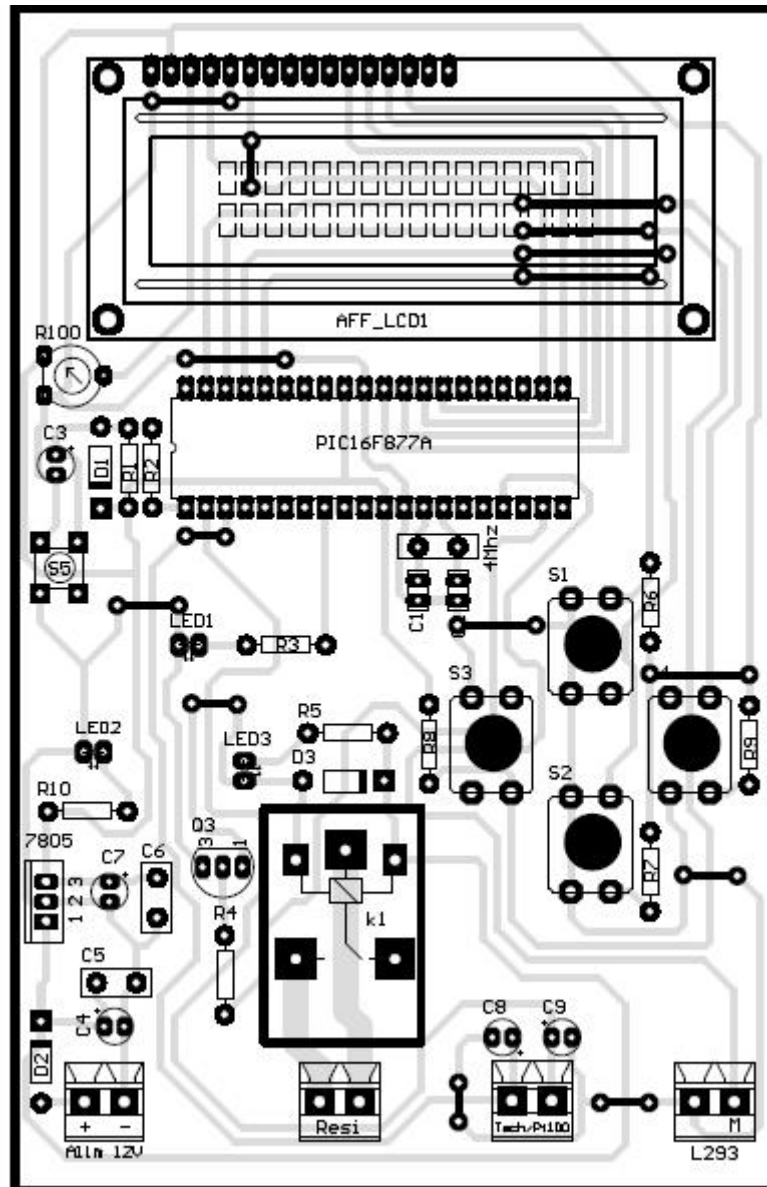
IV.1. 2. Circuit imprimé de la carte de commande:

Le circuit imprimé est présenté à la figure ci-dessous, il est réalisé par le logiciel de routage et de simulation électronique <<ALTINIUM Designer V6, 9>>.



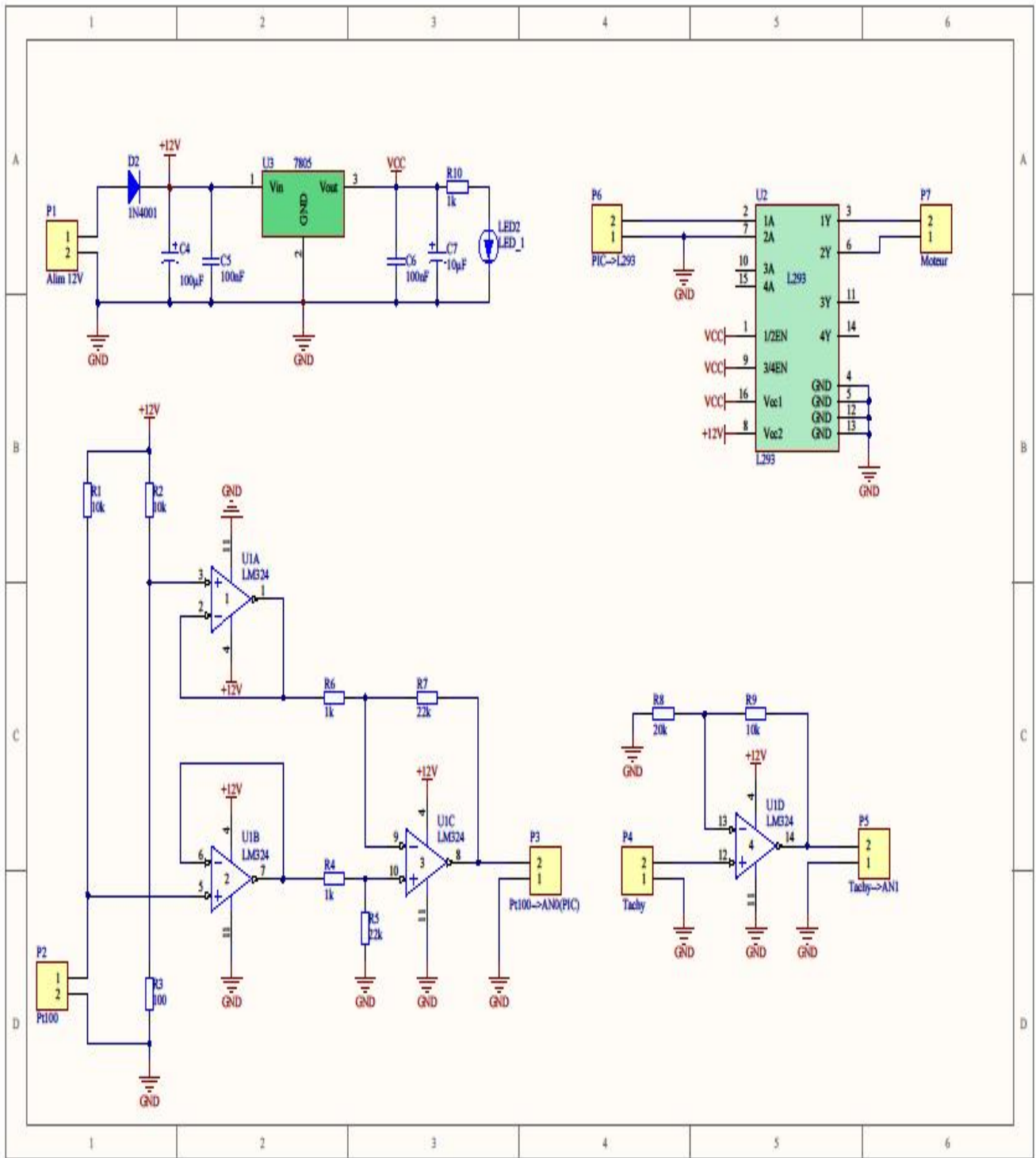
IV.1.3. Implantation des composants de la carte de commande :

Dans cette partie, on fait la présentation des composantes sur la carte dans leur place.



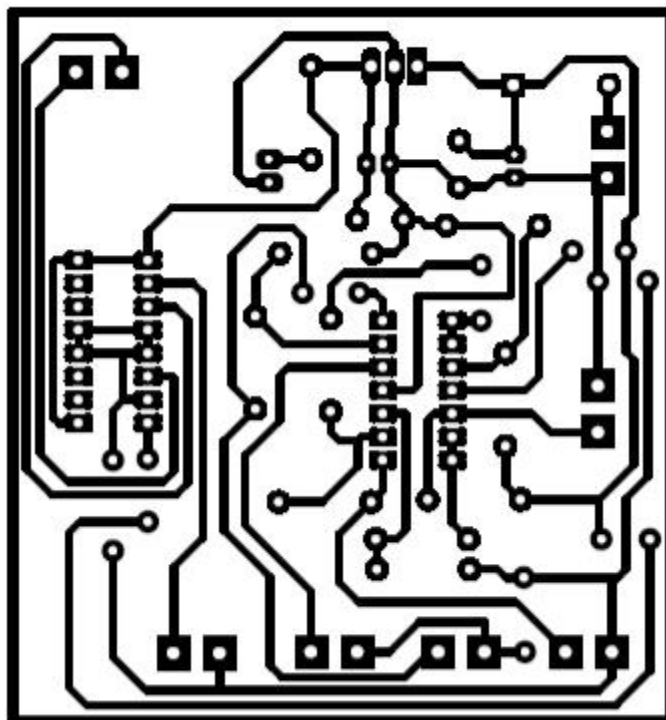
IV. 1. 4. Schéma électrique de la carte de puissance :

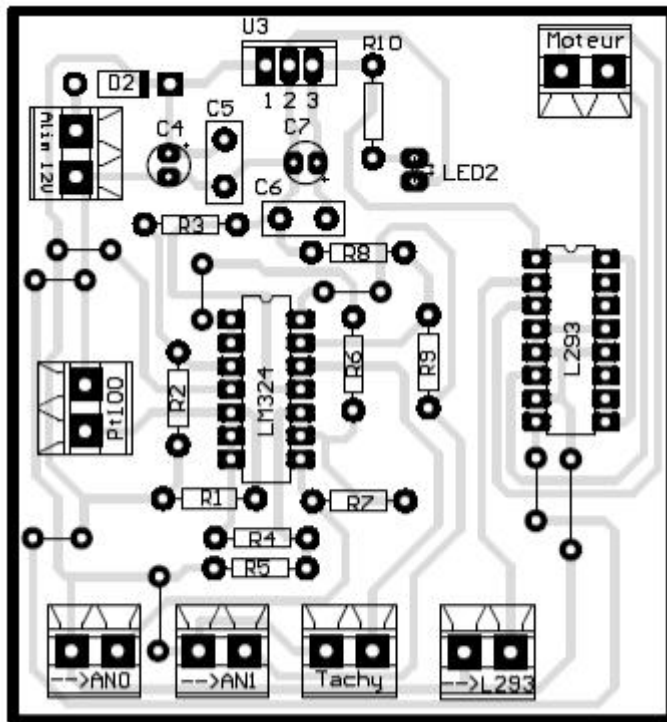
Cette partie est constituée de quatre blocs, le premier est le circuit de conditionnement de la PT100 qui est réalisé par LM324, le deuxième est le circuit de conditionnement du moteur, ensuite nous avons schématisé l'alimentation et le circuit de puissance.



V.1.5. Circuit imprimé de la carte de puissance:

Le circuit imprimé est présenté à la figure ci-dessous, il est réalisé par le logiciel de routage et de simulation électronique <<ALTIUM Designer V6, 9>>.





IV.1.6. Nomenclature des composants :

Les tableaux ci-dessous représentent la désignation des composantes utilisées dans notre travail

Carte de commande :

RESISTANCES		
Quantité	Référence	Valeur
1	R1	10 K
1	R2	470
1	R3	330
1	R4	2.2K
6	R5, R6, R7, R8, R9 et R10	1K
1	R100	10K (ajustable)

CAPACITES		
Quantité	Référence	Valeur
2	C1 et C2	15 PF
3	C3, C8 et C9	0.1µF (polarisé)
1	C4	100µF (polarisé)
2	C5 et C6	100nF
1	C7	10µF (polarisé)

CIRCUITS INTEGRIE		
Quantité	Référence	Valeur

1	U1	PIC16F877A
1	U3	7805(régulateur de tension)
1	Q3	BC547 (transistor)

AUTRE COMPOSANT		
Quantité	Référence	Valeur
1	AFF_LCD1	GDM1602H
1	Quartz	4MHz
4	Connecteur	
3	Diode	1N4001
3	LED	
5	Bouton poussoir	
1	Relais	

- **Carte de puissance :**

RESISTANCES		
Quantité	Référence	Valeur
3	R1, R2 et R9	10K
1	R3	100
3	R4, R6 et R10	1K
2	R5 et R7	22K
1	R8	20K

CAPACITES		
Quantité	Référence	Valeur
1	C4	100 μ F (polarisé)
1	C5 et C6	100 nF
1	C7	10 μ F(polarisé)

CIRCUITS INTEGRIE		
Quantité	Référence	Valeur
1	U1	LM324
1	U2	L293
	U3	7805

AUTRE COMPOSANT		
Quantité	Référence	Valeur
1	LED	
1	Diode	1N4001
7	Connecteur	

IV.1.7. Test pratique :

Après le développement de circuit imprimé de cet appareil, on a fait sur une lab d'essais qui sont donnés des résultats positive, les photos en dessous représente l'agitateur magnétique conçu et réaliser.

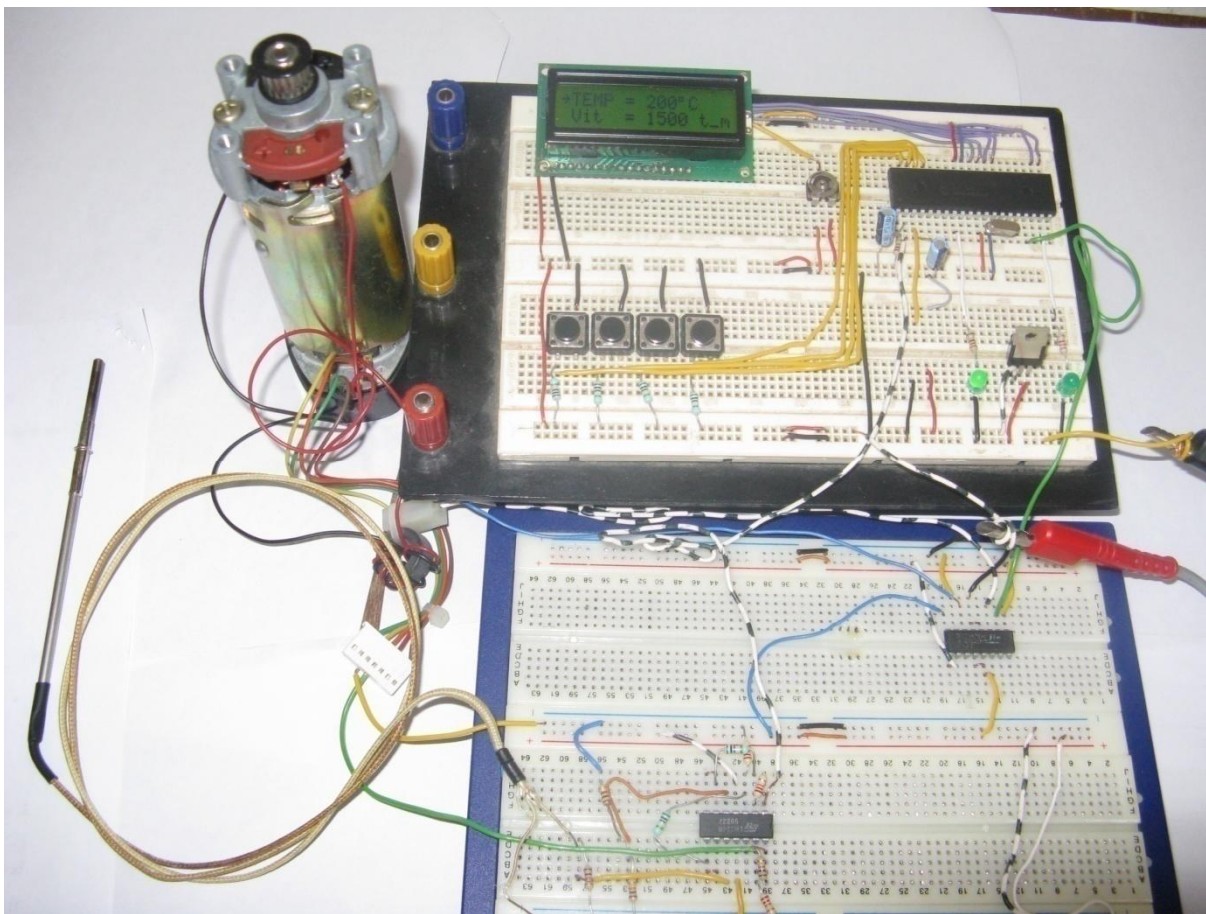


Photo 01 : test sur lab d'essais



Photo 02 : réalisation final du projet.

Conclusion Générale

Au terme de ce travail, nous avons pu réaliser une carte de commande d'un agitateur magnétique autour du microcontrôleur PIC16F877A.

Ce travail nous a permis de mettre en valeur une partie importante des connaissances théoriques que nous avons accumulées pendant toute la durée de nos études. Il nous a permis également d'acquérir une expérience nouvelle dans l'électronique pratique et la programmation des PIC.

Au cours de la réalisation de notre projet, nous avons utilisé des logiciels de conception, simulation et programmation des circuits électroniques. En effet, nous avons utilisé PROTEUS et le CCS pour la simulation du programme, IC-PROG pour la programmation du microcontrôleur, <ALTIUM Designer v6, 9> pour le dessin du circuit électrique, le circuit imprimé et l'implantation des composants et pour la simulation de manière interactive notre projet.

Néanmoins des améliorations peuvent être apportées à notre système comme l'augmentation du nombre de paramètre à acquérir comme la détection du PH et manipulation à distance à travers un bus série par un microordinateur.

Enfin, nous espérons qu'on a été au bout de la tâche qui nous a été confiée et que notre travail puisse servir de support pour les travaux à venir.

Annexes

I. MICROCONTROLEUR

Introduction :

En 1971 INTEL fabrique son premier microprocesseur, le « 4004 », qui intégrait déjà 2300 transistors et fonctionnait avec un bus de données de 4 bits. Depuis, les technologies d'intégration, parallèlement à l'évolution de la rapidité d'exécution et de la puissance de calcul, ont progressé suffisamment pour donner naissance aux Microcontrôleurs.

Facile à mettre en oeuvre et d'une grande souplesse d'emploi, ces derniers réunissent tous les éléments nécessaires à la mise en oeuvre d'un automatisme industriel dans un seul circuit intégré. Il ne reste qu'à les interfacer avec les différents capteurs et pré actionneurs du système à commander.

Grâce à l'arrivée des microcontrôleurs, des cartes qui contenaient des dizaines de circuits intégrés logiques se sont vues réduites à un seul boîtier.

Structure d'un système programmable :

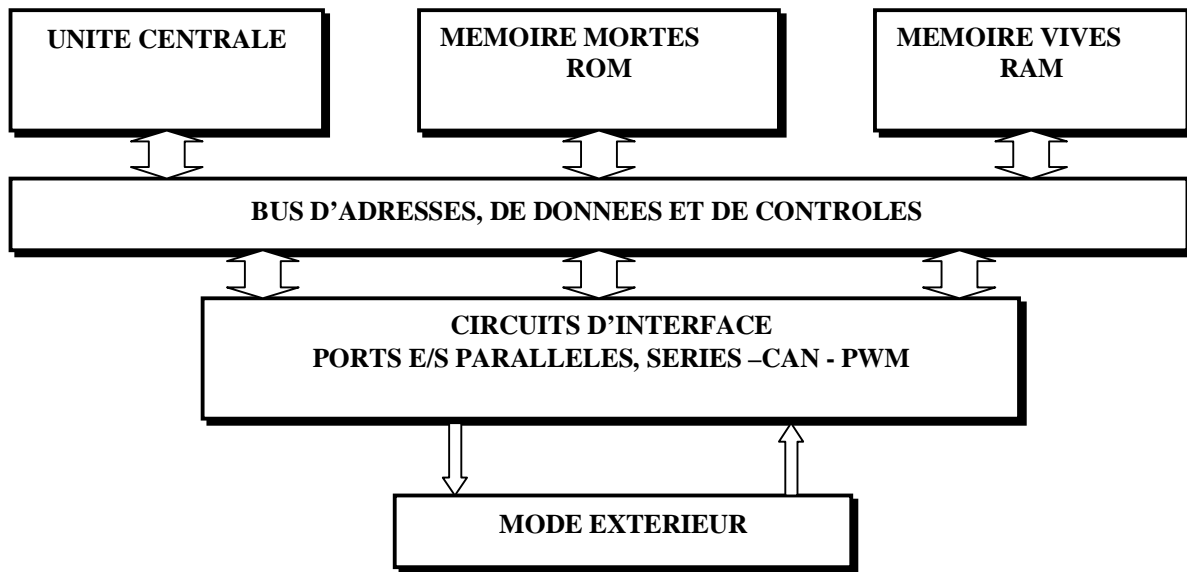
1. Architecture des systèmes à base de microprocesseur :

Pour sa mise en oeuvre, le microprocesseur nécessite un environnement minimum qui est au moins constitué :

- Du processeur lui-même (exécutant les tâches à accomplir)
- Des mémoires mortes ROM (contenant le programme à exécuter)
- Des mémoires vives RAM (stockant les données temporairement)
- Des interfaces avec l'extérieur (clavier, lecteur de carte, écran, ports d'Entrée/Sortie parallèles, séries, ...)

L'ensemble des boîtiers dialogue par des bus (bus de données, d'adresses et de contrôles) qu'il faut implanter sur des circuits imprimés, ce qui représente donc un volume important et un coût élevé.

Schéma fonctionnel :



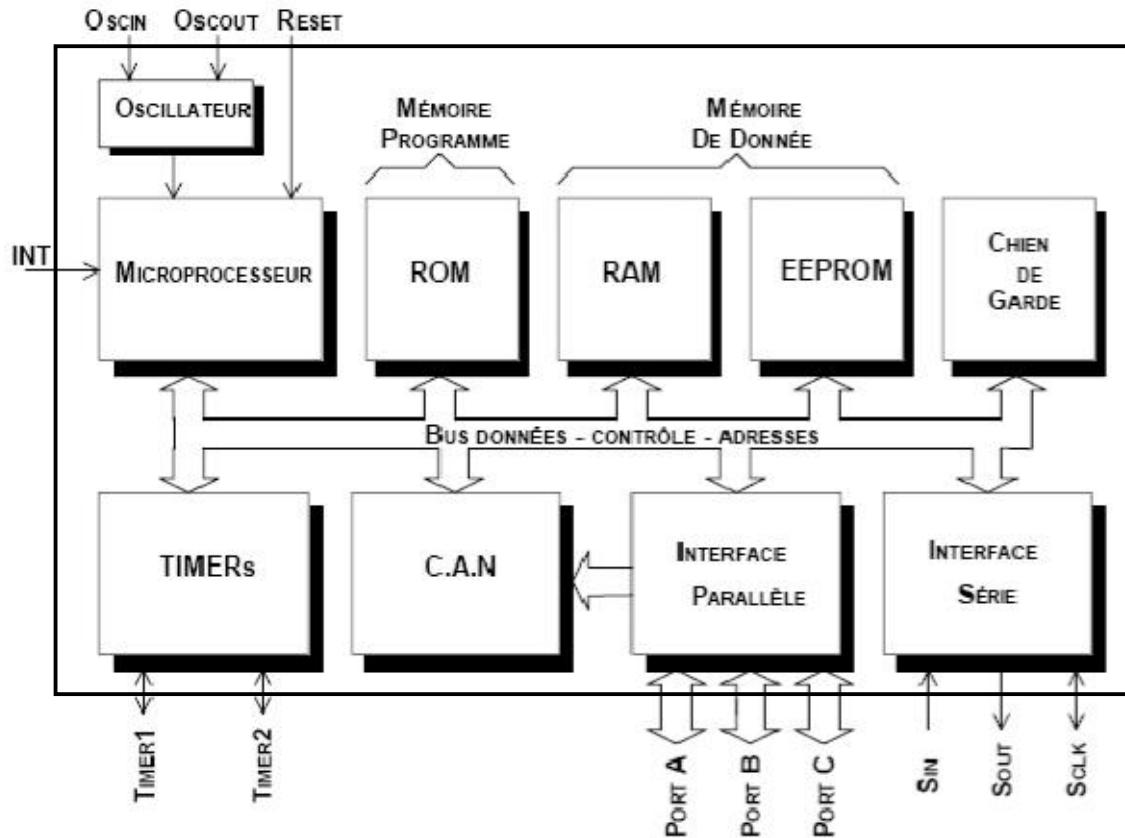
2. Architecture des systèmes à base de microcontrôleur :

Les microcontrôleurs intègrent dans un seul boîtier, en plus de l'ensemble des fonctions de la structure à base de microprocesseur, des timers pour générer ou mesurer des signaux avec une grande précision temporelle, des convertisseurs analogique/numérique pour le traitement des signaux analogiques et un chien de garde (Watch Dog) destiné, sur anomalie de fonctionnement, à relancer le programme automatiquement à son point d'entrée. Ceci leur offre les avantages suivants :

- Un encombrement réduit
- Une simplification du tracé du circuit imprimé (nombre réduit de boîtiers)
- Faible consommation (réalisé en technologie CMOS)
- Augmentation de la fiabilité du système
- Coût réduit

Les microcontrôleurs sont utilisés dans de nombreux équipements que nous côtoyons tous les jours (four micro-onde, téléphone portable, perceuse électronique, imprimante etc.) car leurs coûts sont extrêmement faibles.

Schéma fonctionnel :



Le schéma fonctionnel ci-dessus représente une architecture de “Von Neumann” (Commune à la plupart des microprocesseurs) où la mémoire programme partage le même bus que la mémoire de donnée. L’architecture de “Harvard” dispose d’un bus distincts pour les données et pour le programme.

Choix d’un microcontrôleur

Il existe plusieurs microcontrôleurs fabriqués par Microchip, Intel, Motorola, Hitachi, Nec, TexasInstruments etc.

Le choix d'un modèle dépend essentiellement de l'application :

- Nombre d'entrées/sorties Tout Ou Rien.
- Liaison d'entrée/sortie série et/ou parallèles.
- Conversion analogique numérique et numérique analogique (*CAN*, *CNA*).
- Mémoire RAM, ROM, FLASH, EEPROM, leurs tailles.
- Nombre d'instructions (*RISC* : à jeu d'instructions réduit, *CISC* : à jeu d'instructions étendu).
- Vitesse de l'horloge. Temps d'exécution d'une instruction (*MIPS* : Millions d'Instructions Par Seconde).
- Bus de données 8 bits/16 bits.

- Type de boîtier (*DIL, DIP, SOIC,...*).

Puis, on se posera des questions au sujet de l'aide au développement:

- Les logiciels de programmation (Assembleur, C etc.).
- Les émulateurs pour la mise au point des applications.
- Les évolutions prévisibles du composant, son prix, les sources.

Pour répondre à ces questions les constructeurs ont développé non pas des microcontrôleurs isolés mais des familles de microcontrôleurs.

Les microcontrôleurs de la même famille ont :

- Une unité centrale commune.
- Une architecture commune plus ou moins variée.
- Les mêmes outils de programmation et de développement.
- Différents types de circuits périphériques intégrés.

Exemple la sous-famille **PIC® 16f87x** de Microchip :

PIC®	FLASH	RAM	EEPROM	I/O	A/D	PORT//	PORT série
16F870	2K	128	64	22	5	NON	USART
16F871	2K	128	64	33	8	PSP	USART
16F872	2K	128	64	22	5	NON	MSSP
16F873	4K	192	128	22	5	NON	USART/MSSP
16F874	4K	192	128	33	8	PSP	USART/MSSP
16F876	8K	368	256	22	5	NON	USART/MSSP
16F877	8K	368	256	33	8	PSP	USART/MSSP

La sous-famille **PIC®18FXX2** de Microchip :

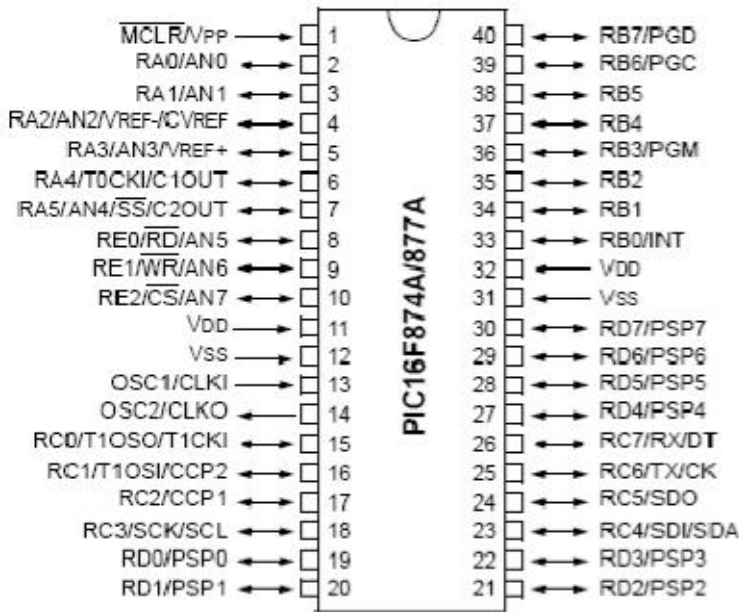
PIC®	FLASH (octets)	Mots de Programme	RAM (octets)	EEPROM (octets)
18F242	16K	8192	768	256
18F252	32K	16384	1536	256
18F442	16K	8192	768	256
18F452	32K	16384	1536	256

Caractéristiques de la sous-famille 16F87X :

- Programmable sur site ICSP (In Circuit Serial Programming).
- Débuggable sur site ICD.
- Fréquence de fonctionnement élevée, jusqu'à 20 Mhz.
- Une mémoire vive de 192 à 368 octets.
- Une mémoire EEPROM pour sauver des paramètres de 128 à 256 octets.
- Une mémoire morte de type FLASH de 4 Kmots à 8 Kmots (1mot = 14 bits).
- Chien de garde WDT.
- Surveillance d'horloge OST.
- Surveillance de tension d'alimentation BOR.
- De 21 à 32 Entrées et sorties suivant le type de microcontrôleur.
- Chaque sortie peut sortir un courant maximum de 25mA.
- 3 Temporisateurs : TIMER0 (8 bits avec pré diviseur), TIMER1 (16 bits avec pré diviseur avec possibilité d'utiliser une horloge externe réseau RC ou QUARTZ) et TIMER2 (8 bits avec pré diviseur et post diviseur)
- 2 entrées de captures et de comparaison avec PWM (Modulation de largeur d'impulsions).
- Convertisseur analogique numérique 10 bits avec de 5 à 8 entrées multiplexées maximum.
- Une interface de communication série asynchrone et synchrone. (USART/SCI).
- Une interface de communication série synchrone. (SSP/SPI et I2C).
- Plusieurs modes de fonctionnement faible consommation.
- Une seule tension d'alimentation 2 ou 5V.
- Conservation des informations en mémoire vive jusqu'à 1.5V.
- Faible consommation :
 - <2mA à 5V pour Fquartz=4Mhz.
 - 20µA à 3V pour Fquartz à 32Khz.
 - <1µA pour en mode sommeil.

Présentation du PIC®16F877A :

40-Pin PDIP



**Brochage du
PIC®16F877A**

La famille des **PIC®**s est subdivisée en trois grandes familles :

- La famille Base-Line qui utilise des mots d'instructions de 12 bits.
- La famille Mid-Range qui utilise des mots d'instructions de 14 bits.
- La famille High-End qui utilise enfin des mots d'instructions de 16 bits.

Le **PIC®16F877A** est un microcontrôleur fabriqué par Microchip faisant partie de la famille **Mid-Range**. Son processeur travaille avec un bus de données de 8 bits. On peut résumer les principales caractéristiques du composant dans le tableau qui suit :

Caractéristique	PIC®16F877A
Fréquence Horloge MHz	DC-20 MHz
Mémoire programme FLASH (Octets)	14,3 K Octets
Mémoire Programme (Instructions)	8Kmots d'instructions
Mémoire de données	368 Octets
Sources d'Interruptions	14
Ports parallèles	A, B, C, D, E
Timers	3
Modules Capture/Compare/PWM	2
Communications séries	SPI / I2C / USART
Communications Parallèles	PSP
CAN 10-bit	8 Entrées
Resets	POR, BOR,RESET (PWRT, OST)
Instructions	35
Boîtiers	40-pin DIP, 44-pin PLCC, 44-pin TQFP

Remarque :

La taille mémoire spécifiée pour un **PIC®** s'exprime en **Kilo Mots** (14 bits pour la famille **16F87X**) et non en kilo octets. Comme chaque instruction est codée par un mot de 14 bits, comparées aux microcontrôleurs classiques (1,2 ou 3 octets par instruction), les **PIC®** ont un code plus compact et ils utilisent moins de mémoire.

Organisation de la Mémoire :

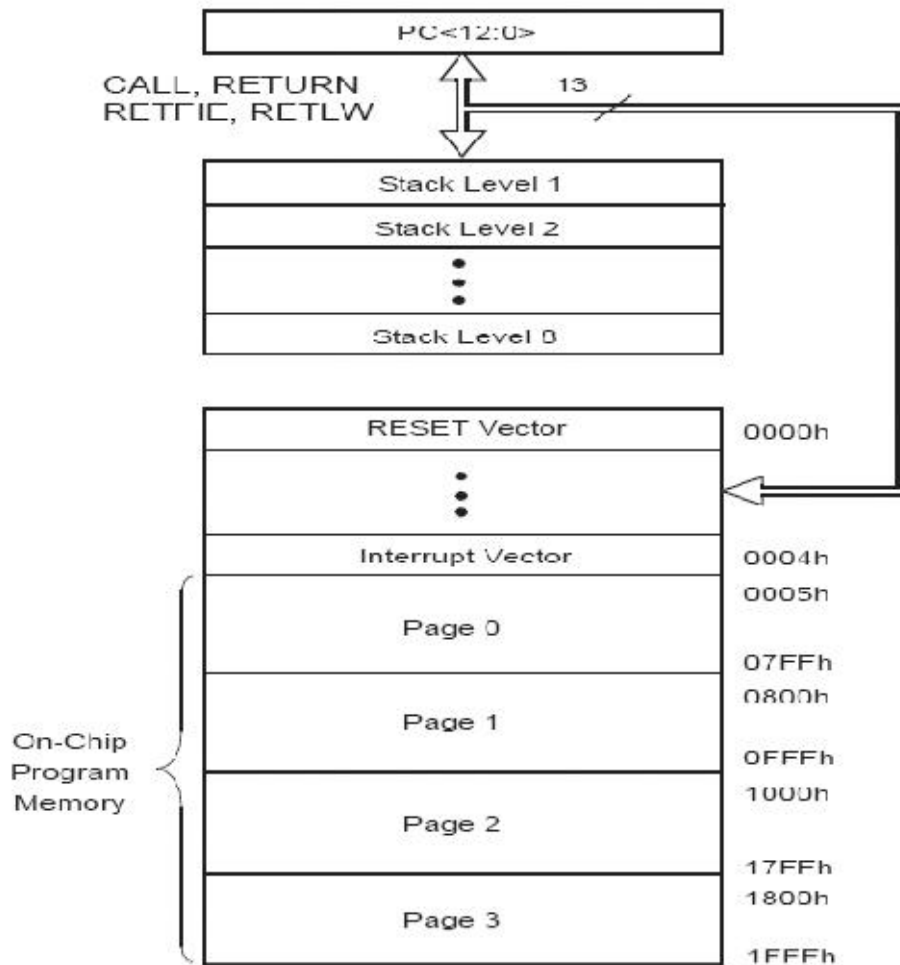
Comme les **PIC®** utilisent un bus pour les instructions et un bus pour les données, il faut considérer deux plans mémoire l'un pour les instructions et l'autre pour les données ainsi que les registres internes.

Plan Mémoire pour les instructions (code programme).

Le plan mémoire est linéaire les adresses vont de **0000h** à **1FFFh** (**8k mots de 14 bits**), par page de **2K mots** . On peut remarquer, le vecteur de reset est figé en **0000h**.

Les **PIC®** n'ont qu'un seul vecteur d'interruption en **0004h**. Lors d'une interruption, le sous programme associé devra déterminer quel périphérique a demandé une interruption.

La pile utilisée par les sous programmes n'est pas implantée en mémoire de donnée, mais dans la mémoire programme. Elle est utilisée lors d'appels de sous programmes, on ne peut pas imbriquer plus de 8 sous programmes.

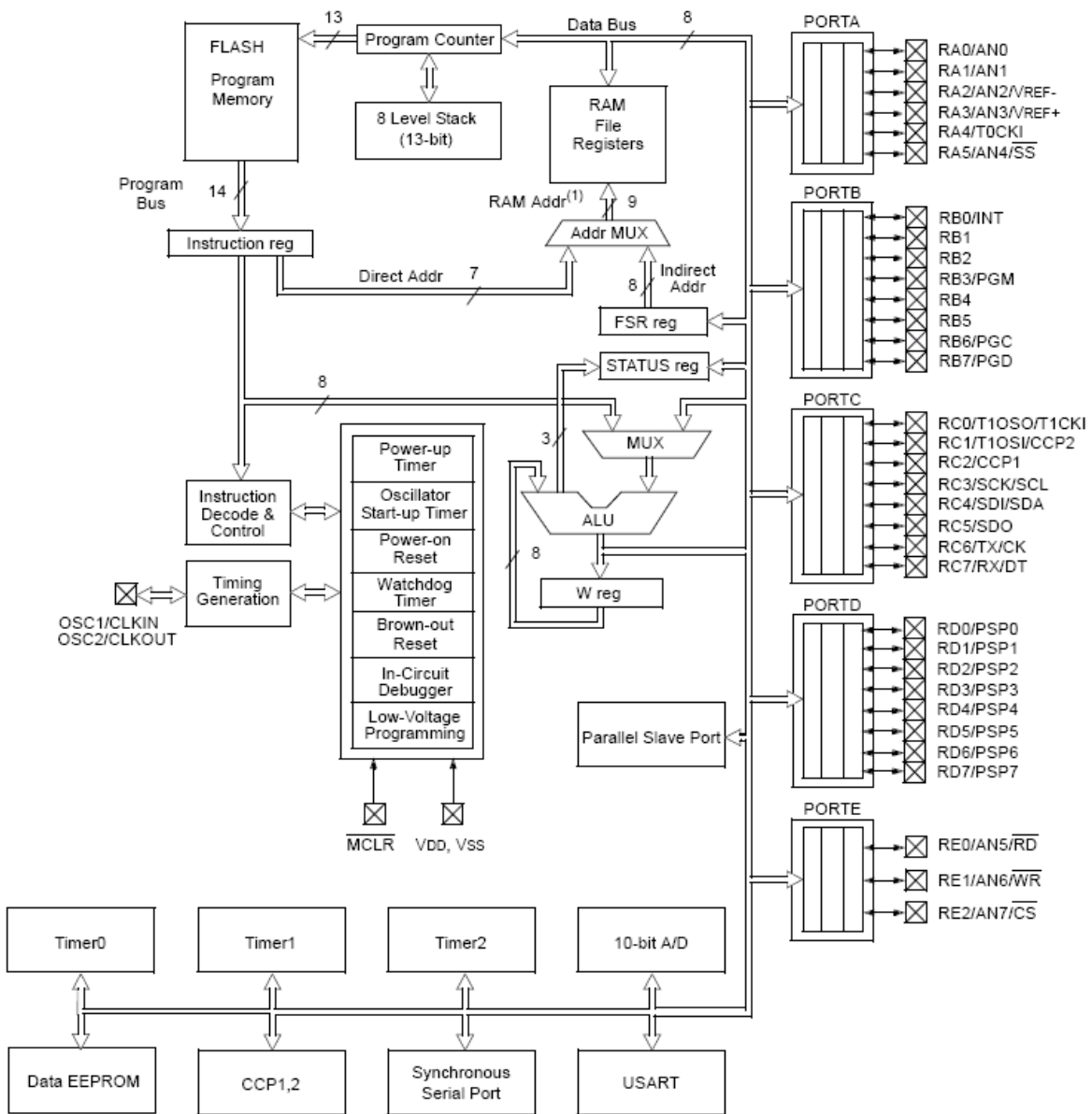


Organisation de la Mémoire de Programme du 16F877A

Plan Mémoire pour les données et registres internes (SFR : Special Function Register).

Le plan mémoire des données et des registres internes est découpé en 4 zones ou bank de 128 octets, pour accéder à une zone il faut positionner les bits **RP0 (bit 5)** et **RP1 (bit 6)** du registre **STATUS**. Ce qui complique la gestion de la mémoire avec les **PIC®**.

Architecture interne du PIC®16F877A :



II. Relais :

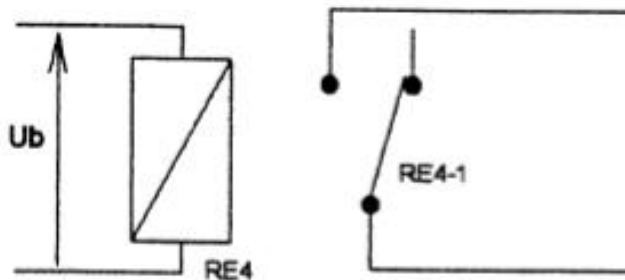
1- Définition :

Un relais est un dispositif qui permet d'obtenir des modifications soudaines, prédéterminées, dans un ou plusieurs circuits de commande ou de signalisation, lorsque certaines conditions sont remplies dans les circuits dont l'action est subite.

Schématiquement le relais est un appareil dont le fonctionnement dépend d'une grandeur d'influence (flux, magnétique, température ...)

La valeur de celle-ci commande variation de l'intensité d'un courant, d'une tension qui consiste la grandeur d'alimentation du relais. Selon la valeur atteinte par cette grandeur il y a un changement d'état d'un relais, souvent le passage d'un régime de fonctionnement à un autre.

Le relais le plus utilisé est assimilable à un électro-aimant commandé par un ou plusieurs contacts.



Relais

Figure : 1

2- Caractéristique générales des relais :

Selon que tient compte du circuit d'alimentation ou du circuit d'utilisation ou des conditions d'emplois, il est possible de définir des différentes caractéristiques :

a- Caractéristique concernant le circuit d'alimentation :

Deux grandes catégories de relais peuvent être distinguées : les relais électromécanique avec ou sans contact et les relais statique ; tous sont caractérisés par :

- Leur grandeur d'alimentation (courant ou tension)
- Leur grandeur d'influence (temps, fréquence, courant)
- Leur grandeur d'action ou sensibilisé
- Leur consommation

b- Caractéristique concernant le circuit d'utilisation :

Il faut distinguer les relais à contacts et les relais sans contacts

- Son nombre de contact
- Son pouvoir de coupure
- Son pouvoir de fermeture

Un relais sans contact est défini par :

- son impédance de sortie
- sa nature de signal d'entrée, particulièrement par le signe et la valeur de la tension appliquée.

c- Caractéristique concernant les conditions d'emploi :

Parmi les caractéristiques on peut distinguer :

- La tenue ou chocs et vibration
- Les limites de température d'utilisation
- La classe de service
- Leur consommation

III. Circuit intégré L293D

III.1. Introduction

Ce circuit intégré est destiné à la commande des moteurs de faible puissance. Il permet, à partir d'un circuit numérique, la commande soit d'un moteur pas à pas bipolaire soit de deux moteurs à courant continu en marche avant et arrière.

III.2. Structure interne

Comme illustré dans la figure 5.3, le L293D est constitué de deux étages identiques correspondant chacun à un pont en H. Chaque étage comporte deux broches numériques d'entrée, une broche numérique d'activation (ENABLE) ainsi que deux broches de sortie « analogiques » pour la commande des moteurs.

-Les broches output 1 et 2(ou 3 et 4) sont les sorties analogiques de l'étage : elles fournissent la tension V_s selon la polarité voulue (+/- ou -/+ en fonction de l'état des broches input de commande)

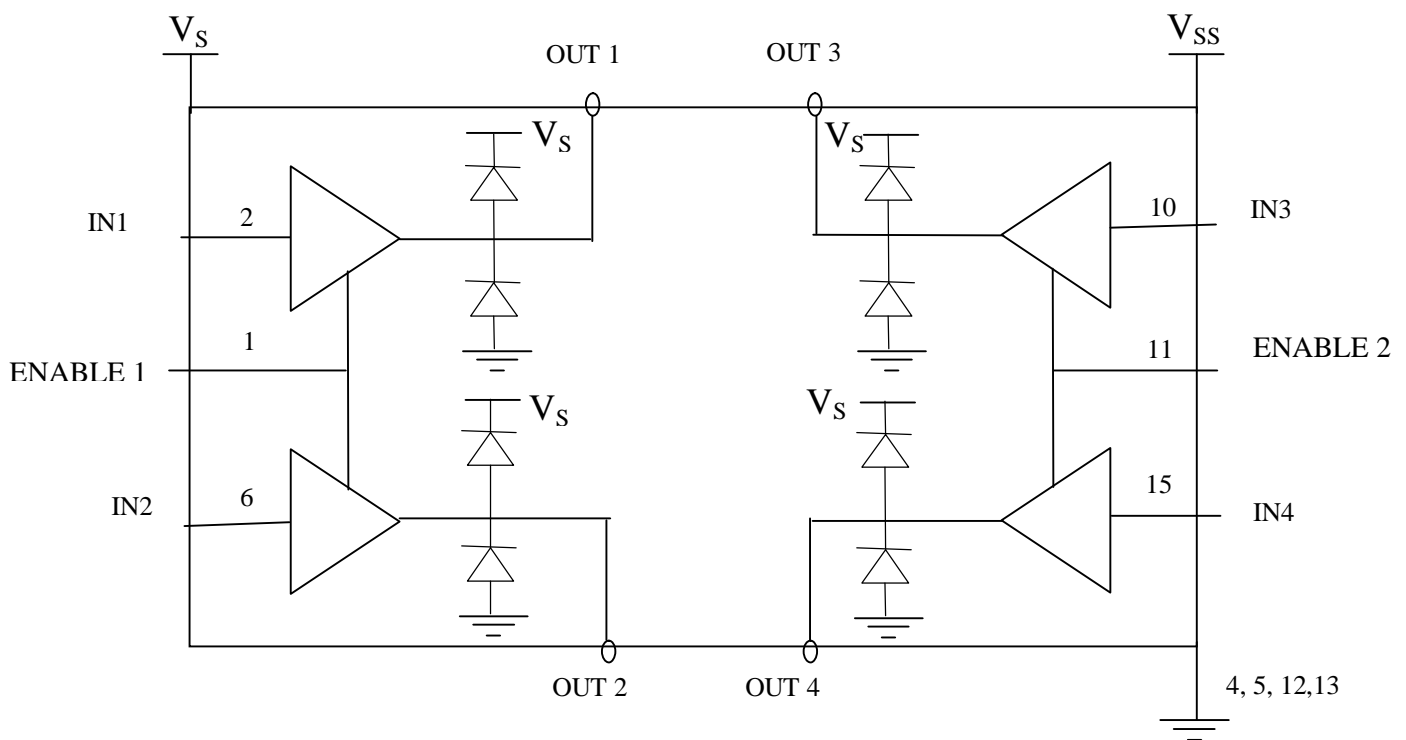


Figure 2 : Structure interne du L293D

III.3. Fonctionnement

Le L293D est constitué de deux doubles « pont en H ». Un double « pont en H » est un circuit électronique qui permet, à l'aide d'entrée numérique, d'inverser la polarité aux bornes d'un moteur ou d'une bobine.

Pour le cas de commande de deux moteurs à courant continu, les sorties sont couplées deux par deux (les sorties 1 et 2 fonctionnent ensemble de même pour les sorties 3 et 4).

Si on applique, respectivement, les niveaux 0 et 1 sur input 1 et input 2, la tension de sortie sera 0V sur output 1 et +Vs sur output 2. Inversement, si on applique, respectivement, les niveaux 1 et 0 sur input 1 et input 2, la tension de sortie sera +Vs sur output 1 et 0V sur output 2. (Même chose pour les inputs et output 3 et 4).

III.4. Brochage

Ce composant se présente sous forme de boîtier DIL16 classique (voire figure..).On peut classer les broches en différents groupes comme suit :

- Broches d'alimentation :

.V_{ss} : c'est la broche d'alimentation « logique » (niveau haut 5V).

.V_s : c'est la broche d'alimentation « analogique » de puissance pouvant atteindre les +36V.

.GND : se sont les broches de masses communes à l'alimentation « logique » et « analogique ».

-Broches communes à chaque étage :

. Broche d'entrée numérique « ENABLE » : elle active l'étage sur le niveau haut (à connecter à +5V)

. Broches input 1 et 2 (ou 3 et 4) : ce sont les entrées numériques de l'étage. Elles servent à commander la polarité des broches de sortie de l'étage.

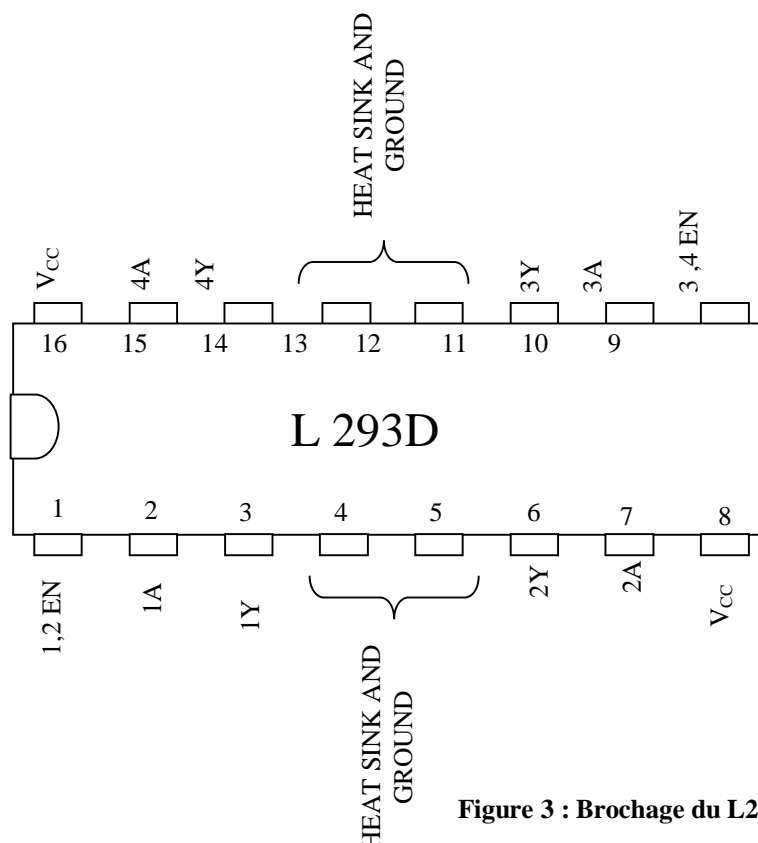


Figure 3 : Brochage du L293D

III.5. Principe de montage du L293D avec deux moteurs CC :

Comme le montre la figure.. ., le principe du montage d'un L293D avec deux moteurs à courant continu est le suivant :

- On connecte V_{ss} au +5V.
- On connecte V_s à l'alimentation des moteurs.
- On connecte les broches ENABLE au +5V (pour activer toujours les étages).
- On connecte les inputs sur les broches E/S du circuit numérique de commande.
- On connecte les broches outputs sur les broches d'alimentation des deux moteurs.

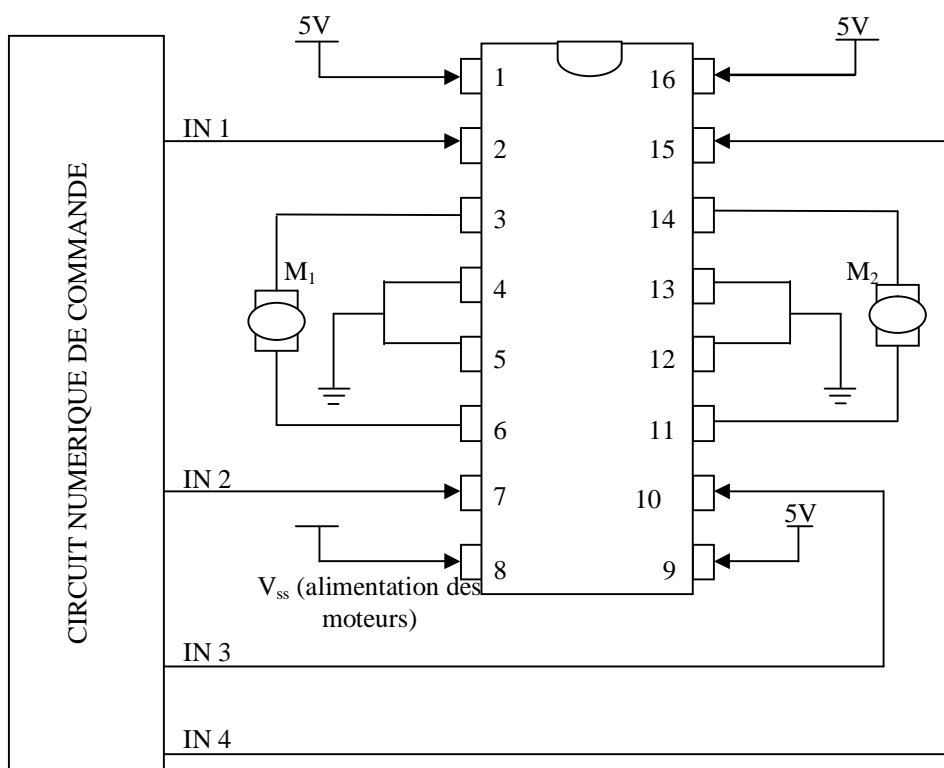


Figure 4 : Principe du montage du L293D avec deux moteurs CC

III.6. Caractéristiques électriques

- .Tension d'alimentation du circuit moteur : elle peut atteindre les 36V.
- .Intensité supportée par chaque étage : 600mA en continu jusqu'à 1.2A en pic.
- .Entrées numériques compatibles TTL et CMOS.
- .Les diodes de protection (des moteurs) sont intégrées dans le boîtier ce qui simplifie énormément le montage.

IV. Régulateur de tension

1. Electrical Characteristics (LM7805)

($V_I=10V$, $I_O=500mA$, $0^\circ C \leq T_J \leq 125^\circ C$,

Parameter	Symbol	Conditions	MIN	TYP	MAX	UNIT
Output Voltage	V_O	$T_J = 25^\circ C$	4.8	5.0	5.2	V
Line Regulation	ΔV_O	$V_I = 7V \text{ to } 25V$ $T_J = 25^\circ C$		3	100	mV
		$V_I = 8V \text{ to } 12V$ $T_J = 25^\circ C$		1	50	
Load Regulation	ΔV_O	$I_O = 5mA \text{ to } 1.5A$, $25^\circ C$		15	100	mV
		$I_O = 250mA \text{ to } 750mA$, $25^\circ C$		5	50	
Ripple Rejection	RR	$V_I = 8V \text{ to } 18V$, $f=120Hz$	62	78		dB
Output Noise Voltage	V_N	$F= 10Hz \text{ to } 100Hz$ $T_J = 25^\circ C$		40		μV
Dropout Voltage	V_D	$T_J = 25^\circ C$		2.0		V
Quiescent Current		$T_J = 25^\circ C$		4.2	8	mA
Quiescent Current Change	ΔI_Q	$V_I = 7V \text{ to } 25V$, $T_J = 25^\circ C$			1.3	mA
		$I_O = 5mA \text{ to } 1A$, $T_J = 25^\circ C$			0.5	

2. Electrical Characteristics (LM7812)

($V_I=19V$, $I_O=500mA$, $0^\circ C \leq T_J \leq 125^\circ C$,

Parameter	Symbol	Conditions	MIN	TYP	MAX	UNIT
Output Voltage	V_O	$T_J = 25^\circ C$	11.50	12	12.5	V
Line Regulation	ΔV_O	$V_I = 14.5V \text{ to } 30V$ $T_J = 25^\circ C$		10	240	mV
		$V_I = 16V \text{ to } 22V$ $T_J = 25^\circ C$		3.0	120	
Load Regulation	ΔV_O	$I_O = 5mA \text{ to } 1.5A$, $25^\circ C$		12	240	mV
		$I_O = 250mA \text{ to } 750mA$, $25^\circ C$		4	120	
Ripple Rejection	RR	$V_I = 15V \text{ to } 25V$, $f=120Hz$	55	71		dB
Output Noise Voltage	V_N	$F= 10Hz \text{ to } 100Hz$ $T_J = 25^\circ C$		75		μV
Dropout Voltage	V_D	$T_J = 25^\circ C$		2.0		V
Quiescent Current		$T_J = 25^\circ C$		4.3	8.0	mA
Quiescent Current Change	ΔI_Q	$V_I = 14.5V \text{ to } 30V$, $T_J = 25^\circ C$			1.0	mA
		$I_O = 5mA \text{ to } 1A$, $T_J = 25^\circ C$			0.5	

V. l'afficheur à cristaux liquides :

V.1. Introduction :

Les afficheurs à cristaux liquides, autrement appelés afficheurs LCD (Liquid Crystal Display en anglais), sont des modules compacts intelligents et nécessitent peu de composants externes pour un bon fonctionnement. Ils consomment relativement peu de 1 à 5 mA et ils sont faciles à l'utiliser.

Il y a plusieurs types d'afficheurs et sont différents l'un des autres, à base de leur dimensions (de 1 à 4 lignes et de 6 à 80 caractères), de leurs caractères technique et de leur tension de service. Certains sont dotés d'un rétro éclairage et cette fonction appel à des LED montées derrières l'écran du module et elles consomment de 80 à 250 m A.

Ils sont très utilisés dans les montages à microcontrôleurs. Ils peuvent aussi être utilisés lors de la phase de développement d'un programme, car on peut facilement y afficher les valeurs de déférentes variables.

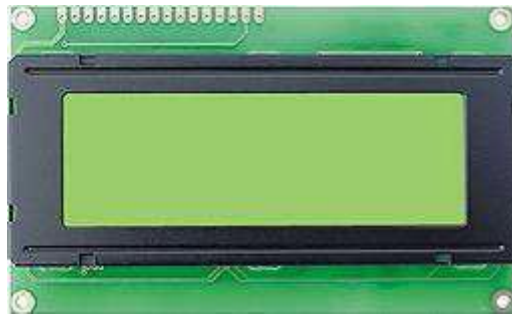
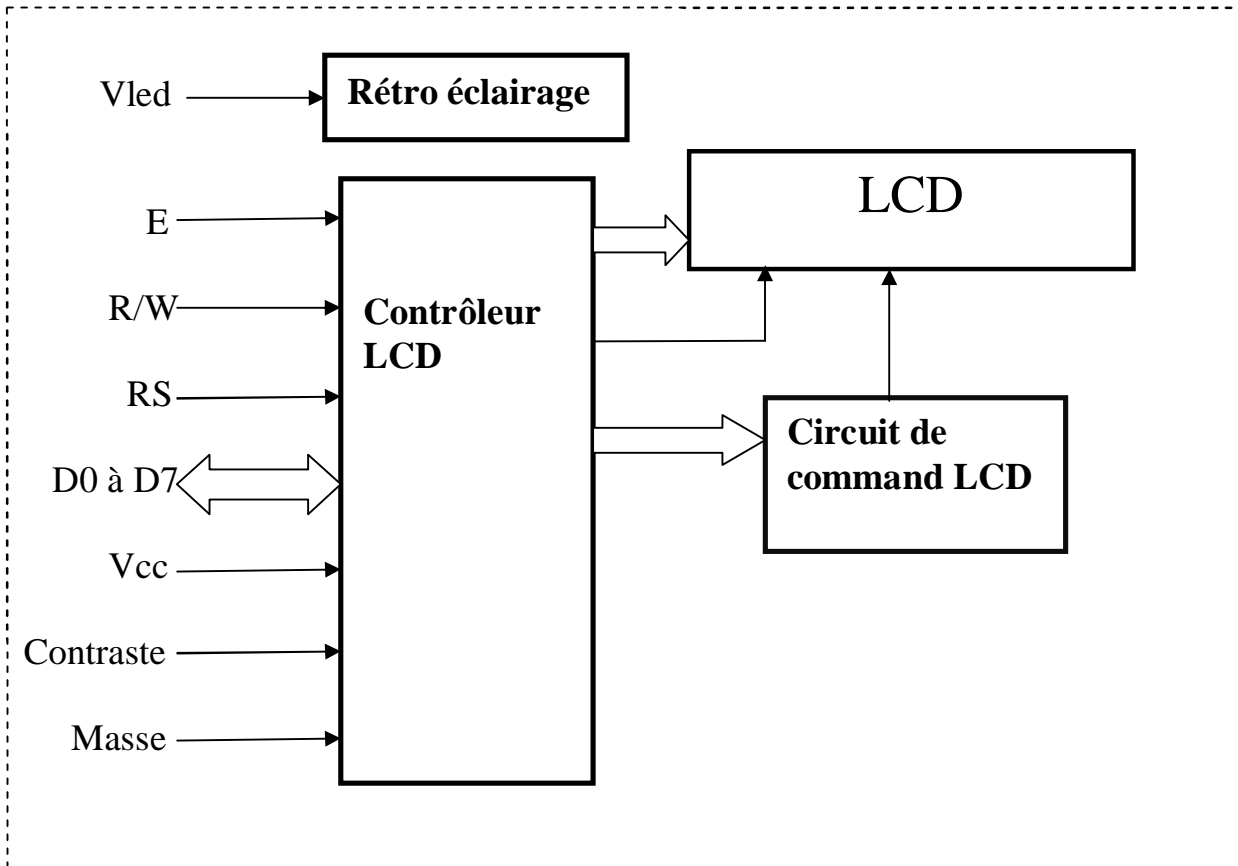


Figure 5 :l'afficheur LCD

Dans notre projet on a utilisé un afficheur LCD 2*16(2 lignes 16 caractères) et de référence GDM1602H.

V.2-Schéma fonctionnel :



Comme montre ce schéma fonctionnel, l'afficheur comporte d'autres parties que l'afficheur à cristaux liquides (LCD) seul. Un circuit intégré de commande spécial, le LCD-contrôleur est chargé de la gestion du module. Le "contrôleur" remplit une double fonction : d'une part il commande l'affichage avec le circuit de commande LCD et de l'autre se charge de la communication avec l'extérieur

V.3-niveau et des différentes fonctions des broches de l'afficheur LCD :

N° broche	signal	niveau	Fonction
1	Vss	0V	alimentation
2	Vcc	5V	alimentation
3	V0	0 à 5V	Réglage Contraste
4	RS	/	0=instruction / 1=caractère
5	R/W	/	0=écriture/1=lecture
6	E	/	validation
7	D0	/	Bus de donnée
8	D1	/	Bus de donnée
9	D2	/	Bus de donnée
10	D3	/	Bus de donnée
11	D4	/	Bus de donnée
12	D5	/	Bus de donnée
13	D6	/	Bus de donnée
14	D7	/	Bus de donnée
15	NC (L+)	0 à 5V	anode de LED électro éclairage
16	NC (L-)	0V	cathode de LED électro éclairage

V.4- la mémoire :

L'afficheur possède deux mémoires, la **DD RAM** et la **CG RAM**.

- La DD RAM est la mémoire d'affichage.
- La CG RAM est la mémoire du générateur de caractères.

V.4/1-la mémoire d'affichage (DD RAM) :

La DD RAM est la mémoire qui stocke les caractères. Pour un afficheur de deux lignes de seize caractères, les adresses sont définies de la façon suivant :

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 droit.

L'adresse 40H correspond à la ligne du haut à gauche ; 4FH à droit.

La zone invisible correspond à la mémoire de l'afficheur qui contient (48 caractères). Lorsqu'un caractère est inscrit à l'adresse 27H, le caractère suivant apparaît à la ligne suivante.

V.4/2 la mémoire du générateur de caractères (CG RAM) :

Le générateur de caractères 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 faibles apparaissent sur le LCD. Ainsi D4 représente le point le plus fort à gauche et D0 le point le plus faible à droite.

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 résidents dans le système hôte. Un maximum de 8 caractères peut être affiché à la fois.

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

NPN general purpose transistors

BC546; BC547

FEATURES

- Low current (max. 100 mA)
- Low voltage (max. 65 V).

APPLICATIONS

- General purpose switching and amplification.

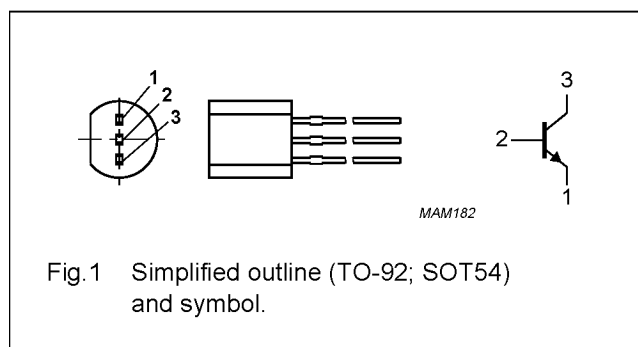
DESCRIPTION

NPN transistor in a TO-92; SOT54 plastic package.

PNP complements: BC556 and BC557.

PINNING

PIN	DESCRIPTION
1	emitter
2	base
3	collector



LIMITING VALUES

In accordance with the Absolute Maximum Rating System (IEC 134).

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN.	MAX.	UNIT
"CBO	collector-base voltage BC546 BC547	open emitter	--	80 50	V V
"CEO	collector-emitter voltage BC546 BC547	open base	--	65 45	V V
"EBO	emitter-base voltage BC546 BC547	open collector	--	6 6	V V
I_e	collector current (DC)		-	100	mA
'CM	peak collector current		-	200	mA
IBM	peak base current		-	200	mA
'tôt	total power dissipation	T _{amb} £ 25 °C; note 1	-	500	mW
'stg	storage temperature		-65	+150	°C
T _j	junction temperature		-	150	°C
'amb	operating ambient temperature		-65	+150	°C

NPN general purpose transistors BC546; BC547

THERMAL CHARACTERISTICS

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	VALUE	UNIT
Rth j-a	thermal resistance from junction to ambient	note 1	0.25	K/mW

Note

1. Transistor mounted on an FR4 printed-circuit board.

CHARACTERISTICS

Tj = 25 °C unless otherwise specified.

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN.	TYP.	MAX.	UNIT
'CBO	collector cut-off current	I _E = 0; V _{CB} = 30V	-	-	15	nA
		I _E = 0; V _{CB} = 30 V; Tj = 150 °C	-	-	5	mA
IEBO	emitter cut-off current	I _c = 0; V _{EB} = 5 V	-	-	100	nA
h ^{FE}	DC current gain	I _c = 10 mA; V _{CE} = 5 V; see Figs 2, 3 and 4	---	90	---	
				150		
h ^{FE}	DC current gain	I _c = 2 mA; V _{CE} = 5 V; see Figs 2, 3 and 4	110	180	220	
				200	450	
				420	800	
				110	800	
				110	450	
"CEsat	collector-emitter saturation voltage	I _e = 10 mA; I _B = 0.5 mA	-	90	250	Mv
		I _e = 100 mA; I _B = 5 mA	-	200	600	Mv
"BEsat	base-emitter saturation voltage	I _C = 10 mA; I _B = 0.5 mA; note 1	-	700	-	mV
		I _C = 100 mA; I _B = 5 mA; note 1	-	900	-	Mv
"BE	base-emitter voltage	I _C = 2 mA; V _{CE} = 5 V; note 2	580	660	700	mV
		I _e = 10 mA; V _{CE} = 5 V	-	-	770	mV
C _c	collector capacitance	I _E = I _e = 0; V _{CB} = 10 V; f = 1 MHz	-	1.5	-	pF
C _e	emitter capacitance	I _C = I _c = 0; V _{EB} = 0.5 V; f = 1 MHz	-	11	-	pF
H ^{''}	transition frequency	I _C = 10 mA; V _{CE} = 5 V; f = 100 MHz	100	-	-	MHz
F	noise figure	I _C = 200 mA; V _{CE} = 5 V; R _S = 2 kW; f = 1 kHz; B = 200 Hz	-	2	10	dB

Notes

1. V_{BEsat} decreases by about 1.7 mV/K with increasing temperature.
2. V_{BE} decreases by about 2 mV/K with increasing temperature.

Low power quad op amps

LM124/224/324/324A/ SA534/LM2902

DESCRIPTION

The LM124/SA534/LM2902 series consists of four independent, high-gain, internally frequency-compensated operational amplifiers designed specifically to operate from a single power supply over a wide range of voltages.

UNIQUE FEATURES

In the linear mode, the input common-mode voltage range includes ground and the output voltage can also swing to ground, even though operated from only a single power supply voltage.

The unity gain crossover frequency and the input bias current are temperature-compensated.

FEATURES

- Internally frequency-compensated for unity gain
- Large DC voltage gain: 100 dB
- Wide bandwidth (unity gain): 1 MHz (temperature-compensated)
- Wide power supply range Single supply: $3 V_{DC}$ to $30 V_{DC}$ or dual supplies: $\pm 1.5 V_{DC}$ to $\pm 15 V_{DC}$
- Very low supply current drain: essentially independent of supply voltage (1 mW/op amp at $+5 V_{DC}$)
- Low input biasing current: 45 nA_{DC} (temperature-compensated)
- Low input offset voltage: 2 mV_{DC} and offset current: 5 nA_{DC}

PIN CONFIGURATION

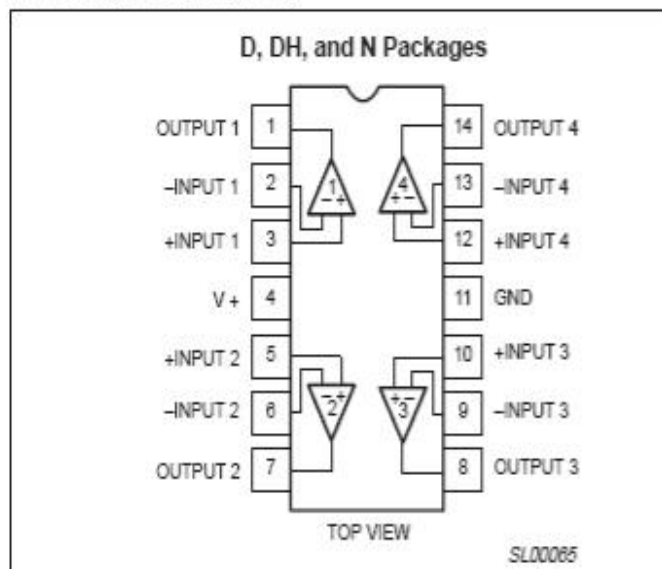


Figure 1. Pin configuration.

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

SYMBOL	PARAMETER	RATING	UNIT
V _{CC}	Supply voltage	32 or ±16	"DC
V _{IN}	Differential input voltage	32	"DC
V _{IN}	Input voltage	-0.3 to +32	"DC
P _p	Maximum power dissipation, T _{amb} = 25 °C (still-air) ¹ N package D package DH package	1420 1040 762	mW mW mW
	Output short-circuit to GND one amplifier ² V _{CC} < 15 V _{DC} and T _{amb} =	Continuous	
I _{IN}	Input current (V _{IN} < -0.3 V) ³	50	mA
T _{amb}	Operating ambient temperature range LM324/324A LM224 SA534 LM2902 LM124	0 to +70 -25 to +85 -40 to +85 -40 to +125 -55 to +125	°C °C °C °C °C
T _{stg}	Storage temperature range	-65 to +150	°C
T _{sld}	Lead soldering temperature (10 sec max)	230	°C

DC ELECTRICAL CHARACTERISTICS

V_{cc} = 5 V; T_{amb} = 25 °C, unless otherwise specified.

**LM124/224/324/324A/
SA534/LM2902**

SYMBOL	PARAMETER	TEST CONDITIONS	LM124/LM224			LM		Mi	
			Min	Typ	Max				
V _{OS}	Offset voltage ¹	R _s = 0 Ω.		±2	±5		±2	±7	mV
		R _s = 0 Ω, over temp.			±7			±9	
AV _{OS} /AT	Temperature drift	R _s = 0 Ω, over temp.		7			7		μV/°C
I _{BIAS}	Input current [^]	I _{IN(+)} or I _{IN(-)}		45	150		45	250	nA
		I _{IN(+)} or I _{IN(-)} , over temp.		40	300		40	500	
Z _{AIDIA}	Temperature drift	Over temp.		50			50		pA/°C
I _{OS}	Offset current	I _{IN(+)} - I _{IN(-)}		±3	±30		±5	±50	nA
		I _{IN(+)} - I _{IN(-)} , over temp.			±100			±150	
A _{LOS} /AT	Temperature drift	Over temp.		10			10		pA/°C
V _{CM}	Common-mode voltage range ^e	V _{cc} ^ 30 V	0		V _{cc} -1 -5	0		V _{cc} -1 -5	V
		V _{cc} ^ 30 V; over temp.	0		V _{cc} -2	0		V _{cc} -2	
CMRR	Common-mode rejection ratio	V _{cc} = 30 V	70	85		65	70		dB
"OUT	Output voltage swing	R _L = 2 kΩ, V _{cc} = 30 V, over temp.	26			26			V
"OH	Output voltage high	R _L < 10 kΩ, V _{cc} = 30 V, over temp.	27	28		27	28		V
V _{OL}	Output voltage low	R _L < 10 kΩ; over temp.		5	20		5	20	mV
I _{CC}	Supply current	R _L = ∞, V _{cc} = 30 V; over		1.5	3		1.5	3	mA
		R _L = ∞ over temp.		0.7	1.2		0.7	1.2	
A _{VOL}	Large-signal voltage gain	V _{cc} = 15 V (for large V _o swing); R _L > 2 kΩ.	50	100		25	100		V/mV
		V _{cc} = 15 V (for large V _o swing); R _L > 2k Ω.; over	25			15			
	Amplifier-to-amplifier coupling ⁵	f = 1 kHz to 20 kHz, input referred		-120			-120		dB
PSRR	Power supply rejection	R _s ^ 0 Ω.	65	100		65	100		dB
"OUT	Output current source	V _{IN+} = +1 V V _{IN-} = 0 V, V _{CC} = 15 V	20	40		20	40		mA
		V _{IN+} = +1 V, V _{IN-} = 0 V, V _{CC} = 15 V, over temp.	10	20		10	20		
	Output current sink	V _{IN-} = +1 V, V _{IN+} = 0 V, V _{CC} = 15 V	10	20		10	20		
		V _{IN-} = +1 V V _{IN+} = 0 V, V _{CC} = 15 V, over temp.	5	8		5	8		
		V _{IN-} = +1 V V _{IN+} = 0 V, V _o = 200 mV	12	50		12	50		
I _{sc}	Short-circuit current ⁴		10	40	60	10	40	60	mA
GBW	Unity gain bandwidth			1			1		MHz
SR	Slew rate			0.3			0.3		V/μs

Références Bibliographiques

Références Bibliographiques :

Mémoires d'Ingénieurs :

- A.ALILI, *Conception & Réalisation d'un Automate Programmable pour Contrôle Commandé autour d'un Réacteur Nucléaire à base d'un PIC16F877*, Département électronique, FG EI, UMMTO, 2002
- F.CHALLALI, F.KARAOUI, *Etude & Réalisation d'une Carte d'acquisition & de Transmission des Données à base du PIC16F877*, Département électronique, FG EI, UMMTO, 2004
- H.BELLABIOUD, A.OUMAUCHE, *Conception & Réalisation d'une Centrale de Détection Automatique d'Incendie & d'Intrusion à base du Microcontrôleur PIC16F877*, Département électronique, FG EI, UMMTO, 2002
- A.KADROUCHE, H.BADJOU , *Conception & Réalisation d'un régulateur de température à base d'un PIC16F876* , Département électronique, FG EI, UMMTO, 2006
-

Livre:

- CHRISTIAN TAVERNIER, *Programmation en C des PIC*, PARIS, L'USINE NOUVELLE, DUNOD, 2005.
- GERARD SAMBLANCAT, *Progresser avec Microcontrôleurs PIC*, PARIS, 2006
- J.C.CHAUVEAU, G.CHAVALIER, B.CHEVALIER *Mémotech Electronique (Circuits & Composants)*, PARIS, CASTEILLA, 2003
- PASCAL MAYEUX, *Apprendre la Programmation des PIC*, 3^{ème} Edition, PARIS, DUNOD, 2005.

Sites Internet :

ANNE CANTEAUT : Cours sur le langage C :

http://www-rocq.inria.fr/secret/Anne.Canteaut/COURS_C/

BIGONOFF : Incontournable pour l'apprentissage de la programmation des PIC. **BIGONOFF** présente dans son site l'intégralité de ses cours pour les PIC (part1, part2, part3, part4 & part5) ainsi que beaucoup d'autres outils tous très intéressants :

<http://abcelectronique.com/bigonoffe>

HOLLARD Hervé : Site très intéressant proposant un cours complet sur la programmation des PIC en C avec CC5x :

http://hhollard.club.fr/prog_pic_c.htm

IUFM de l'académie d'Aix-Marseille : un site qui regorge de cours et d'exemples d'applications pour la programmation des PIC en C :

http://www.aix-mrs.iufm.fr/formations/filieres/ge/data/PIC/PICC/indexPIC_C.htm

MICROCHIP :

<http://www.microchip.com>

Sites de cours d'électronique générale :

<http://www.educyclopedia.be/electronics/digitalconvertors.htm>