

TABLE DE MATIERES

INTRODUCTION GENERALE.....	6
CHAPITRE I : ANALYSE FONCTIONNELLE ET TECHNIQUE DE CONCEPTION	10
I. RECHERCHE BIBLIOGRAPHIQUE.....	10
I.1 Introduction.....	10
I.2 Eléments constitutifs d'une boucle de régulation	10
I.3 Les capteurs de mesure	11
a) Schéma de principe d'un capteur de mesure	12
I.3.1 Différents capteurs de mesure de température par contact	12
I.3.2 Critères de choix d'un capteur	14
I.4 L'unité de traitement : PIC 16F876A.....	15
I.4.1 DÉFINITION D'UN PIC	15
I.4.2 LES DIFFÉRENTES FAMILLES DE PIC	15
I.4.3 COMMENT RECONNAÎTRE UN PIC	16
I.4.4 CHOIX DES PIC	16
I.4.5 DESCRIPTION DU PIC 16F876.....	18
I.5 AVANTAGES ET INCONVENIENTS DES PIC.....	21
I.5.1 Avantages.....	21
I.5.2 Inconvénients	22
I.6 LES MOTEURS A COURANT CONTINU	22
I.6.1 Présentation.....	22
I. 6.2 Constitution et principe de fonctionnement	23
I. 6.2.1 Constitution.....	23
I. 6.2.2 Principe de fonctionnement.....	24
I. 6.3 EQUATIONS DE FONCTIONNEMENT.....	24
I. 6.3.1 Force électromotrice.....	24
I. 6.3.2 Loi d'ohm.....	25
I. 6.3.3 Vitesse de rotation.....	25
I. 6.3.4 Puissance électrique utile (Pe)	25
I. 6.3.5 Puissance électrique absorbée : Pa.....	25
I. 6.3.6 Couple moteur : T	25
I. 6.3.7 Rendement	25
I. 6.4 Les Différents Types d'excitation Des Moteur courant continu	26
I. 6.5 Les procédés de variation de la vitesse des moteurs à courant continu	26

TABLE DE MATIERES

I. 6.5.1 Par action sur le flux	26
I. 6.5.2 Par action sur la tension d'alimentation	27
I. 6.5.3 Par action sur la résistance d'induit	27
I. 6.6 CONCLUSION	27
CHAPITRE II : MISE EN ŒUVRE DU PROJET	28
II.1 INTRODUCTION	28
II.2 ALIMENTATION STABILISEE :	28
II.2.1. Généralités :	28
II.2.2 Schéma de principe de l'alimentation stabilisée du projet.....	29
II.2.3.1 Une Brève Histoire de la Programmation	30
II.2.3.2 Langage Et Compilateur MikroC PRO Pour Pic	32
II.2.3.3 IDE mikroC PRO.....	32
II.2.3.4 Avantages et Inconvénients du C	36
II.2.4 ORGANIGRAMME	37
II.2.5 Simulation du projet dans ISIS	38
II.2.5.1 Résultat de l'exécution du projet dans ISIS	41
II.2. 6 Test sur plaque à essai	43
II.2.6.1 Rotation du moteur	43
CONCLUSION GENERALE	46
ANNEXE	47
III.1 PROTEUS	47
III.1 Rechercher un composant en bibliothèque.....	47
II.2.4.2 Modifier les caractéristiques d'un composant	48
Bibliographie	49

LISTE DES FIGURES

- Figure I.1: Schéma de principe d'une boucle de régulation
- Figure I.2: Capteur de mesure
- Figure I.3: Thermométrie par résistance
- Figure I.4: Thermométrie par thermocouples
- Figure I.5: Capteur LM35
- Figure I.6: Schéma d'un PIC 16F876A
- Figure I.7: Photo du pic 16F876A
- Figure I.8: Schéma interne du PIC 16F876A
- Figure II.1: schéma fonctionnel
- Figure II.2 : Alimentation stabilisée
- Figure II. 3 : Alimentation stabilisée circuit imprimé
- Figure II.4 : Alimentation stabilisée vue en 3D
- Figure II.5 : L'environnement IDE du compilateur mikroC PRO
- Figure II.6 : L'environnement IDE du compilateur mikroC PRO
- Figure II.7 : Assistant de code
- Figure II.8 : Création d'u projet PRO
- Figure II.9 : Organigramme du projet
- Figure II.10: Schéma du projet dans ISIS
- Figure II.11 : Circuit imprimé du projet dans ISIS
- Figure II. 12 : Visualisation en 3D du projet dans ISIS
- Figure II.13 : Exécution du projet dans ISIS
- Figure II.14 : Résultat obtenu du projet dans ISIS
- Figure II.15: Moteur en Arrêt
- Figure II.16: Moteur en Marche
- Figure II.17: conversion analogique numérique

LISTE DES FIGURES

Figure II.18: Test PWM

Figure III.1: recherche d'un composant en bibliothèque

Figure III.2: choix du composant

Figure III.3: modifier les caractéristiques d'un composant

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1: les ressources du microcontrôleur PIC16Fxx	17
Tableau 2: fonctions des structures associées	29

INTRODUCTION GENERALE

En imposant l'exploration de domaines théoriques, la technologie moderne a permis le développement des sciences qui sont en pleine expansion. En intégrant l'apport des technologies modernes, on retrouve l'automatique qui est l'ensemble des techniques de l'ingénieur offrant les méthodes nécessaires à la prise de contrôle d'un système physique. Cette prise de contrôle s'effectue par l'intermédiaire de certains grandeurs physiques, constituée de l'action à entreprendre sur le système en vue d'en imposer le comportement, et cela sans intervention humaine ; l'automatique traite aussi de la modélisation, de l'analyse, de la commande et de la régulation de systèmes dynamiques. Rien de plus pénible que d'effectuer les tâches répétitives, voire de faire appliquer les tâches d'un automate à un Homme. L'automatisation des systèmes dans les domaines socio-économique via un PIC permet un gain de temps considérable. Dans notre vie quotidienne, de nombreuses personnes à travers le monde utilisent un appareil conçu à base d'un microcontrôleur en particulier dans le domaine industriel. L'automatique permet donc l'automatisation de différentes tâches de fonctionnement des machines et des chaînes industrielles. Les entreprises qui tiennent à bien servir leur clientèle s'approprient des systèmes automatiques pour exécuter plusieurs tâches. C'est pour ces raisons que dans le cadre de notre projet de fin d'année, nous avons opté pour la conception d'un système qui va asservir un moteur à courant continu plus précisément La régulation automatique de la température et de vitesse d'un moteur à courant continu. Grâce à un facteur temps qui va permettre d'élaborer la commande, le système pourra communiquer avec l'extérieur. Pour cela, nous avons trouvé l'idée très intéressante car elle regroupe à la fois l'informatique et la technologie de l'électricité. La régulation automatique d'un moteur peut être installée dans n'importe quelle entreprise possédant des équipements électriques. Comment avons-nous procédé pour mettre en place ce dispositif ? C'est ce que nous étudierons en commençant par une les solutions technologies mises en place pour créer le dispositif dans chapitre I. Enfin, la dernière partie sera consacrée à la réalisation et aux problèmes rencontrés.

CAHIER DES CHARGES

Une grande part d'assurance de régularité dans le fonctionnement d'un moteur consiste à conserver la température de ces moteurs propres et bien ajustés. Les grandes températures à l'intérieur du moteur réduire les performances du moteur ou l'arrêter complètement.

Le but de ce travail est la régulation automatique de température d'un moteur DC par l'utilisation de la régulation automatique de la vitesse d'un moteur DC.

Travaux demandés et effectués :

I. Etude bibliographique :

- Des moteur DC.
- Des microcontrôleurs PIC.
- Capteur de température **LM35**.

II. Etude pratique :

- Ecrire un programme en **MikroC** pour commander la carte à réaliser.
- Réalisation et simulation du carte et du programme en utilisons logiciels **PROTEUS**.
- Tester le montage à réaliser sur plaque à essai.
- Réalisation du circuit imprimé de la carte.
- Tester carte.

CONTEXTE DU PROJET ET PROBLEMATIQUE

CONTEXTE DU PROJET

La régulation est le mode de fonctionnement qui, en comparant les valeurs simultanées d'une grandeur réglée et d'une grandeur de référence, oblige la grandeur réglée à se rapprocher de la valeur de consigne. Le mode de régulation d'un moteur à courant continu est effectué par différents boutons poussoir et par un capteur de température qui est un composant technique permettant de transformer l'effet du réchauffement ou du refroidissement qui se trouve dans l'environnement en signal électrique. Le domaine des entraînements est complexe puisqu'il fait appel à plusieurs aspects de la technologie de l'électricité tel que l'électronique de puissance et convertisseurs statiques, machines électrique, électronique de commande et notion d'asservissement. Le système conçu peut être surveillé par l'intermédiaire de voyants de différentes couleurs. Pour mener à bien nos objectifs, nous avons à notre disposition le logiciel informatique MikroC qui nous a permis de traduire l'organigramme du projet en code source et par la suite, compiler le code source afin d'avoir le code objet qui contrôle la partie automatique; Afin nous avons utilisé le logiciel PROTEUS (7.7) du développeur « MICROCHIP » ; Ce logiciel nous a permis de câblé le circuit électronique et par la suite transférer le code objet dans l'automate programmable industriel (API), et de simuler le câblage afin d'observer les résultats.

PROBLEMATIQUE

Au fil des années, de nombreux moteurs à courant continu et alternatif avaient été mis au point, et l'une des obstacles majeurs résidait dans la fragilité de la variation de leur vitesse. Ainsi donc pouvons- nous affirmer avec conviction aujourd'hui que l'Homme a atteint cet objectif ? Sans doute la réponse est non ; c'est ce qui explique cette quête perpétuelle du savoir qui aide l'Homme à trouver de nouvelles solutions pour améliorer et remédier à tous ses problèmes. C'est dans cette optique que nous avons opté pour la réalisation d'un prototype qui va régulariser automatiquement la température et la vitesse d'un moteur à courant continu.

OBJECTIF

OBJECTIF

Pour mener à bien notre cahier de charge et résoudre les différentes préoccupations, nous avons fixé certains objectifs qui est de régler automatiquement une grandeur de telle sorte que celle-ci garde constamment sa valeur ou reste proche de la valeur désirée, quelles que soient les perturbations qui peuvent subvenir. Les méthodes de l'automatique offrent donc la possibilité de modifier le comportement statique et dynamique d'une grandeur physique, afin qu'elle évolue conformément aux exigences de l'application.

Le système étant en arrêt, une action sur le bouton poussoir marche envoie un signal électrique qui donne l'ordre d'exécution au microcontrôleur qui permet au moteur d'entraîner la charge. Le capteur de température compare la consigne de la température fixée avec celle mesurée ceci étant effectuée par un dispositif appelé régulateur qui se charge d'agir sur le corps de chauffe. Si l'erreur de température est en dessous d'une certaine limite, on impose aux bornes un corps de chauffe, sinon, s'il fait trop froid, on applique la tension maximale.

Nous pouvons ainsi passer à l'analyse fonctionnelle et technique de conception dans la réalisation d'un prototype d'une chaîne de régulation. Il est important de rappeler qu'il ne s'agira que d'une analyse brève

CHAPITRE I : ANALYSE FONCTIONNELLE ET TECHNIQUE DE CONCEPTION

I. RECHERCHE BIBLIOGRAPHIQUE

I.1 Introduction

Dans la plupart des appareils dans des installations industrielles, il est nécessaire de maintenir des grandeurs physiques à des valeurs déterminées, en dépit des variations externes ou internes influant sur ces grandeurs. Si les perturbations influant sur la grandeur à contrôler sont lentes ou négligeables, un simple réglage dit en boucle ouvert, permet d'obtenir et de maintenir la valeur demandée. Dans la majorité des cas, cependant, ce type de réglage n'est pas suffisant, parce que trop instable. Il faut alors comparer, en permanence, la valeur mesurée de la grandeur réglée à celle que l'on souhaite obtenir et agir en conséquence sur une boucle d'asservissement. Cette boucle nécessite la mise en œuvre d'un ensemble de moyens de mesure, de traitement de signal ou de calcul, d'amplification et de commande d'actionneur, constituant une chaîne de régulation ou d'asservissement. La consigne est maintenue constante se produit sur le procédé une modification d'une des entrées perturbatrices.

Dans ce chapitre nous allons présenter les différentes analyses fonctionnelles et les techniques de conception.

I.2 Eléments constitutifs d'une boucle de régulation

Une boucle de régulation doit comporter les éléments suivants :

- Un capteur de mesure ;
- Un transmetteur intégré au capteur ;
- Un régulateur ;
- Un actionneur ;
- Un enregistreur ;
- Des convertisseurs.

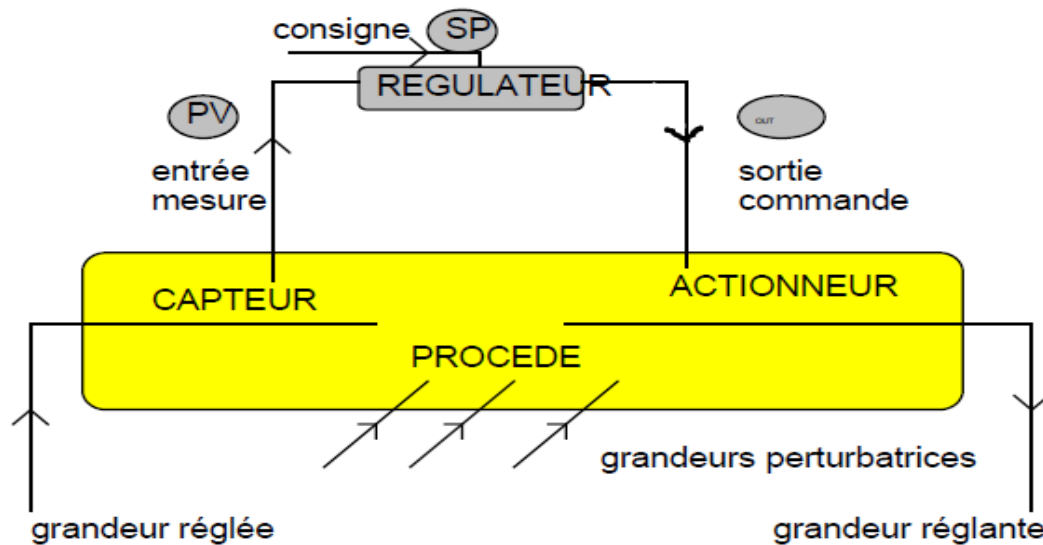


Figure I.1: Schéma de principe d'une boucle de régulation

Le régulateur reçoit deux informations : le signal de mesure (PV) provenant du capteur et la consigne (SP) qui peut être locale ou externe. En fonction de l'écart entre ces deux valeurs et de l'algorithme de calcul pour lequel il a été configuré, il délivre un signal de sortie (OUT) dirigé vers l'actionneur afin d'annuler cet écart et de ramener la mesure vers la valeur de consigne. Le régulateur est le cerveau de la boucle de régulation. Les signaux reçus et transmis par le régulateur doivent être normalisés afin de permettre l'interchangeabilité du matériel. Ils peuvent être de natures électriques, pneumatiques ou numériques.

I.3 Les capteurs de mesure

Un capteur est l'élément d'un appareil de mesure servant à la prise d'informations relatives à la grandeur à mesurer. C'est l'élément capital et le premier maillon d'une grandeur physique à mesurer (ou mesurande) et le contenu de son information en une autre grandeur physique accessible aux sens humains ou aux maillons suivants de la chaîne d'acquisition. Ce sont donc des organes sensibles, transformant la grandeur à mesurer en un signal électrique, pneumatique, hydraulique ou numérique, normalisé, représentatif de l'information originelle. Cette transformation nécessite généralement un apport d'énergie extérieur au système. En règle générale, l'élément sensible du capteur est lié à un transducteur ou traducteur permettant la transformation du déplacement ou de la déformation de cet élément sensible en un signal ou une indication de mesure. On distingue les capteurs de mesure de distance, pression, courant laser, niveau, poids, de longueur, dimensionnelle, température.

a) Schéma de principe d'un capteur de mesure

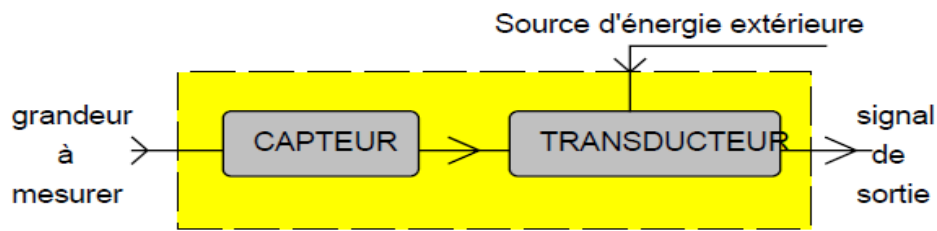


Figure I.2: Capteur de mesure

Pour ce projet, nous ferons une étude brève sur les **capteurs de mesure de température**.

I.3.1 Différents capteurs de mesure de température par contact

La température d'un objet détermine la sensation de chaud ou de froid ressentie en le touchant. Plus spécifiquement, la température est une mesure de l'énergie cinétique moyenne des particules d'un échantillon de matière, exprimée en unités de degrés sur une échelle standard. Il est possible de mesurer la température de plusieurs façons différentes qui se distinguent par le coût des équipements et la précision ainsi que le temps de réponse.

Il existe trois grandes familles de capteurs : Les capteurs passifs, les capteurs actifs et les capteurs intégrés. La thermométrie par contact utilise ces trois familles de capteurs qui possèdent donc des caractéristiques différentes et permettent ainsi d'avoir une multitude de capteurs pour des applications variées.

- **La thermométrie par résistance utilisant des capteurs passifs**

La thermométrie par résistance utilise la variation de la résistance d'un matériau en fonction de la température. Cette variation de résistance peut être faite aussi bien avec un métal (dans ce cas-là nous parlerons de résistance métallique ; tous les métaux voient leur résistance varier avec la température mais seulement quelques-uns sont utilisés comme capteur.) mais aussi avec des oxydes (dans ce cas-là nous parlerons de thermistances). Tout comme les résistances métalliques, les thermistances sont sensible à l'auto-échauffement et à la résistance des fils de connexion. Leur non-linéarité peut parfois être un frein à son utilisation ainsi que son étendue réduite (de -110 °C à 250 °C) et sa faible interchangeabilité. [2]



Figure I.3: Thermométrie par résistance [1]

- **La thermométrie par thermocouples utilisant des capteurs actifs**

Les thermocouples délivrent une force électromotrice lorsque ceux-ci sont soumis à une modification de la température. Il existe beaucoup de type de thermocouple qui est pour la plupart repérée par une lettre (T, J, E, K, S, R, B, N, U, G, C, D). Ces thermocouples ont des caractéristiques différentes et par la même occasion ont une utilisation qui leur sont plus favorable. Les signaux obtenus étant de faible amplitude, il est nécessaire de l'amplifier et donc d'ajouter une incertitude sur ce dispositif. Enfin par rapport aux autres capteurs que nous avons vus celui-ci est légèrement plus cher avec une moyenne de l'ordre de 25€. [2]

Figure I.4: Thermométrie par thermocouples [1]

- **La thermométrie par diode et transistor utilise des capteurs intégrés.**

La tension aux bornes d'un semi-conducteur ainsi que le courant qui le traverse dépendent de



la température. Ce sont des capteurs dit intégrés et qui ont l'avantage qu'à courant constant I , la mesure de V est linéaire en fonction de la température. Deux exemples de capteur de température peuvent être pris comme l'AD590 qui utilise des transistors ou le LM 35 qui utilise des diodes. Ce type de capteur l'avantage d'être simple à fabriquer et à mettre en œuvre excellente stabilité thermique, peu coûteux (15€) et très linéaire. Mais du fait de leur conception, ils ont une étendue de mesure limitée ($-50\text{ }^{\circ}\text{C}$, $150\text{ }^{\circ}\text{C}$) et sont affectés par un champ magnétique. [2]

La gamme LM35 fournit une tension de sortie de $10\text{ mV}/^{\circ}\text{C}$, directement proportionnelle à la température du périphérique. Les LM35 sont adaptées à diverses applications telles que les appareils ménagers, les téléphones mobiles, les consoles de jeux, les disques durs, la gestion de la batterie, les instruments médicaux portables ou les imprimantes. Le LM35 existe sous différents boîtiers avec de multiples références, on distingue grâce au suffixe. [3]

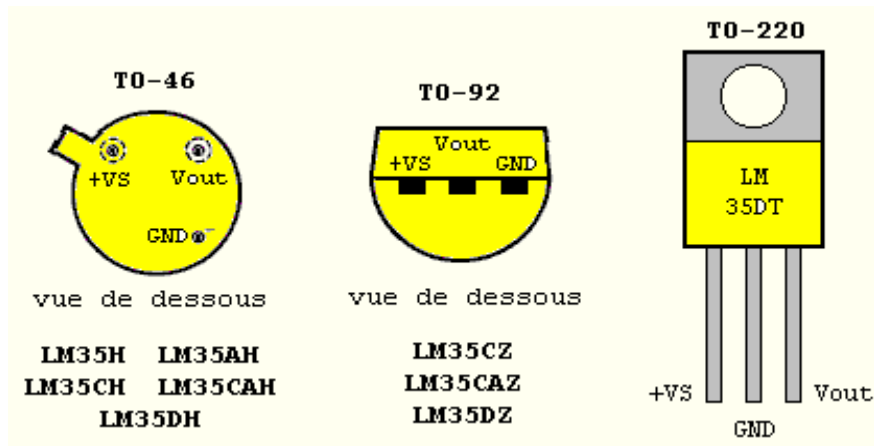


Figure I.5: Capteur LM35 [3]

Version du LM35 [3]:

- LM35AH : boîtier métal TO46, plage -55 °C à + 150 °C ;
- LM35CH : boîtier métal TO46, plage -40 °C à + 100 °C ;
- LM35CZ : boîtier plastique TO92, plage -40 °C à + 100 °C ;
- LM35DH : boîtier métal TO46, plage 0 °C à + 100 °C ;
- LM35DZ : boîtier plastique TO92, plage 0 °C à + 100°C. (voir figure I.5)

I.3.2 Critères de choix d'un capteur

Le type de mesure définira le type du capteur. Le choix du capteur adéquat dépend de différents critères [2]:

- L'application ;
- L'étendue de mesure ;
- La précision ;
- La fidélité ;
- Le temps de réponse ;
- Prix ;
- Durée de vie (la robustesse) ;
- Sa forme.

Après une étude brève sur les types de capteurs de mesure de température, nous pouvons conclure que le capteur de mesure de température de type **Thermométrie par diode (LM35)** sera utilisé pour la transmission des informations au microcontrôleur car :

- Consommation typique 60 μA : cette faible consommation limite son échauffement.
- Précision : $\pm 0,75^\circ\text{C}$ (typique) ;
- Etalonnée directement en degrés Celsius ;
- Gain de la sonde (sortie) : $10\text{ mV}/^\circ\text{C}$;
- Faible auto-échauffement : $0,08^\circ\text{C}$ sans courant d'air ;
- Tension d'alimentation : +4 à +30 Vcc. (conseillé +20V) ;
- Prix moins chère et la température du moteur ne peut pas dépassée 100°C . [3]

I.4 L'unité de traitement : PIC 16F876A

Un microcontrôleur, est un composant électronique qui rassemble tous les éléments d'un "mini-ordinateur" et qui se présente sous la forme d'un circuit intégré. Un microcontrôleur permet de réaliser des systèmes et montages électroniques programmés. Cela veut dire que l'on pourra, avec le même montage, réaliser des fonctions très différentes qui dépendront du programme qui aura été programmé dans le microprocesseur [4]

I.4.1 DÉFINITION D'UN PIC

Un PIC (Programmable Interface Contrôler) est une unité de traitement de l'information de type microprocesseur à laquelle on a ajouté des périphériques internes permettant de faciliter l'interfaçage avec le monde extérieur sans nécessiter l'ajout de composants externes. Les PIC sont des composant dits RISC (Reduced Instructions Set Computer), ou encore composant à jeu d'instruction réduit. Le microcontrôleur se trouve, dans plusieurs appareils telle que : les téléphones portables, machines à laver, télévisions vidéos. [5]

I.4.2 LES DIFFÉRENTES FAMILLES DE PIC

Chez les PIC, il y a principalement 5 gammes (plus si on rajoute les DSPICS). Il existe la gamme 10F, 12F, 14F, 16F, 18F. Les PIC sont subdivisés en 3 grandes familles [5]:

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

Par la suite, d'autres familles sont apparues comme l'Enhanced family et les choses ne devraient faire qu'avancer. Le 16F876 fait partie de la sous-famille des 16F87x. Cette branche fait partie intégrante de la grande famille des PIC Mid-Range.

I.4.3 COMMENT RECONNAÎTRE UN PIC

Un PIC est identifié par une référence de la forme suivante : **xx(L)XXyy-zz** où :

- **xx** : famille du composant ;
- **L** : tolérance plus importante de la plage de tension ;
- **XX** : type de mémoire programme ;
 - **C** : EPROM ou EEPROM ;
 - **CR** : PROM ;
 - **F** : Flash ;
- **yy** : Identificateur ;
- **zz** : vitesse maximale du quartz de pilotage.

Exemple : 16F876-20

- **16** : indique la famille mid-range ;
- **F** : indique la mémoire utilisé de type FLASH ;
- **876** : indique l'identité ;
- **20** : indique la fréquence d'horloge en Mhz.

I.4.4 CHOIX DES PIC

Le choix d'un PIC est directement lié à l'application envisagée [5] :

- ❖ Il faut dans un premier temps déterminer le nombre d'entrées/sorties nécessaires pour l'application. Ce nombre d'entrées/sorties nous donne une idée sur la famille du PIC ;
- ❖ Il faut ensuite déterminer si l'application nécessite un convertisseur Analogique/Numérique ce qui va centrer un peu plus vers le choix du PIC ;
- ❖ La rapidité d'exécution est un élément important, il faut consulter les DATA-BOOK pour vérifier la compatibilité entre la vitesse maximale du PIC choisi et la vitesse max nécessaire au montage ;

CHAPITRE I : ANALYSE FONCTIONNELLE ET TECHNIQUE DE CONCEPTION

- ❖ La taille de la RAM interne et la présence ou nom d'une EEPROM pour mémoriser des données est également important pour l'application souhaitée ;
- ❖ La longueur de programme de l'application détermine la taille de la mémoire programme du PIC recherché ;
- ❖ Le prix et la disponibilité sur le marché.

Le microcontrôleur **PIC 16Fxx** dispose donc des ressources suivantes :

Caractéristiques	16F84	16F628	16F876	16F877
Nombre de broches (boîtier PDIP)	18	18	18	40
Mémoire de programme (mots)	1024	2048	8192	8192
Oscillateur interne	/	oui	/	/
Mémoire SRAM (octets)	68	224	368	368
Mémoire EEPROM (octets)	64	128	256	256
Entrées / sorties	13 (2 ports)	16 (2 ports)	22 (3 ports)	33 (5 ports)
Comparateurs analogiques	/	2	2	2
Convertisseur analogique-numérique (ADC)	/	/	1 10 bits 5 canaux	1 10 bits 8 canaux
PSP (Parallel Slave Port)	/	/	/	Oui 8 bits
Génération signal PWM			oui	oui

Tableau I.1: Les ressources du microcontrôleur PIC16Fxx

Afin de choisir un PIC adéquat à notre projet, nous avons pensé à l'utilisation du PIC **PIC16F876A** parce qu'il répond à nos besoins :

- prix et disponibilité sur le marché (moins chère que le pic 16F877) ;
- nombre des pins suffisants 22 broches pour 16F876 (32 broches pour 16F877) ;
- un convertisseur A/N (le pic 16F84 ne contient pas un convertisseur A/N) ;
- génération du signal PWM (port RC1 et RC2).

Schéma du PIC 16F876A. [6]

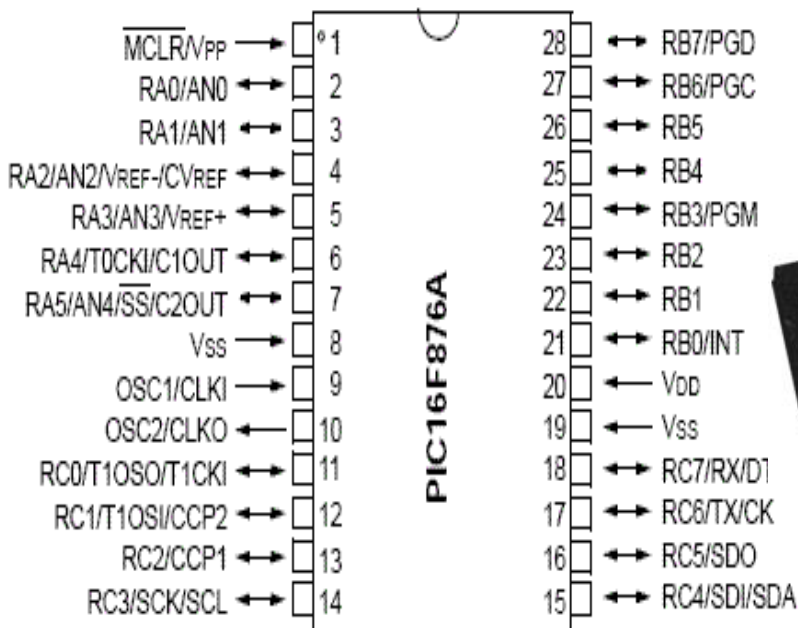


Figure I.6: Schéma d'un PIC 16F876A



Figure I.7: Photo du pic 16F876A

I.4.5 DESCRIPTION DU PIC 16F876

Un microcontrôleur ou un PIC se présente sous la forme d'un circuit intégré réunissant tous les éléments d'une structure à base de microprocesseur. Voici généralement ce que l'on trouve à l'intérieur d'un tel composant :

- Un microprocesseur (**C.P.U.**) ;
- De la mémoire de donnée (**RAM et EEPROM**) ;
- De la mémoire programme (**ROM, OTPROM, UVPROM** ou **EEPROM**) ;
- Des interfaces parallèles pour la connexion des entrées / sorties ;
- Des interfaces séries (synchrone ou asynchrone) pour le dialogue avec d'autres unités ;
- Des Timers pour générer ou mesurer des signaux avec une grande précision temporelle.

Schéma interne du PIC 16F876A

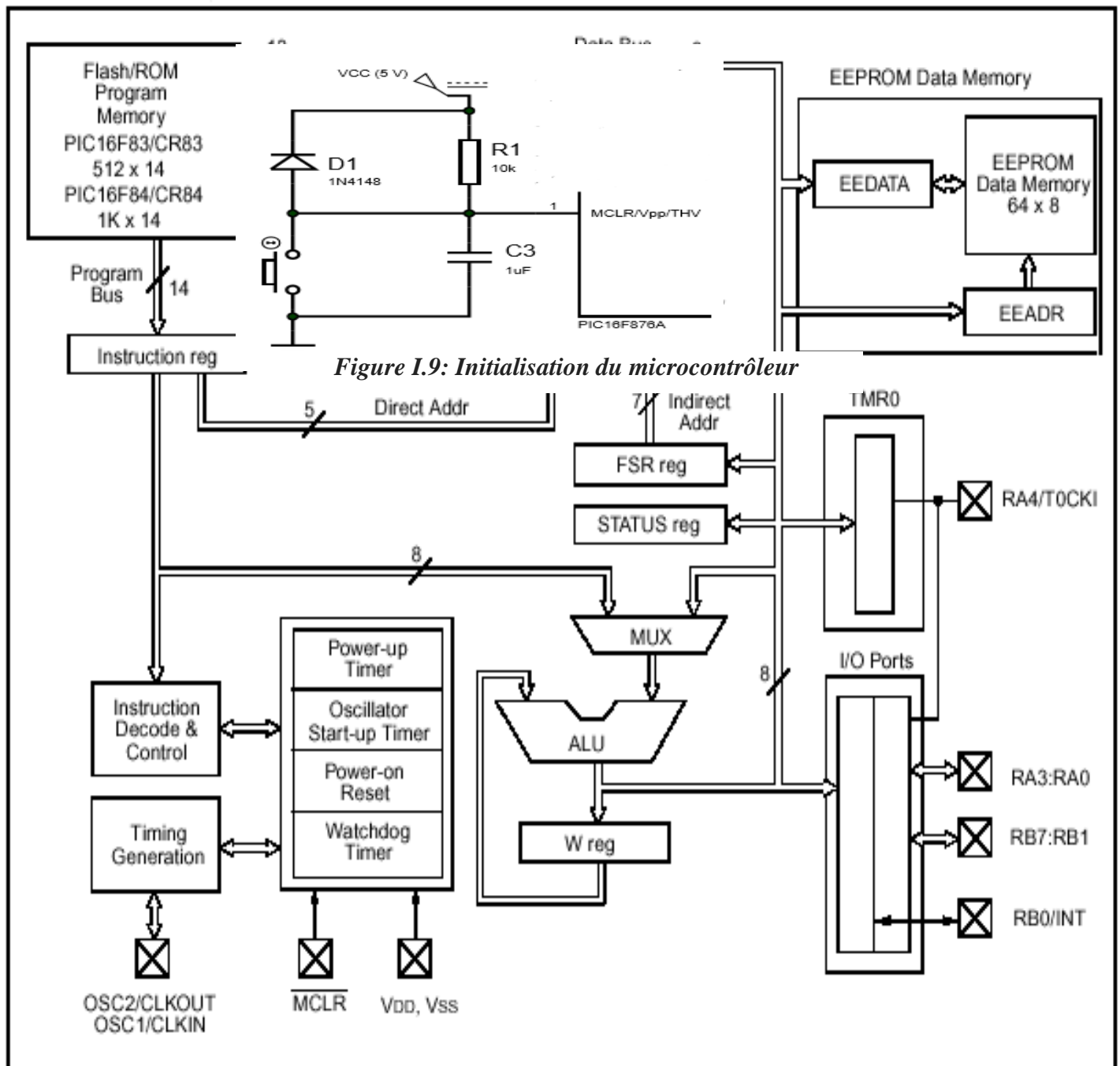


Figure I.9: Initialisation du microcontrôleur

➤ MCLR

Figure I.8: Schéma interne du PIC 16F876A [7]

Cette broche sert à initialiser le microcontrôleur. Un front montant sur MCLR déclenche l'initialisation du microcontrôleur.

- **EXTERNAL RESET** (Mise à l'état bas de MCLR). Remise à zéro extérieure. Il faut appliquer un niveau bas sur l'entrée RESET pendant au moins 2 μ S pour que l'Initialisation soit prise en compte.

- **WDT**: Chien de garde (Watch dog timer).

Si le WDT arrive à la fin du temps de garde sans avoir été rafraîchi il y aura alors une initialisation du microcontrôleur.

- **BOR**: Baisse de l'alimentation.

Si la tension **VDD** chute en dessous de **4V** pendant **100 μ S** au moins, le microcontrôleur peut générer un **RESET**.

➤ Oscillateur OSC1 et OSC2 ou CLKIN et CLOUT.

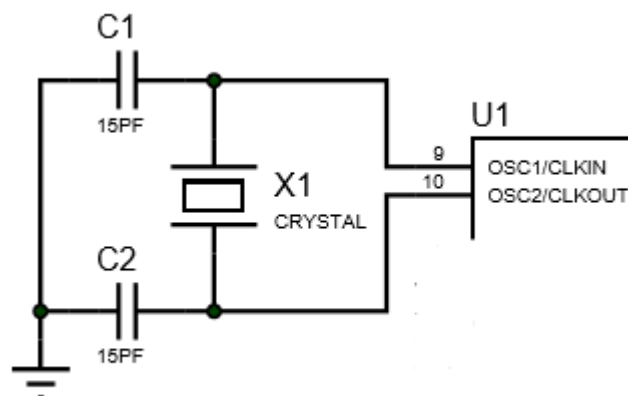


Figure I.10: Oscillateur

Ces broches permettent de faire fonctionner l'oscillateur interne du **PIC**. On peut utiliser **3** types d'oscillateurs :

- Un quartz ou résonateur céramique
- Un oscillateur externe
- Un réseau RC

➤ **Alimentation VDD et VSS.**

Ce sont les broches d'alimentation du circuit. Les tensions qui peuvent être appliquées vont :

- De **4,5V à 6V** pour la gamme standard **F**.
- De **2 à 6V** pour la gamme étendue **LF**.

L'intensité du courant consommé peut aller de **1 μ A à 10mA**.

La consommation du microcontrôleur sera fonction de :

- La tension d'alimentation.
- La fréquence interne.
- Le mode de fonctionnement.

I.5 AVANTAGES ET INCONVENIENTS DES PIC

I.5.1 Avantages

Les points forts des microcontrôleurs sont nombreux et bien réels :

➤ Un microcontrôleur intègre dans un seul boîtier ce qui, avant, nécessitait une dizaine ou plusieurs dizaines d'éléments séparés. Il en résulte donc une diminution évidente de l'encombrement du matériel et du circuit imprimé.

➤ Il en découle bien évidemment une augmentation de la fiabilité du système puisque le nombre de composants diminuant, le nombre de sources potentielles de défauts diminue aussi. De plus, le nombre de connexions composants/supports ou composants/circuit imprimé diminue également ce qui, là aussi, accroît la fiabilité globale du système.

➤ Le microcontrôleur contribue à réduire les coûts à plusieurs niveaux d'une part, il est moins cher que les composants qu'il remplace, d'autre part, du fait de la simplification de fabrication qu'il implique (tant au niveau conception du circuit imprimé qu'au niveau montage par la suite), il fait diminuer les coûts de main-d'œuvre.

➤ Du fait du cumul de ces avantages, le microcontrôleur permet aussi à certaines applications de voir le jour car elles n'étaient pas réalisables autrement pour divers raisons : Coût et encombrement conduit en général.

I.5.2 Inconvénients

Les Inconvénients majeurs d'un microcontrôleur sont assez peu nombreux et se situent principalement au niveau de la programmation, mais sur deux plans différents.

➤ Tout d'abord, les PIC les plus intégrés et les moins coûteux sont ceux munis d'une ROM programmé par masque lors de la fabrication du circuit. Ceci impose de faire fabriquer une très grandes séries du même circuit (au moins 1 000 pièces mais plutôt 10 000) ce qui interdit ce genre d'utilisation aux petites entreprises ou aux productions de petites séries.

➤ Comme pour tout système programmé, il faut disposer d'un outil ou moyen de développement. Cet outil peut revêtir divers aspects, néanmoins il faut pouvoir écrire les programmes, les tester et tester leur mise en place sur le matériel qui entoure le microcontrôleur.

I.6 LES MOTEURS A COURANT CONTINU

Dans notre projet nous avons utilisé un moteur à courant continu d'entraînement un sens de marche.

I.6.1 Présentation

Un moteur à courant continu est un dispositif électromécanique qui convertit l'énergie électrique en énergie mécanique. L'utilisation de la machine à courant continu tels les moteurs à courant continu s'est largement développée pour répondre aux besoins des processus industriels les plus variés. Tout le fonctionnement des moteurs électriques est basé sur le principe du couplage magnétique entre deux champs magnétiques. La transformation de l'énergie électrique en énergie mécanique s'opère à travers ce couplage magnétique ou interaction magnétique. Le moteur à courant continu est alimenté par une tension ou un système de tension et les grandeurs de sortie sont le couple, la vitesse

I. 6.2 Constitution et principe de fonctionnement

I. 6.2.1 Constitution

Le moteur à courant continu est constitué de deux parties principales : **l'induit et l'inducteur**

L'inducteur ;

C'est un aimant ou un électroaimant (bobinage parcouru par un courant). Il est situé sur la partie fixe de la machine (le stator). Le stator est constitué de la carcasse du moteur et du circuit magnétique proprement dit. Un circuit magnétique est constitué d'une structure ferromagnétique qui canalise le flux magnétique, crée par une source de champ magnétique : aimant permanent ou électro-aimant. Le circuit magnétique du stator crée le champ magnétique appelé « champ inducteur » (B_s). L'inducteur magnétise le moteur en créant le flux magnétique (φ) dans l'entrefer. L'entrefer est l'espace entre les pôles du stator et du rotor. Le flux magnétique est maximal au niveau des pôles magnétiques.

L'induit ;

L'induit ou rotor (partie tournante de la machine). C'est un bobinage parcouru par un courant I (courant d'induit). Il est le siège des forces nécessaires à son entraînement. Il est composé de spires placées dans les encoches situées à la périphérie d'un empilement de tôles cylindriques. Les extrémités des spires sont reliées sur les lames du collecteur.

Le dispositif collecteur/balais ;

Il permet d'accéder au circuit électrique rotorique.

Le collecteur ;

Le collecteur a pour fonction d'assurer la commutation du courant d'alimentation dans les conducteurs d'induit. Il est essentiellement constitué par une juxtaposition cylindrique de lames de cuivre séparées par des lames isolantes. Chaque lame est reliée électriquement au bobinage induit. C'est le constituant critique des machines à courant continu car ses lames sont soumises aux efforts centrifuges et assemblées manuellement. Son usure consécutive due au frottement des balais nécessite un démontage et un ré-usage périodique. De plus, il accroît de 20 à 30% la longueur totale de la machine.

Les balais.

Il assure la liaison électrique (contact glissant) entre la partie fixe et la partie tournante. Pour des machines de forte puissance, la mise en parallèle des balais est alors nécessaire. Pour des

raisons d'économie, ils doivent avoir une durée de vie aussi longue que possible et assurer un bon contact électrique. On peut considérer que dans un contact glissant les pertes sont de nature mécanique à 35% et de nature électrique à 65%.

I. 6.2.2 Principe de fonctionnement

Le fonctionnement du moteur à courant continu est basé sur le principe des forces de Laplace. Un conducteur de longueur L , placé dans un champ magnétique et parcouru par un courant, est soumis à une force électromagnétique appelée force de Laplace. Dans le moteur à courant continu, le champ magnétique est produit par l'inducteur, les conducteurs sont les spires placées dans l'induit. Lorsqu'on alimente les spires embrassées par le flux magnétique de l'inducteur, il se crée sur celles-ci des forces électromagnétiques qui entraînent un déplacement angulaire de l'induit. Le collecteur alimente ensuite une autre spire et ce phénomène se produit tant que le moteur est alimenté. L'induit entraîne alors le rotor en lui transmettant son couple. Pour inverser le sens de rotation du courant dans l'induit, il suffit d'inverser le sens de rotation du courant dans l'induit ou dans l'inducteur.

I. 6.3 EQUATIONS DE FONCTIONNEMENT

I. 6.3.1 Force électromotrice

Nous savons qu'une bobine en mouvement dans un champ magnétique voit apparaître à ses bornes une force électromotrice (f.e.m) donnée par la loi de Faraday. Sur ce principe, la machine à courant continu est le siège d'une f.e.m E :

$$E = \frac{p}{2\pi a} N \phi \Omega$$

p : le nombre de paires de pôles ;

a : le nombre de voies d'enroulement ;

N : le nombre de conducteurs(ou de brins - deux par spires) ;

ϕ : Flux maximum à travers les spires(en Webers-Wb) ;

Ω : vitesse de rotation(en rad/s) ;

DONC :

$$E = K \phi \Omega$$

$$\text{Avec } K = \frac{p}{2\pi a} N$$

Si de plus la machine fonctionne à flux constant $\mathbf{E} = \mathbf{K}'\Omega$ avec $\mathbf{K}' = \mathbf{K}\phi$

I. 6.3.2 Loi d'ohm

$$\mathbf{U} = \mathbf{E}' + \mathbf{RI}$$

I. 6.3.3 Vitesse de rotation

$$\mathbf{n} = \frac{\mathbf{U} - \mathbf{RI}}{\mathbf{N}\phi}$$

I. 6.3.4 Puissance électrique utile (Pe)

$$\mathbf{Pe} = \mathbf{E}'\mathbf{I}$$

Pe : puissance électromagnétique ou puissance électrique utile (W);

N : Nombre de conducteur actif sous un pôle ;

I : Intensité en (A) ;

E' : Force contre électromotrice en (V) ;

n : vitesse en tr/s.

I. 6.3.5 Puissance électrique absorbée : Pa

$$\mathbf{Pa} = \mathbf{UI}$$

I. 6.3.6 Couple moteur : T

$$\mathbf{T} = \frac{\mathbf{P}_e}{\Omega} = \frac{\mathbf{Nn}\phi\mathbf{I}}{2\pi n} = \frac{\mathbf{N}}{2\pi}\phi\mathbf{I}$$

Ce qui implique : $\mathbf{T} = \mathbf{KI}$ avec $\mathbf{K} = \frac{\mathbf{N}\phi}{2\pi}$

I. 6.3.7 Rendement

Le bilan de puissance fait apparaître le rendement d'une MCC. Les pertes comprennent : les pertes joules, les pertes fer, les pertes mécaniques, le rendement s'exprime par la relation :

$$\eta = \frac{\mathbf{P}_{utile}}{\mathbf{P}_{absorbee}} = \frac{\mathbf{P}_{utile}}{\mathbf{P}_{utile} + \sum \mathbf{P}_{pertes}}$$

Puissance absorbée (électrique) : UI (induit)

Puissance électromagnétique : EI = T_{em}Ω

Puissance utile (mécanique) : T_{utile}Ω

Pertes Joules : à l'induit(RI^2) ; à l'inducteur ($ri^2 = ui$)

Pertes collectives (ou « constantes ») : pertes mécanique (frottement, vibration, ventilation...)
+ pertes « fer » (dus aux matériaux ferromagnétiques).

I. 6.4 Les Différents Types d'excitation Des Moteur courant continu

On distingue les moteurs à courant continu par leurs types d'excitation. On peut réaliser l'excitation des moteurs de plusieurs façons :

- ❖ Moteur à excitation indépendante ou séparée ;
- ❖ Moteur shunt ;
- ❖ Moteur série ;
- ❖ Moteur à excitation Composé ou compound.

I. 6.5 Les procédés de variation de la vitesse des moteurs à courant continu

La vitesse de rotation des moteurs à courant continu peut être donnée par la relation $n = \frac{U - RI}{N\phi}$. Cette équation nous présente trois possibilités de variation de vitesse des moteurs à courant continu :

- ✓ Par action sur le flux ϕ ,
- ✓ Par action sur la tension d'alimentation de l'induit U
- ✓ Par action sur la résistance R du circuit d'induit.

I. 6.5.1 Par action sur le flux

L'induit du moteur est alimenté sous une tension continue constante ($U = U_N$), et on fait varier la vitesse de rotation du moteur par action sur son courant d'excitation. La valeur nominale Φ_N du flux inducteur Φ se trouvant tout près du coude de saturation du circuit magnétique, seule une réduction (par l'intermédiaire de l'intensité d'excitation) devrait être envisagée. Donc la variation du flux ne servira qu'à amener le moteur au-delà de sa valeur nominale de vitesse.

I. 6.5.2 Par action sur la tension d'alimentation

On a : $n = \frac{U - RI}{N\phi}$, si la résistance de l'induit est très faible, elle peut être négligée ; on obtient donc : $n = \frac{U}{N\phi}$. Si on alimente l'induit sous tension fixe, le flux est constant, on voit que l'on peut régler la vitesse du moteur par action sur la tension d'alimentation de l'induit U. La vitesse est directement proportionnelle à la tension d'alimentation de l'induit. C'est d'ailleurs la méthode la plus recommandée. Seule une réduction de la tension d'alimentation devrait être envisagée pour ne pas dépasser la tension nominale du moteur.

I. 6.5.3 Par action sur la résistance d'induit

La méthode consiste à augmenter la résistance de l'induit si l'on veut diminuer la vitesse du moteur. L'inconvénient de cette méthode est que cette résistance-là n'est pas facilement accessible.

I. 6.6 CONCLUSION

Dans ce chapitre il était question pour nous de faire une analyse fonctionnelle et une technique de conception dans la réalisation d'une maquette permettant la régularisation de la température et la vitesse d'un moteur à courant continu DC. Nous achèverons par la phase de réalisation qui consistera à présenter les différents résultats simulables et réalisables d'où les lignes qui vont suivre notre travail seront axées sur le travail effectuer

CHAPITRE II : MISE EN ŒUVRE DU PROJET

II.1 INTRODUCTION

La réalisation est la phase la plus importante après celle de la conception. Le choix des outils de développement détermine énormément le coût en temps de programmation, ainsi que la flexibilité du produit à réaliser. Cette phase consiste à transformer le modèle conceptuel établi en des composants logiciels formant ce système. Dans un premier volet, on va procéder à la spécification de l'environnement matériel et logiciel utilisé dans notre projet.

Dans un deuxième volet on s'intéresse à décrire les différentes étapes de ce travail et dans un dernier volet on présente les tests les résultats obtenus.

II.2 ALIMENTATION STABILISEE :

II.2.1. Généralités :

La fonction des alimentations est de fournir à un objet technique l'énergie électrique nécessaire à son fonctionnement. Dans la plupart des cas, la fonction alimentation transforme les caractéristiques de l'énergie livrée par le réseau STEG pour les adapter aux conditions de l'alimentation d'un objet technique.

Dans notre cas les objets techniques étant Le microcontrôleur et le capteur LM35 fonctionnant sous une tension de 5V aussi le moteur à courant continu fonctionnant sous une tension de 12V. Donc pour répondre à ces besoins nous devons réaliser une carte de puissance qui a pour but d'abaisser la tension alternative de 220V AC jusqu'à 5V continue et une autre pour l'abaisser jusqu'à 12V.

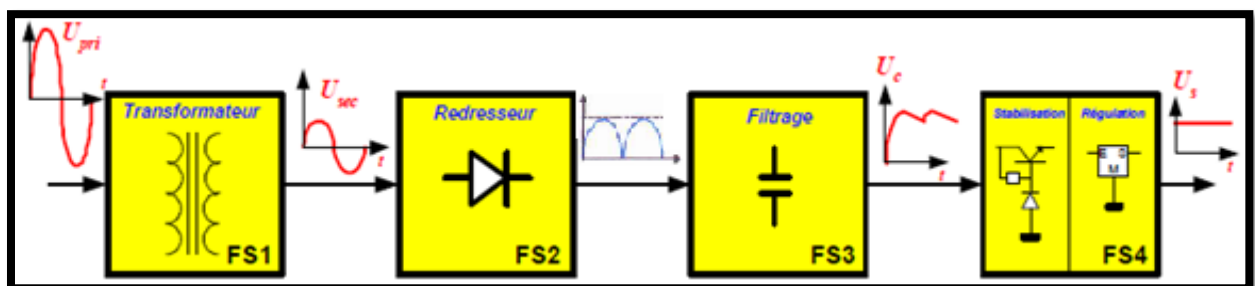


Figure II.1: schéma fonctionnel

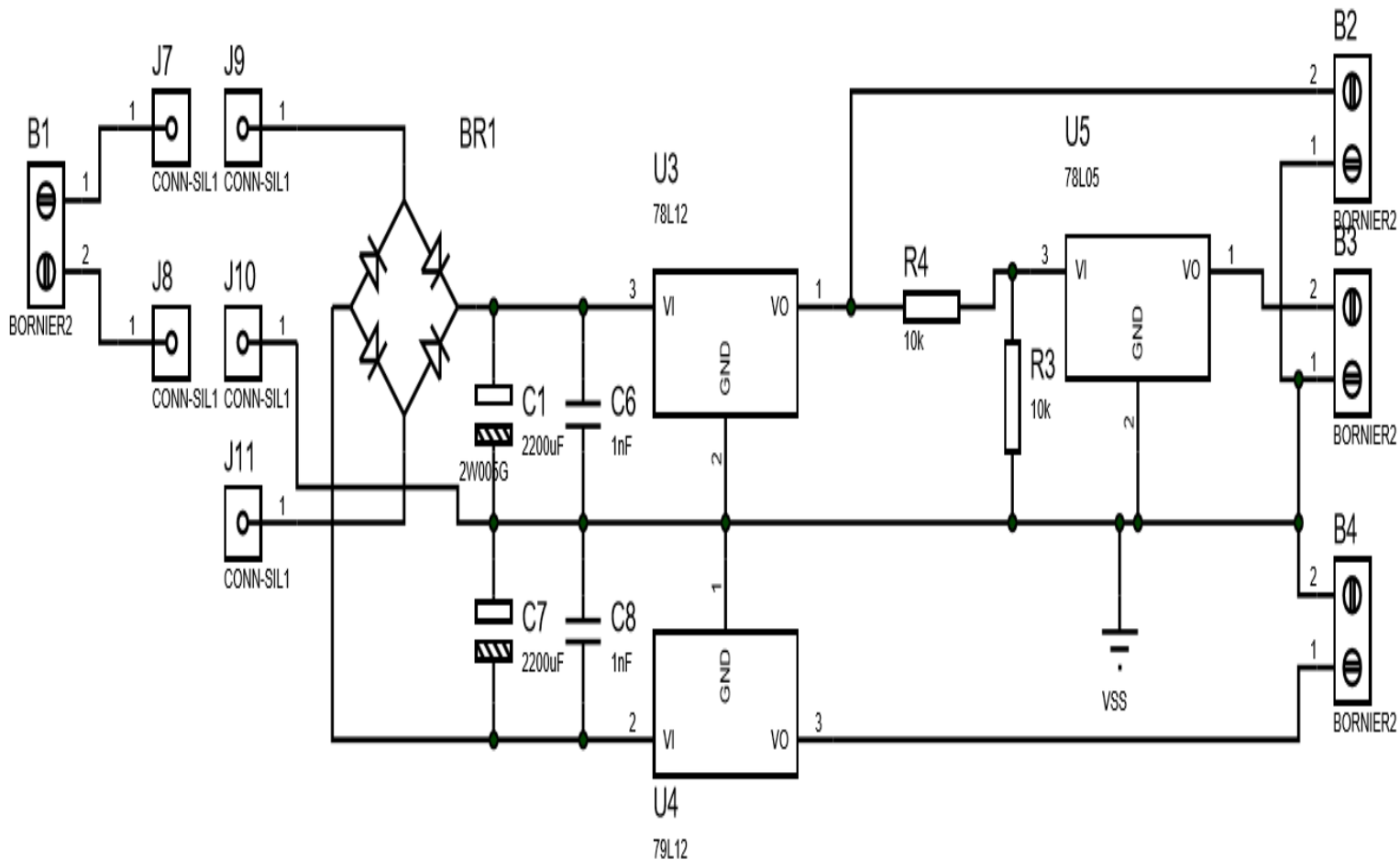
Fonctions des structures associées :

Transformateur	Redresseur	Filtre	Régulateur
Diminue l'amplitude de la tension secteur (220/30 V).	Convertit une tension alternative en une tension unidirectionnelle	Stocke l'énergie de façon à lisser la tension de sortie du redresseur.	Stabilise la tension et le courant de sortie de manière à les rendre CONSTANTS (continus).

Tableau 2.1: fonctions des structures associées

II.2.2 Schéma de principe de l'alimentation stabilisée du projet

Voici le schéma électrique de l'alimentation stabilisée 12V qui va alimenter le moteur à courant continu ; 12V et -12 qui vont alimenter l'amplificateur opérationnel, 5V pour le



microcontrôleur (voir figure ci-dessous).

Figure II.2 : Alimentation stabilisée

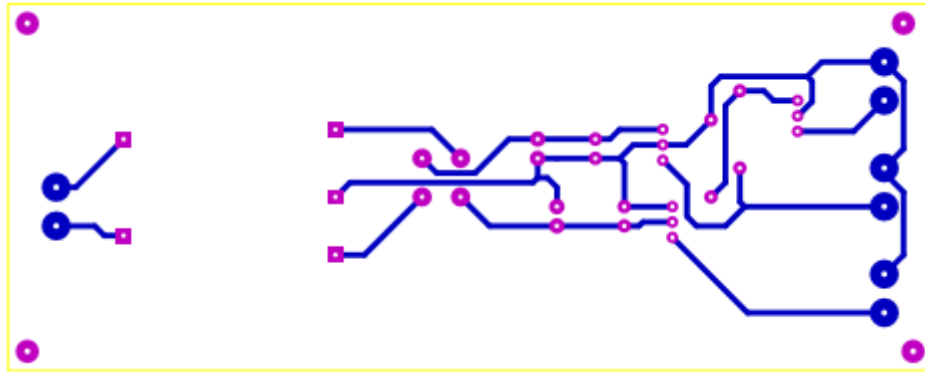


Figure II. 3 : Alimentation stabilisée circuit imprimé

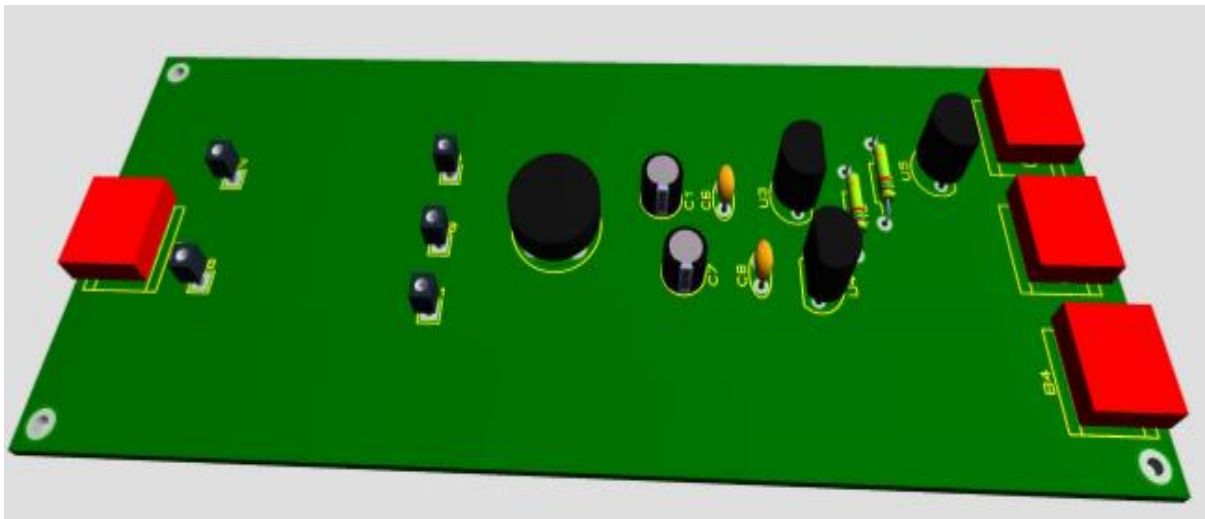


Figure II.4 : Alimentation stabilisée vue en 3D

II.2.3 LANGAGE DE PROGRAMMATION

II.2.3.1 Une Brève Histoire de la Programmation

Les ordinateurs sont électroniques, et ils sont *numériques*. Pour un ordinateur, tout est une histoire de présence ou d'absence de tension le long d'un fil électrique. L'absence de tension signifie un 0 pour l'ordinateur, et la présence d'une tension signifie un 1. Les ordinateurs ne peuvent actuellement pas compter plus loin que cela sans combiner plusieurs 0 et 1. Au tout début, on utilisait des interrupteurs pour entrer les 1 et les 0 dans la mémoire de l'ordinateur. Les interrupteurs du panneau avant étaient utilisés pour charger le programme. Les lumières donnaient le résultat. Il n'y avait pas d'écran. Ce système qui n'utilise que des 1 et des 0 pour représenter les nombres s'appelle le système de numération binaire. Cette forme de langage de

programmation s'appelle un langage de première génération, ou 1GL : « 1st Génération Language ».

Afin de rendre la saisie des programmes encore plus facile, les programmeurs ont pu par la suite utiliser le langage assembleur. Chaque instruction est représentée par un mnémonique, et un programme appelé compilateur va traduire le mnémonique en un nombre qui représente l'instruction. Cette forme de langage est appelée un langage de deuxième génération, ou 2GL : « 2nd Génération Language ». Bien que cela représente une réelle amélioration, il n'était toujours pas très facile de programmer. La génération de langages suivante a permis un niveau d'abstraction plus élevé.

Les langages de troisième génération furent bien plus faciles à comprendre et à utiliser. La deuxième et la troisième génération de langages utilisaient un programme appelé *compilateur*. Un compilateur prend le programme saisi par l'utilisateur (qu'on appelle le *code source*) et le traduit en code machine. L'ordinateur exécute alors le code machine. Le code source originel n'est pas exécuté. Si le code source d'un programme est en plusieurs parties, elles peuvent être unies dans un seul programme en utilisant un programme appelé *éditeur de liens*. L'éditeur de liens utilise le code machine généré par le compilateur pour générer le programme final. C'est ce programme final que l'utilisateur utilisera, et le code source originel n'est plus nécessaire. Un inconvénient de la compilation en langage machine est que le programme ne fonctionnera que sur le type de machine prévu. Les programmes compilés pour Windows ne fonctionneront pas sur un ordinateur Macintosh d'Apple, ni sur un ordinateur sous Linux.

De nos jours, il y a beaucoup de langages de programmation différents. Parce que les ordinateurs peuvent effectuer des tâches très variées, une grande variété de langages spécialisés dans chacune de ces tâches ont été développés. Des langages comme C sont efficaces pour les systèmes d'exploitation et les petits systèmes embarqués. D'autres langages comme PHP sont spécialisés dans la création de pages Web. Python est un langage à usage général, dont la spécialité est la facilité d'utilisation mais s'exécute plus lentement.

Dans le cadre de notre projet de fin d'année, nous avons choisi un langage en C de la « Common Language Infrastructure » qui s'exécute sur la machine virtuelle. [8]

II.2.3.2 Langage Et Compilateur MikroC PRO Pour Pic

Le langage mikroC pour PIC a trouvé une large application pour le développement de systèmes embarqués sur la base de microcontrôleur. Il assure une combinaison de l'environnement de programmation avancée IDE (Integrated Development Environment), et d'un vaste ensemble de bibliothèques pour le matériel, de la documentation complète et d'un grand nombre des exemples. Le compilateur mikroC PRO pour PIC bénéficie d'une prise en main très intuitive et d'une ergonomie sans faille. Ses très nombreux outils intégrés (mode simulateur, terminal de communication Ethernet, terminal de communication USB, gestionnaire pour afficheurs 7 segments, analyseur statistique, correcteur d'erreur, explorateur de code, mode Débug ICD...) associé à sa capacité à pouvoir gérer la plupart des périphériques rencontrés dans l'industrie (Bus I2C, 1Wire, SPI, RS485, Bus CAN, USB, gestion de cartes compact Flash et SD/MMC, génération de signaux PWM, afficheurs LCD alphanumériques et graphiques, afficheurs LED à 7 segments, etc...) en font un outil de développement incontournable pour les systèmes embarqués, sans aucun compromis entre la performance et la facilité du déblocage.

Dans la suite nous utiliserons le compilateur mikroC PRO v.1.65. La simulation des applications de programmation nous réalisons à l'aide du logiciel PROTEUS v.7.6 SP (**Voir ANNEXE**) [9]

II.2.3.3 IDE mikroC PRO

Lorsque vous démarrez l'IDE mikroC PRO pour la première fois une description détaillé de toutes les options disponibles dans ce compilateur prendre trop de temps, de sorte que nous allions sauter cette étape. Au lieu de cela, nous allons décrire seulement le processus d'écriture d'un programme en langage mikroC, un simulateur de contrôle. Pour plus d'informations reportez-vous à l'aide [F1].

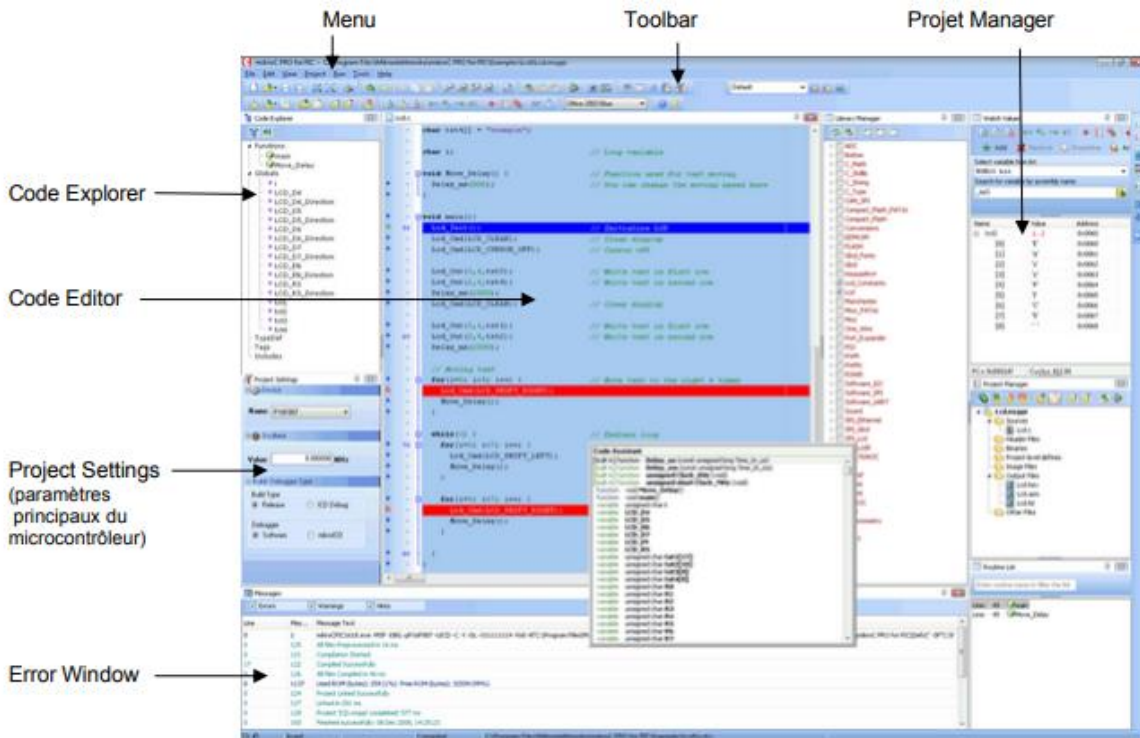


Figure II.5 : L'environnement IDE du compilateur mikroC PRO

Editeur de code (*Figure II.5: Code Editeur*) L'éditeur de code est le même que toute éditeur de texte standard pour l'environnement de Windows, y compris Copie, Coller, Annuler les actions etc... Il possède en plus des ressources comme suit :

- ✚ Coloration syntaxique réglable ;
- ✚ Assistant de code ;
- ✚ Assistant de paramètre ;
- ✚ Mise en forme automatique.

Dans la boîte de dialogue Options (*Figure II.6*) vous pouvez configurer la coloration syntaxique, l'aide pour le code et paramètres, la correction automatique etc. Pour accéder à ce dialogue cliquez sur Tools > Options du menu déroulant ou sur l'icône

Assistant de code

Si vous imprimez les premières lettres du mot et puis appuyez sur Ctrl + Espace, tous les identificateurs autorisés correspondant aux caractères imprimés seront offerts dans une fenêtre (voir la figure 1.3). Maintenant, nous pouvons continuer à réduire le choix de taper ou d'utiliser la souris pour sélectionner l'option appropriée dans la proposée et appuyez sur Entrée.

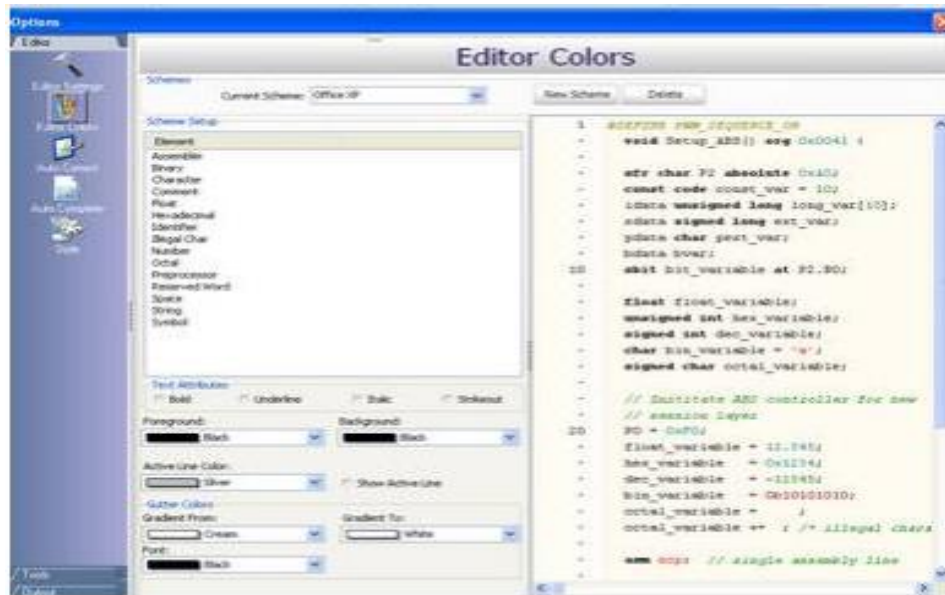


Figure II.6 : L'environnement IDE du compilateur mikroC PRO



Figure II.7 : Assistant de code

Mise en forme automatique

Afin d'obtenir une lisibilité maximale, il est possible de générer automatiquement la mise en forme de certaines instructions. Par exemple, tapez l'instruction IF, puis CTRL + J. A ce stade, l'éditeur ajoute tout seul les instructions. A vous ensuite de compléter le programme.

Affichage syntaxique coloré

Toujours dans le but d'obtenir une lisibilité maximale de votre programme, il vous est possible de configurer entièrement les couleurs de chaque partie du listing (figure 1.2). Par exemple les commentaires en "vert", les instructions en "noir", les valeurs numériques en "bleu clair", etc.

Outils intégrés

Le compilateur "MikroC PRO" pour PIC intègre différents petits outils très pratiques qui vous simplifieront l'écriture des programmes de vos applications.

a. Mini terminal USART ;

Le "MikroC PRO" intègre un petit terminal de communication USART RS-232 (Universal Synchronous Asynchronous Receiver) pour lequel vous pourrez configurer le débit, les commandes RTS et DTR....

b. Mini gestionnaire 7 segments ;

Le "MikroC PRO" intègre un petit utilitaire qui vous permettra de sélectionner la valeur décimale ou hexadécimale à fournir pour piloter un afficheur 7 segments ;

c. Table de conversion ASCII ;

Le "MikroC PRO" intègre un petit utilitaire qui vous permettra d'afficher une table de conversion ASCII (très utile lorsque vous travaillez avec des afficheurs LCD).

d. Gestion des LCD graphiques.

Le "MikroC PRO" intègre un petit utilitaire qui vous permettra de convertir des fichiers BMP en données pouvant être affichées sur plusieurs types de LCD graphiques.

II.2.3.3 Création d'un nouveau projet

Le mikroC PRO pour PIC organise des applications dans des projets, composé d'un seul fichier de projet (extension. mcppi) et un ou plusieurs fichiers sources (extension).

Les fichiers source peuvent être compilés que si elles font partie d'un projet. Le fichier projet contient les informations suivantes :

Nom du projet et une description facultative

Composant cible

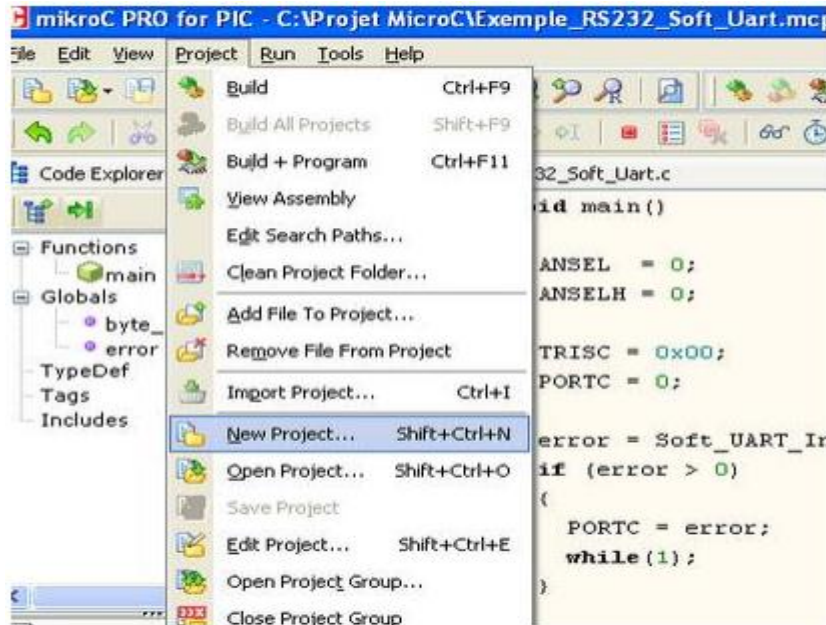
Option du composant

Fréquence d'horloge du composant

La liste des fichiers source du projet avec les chemins

Fichiers d'image - Fichiers binaires (* mcl.)

La meilleure façon de créer un projet c'est à l'aide de l'Assistant Nouveau projet (menu Project> New Project) ou en cliquant sur l'icône Nouveau projet à partir de la barre d'outils



du projet.

II.2.3.4 Avantages et Inconvénients du C

- **Avantages du C**

Pour la programmation de base, le C est intéressant. Il permet rapidement, sans gros effort, de développer des programmes fonctionnels. Il permet aussi de s'affranchir de connaissances complexes sur l'architecture des PIC. Il a l'avantage de gérer facilement les boucles, les choix, ainsi que l'affichage.

- **Inconvénients du C**

Le C n'est pas le langage naturel du microcontrôleur. Il permet de programmer plus intuitivement. Les logiciels de programmation en C transforment alors les lignes en C en lignes assembleurs directement compréhensibles par le microcontrôleur. Pour programmer efficacement, il est souvent nécessaire d'aller voir le code assembleur, il est donc conseillé

Figure II.8 : Création d'un projet PRO

d'avoir des bases solides en assembleur.

II.2.4 ORGANIGRAMME

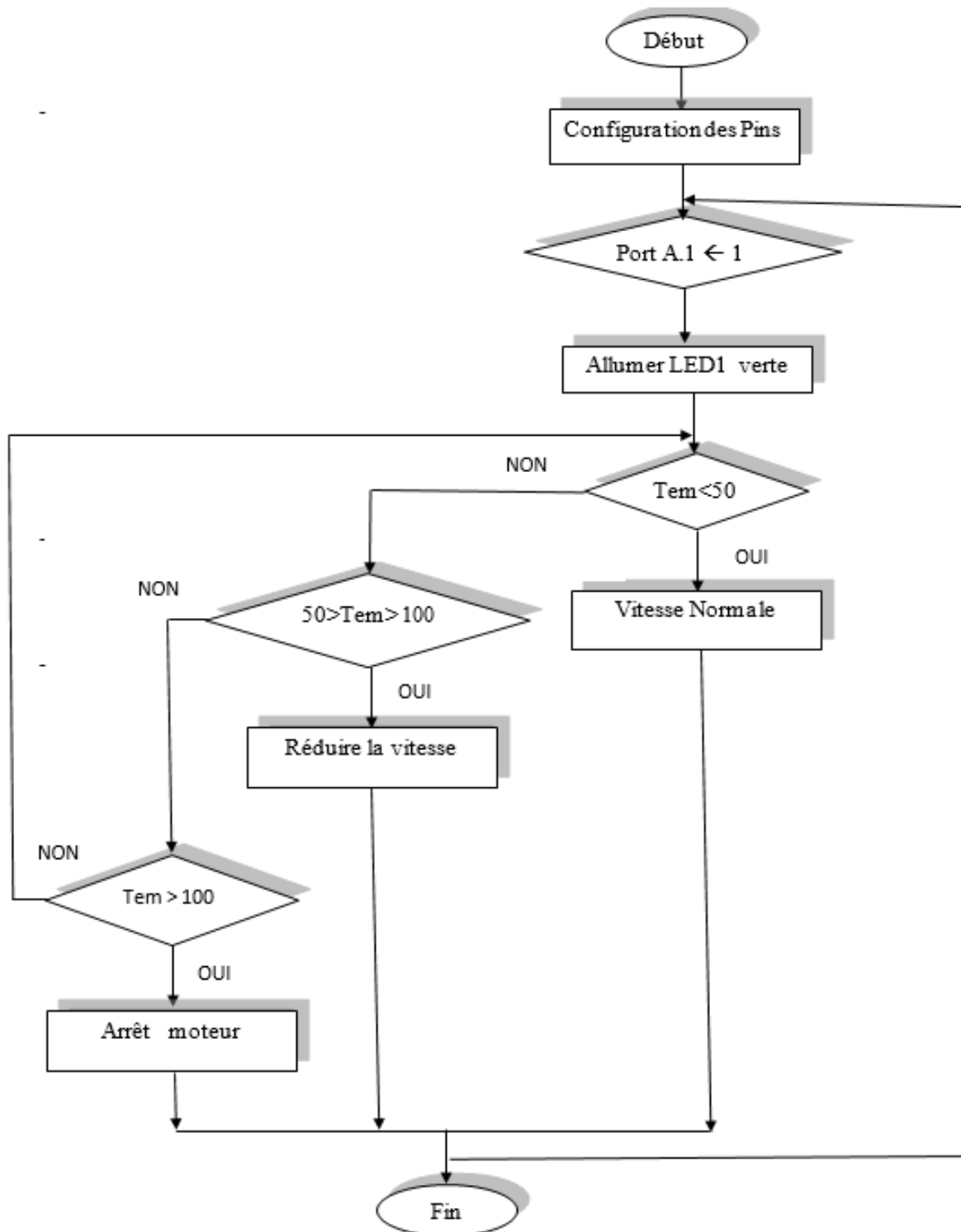


Figure II.9 : Organigramme du projet

II.2.5 Simulation du projet dans ISIS

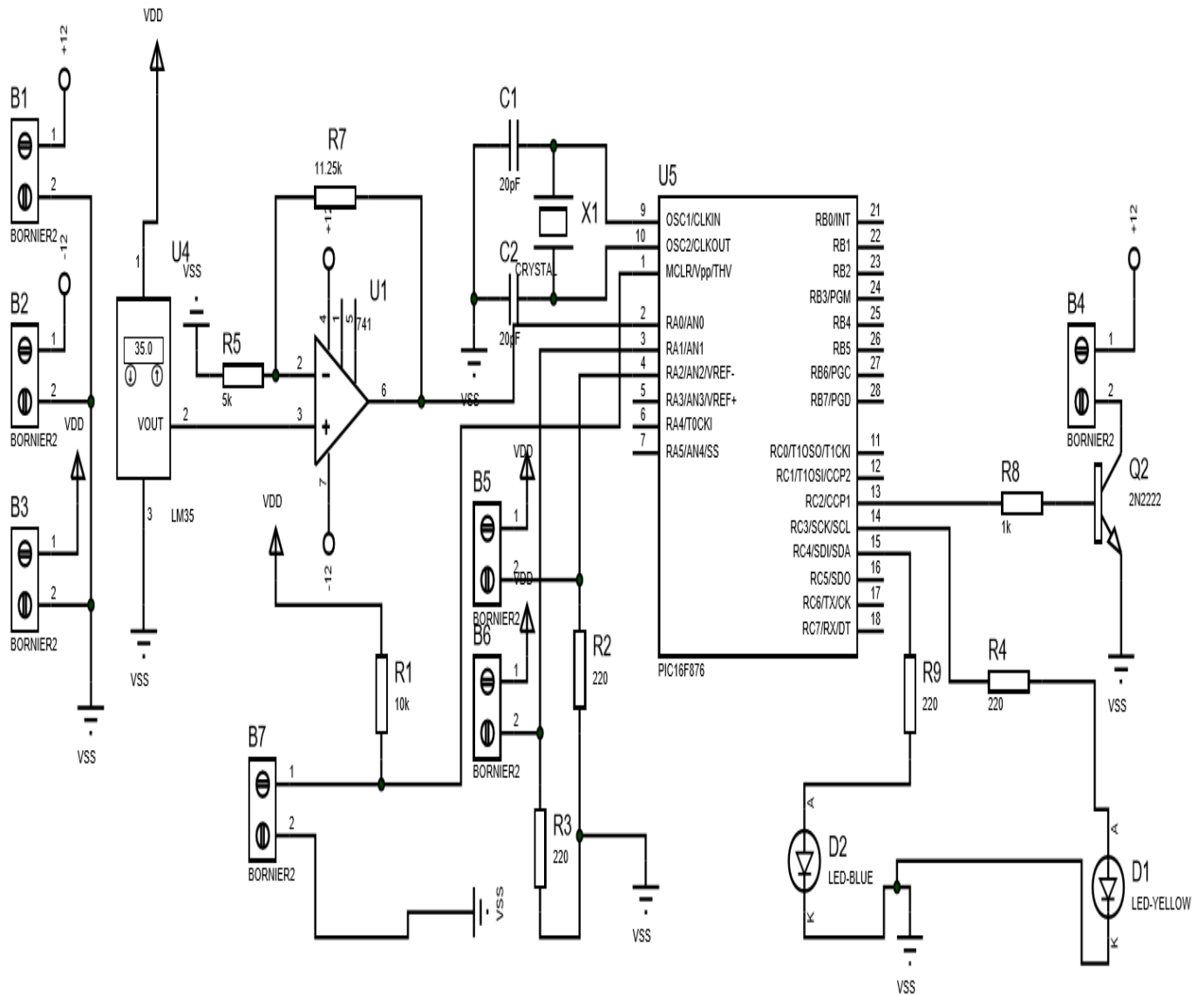


Figure II.10: Schéma du projet dans ISIS

- **Fonctionnement du montage :**

Le capteur de température LM35 donne une tension de 0.25V à la sortie, dont la variation de LM35 est linéaire est pour cela on obtient pour chaque variation de 0.01V une température de 1°C.

Mais vu que le microcontrôleur supporte uniquement des tensions de 5V alors ceci nous pousse à utiliser un étage d'amplification pour nous permettre d'amplifier la tension de 0.25V fournie par le capteur en 5V afin de permettre au microcontrôleur de pouvoir fonctionner.

C'est dans ce sens qu'on peut obtenir une température qui est égale à 25°C lorsque le capteur nous fournit une tension de 0.25V. On place le capteur dans un moteur, puis on appuie sur le bouton marche qui est relié à la pin n°1 du PORTA qui est configuré en entrée et cela va nous permettre de mettre en marche le moteur, si la température de ce dernier s'élève et dépasse un certain seuil fixé (lorsqu'il est en marche) le LM35 à la sortie donne des tensions analogiques, ces dernières sont introduites dans l'étage d'amplification puis sur la pin n°0 du PORTA qui est configurée en entrée analogique avec un convertisseur analogique/numérique, le convertisseur du microcontrôleur PIC16F877A convertit l'entrée analogique du capteur LM35 en 10 bits numériques qui vont nous permettre d'activer la pin n°2 du PORTC qui est configurée en sortie et sur laquelle est branché notre moteur et ceci implique la réduction de la vitesse du moteur grâce à la modulation de largeur d'impulsions (MLI ; en anglais : Pulse Width Modulation, soit PWM), et on obtient l'effet inverse c'est-à-dire l'augmentation de la vitesse du moteur lorsque la température de celui-ci diminue jusqu'à un certain seuil fixé et le bouton arrêt qui est relié à la pin n°2 du PORTA nous permet d'arrêter notre Système.

Ce qui nous permet finalement d'obtenir une relation de variation de la vitesse du moteur en fonction de la tension de sortie du capteur LM35 (la température) .

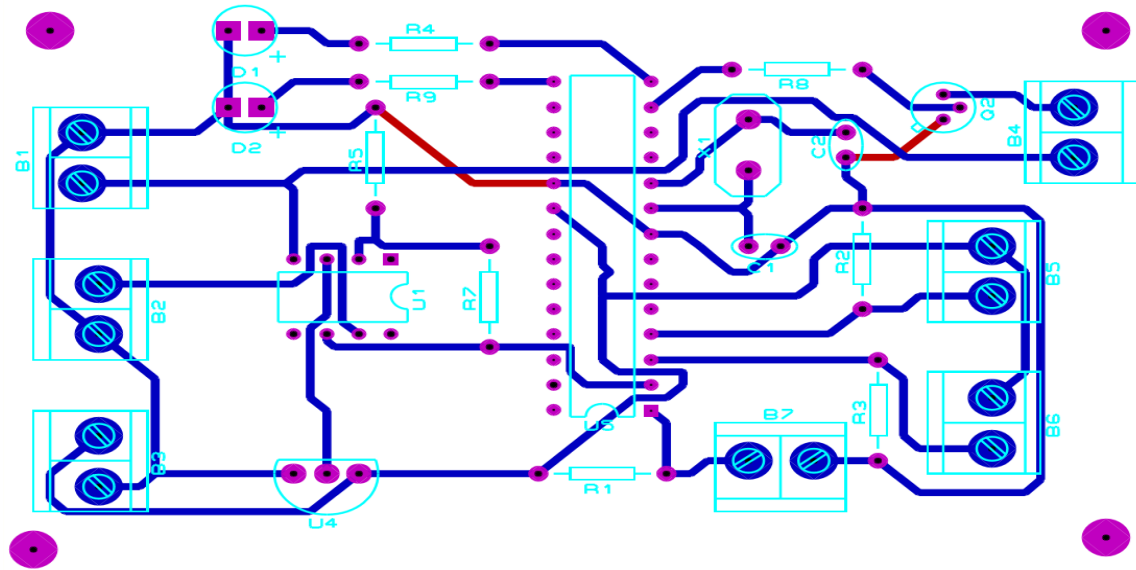


Figure II.11 : Circuit imprimé du projet dans ISIS

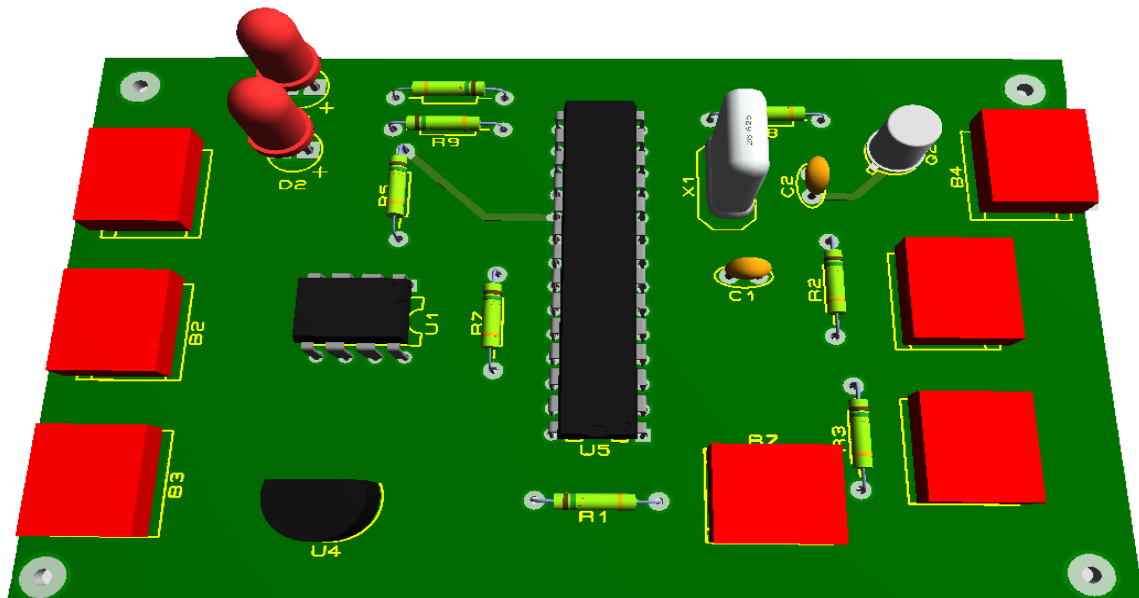


Figure II. 12 : Visualisation en 3D du projet dans ISIS

II.2.5.1 Résultat de l'exécution du projet dans ISIS

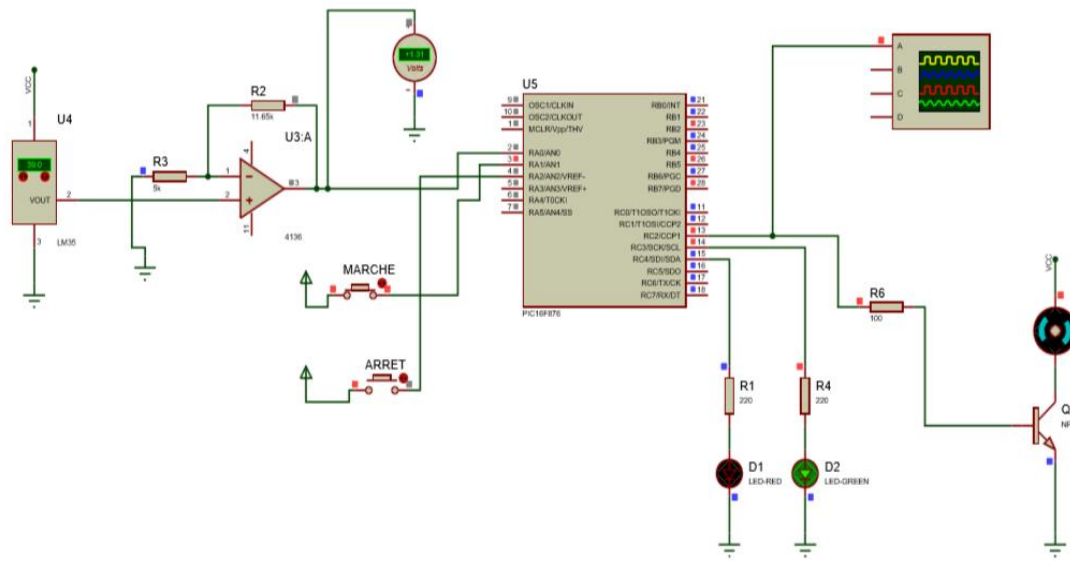
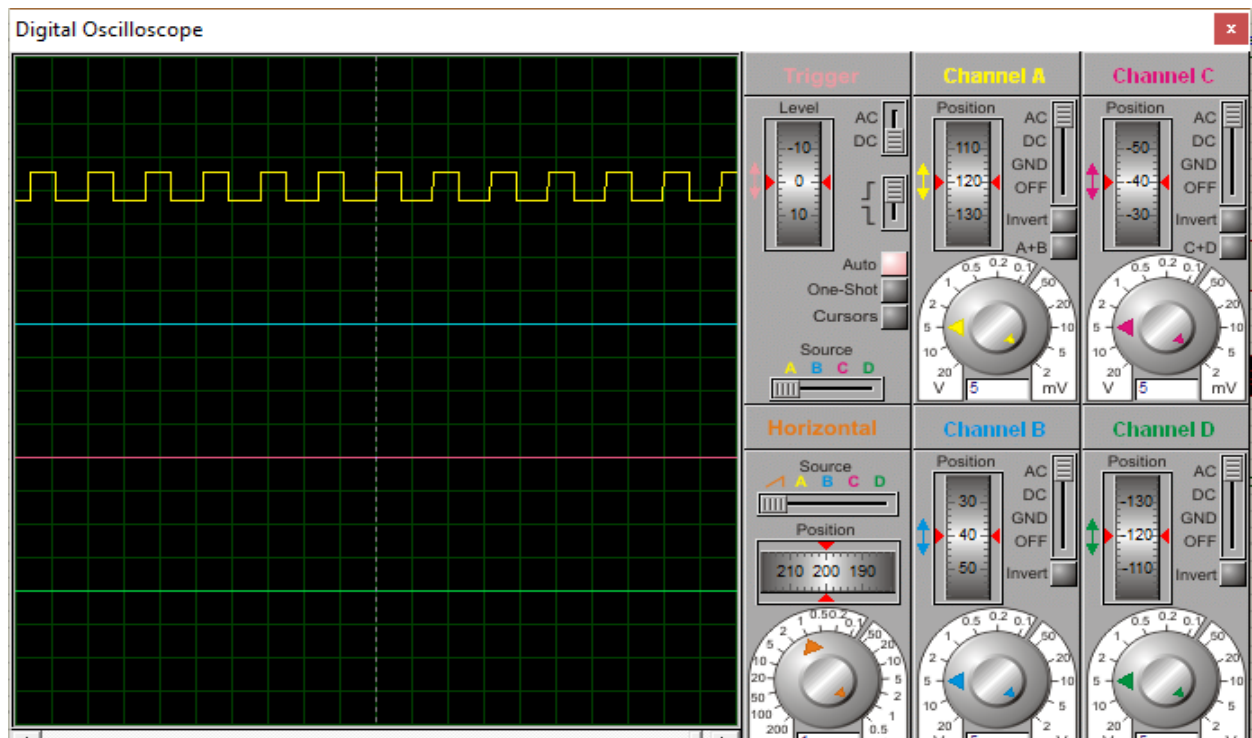


Figure II.13 : Exécution du projet dans ISIS



CHAPITRE II : MISE EN ŒUVRE DU PROJET

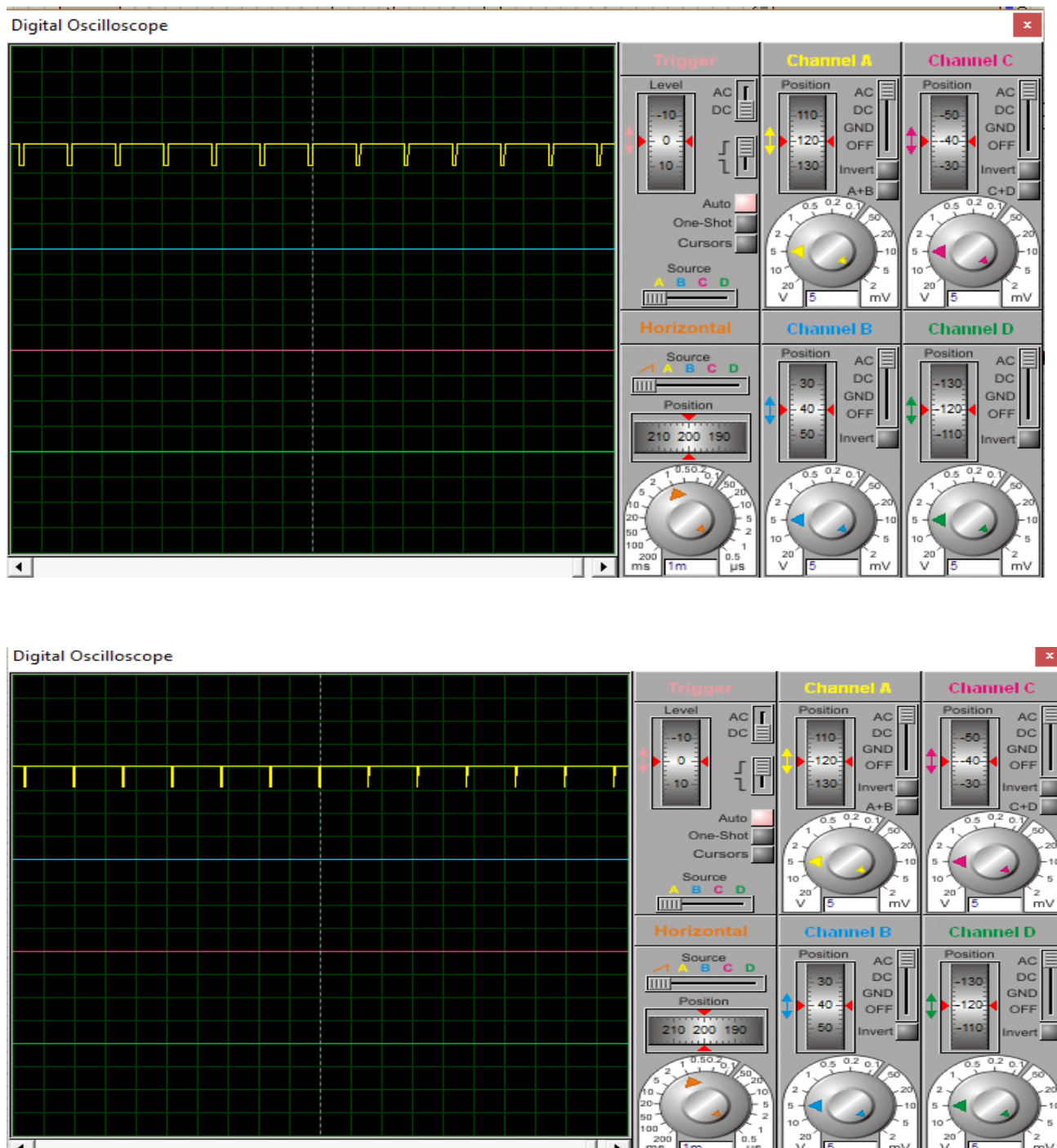


Figure II.14 : Résultat obtenu du projet dans ISIS

II.2. 6 Test sur plaque à essai

II.2.6.1 Rotation du moteur

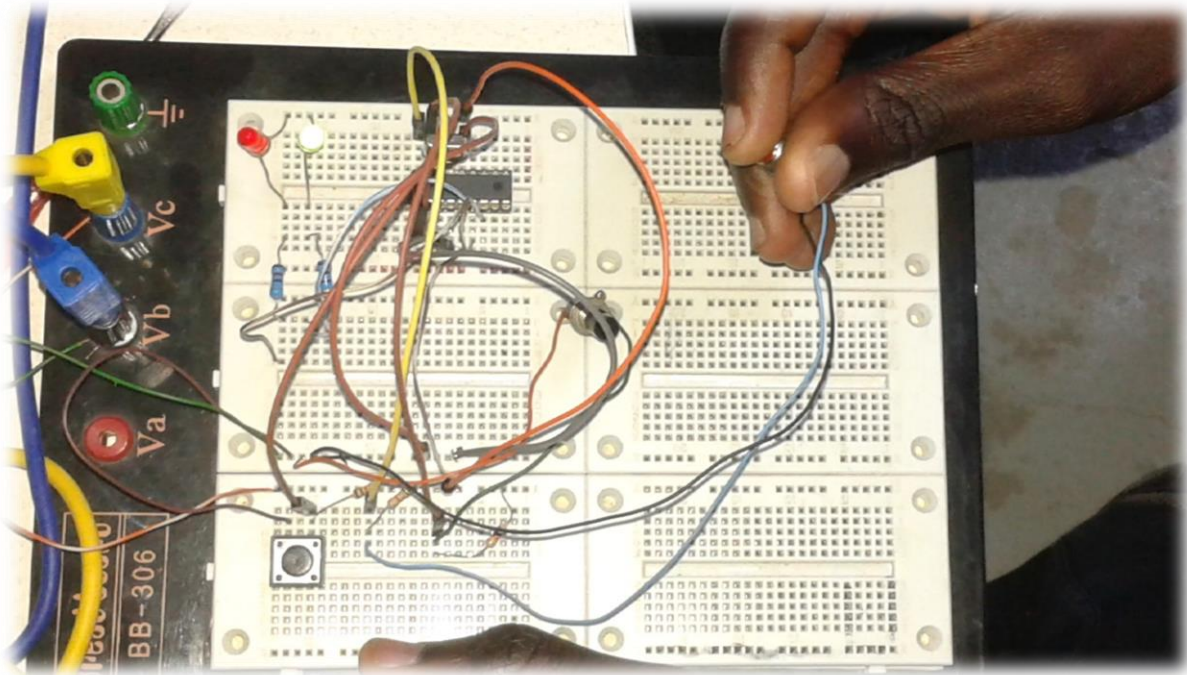


Figure II.15: Moteur en Arrêt

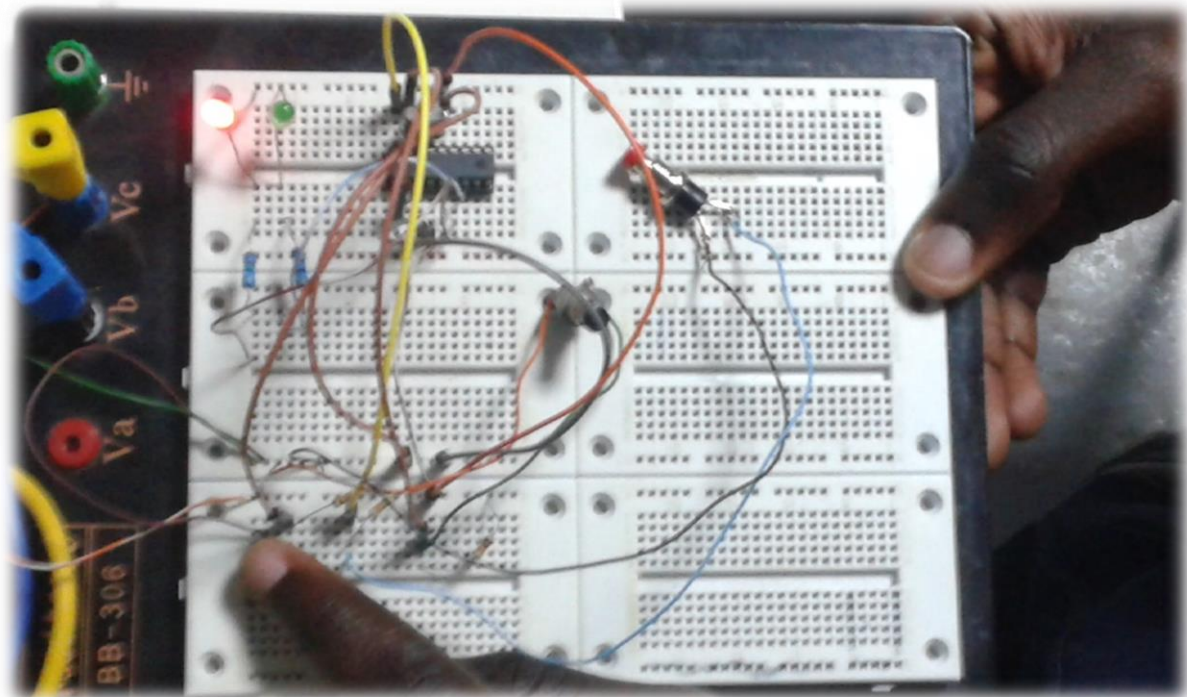


Figure II.16: Moteur en Marche

II.2.6.2 Conversion Analogique Numérique

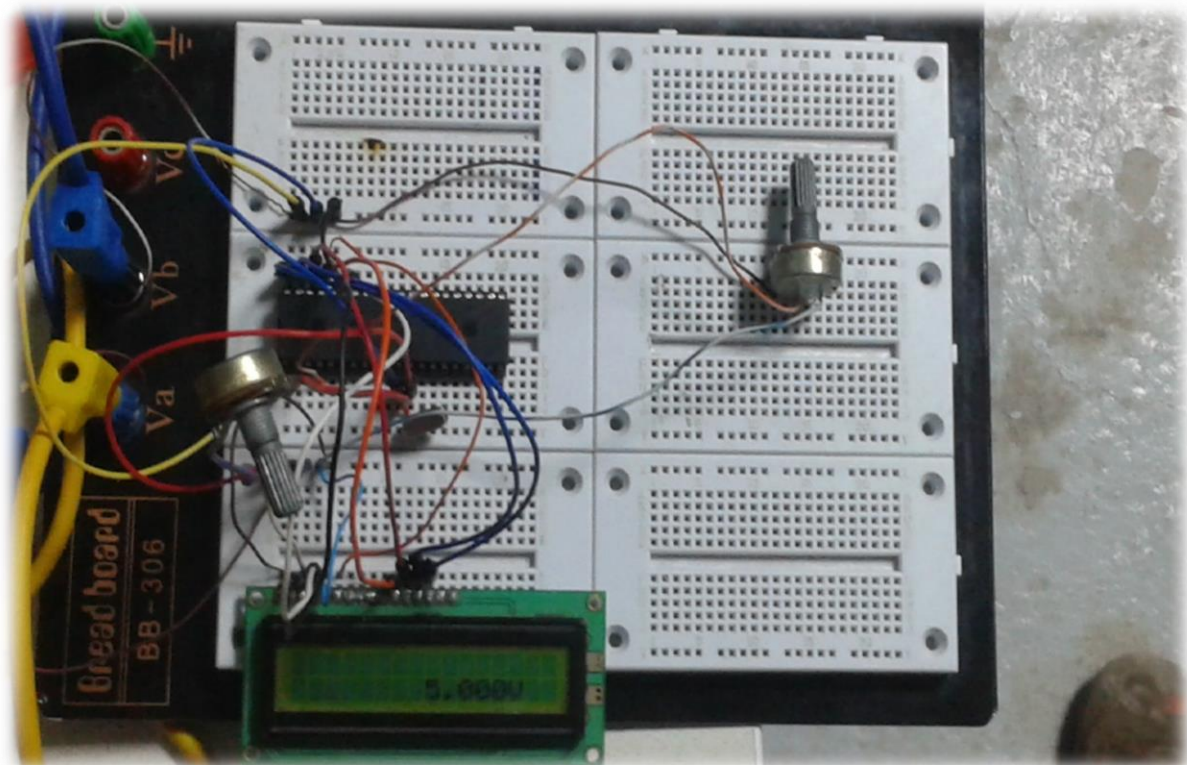
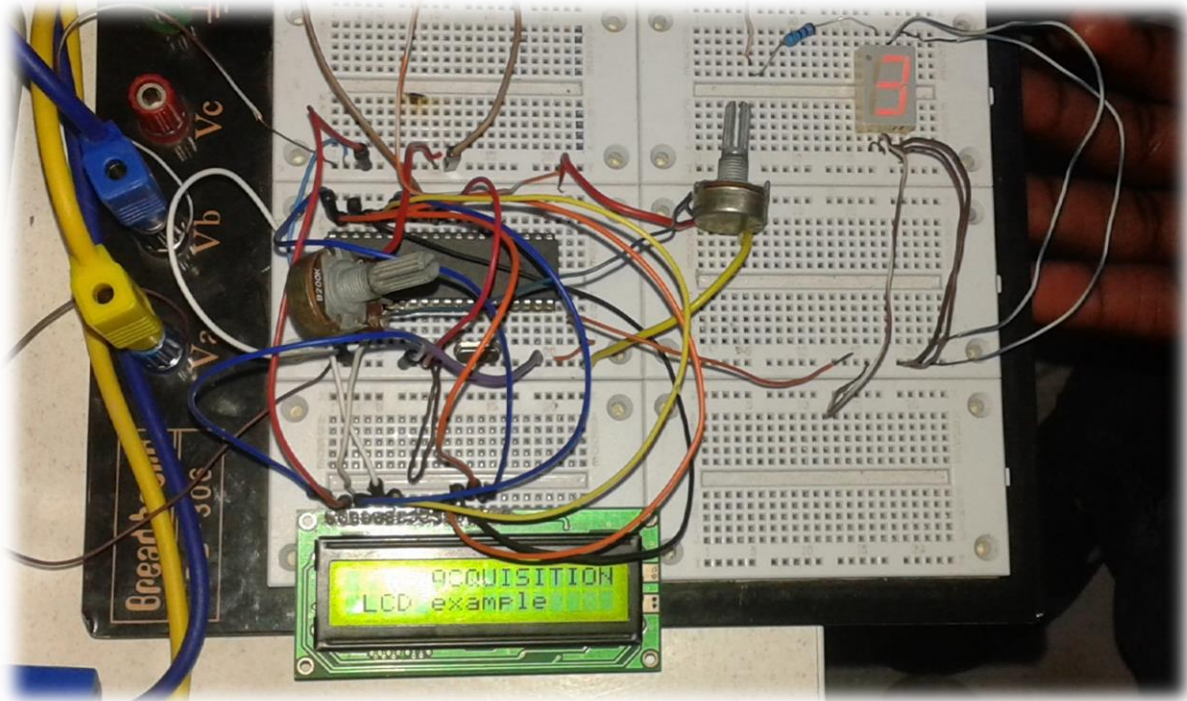


Figure II.17: conversion analogique numérique

II.2.5.3 Signal PWM

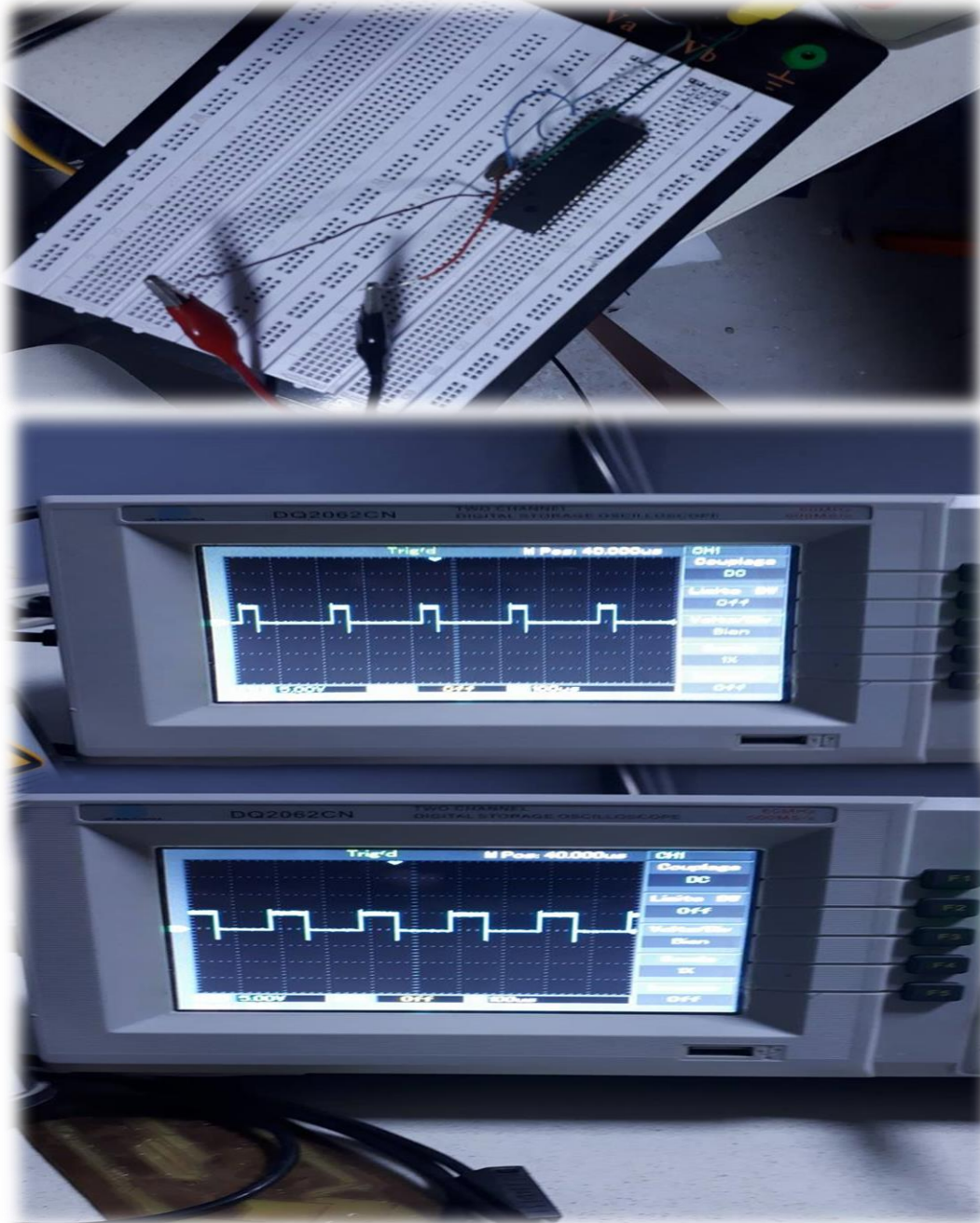


Figure II.18: Test PWM

CONCLUSION GENERALE

Au terme de ce travail élaboré dans le cadre de notre projet de fin d'année au sein de l'EPI, on considère que ce projet a été bénéfique vu qu'il nous a permis de consolider nos connaissances au niveau de la conception et de la réalisation d'une carte électronique. En plus, on s'est familiarisé avec les différents composants de cette carte électronique essentiellement le microcontrôleur PIC 16F876. En perspectives, on peut signaler que ce travail n'est qu'une simple application dans le domaine de l'électronique, il peut être plus autonome, plus pratique, et assez évolutif vu le pas géant et les progrès réalisés dans les domaines de la technologie et de la communication à notre époque.

ANNEXE


III.1 PROTEUS

C'est un logiciel de simulations, de montage et de conception électronique, moins complexe et facile à utiliser. Il est constitué de deux (2) parties essentielles dont on peut citer :

- ARES pour la réalisation du typon ;
- ISIS pour le montage et la simulation électronique.

III.1 Rechercher un composant en bibliothèque

La grille qui apparaît en fond d'écran désigne la page de travail dans laquelle vous allez dessiner votre montage de composants électroniques.

Cliquer sur l'icône  pour faire apparaître la boîte de dialogue donnant le choix des composants.

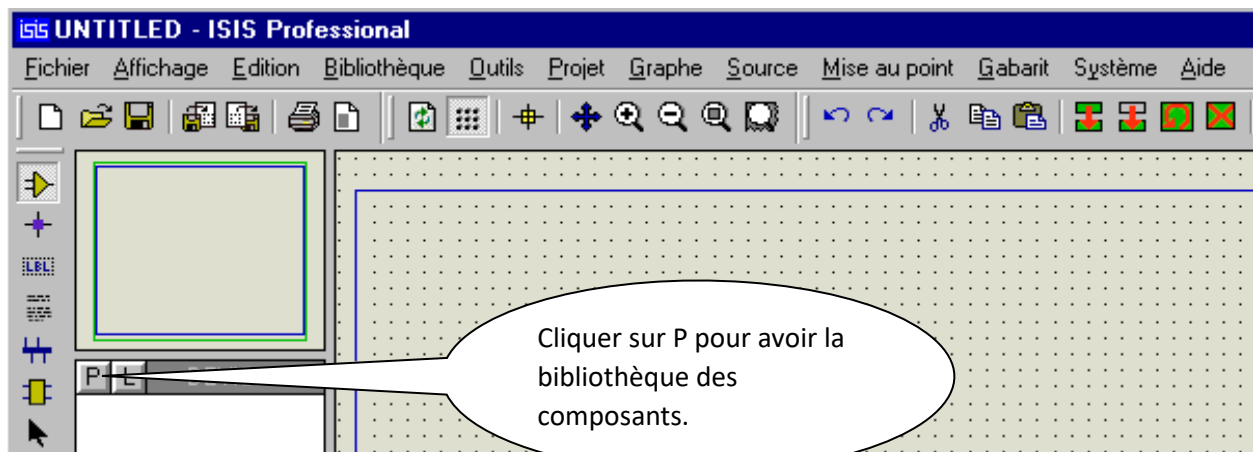


Figure III.1: recherche d'un composant en bibliothèque

Si vous souhaitez poser un composant sur votre grille il faut préalablement le sélectionner dans la boîte de dialogue. On utilise la désignation constructrice ou la désignation proposée par votre enseignant pour choisir le composant.

Choisir le composant dans la liste proposée puis cliquer sur OK et le positionner à l'aide de la souris. Relâcher le clic gauche de la souris et le composant sera placé.

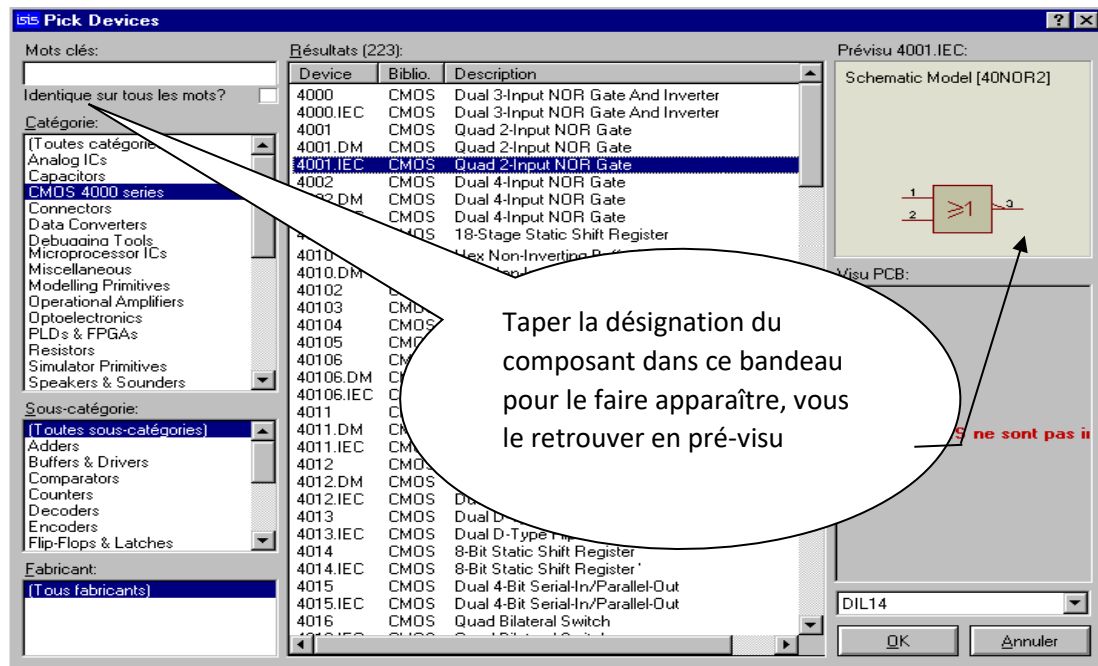


Figure III.2: choix du composant

II.2.4.2 Modifier les caractéristiques d'un composant

- Pour la saisie de la valeur des composants (R, C, L ...) il faut faire apparaître les boîtes de dialogue comme ci-dessous (il suffit simplement de cliquer sur la valeur à modifier).
- Click droit (le composant passe en rouge) puis click gauche pour avoir la fenêtre :

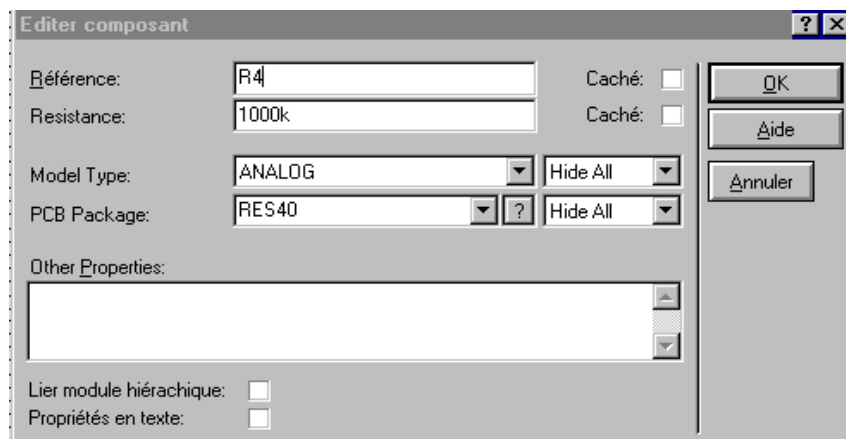


Figure III.3: modifier les caractéristiques d'un composant

- Cliquer sur « OK » afin de valider votre nouvelle valeur.

Bibliographie

- [1] : www.image+capteur+de+temperature+de+contact
- [2] : [https://fr.wikiversity.org/wiki/Capteur/Capteur_de temp%C3%A9rature](https://fr.wikiversity.org/wiki/Capteur/Capteur_de_temp%C3%A9rature) 21/04/2018
- [3] : http://www.electronique-3d.fr/Le_capteur_de_temperature_LM35.html [consulté le 22/04/2018]
- [4] : (www.mon-club-elec.fr) : "*Qu'est-ce qu'un microcontrôleur ?*"
- [5] : (www.technologuepro.com/microcontroleur/Chap1.htm) : "*Les Microcontrôleurs PIC*"
- [6] : <https://www.schéma+d'un+PIC+16F876A>
- [7] : <http://www.cheekytronics.com/images/16F8x%20block%20Diagram.gif> : "*schéma interne du PIC 16F876A*"
- [8] : http://programarcadegames.com/index.php?lang=fr&chapter=what_is_a_computer_language
- [9] : [http://www.univ-bouira.dz/fr/images/uamob/fichiers/Cours/Tourtchine/Programmation MikroC.pdf](http://www.univ-bouira.dz/fr/images/uamob/fichiers/Cours/Tourtchine/Programmation_MikroC.pdf)