الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE DR. YAHIA FARES DE MEDEA

FACULTE DES SCIENCES ET DE LA TECHNOLOGIE

Département du Génie Électrique et de l'Informatique



Projet de Fin d'Etudes

Présenté pour l'obtention du Diplôme
De Master en Génie Électrique

Spécialité : *Automatique des systèmes*

THEME

ROBOT SUIVEUR DE LIGNE A BASE D'UN MICROCONTROLEUR ET CAPTEUR INFRAROUGE

Proposé et dirigé par,

Dr. BENTOUATI SMAIN

Préparé et présenté par,

M. HAMADOUCHE ABDELGHANI

M. HAMZAOUI IBRAHIM

Remerciements

On remercie Dieu, le tout puissant, pour nous avoir donné, le courage, la patience, la volonté et la force nécessaires, pour affronter toutes les difficultés et les obstacles, qui se sont hissés au travers de notre chemin, durant toutes nos années d'études.

On exprime nos remerciements à notre promoteur **BENTOUATI SMAIN** *pour l'assistance qu'elle nous a témoignée tout au long de ce travail, qu'elle trouve ici l'expression de notre gratitude pour ses conseils.*

On tient à remercier chaleureusement et respectivement tous ceux qui ont contribué de près ou loin à la réalisation de ce modeste projet.

Nos remerciements les plus sincères sont adressés à nos enseignants, qui ont contribué durant nos études à notre formation et tous les enseignants de département d'électrotechnique et tous les enseignants de l'université de Médéa.

Nos remerciements vont aussi à toute la famille, surtout à nos mères, parce qu'elles ont étaient toujours courageuses.

Enfin nous ne remercions jamais nos chères mères...qui sans elles, nous ne serions pas là pour écrire ces quelques lignes...

SOMMAIRE

INTRODUCTION GENERALE……1

CHAPITRE I : LES ROBOTS MOBILE

I.INTRODUCTION ……2

I.1. GENERALITE SUR LA ROBOTIQUE MOBILE ……..…….....2

I.1.1. DEFINTION ……2

I.1.2. HISTORIQUE……...2

I.1.2.1. STRUCTURE D'UN ROBOT ……....3

I.1.2.2. TYPE DE ROBOT……...4

I.1.2.3. FONTIONNEMENT DES ROBOT EVALUEE……4

I.1.2.4 PERCEPTION……...5

I.1.2.5. DECITION……...5

I.1.2.6. ACTION……...5

I.1.3. ROBOT INDUSTRIEL…….....6

I.1.4.ROBOT MOBILE ……...7

I.1.4.1. ARCHITECTURE DES ROBOT MOBILE…… .8

- STRUCTURE MECANIQUE…….....8
- STRUCTURE INSTRUMENTALE…….....8
- STRUCTURE INFORMATIQUE…….....10

I.1.4.2. CLASSIFICATION DES ROBOTS MOBILE…….....10

I.1.4.2.1. CLASSIFICATION SELON LE DEGRE D'AUTONOMIE……....10

I.1.4.2.2. CLASSIFICATION SELON LE TYPE DE LOCOMOTION……...11

- LES ROBOTS MOBILES A ROUES……..11
- LES ROBOTS MOBILES A CHENILLES……..... 14
- LES ROBOTS MOBILES MARCHEURS……...14
- LES ROBOTS MOBILES RAMPANTS……...15

I.1.4.2.3. CLASSIFICATION SELON LE DOMAINE D'APPLICATION….....15

- LES ROBOTS INDUSTRIELS ET DE SERVICE…….....15
- LES ROBOTS MILITAIRES……...15

- LES ROBOTS DE LABORATOIRES…….....15

I.1.4.2.4. CLASSIFICATION SELON LA MOTRICITE ET L'ENERGIE….....16

I.1.4.3. CARACTERISTIQUES D'UN ROBOT…….....16

- LA CHARGE MAXIMALE TRANSPORTABLE…….....16
- LE VOLUME DE TRAVAIL…….....16
- LE POSITIONNEMENT ABSOLU…….....17
- LA REPETABILITE…….....17
- LA VITESSE DE DEPLACEMENT…….....17

I.2. CONCLUSION…….....17

CHAPITRE II : GENERALITE SUR LE MICROCONTROLEUR PIC 16F877A

II. INTRODUCTION ……18

II.1. DEFINITION DE PIC ……...18

II.1.1. CLASSIFICATION DES PICS DE MICROSHIP …….....18

II.1.2. IDENTIFICATION DES PICS ……19

II.1.3. TABLEAU COMPARATIF …….....19

II.2. PIC 16F877 ……...19

II.2.1. LES PINS DE 16F877 …….....20

II.2.2. ARCHITECTURE INTERNE DU 16F877 ……22

II.2.3.PRINCIPALES CARACTERISTIQUES…….....24

II.2.4. LES MEMOIRES DU PIC 16F877 …….....25

II.2.4.1. LA MEMOIRE FLASH …….....25

II.2.4.2. LA MEMOIRE RAM ……..25

II.2.4.3. L'EPROM INTERNE …….....25

II.3. LES TIMERS …….....26

- ✓ TIMER 0 (8BITS) …….....26
- ✓ TIMER 1 (16BITS) ……...26
- ✓ TIMERS 2 (8BITS) …….....26

II.4. L'UNITE CENTRALE …….....26

II.5. LES INTERRUPTIONS …….....27

II.5.1. PRESENTATION …….....27

II.5.2. FONCTIONNEMENT …….....28

II.5.2.1. QU'EST-CE QU'UNE INTERRUPTION …….....28

II.5.2.2. MECANISME GENERALE D'UNE INTERRUPTION ……..29

II.5.2.3. MECANISME D'INTERRUPTION SUR LES PICS ……..30

II.6. LE CONVERTISSEUR …….....31

- LES REGISTRES ADRESL ET ADRESH …….....32
  - LE REGISTRE ADCON1 …….....33
  - LE REGISTRE ADCON0 …….....34

II.7. CONCLUSION …….....34

CHAPITRE III : REALISATION PRATIQUE

III.1.LES CAPTEURS INFRAROUGES…….....35

III.1.1.HISTORIQUE……35

III.1.2.DEFINITION …….....35

III.1.3.DOMAINE D'APPLICATION…….....35

A- LES AVANTAGE…….36

B- LES INCONVENIENTS…….....36

III.1.4.LA RECEPTEUR……37

III.1.4.1.PRESENTATION ……37

III.1.4.2.SPECIFICATION……..38

III.1.5.L'EMETTEUR…….38

III.1.6.CONCLUSION……...39

III.2.MOTEUR A COURANT CONTINU……40

III.2.1.INTRODUCTION…….40

III.2.2.DESCRIPTION DE LA MCC……40

III.2.3.FONCTIONNEMENT EN GENERATRICE…….41

III.2.4.FONCTIONNEMENT EN MOTEUR……44

III.2.5.CONCLUSION…….....44

III.3.LES LOGICIELS DE PROGRAMMATION ET DE SIMULATION……44

III.3.1.MIKROBASIC…….45

III.3.2.ISISPROTEUS…….45

III.3.2.1.LE SCHEMA ELECTRIQUE SUR ISIS…….....46

III.3.3. LE PROGRAMME……47

III.4.LE PROGRAMMATEUR DE PIC…….....49

III.4.1.INTRODUCTION…….....49

III.4.2. PRESENTATION DU PROGRAMMATEUR DE PIC……49

III.5.PARTIE MECANIQUE…….50

III.5.1. MODULATION DE LARGEUR D'IMPULSION(PWM) ……...50

CONCLUSION GENERALE ……...51

Chapitre I : Robot mobile

Figure I.1 : schéma d'un robot …….....4

Figure I.2 : Structure d'un robot mobile …….7

Figure I.3 : Robot de type uni-cycle.…….. .12

Figure I.4 : Robot de type tricycle …….12

Figure I.5 : Robot de type voiture …….13

Figure I.6 : Robot mobile omnidirectionnel …….....13

Figure I.7: robots mobiles à chenilles…….....14

Figure I.8: robots marcheurs…….14

Figure I.9: robot volant……15

Chapitre II : Généralité sur le microcontrôleur pic 16F877A

Figure II.1 : pic 16F877A ……20

Figure II.2 : Architecture interne du pic16F877A …….23

Figure II.3 : Code programme …….27

Figure II.4 : synoptique des modes d'interruptions ……...29

Figure II.5 : module du convertisseur ……32

Chapitre III : Réalisation Pratique

Figure III.1 : Spectre électromagnétique allant de 200 à 1500 nm……..35

Figure III.2 : récepteur infrarouge SFH5110 ……37

Figure III.3 : schéma de câblage du capteur …….38

Figure III.4 : l'émetteur LD 271, LD 271 H …….38

Figure III.5 : schéma présenté comment réalise cet Emetteur …….39

Figure III.6 : Description sommaire …….....40

Liste des figures

Figure III.7 : Constitution et principe physique ……41

Figure III.8 : Schéma électrique idéalisé ……...43

Figure III.9 : La fenêtre principale de MikroBasic ……...45

Figure III.10 : La fenêtre principale d'ISIS ……46

Figure III.11 : schéma électrique sur ISIS ……....46

Figure III.12 : le programme dans le MikroBasic ……..48

Figure III.13 : Programmateur de PIC ……49

Figure III.14 : Disposition des capteurs E /R pour un système alignée.....50

Liste des symboles

Bs	champ statorique
U_e	Tension au stator
U_i	Tension au rotor
R_i	Résistance rotorique
R_e	Résistance statorique
I_i	Courant rotorique
I_e	Courant statorique
I	Courant
U	Tension
E	force contre électromotrice
Ω	fréquence de rotation en rad/s
T	couple électromécanique

الملخص

هدفنا في هذا المشروع هو دراسة وتحقيق الروبوت المتحرك يتبع خطا . لدينا ويقوم الروبوت على جهاز الإرسال والاستقبال بالأشعة تحت الحمراء ، من خلال لوحة تحكم بواسطة PIC16F877A ، ومن المؤكد أن حركة الروبوت من قبل اثنين من محركات التيار المستمر من خلال الآلية التي أدركنا .

كلمات مفتاحية

روبوت المحمول، أتباع خط ، الأشعة تحت الحمراء استشعار نوع pic 16F877A,TSOP

RÉSUMÉ

Dans ce projet notre but est l'étude et la réalisation d'un robot mobile suiveur de ligne. Notre robot est basé sur un émetteur-récepteur infrarouge, par le biais d'une carte de commande à base de microcontrôleur PIC16F877A, le déplacement du robot est assuré par deux moteurs à courant continu à travers un mécanisme que nous avons réalisé.

Mots-clés

Robot Mobile, suiveur de ligne, capteur infrarouge de type TSOP, pic 16F877A.

ABSTRACT

Our goal in this project is the study and the realization of a line follower mobile robot. Our robot is based on an infrared transceiver, through a PIC16F877A microcontroller based control board, the robot movement is ensured by two DC motors through a mechanism that we realized.

Key words

Mobile Robot, line follower, infrared sensor type TSOP, pic 16F877A.

Introduction Générale

La robotique permet d'aider l'homme dans les tâches difficiles, répétitives ou Pénibles. De plus elle constitue le rêve et de substituer à l'homme dans ces tâches. Les facultés de perception et de raisonnement des robots progressent chaque jour actuellement et plus encore dans l'avenir, ils sont appelés à jouer un rôle de plus en plus Important dans notre vie.

La robotique comporte deux grands pôles d'intérêt: la robotique de manipulation (robotique industrielle) et la robotique mobile. Un des problèmes majeurs de la robotique mobile est la planification de mouvement. Autour de ce problème de nombreuses études ont été réalisées dans le but de développer des méthodes générales pour guider les robots.

Pour un robot mobile, avec chemin de décret, notre but dans ce mémoire, que notre robot suit la ligne que nous Avon dessiné.

Le principe se base sur une LED infrarouge émettrice qui envoie une onde, cette dernière est reçue par une LED réceptrice le microcontrôleur 16F877A traite cette information est envoi en même temps un signale PWM, aux deux moteurs à courant continu selon le trajet

Le plan du mémoire est comme suit :

Le premier chapitre présente une introduction sur la robotique : définitions, classification, historique. et les constituants d'un robot mobile.

Le deuxième chapitre est une étude approfondie sur le microcontrôleur PIC 16F877A utilisé pour commander notre robot.

Le troisième chapitre présent la réalisation avec programmation est résultat trouvé

Enfin, nous terminant notre projet par une conclusion générale qui présente l'objectif de notre travail une perspective pour amélioration notre projet.

Chapitre I :

Les Robots mobile

I. Introduction:

La robotique est un ensemble de disciplines (mécanique, électronique, automatique, informatique), elle se subdivise en deux types : les robots industriels et les robots mobiles. Les robots industriels sont généralement fixes, ils sont utilisés dans des nombreuses applications industrielles: l'assemblage mécanique, la soudure, la peinture... Les robots mobiles ne sont pas fixes, ils sont classifies selon la locomotion en robots marcheurs, à roues, à chenilles... comme ils peuvent être classifié selon le domaine d'application en robots militaires, de laboratoire, industriels et de services. Les robots mobiles présentent un cas particulier en robotique. Leur intérêt réside dans leur mobilité", destinés à remplir des taches pénibles (exemple : transport de charges lourdes) et ils travaillent même en ambiance hostile (nucléaire, marine, spatiale, lutte contre l'incendie, surveillance...). L'aspect particulier de la mobilité impose une complexité technologique (capteurs, motricité, énergie) et méthodologique tel que le traitement des informations par utilisation des techniques de l'intelligence artificielle. L'autonomie du robot mobile est une faculté qui lui permet de s'adapter ou de prendre une décision dans le but de réaliser une tache même dans un environnement peu connu ou totalement inconnu.

I. 1. Généralités sur la robotique mobile:

I.1.1. Définition:

Le terme (Robot) prend son origine du mot slave (Paboma) (se prononce robota) qui veut dire en russe travail ou en tchèque corvée ou travail forcé. II désigne aussi une machine à l'aspect humain, capable de se mouvoir et d'agir, qu'un mécanisme automatique pouvant effectuer certaines opérations, et capable par fois de modifier de lui-même son cycle de Fonctionnement et d'exercer un certain choix.

I.1.2.Historique :

La robotique est issue des travaux effectués sur les automates, ancêtres des robots Parmi les premiers constructeurs d'automates, on peut citer Léonard de Vinci ou encore le mécanicien français Jacques de Vaucanson, dont les tentatives de reproduction des fonctions vitales des êtres humains (circulation, respiration et digestion) au moyen d'automates — notamment le Joueur de flûte traversière (1737) ou le Canard digérateur (1738) — font

sensation au XVIIIe siècle. Au XIXe siècle apparaissent les premières machines-outils, qui par leurs fonctions peuvent être considérées comme les précurseurs des robots.

Le terme « robot » est introduit en 1920 par l'écrivain tchèque Karel Čapek dans sa pièce de théâtre RUR (Rossum's Universel Robots). Ce terme, provenant du tchèque robot, « travail forcé », désigne à l'origine une machine androïde capable de remplacer l'homme dans toutes ses tâches. Dans les années 1940 et 1950, les progrès de l'électronique permettent de miniaturiser les circuits électriques (inventions du transistor et du circuit intégré), ouvrant ainsi de nouvelles voies à la fabrication de robots. Dans les premiers temps de la robotique, le robot est considéré comme une imitation de l'homme, aussi bien fonctionnelle que physique. Aujourd'hui, les constructeurs ne tentent plus de reproduire l'aspect humain sur un robot, privilégiant avant tout sa fonctionnalité.

Les robots sont actuellement très répandus dans l'industrie, en particulier en construction automobile et chez la plupart des fabricants d'ordinateurs. Capables d'effectuer rapidement des travaux répétitifs, ils sont notamment utilisés dans les chaînes de fabrication et de montage. On les emploie également dans des environnements difficilement supportables par l'homme (conditions extrêmes de température ou de pression, radioactivité élevée, etc.). L'industrie du nucléaire a ainsi largement contribué au développement de la robotique

I.1.2.1Structure d'un robot:

Un robot est un dispositif susceptible d'accomplir une ou plusieurs fonctions. Il se compose de sept parties principales : le socle muni d'un ou de plusieurs bras articulés, équipés de systèmes de préhension (pinces, ventouses, etc.), la source d'énergie, les actionneurs, les systèmes de transmission, les capteurs internes, les capteurs externes (de position, de température, etc.), et le système de traitement de l'information.

L'énergie peut être utilisée sous forme pneumatique, hydraulique ou électrique, cette dernière étant préférée par les utilisateurs et les constructeurs de robots déplaçant des charges inférieures à 1 000 kg. Les actionneurs sont des dispositifs capables de modifier le fonctionnement du robot, en gérant les transferts d'énergie à partir des signaux émis par le système d'automatisation. Ils se présentent généralement sous la forme de systèmes d'asservissement (voir servomécanisme).

Les capteurs internes et externes permettent de mesurer des grandeurs mécaniques, thermiques, électriques ou chimiques (température, position, concentration chimique, etc.).

Les valeurs ainsi mesurées sont converties en signal électrique, et transmises à un autre dispositif — électronique — pouvant lire, enregistrer ou contrôler les grandeurs mesurées.

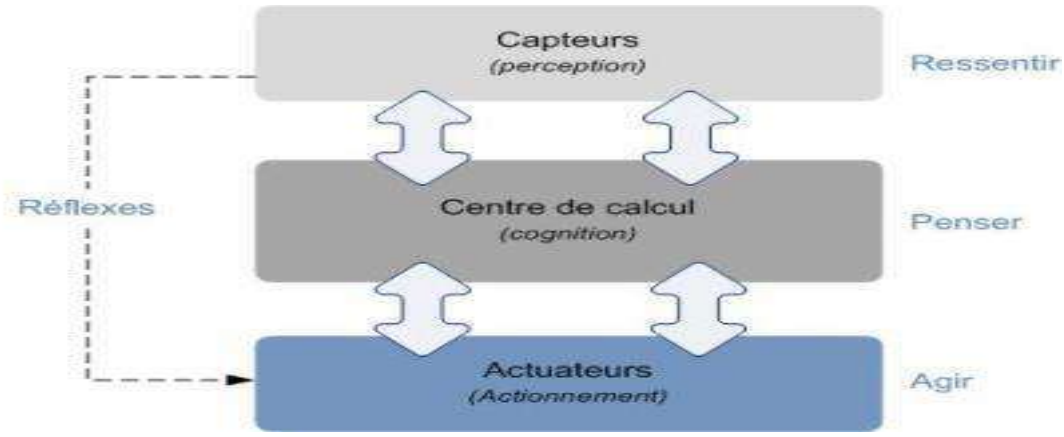


Figure I.1:schéma d'un robot

I.1.2.2.Types de robots :

On peut classer les robots en quatre catégories, par ordre de complexité croissante. Les robots les plus simples et les plus courants se contentent de répéter les opérations inscrites dans leurs programmes. Les robots appartenant au deuxième type sont capables de reproduire certains mouvements humains enregistrés sur bande magnétique, tandis que les robots de troisième génération sont des dispositifs à commande numérique, dont les mouvements sont enregistrés sur une unité de stockage et qui peuvent accomplir plusieurs opérations d'usinage différentes. Enfin, les robots évolués — les plus complexes —, faisant appel à des capteurs d'environnement et aux techniques d'intelligence artificielle, sont dotés d'une grande capacité de traitement de l'information. Certains d'entre eux peuvent ainsi reconnaître la forme d'objets sur un écran de télévision, ou encore réagir à des paroles employant un vocabulaire spécifique.

I.1.2.3.Fonctionnement des robots évolués :

On peut définir un robot évolué comme une machine agissant physiquement sur son environnement en vue d'atteindre un but qui lui a été fixé. Cette machine doit être capable de percevoir son environnement et le cas échéant de s'adapter à certaines variations de celui-ci (capacité d'autonomie). Par exemple, si le but du robot est de se déplacer d'un point à un autre dans une pièce, il doit être capable de contourner les obstacles qui y sont présents.

Les robots les plus anciens contiennent beaucoup de mécanique et d'électronique et peu d'informatique et de logiciels. La part de l'informatique tend à augmenter car c'est elle qui influe sur les capacités de perception et de décision. Ainsi, le cœur du robot peut être vu comme une boucle perception décision action.

I.1.2.4.Perception :

La perception repose sur un ensemble de capteurs plus ou moins sophistiqués. Les robots sont de plus en plus équipés de caméras CCD(charge-coupleddevice, ou en français « dispositif à transfert de charge » (DTC)), qui font office d'interfaces visuelles. Ces capteurs fournissent un ensemble de mesures de bas niveau que le robot va devoir être capable d'interpréter à plus haut niveau pour préparer la prise de décision. L'interprétation est très complexe et met en jeu des outils mathématiques et informatiques de haut niveau (c'est le cas par exemple de la vision par ordinateur). La qualité de perception détermine ainsi les possibilités d'évolution d'un robot.

I.1.2.5.Décision:

Le processus de décision d'un robot prend en compte d'une part, le but qu'il doit atteindre et d'autre part, la perception de son environnement. Cette tâche est directement dépendante de la qualité de la perception. Les modèles de décision peuvent être très complexes et sont fondés sur des outils mathématiques et informatiques très évolués, souvent issus de l'intelligence artificielle. La difficulté majeure de cette opération vient du nombre de l'ensemble des décisions possibles qui peut être très grand et empêche une énumération complète. La prise de décision s'appuie ainsi sur des heuristiques, qui permettent de déterminer les choix les plus efficaces en fonction de l'objectif visé.

I.1.2.6.Action:

L'action consiste à mettre en application la décision prise. Cela peut être très simple ou complexe en fonction du domaine considéré. Cette fonction reste très liée à la mécanique et à l'électronique, et beaucoup moins à l'informatique.

Interaction des robots et robotique évolutionniste **:**

De plus en plus, les roboticiens cherchent à concevoir des robots doués de capacités d'interaction. Cette interaction peut se faire avec son environnement physique (perception par

le robot et réaction/adaptation), mais aussi avec des humains (robot qui perçoit des intentions humaines, comme par exemple le fait qu'une personne va s'approcher de lui déclenchera les salutations du robot), voire avec d'autres robots (plusieurs robots peuvent coopérer pour accomplir une tâche ou au contraire être en compétition). Ces capacités d'interaction constituent les fonctions les plus complexes d'un robot, car elles nécessitent de fortes capacités de perception (anticipation de mouvements, reconnaissance d'expressions sur un visage ou plus généralement d'attitudes du corps humain), ainsi que de décision (il faut pouvoir modéliser à la fois le robot, son environnement et les évolutions possibles de chacun d'entre eux).

Parmi les nombreux travaux entrepris dans ces domaines de l'interaction, un axe de recherche majeur se dégage : celui de la sociologie de ce que l'on appelle les « communautés de robots » — groupes de robots que l'on va laisser interagir sur des grandes échelles de temps (plusieurs jours ou semaines) entre eux et/ou avec des humains. Cette discipline émergente, baptisée robotique évolutionniste, qui tente d'appliquer aux robots les principes d'évolution et de sélection naturelle de Charles Darwin, pose notamment des questions sur la nature même de l'intelligence (voir sciences cognitives) et ouvre la voie à des applications révolutionnaires — principalement dans le secteur des jeux vidéo pour la création de personnages secondaires qui mèneraient une vie autonome.

I.1.3. Robot Industriel:

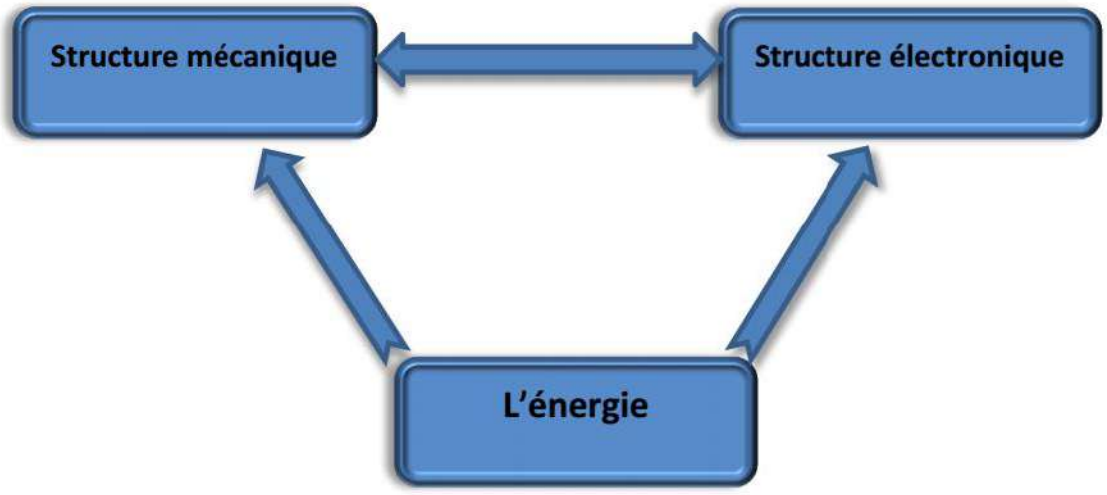
Le marché de la robotique est aujourd'hui encore dominé par les robots industriels, qui sont souvent très simples. Selon la Commission économique des Nations unies pour l'Europe (CEE-ONU) et la Fédération internationale de robotique (IFR), il y a, en ce début de XXIe siècle, plus de 800 000 robots industriels dans le monde, dont près de la moitié est détenue par le Japon. Le reste du parc mondial de robots industriels se répartit principalement entre les États-Unis (100 000), l'Allemagne (100 000), l'Italie (45 000), la république de Corée (40 000), la France (25 000) et le Royaume-Uni (15 000). L'évolution est globalement à la hausse — majoritairement aux États-Unis et en Europe.

La répartition est également différente selon le secteur industriel — les industries automobile et chimique étant les principales utilisatrices de robots. En moyenne au Japon, il y a 270 robots pour 10 000 salariés du secteur industriel (contre 130 en Allemagne, 120 en république de Corée, 60 en France, 50 aux États-Unis). Dans le secteur automobile japonais,

on compte 1 robot pour 6 salariés. Une évolution est attendue dans le monde des services (robot aspirateur ou robot tondeuse), mais elle tarde à se confirmer.

I.1.4. Robot Mobile:

Contrairement au robot industriel qui est généralement fixé, le robot mobile est doté de moyens qui lui permettent de se déplacer dans son espace de travail. Suivant son degré d'autonomie ou degré d'intelligence, il peut être dote de moyens de perception et de raisonnement. Certains sont capables, sous contrôle humain réduit, de modéliser leur espace de travail et de planifier un chemin dans un environnement qu'ils ne connaissent pas forcément d'avance. Actuellement, les robots mobiles les plus sophistiqués sont essentiellement orientés vers des applications dans des environnements variables ou incertains, souvent peuplés d'obstacles, nécessitant une adaptabilité à la tâche. La figure(I.2) illustre la structure d'un tel robot:



FigureI.2 : Structure d'un robot mobile

Un A.G.V (AutomatedGuidedVehicule) ou véhicule à guidage automatique est un cas particulier d'un robot mobile voué à des applications purement industrielles. II est parfois appelé chariot automatique et il est doté d'un équipement de guidage automatique qu'il soit inductif (filoguidé), optique, électromagnétique ou autre. Ce type de véhicule est capable de suivre des chemins prédéfinis et programmables ou de planifier ses propres trajectoires selon le type de guidage et de navigation utilisée. Les A.G.V se présentent sous des aspects assez variés, que ce soit par leur forme, par leur taille ou par leur poids.

I.1.4.1. Architecture des robots mobiles:

En général un robot mobile est constitué de trois structures :

- **Structure mécanique:**

elle assure le mouvement du robot par des roues motrices placées selon le type de mouvement et la précision de la tache voulue.

- **Structure instrumentale**:

un robot est équipé d'un certain nombre de capteurs de sécurité afin de leur donner une certaine connaissance de l'environnement. Selon l'application, les capteurs peuvent être :

- **Capteurs infrarouges:**

Les capteurs infrarouges sont constitués d'un ensemble émetteur/récepteur fonctionnant avec des radiations non visibles, dont la longueur d'onde est juste inférieure à celle du rouge visible. La mesure des radiations infrarouges étant limitée et, en tout état de cause, la qualité très dégradé d'un mètre, ces dispositifs ne servent que rarement de télémètres. On les rencontrera le plus souvent comme détecteurs de proximité, Ou dans un mode encore plus dégradé de présence.

- **Capteurs ultrasonores:**

Les capteurs ultrasonores utilisent des vibrations sonores dont les fréquences ne sont pas perceptibles par l'oreille humaine. Les fréquences couramment utilisées dans ce type. De technologie vont de 20 kHz à 200 kHz. Les ultrasons émis se propagent dans l'air et sont réfléchis partiellement lorsqu'ils heurtent un corps solide, en fonction de son impédance acoustique. L'écho en retour prend la forme d'une onde de pression à l'image des vaguelettes circulaires déformant la surface de l'eau lorsqu'on y jette une pierre.

La distance entre la source et la cible peut être déterminée en mesurant le temps devolume séparant l'émission des ultrasons du retour de l'écho**.**

- **Télémètre laser:**

Les télémètres laser sont à ce jour le moyen le plus répandu en robotique mobile pour obtenir des mesures précises de distance. Leur principe de fonctionnement est le suivant:

A un instant donné, une impulsion lumineuse très courte est envoyée par l'intermédiaire d'une diode laser de faible puissance.

La réflexion de cette onde donne un écho qui est détecté au bout d'un temps proportionnel à la distance capteur obstacle. La direction des impulsions est modifiée par rotation d'un miroir. Par l'angle de balayage couvrant généralement entre 100 et 180 degrés sur des produits commerciaux.

- **Les caméras:**

L'utilisation d'une caméra pour percevoir l'environnement est une méthode attractive car elle semble proche des méthodes utilisées par les humains. Le traitement des données volumineuses et complexes fournies par ces capteurs reste cependant difficile à l'heure actuelle, même si cela reste une voie de recherche très explorée.

- **Les capteurs tactiles:**

Les robots peuvent être équipés de capteurs tactiles, qui sont le plus souvent utilisés pour des arrêts d'urgence lorsqu'il rencontre un obstacle qui n'avait pas été détecté par le reste du système de perception. Ces capteurs peuvent être de simples contacteurs répartis sur le pourtour du robot. Il ne détecte alors le contact qu'au dernier moment.
Il est également possible d'utiliser des petites tiges arquées autour du robot pour servir d'intermédiaire à ces contacteurs, ce qui permet une détection un peu plus précoce et donne ainsi plus de marge pour arrêter le robot.

- **Les boussoles**:

Les boussoles permettent, par la mesure du champ magnétique terrestre, de déduire la direction du nord. Ces capteurs peuvent utiliser différentes technologies et ont l'avantage de fournir une direction de référence stable au cours du temps (au contraire des gyroscopes qui dérivent). Ces capteurs sont toutefois très délicats à utiliser en intérieur car ils sont très sensibles aux masses métalliques présentes dans la structure des bâtiments. En pratique, on les utilise donc principalement en extérieur en apportant le plus grand soin à leur positionnement sur le robot pour éviter les influences des composants du robot, notamment les moteurs électriques.

- **Les balises**:

Dans certaines applications, il est également possible d'utiliser des balises dont on connaît la position, et qui pourront être facilement détectées par le robot, afin de faciliter sa localisation. Des techniques très diverses peuvent être utilisées pour ces balises. On peut par exemple utiliser un signal radio, émis de manière omnidirectionnel par la balise. Le robot sera alors équipé d'une antenne directionnelle qui lui permettra de détecter la direction des différentes balises, afin de déduire sa position par triangulation. On peut également utiliser des codes couleurs où des codes barrent qui pourront être détectés par une caméra.

- **Le GPS**:

(Universel Placement Système en Anglais : Global Positionning System) Un système de balises dont on a placé les balises sur des satellites en orbite terrestre et qui est par conséquent accessible de quasiment partout à la surface du globe.

Ce système permet donc d'avoir une mesure de sa position dans un repère global couvrant la terre avec une précision variant de quelques dizaines de mètres à quelques centimètres suivant les équipements.

- **Structure informatique :**
  Une commande numérique est impérative, afin de bien analyser les différentes informations, soit du système de perception ou de localisation. Cette commande peut Être à base d'un microprocesseur ou microcontrôleur.

I .1.4.2.classification des robots mobiles :

On peut classer les robots mobiles selon leur degré d'autonomie, système de locomotion, leur domaine d'application, leur système de localisation, l'énergie utilisée... Nous allons présenter ici quatre classifications qui semblent être les plus intéressantes

I.1.4.2.1. Classification selon le degré d'autonomie:

Un robot mobile autonome est un système automoteur doté de capacités décisionnelles et de moyens d'acquisition et de traitements de reformation qui lui permettent

D'accomplir sous contrôle humain réduit un certain nombre de tâches, dans un environnement Non complètement connu. On peut citer quelques types :

• Véhicule télécommande par un opérateur Ces robots sont commandés par un opérateur qui leurs impose chaque tache élémentaire à réaliser.

• Véhicule télécommandé au sens de la tâche à réaliser Le véhicule contrôle automatiquement ses actions.

• Véhicule semi-autonome Ce type de véhicule réalise des tâches prédéfinies sans l'aide de 1'opérateur.

• Véhicule autonome Ces derniers réalisent des tâches semi-définies.[2]

I.1.4.2.2 Classification selon le type de locomotion:

Selon le système de locomotion, on peut distinguer quatre types des robots:

❖ Les robots mobiles à roues:

La mobilité par roues est la structure mécanique la plus utilisée. Ce type de robot assure un déplacement avec une accélération et une vitesse rapide mais nécessite un sol relativement plat. On distingue plusieurs classes de robots à rouesdéterminées, principalement, par la position et le nombre de roues utilisées. Nous citerons ici les quatre classes principales de robots à roues.

➢ Robotuni-cycle:

Un robot de type uni cycle est actionné par deux roues indépendantes(Figure I.3), il possédant éventuellement des roues folles pour assurer sa stabilité. Son centre de rotation est situé sur l'axe reliant les deux roues motrices. C'est un robot non-holonome, en effet il est impossible de le déplacer dans une direction perpendiculaire aux roues de locomotion. Sa commande peut être très simple, il est en effet assez facile de le déplacer d'un point à un autre par une suite de rotations simples et de lignes droites.

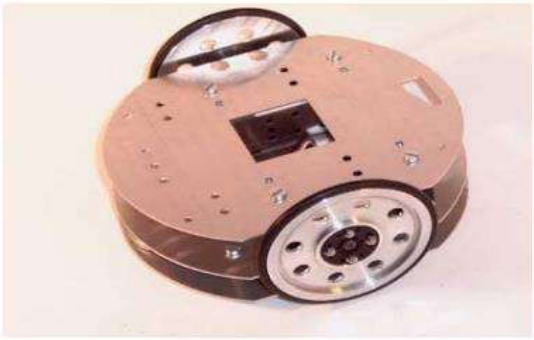


Figure I.3:Robot de type uni-cycle.

- **Robot tricycle:**

Un robot de type tricycle est constitué de deux roues fixes placées sur un même axe et d'une roue centrée orientable placée sur l'axe longitudinal(Figure I.4). Le mouvement du robot est donné par la vitesse des deux roues fixes et par l'orientation de la roue orientable.

Son centre de rotation est situé à l'intersection de l'axe contenant les roues fixes et de l'axe de la roue orientable. En effet, il est impossible de le déplacer dans une direction perpendiculaire aux roues fixes. Sa commande est plus compliquée. Il est en général impossible d'effectuer des rotations simples à cause d'un rayon de braquage limité de la roue orientable.

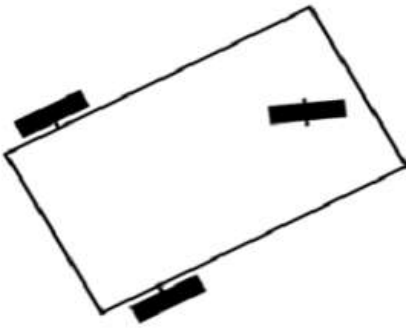


Figure I.4:Robot de type tricycle.

- **Robot voiture:**

Un robot de type voiture est semblable au tricycle, il est constitué de deux roues fixes placées sur un même axe et de deux roues centrées orientables placées elles aussi sur un Mêmeaxe (Figure I.5).

Le robot de type voiture est cependant plus stable puisqu'il possède un point d'appui supplémentaire. Toutes les autres propriétés du robot voiture sont identiques au robot tricycle, le deuxième pouvant être ramené au premier en remplaçant les deux roues avant par une seule placée au centre de l'axe, et ceci de manière à laisser le centre de rotation inchangé.



Figure I.5: Robot de type voiture.

- **Robot omnidirectionnel:**

Un robot omnidirectionnel est un robot qui peut se d´placer librement dans toutes les directions. Il est en général constitué de trois roues décentrées orientables placées en triangle équilatéral (Figure I.6) .

L'énorme avantage du robot omnidirectionnel est qu'il est holonome puis qu'il peut se déplacer dans toutes les directions. Mais ceci se fait au dépend d'une complexité mécanique bien plus grande.



Figure I.6:Robot mobile omnidirectionnel.

❖ Les robots mobiles à chenilles:

L'utilisation des chenilles présentées 1'avantage d'une bonne adhérence au sol .et d'une faculté de franchissement d'obstacles. L'utilisation est orienté vers l'emploi sur sol accidenté ou de mauvaise qualité au niveau de l'adhérence (présence de boue, herbe,..)(Figure I.7).



Figure I.7: robots mobiles à chenilles

❖ Les robots mobiles marcheurs:

Les robots mobiles marcheurs sont destinés à réaliser des taches variées dont l'accès nu site est difficile ct dangereux à l'homme. Leur structure dans plusieurs degrés de liberté permet un rapprochement avec les robots manipulateurs. On distingue les robots marcheurs à deux jambes (humanoïdes), à quatre pattes (type cheval), et a six pattes (type araignée) (Figure I.8).

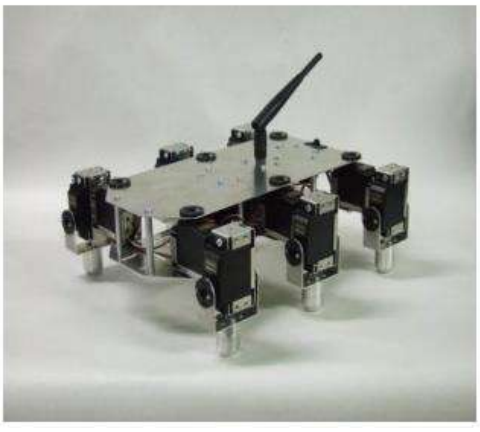


Figure I.8:robots marcheurs

❖ Les robots mobiles rampants:

La reptation est une solution de locomotion pour un environnement de type «tunnel» qui conduit à réaliser des structures filiformes. Le système est composer d'un ensemble de module ayant chacun plusieurs mobilités. Ici aussi les techniques utilisées découlent des méthodes de locomotion des animaux et des insectes. E. Autres moyens de locomotion Les applications de ce type de robots sont très spécialisées et les architectures des robots sont en général spécifiques à l'application visée(Figure I.9).



Figure I.9:robot volant.

I.1.4.2.3. Classification selon le domaine d'application:

Bien que le champ d'application des robots mobiles reste illimité, nous présentons ici quelques domaines d'application.

➢ Les robots industriels et de service:

Il existe des robots mobiles destinés à des applications industrielles. Celles-ci concernent principalement le transport et la distribution (dans les usines, les mines, les hôpitaux et les ateliers), le nettoyage, 1'entretien et la maintenance, la surveillance et la manutention. Quant aux robots de service, ils sont destinés à aider des handicapés moteurs, à guider les aveugles el à piloter des voitures automatiques.

➢ Les robots militaires:

Les applications militaires de la robotique mobile sont nombreuses. Ce champ d'application présente l'intérêt de fournir des spécifications serrées telles que la vitesse des véhicules, leurs capacités de franchissement des obstacles et leur rapidité de réaction.

➢ Les robots de laboratoires:

De nombreux laboratoires travaillant dans le domaine de la robotique, disposent de plates-formes expérimentales pour valider des travaux théoriques en perception ou en planification de mouvement.

I.1.4.2.4 Classification selon la motricité et l'énergie:

Le déplacement des robots est réalisé par des moteurs de types :

- Électrique
- Thermique
- Hydraulique

L'énergie électrique la plus fréquemment employée offre l'avantage d'une commande aisée. Par contre le transport et la génération présentent des difficultés. Plusieurs méthodes sont employées :

- **Par batteries:**
- ✓ Soit recharges périodiquement de manière automatique ou manuelle.
- ✓ Soit par un échange avec d'autre lorsqu'elles sont déchargées
- ✓ Par groupe électrogène embarqué dont l'inconvénient constitue la masse élevée, l'énergie de base est alors thermique.
- ✓ L'énergie thermique est essentiellement employée par des véhicules de forte puissance comme énergie de base pour la traction ou pour activer un compresseur hydraulique.

I.1.4.3. Caractéristiques d'un robot:

Un robot doit être choisi en fonction de l'application qu'on lui réserve. Voici quelques paramètres à prendre, éventuellement, en compte :

a) La charge maximale transportable:

De quelques kilos à quelques tonnes, à déterminer dans les conditions les plus défavorables (en élongation maximum).

b) Le volume de travail:

Défini comme l'ensemble des points qu'on peut atteindre par l'organe terminal. Tous les mouvements ne sont pas possibles en tout point du volume de travail. L'espace (volume) de travail (reachableworkspace), également appelé espace de travail maximal, est le volume de l'espace que le robot peut atteindre via au moins une orientation. L'espace de travail agile (dextrous- workspace) est le volume de l'espace que le robot peut atteindre avec

toutes les orientations possibles organe terminal. Cet espace de travail est un sous-ensemble de l'espace de travail maximal.

c) Le positionnement absolu:

Correspondant à l'erreur entre un point souhaité (réel), défini par une position et une orientation dans l'espace cartésien et le point atteint. Il est calculé via le modèle géométrique inverse du robot. Cette erreur est due au modèle utilisé, à la quantification de la mesure de position et à la flexibilité du système mécanique.
En général, l'erreur de positionnement absolu, également appelée précision, est de l'ordre de 1 mm.

d) La répétabilité:

Ce paramètre caractérise la capacité que le robot à retourner vers un point (position, orientation) donné. La répétabilité correspond à l'erreur maximum de positionnement sur un point prédéfini dans le cas de trajectoires répétitives.

e) La vitesse de déplacement:

Vitesse maximum en élongation maximum ou accélération. Il existe d'autres caractéristique comme:

- La masse du robot.
- Le coût du robot.
- La maintenance, …

I.2. Conclusion:

Nous avons présenté, dans ce chapitre les robots mobiles qui sont des véhicules qui remplacent l'homme dans les taches pénibles et dangereuses actuellement plus encore dans l'avenir ,les robots sont utiliser à jouer un rôle de plus en plus important dans notre vie maie ceci n'annule pas l'existence de certains problèmes pour assurer une bonne application de ces robots Comme exemples de ces problèmes nous citons l'analyse de l'environnement, planification, navigation ….[4]

Chapitre II : Généralité sur le microcontrôleur Pic 16F877A

II. Introduction :

Un objet technique, intégrant de l'électronique, fait souvent apparaître des fonctions ayant pour rôle le traitement d'information : opérations arithmétiques (Addition, multiplication…) ou logiques (ET, OU…) entre plusieurs signaux d'entrée permettant de générer des signaux de sortie.

Ces fonctions peuvent être réalisées par des circuits analogiques ou logiques.

Mais, lorsque l'objet technique devient complexe, et qu'il est alors nécessaire de réaliser un ensemble important de traitements d'informations, il devient plus simple de faire appel à une structure à base de microcontrôleur PIC.

II.1. Définition de PIC :

Les microcontrôleurs sont aujourd'hui implantés dans la plupart des applications grand public ou professionnelles, il en existe plusieurs familles.

La société Américaine Microchip Technologie a mis au point dans les années 90 un microcontrôleur CMOS : le PIC (Periphirol Interface contrôler). Ce composant encore très utilisé à l'heure actuelle, est un compromis entre simplicité d'emploi, rapidité et prix de revient.

Les PIC existent dans plusieurs versions :

* les UVPROM qui sont effaçable par une source de rayonnements ultraviolets
* les OTPROM programmable une seule fois
* les EEPROM et flash EPROM qui sont effaçables électriquement.

II.1.1. Classification des PICs de microchip :

Actuellement les modèles microchip, sont classes en trois grandes familles, comportant chacune plusieurs références. Ces familles sont :

*Base –line : les instructions sont codées sur 12 bits.

*Mide –line : les instructions sont codées sur 14 bits.

*High –end : les instructions sont codées sur 16 bits.

II.1.2. Identification des PICs:

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

xx : famille du composant, actuellement « 12,14,16,17 et 18 ».

L : tolérance plus importante de la plage de tension.

XX : type de programme

C : EPROM ou EEPROM

F : flash

yy : identificateur

zz : vitesse maximale du quartz de pilotage

II.1.3. Tableau comparatif :

nous représentons dans le tableau ci-dessous les caractéristiques des différents m-contrôleur :

	Mem prg en octets	RAM en octet	EEPROM en octets	Fmax en MHz	E/S	Boitier
12C508	512x12	25	-	4	6	8broches
16C72A	2048x14	128	-	20	22	28broches
16F84	1024x14	68	64	20	13	18broches
16F628	2048x14	224	128	20	16	18broches
16F876	8192x14	368	256	20	22	28broches
16F877	8192x14	368	256	20	33	40broches

TableauII.1 : Tableau comparatif

II.2. Pic 16F877A :

Le pic 16F877 est un circuit intègre contenu dans un boîtier nommer « DIL 40 », il présente 40 broches, 20 de chaque côté. Les broches sont virtuellement numérotées de 1 à 40. La 1^{ere} broche est placé dans le coin situé à gauche de l'encoche de repérage.

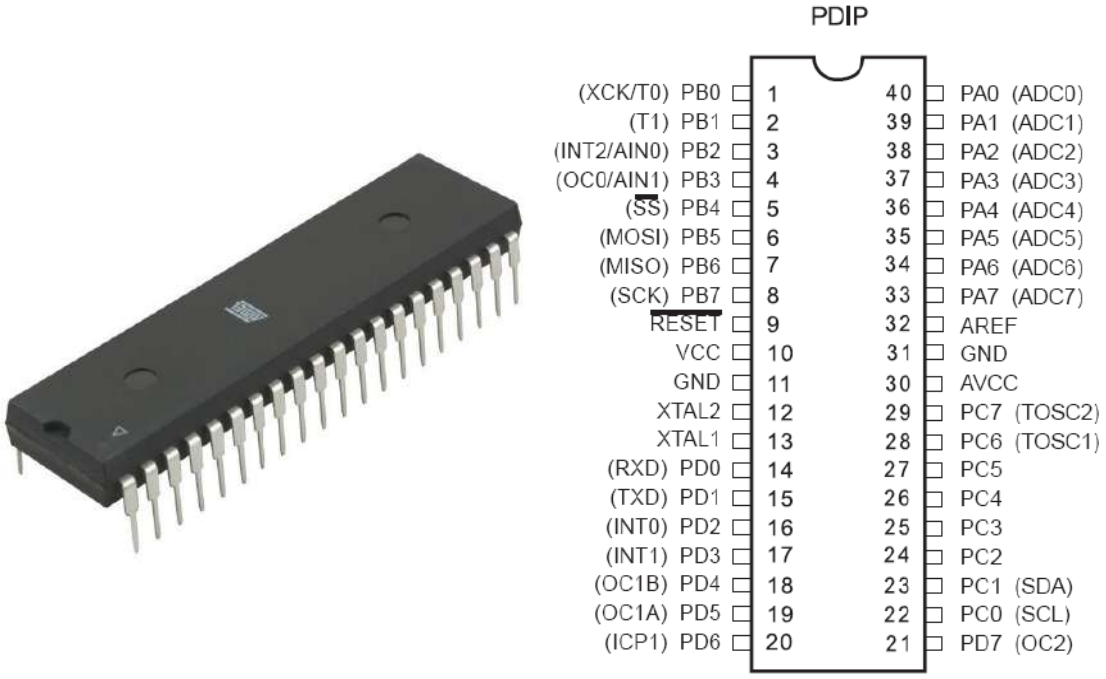


Figure II.1: pic 16F877A

II.2.1. Les PINS de 16F877A:

- MCLR

Cette broche sert à initialiser le microcontrôleur.

Le microcontrôleurdispose de plusieurs sources de **RESET** :

• **POR.**

• **EXTERNAL RESET**

• **WDT**

• **BOR**

• **POR: (POWER ON RESET)** Mise sous tension.

Un front montant sur **MCLR** déclenche l'initialisation du microcontrôleur. Le temps nécessaire est au minimum de **72ms** et au maximum de **72ms+1024*Tosc**. Le microcontrôleur dispos en interne d'un circuit de détection de niveau, quand la tension **VDD** est comprise entre **1.2V et 1.7V**, il démarre une procédure d'initialisation.

Cette broche peut être simplement reliée à **VDD** si on n'a pas besoin de **RESET** externe. Par contre si on souhaite implanter un bouton de remise à zéro, on pourra câbler un simple réseau **RC** sur la broche **MCLR**.

Remarque importante : On peut se passer de circuit **RC** à la seule condition que le temps de monté de **VDD** soit suffisamment rapide (au minimum **50mV/ms**). Si le temps de montée est inférieur à **50mV/ms**, il faut rajouter un réseau **RC**.

• **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 **2µS** pour que l'Initialisation soit prise en compte.

• **WDT**: Chien de garde.

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 **100µS** au moins, le microcontrôleur peut générer un **RESET**.

- Oscillateur : OSC1 et OSC2 ou CLKIN et CLOUT.

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

Remarque : Les instructions standards durent **1** cycle machine (sauf les instructions de sauts **2** cycles). Le microcontrôleur utilise **4** coups d'horloge pour réaliser un cycle machine.

Si la fréquence du **QUARTZ** est de **20MHz (T=50nS),** une instruction sera exécutée toutes les **200nS**, Dans ce cas-là, le microcontrôleur a une puissance de calcul de **5MIPS**

La fréquence **MAX** est de **20MHz** pour les microcontrôleurs dont les références se terminent par **-20**.

Par exemples : **16F876-20 (20MHz max)** et **16F876-04 (4MHz max)**.

La fréquence **MIN** est le continu.

Remarque : La consommation du circuit sera d'autant plus faible que la fréquence sera petite, cela peut être intéressant pour des applications de faible consommation (alimentation autonome).

Pour des applications faible consommation, on peut utiliser les séries **LF (LowFrequency and Low Power)**.

- 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 **1µA** à **10mA**.

La consommation du microcontrôleur sera fonction de :

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

De plus ces bornes doivent être découplées par deux condensateurs :

- **1µF** électrolytique.
- **10nF** céramique

- L'Interruption : RBO/INT.

Cette broche à une double fonction elle peut être utilisée comme une broche standard **RBO** ou comme une entrée d'interruption **INT**.

Si cette broche est utilisée comme une entrée d'interruption externe, elle doit être maintenue à un niveau haut par l'intermédiaire de résistances de **10kΩ** pour ne pas déclencher d'interruptions imprévues, cela permet aussi de relier plusieurs sources d'interruptions sur une même ligne (**OU CABLE**).

II.2.2. Architecture interne du16F877A :

Comme pour tous les circuits intègre, chacun de ses broches à une ou plusieurs fonctions qui sont résumées par un sigle mnémotechnique.

Ce microcontrôleur présente une architecture Harvard, les données sont placées dans une mémoire de type RAM de 368 bytes.

La mémoire de programme est constituée de mot de 14 bytes, est type FLASH (non volatile).

Ces ressources sont donc précieuses, en comparaison de celles d'autres composantes. Le 16F877 possède encore 5 ports (A à E) et 3 temporisateurs (timers), ce diagramme bloc présente les composantes du 16F877 :

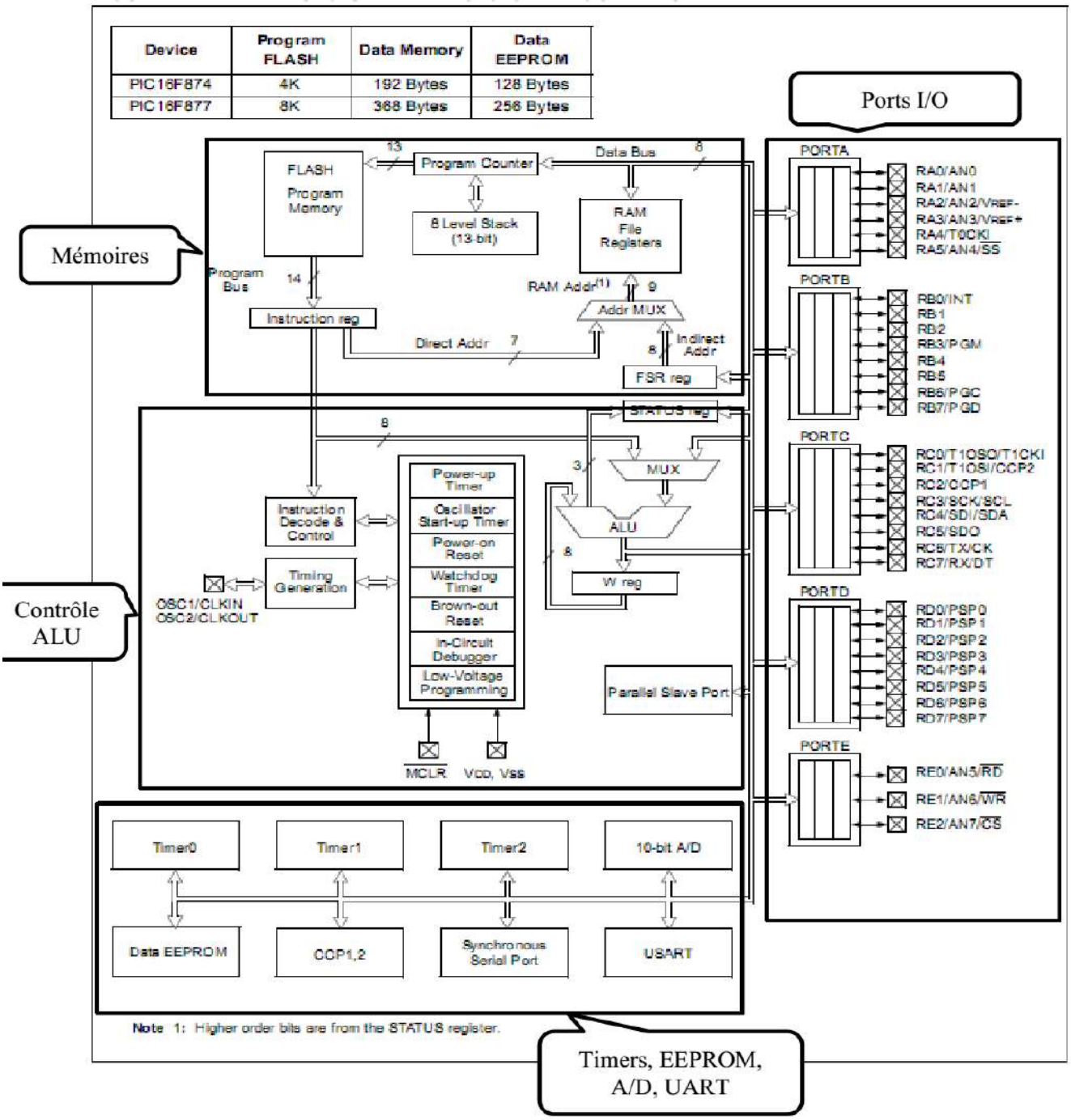


Figure II.2 : Architecture interne du pic16F877A

-Le port A (6 bits) I/O pure et/ou convertisseur analogique et/ou TIMER 0.

La broche RA4 5Entrée du timer 0 T0CKI) est de type DRAIN OUVERT.

-Le port B (8 bits) I/O pure et/ou programmation in situ ICSP/ICD, RB0 est entrée d'interruption externe.

-Le port C (8 bits) I/O pure et/ou SPI/I2C et/ou USART.

-Le port D (8 bits) I/O pure et/ou port parallèle 8 bits associé au port E.

-Le port E (3 bits) I/O pure et/ou pilotage du port E RE0/R, RE1/WR et RE/CS.

Remarque : Si le **PIC** est utilisé en mode **ICSP/ICD** il faut laisser libre les broches **RB3/PGM**, **RB6/PGC** ainsi que **RB7/PGD**) et les configurer en entrée.

- Le **PORT C (8 bits) I/O** pure et/ou **TIMER 1** et/ou **SPI / I2C** et/ou **USART**.
- Le **PORT D (8 bits) I/O** pure et/ou port parallèle **8** bits associé au **PORT E.**
- Le **PORT E (3 bits) I/O** pure et/ou pilotage du **PORT E RE0/RD, RE1/WR et RE2/CS**.

- Configuration des PORTx, les registres PORTx et TRISx.

Tous les ports sont pilotés par deux registres :

- Le registre de **PORTx**, si le **PORT x** ou certaines lignes de **PORT X** sont configurées en sortie, ce registre détermine l'état logique des sorties.

- Le registre **TRISx**, c'est le registre de direction. Il détermine si le **PORTx**ou certaines lignes de port sont en entrée ou en sortie. L'écriture d'une **1** logique correspond à une **entrée** (**1** comme **I**nput) et l'écriture d'une **0** logique correspond à une sortie (**0** comme **O**utput).

Au **RESET** toutes les lignes de ports sont configurées en entrées.

Remarque : Les registres **TRISx** appartiennent à la **BANQUE 1** des **SFR**.

Lors de l'initialisation du microcontrôleur il ne faut pas oublier de changer de page mémoire pour les configurer.

II.2.3.Principales caractéristiques :

– Vitesse de cadence jusqu'à 16 MHz
– Tension d'alimentation de 4.5 V à 5.5 V
– Courant d'alimentation : 10mA
– 40 PINs
– 32 entrées/sorties
– 8 canaux analogiques
– Convertisseur CAN 8 bits (0 □ 1023 = 1024 possibilités)
– 2 sorties PWM (MLI)
– Courant maximal par entrées/sorties : 40 mA
– 8 Ko de mémoire programme
– EEPROM de 512 Octets
– SRAM de 512 Octets

– 3 timers (2 de 8bits, 1 de 16 bits)

– Programmation langage C

II.2.4. Les mémoires du PIC 16F877 :

Les mémoires sont de trois types différents :

II.2.4.1. La mémoire FLASH :

C'est une mémoire programme de taille 8ko.Chaque case mémoire unitaire est de taille 13 bits. Cette mémoire est de type mémoires stable, c'est-à-dire qu'on peut réécrire dessus à volonté, car le 16F877 est caractérisé par la possibilité d'écrire des données. La zone mémoire est caractérisée par une adresse de 13 bits, alors ceci nous impose donc pour l'adressage les registres EEAR et EEADRH. De même, nous aurons pour les données, les registres EEDATA et EEDATH.

II.2.4.2. La mémoire RAM :

Cette mémoire de taille 368 octets est une mémoire d'accès rapide et elle est volatile (les données seront perdus lorsque elle n'est plus sous tentions). Elle contient tous les registres de configuration du PIC ainsi que les différents registres de données. Elle contient également les variables utilisées par le programme. La RAM est la mémoire la plus utilisée. Toutes les données qui y sont stockées sont perdues lors d'une coupure de courant.

La RAM est subdivisée de plus en deux parties dans chacune on trouve des « cases mémoire spéciales » appelée REGISTRES SPECIAUX et des cases mémoire « libre » dont on peut se servir provoque un fonctionnement spécial du PIC ou la mise en service d'une fonction particulière.

II.2.4.3. L'EPROM Interne :

Le pic 16F877contient également la mémoire électriquement effaçable, réécrivable et stable. Ce type de mémoire est d'accès plus lent. Pour gérer cette EEPROM on a besoin de quatre registres, à savoir EEDR, EEDATA, EECON1 et EECON2.

Le registre EEADR est utilisé pour placer l'adresse relative en EEPROM, tandis que le EEDATA contient la donnée à lire ou à écrire.

L'adresse relative de l'accès EEPROM est donc comprise entre 0000 et 00FF ce qui nous permet d'utiliser un registre de huit bit pour définir cette adresse.

II.3. Les Timers :

Notre pic possède 3 timers qui sont :

-Le Timer0 (8bits) : il peut être incrémenté par des impulsions extérieures via la broche (TOCKI/RA4) ou par l'horloge interne (Fosc/4).

-Le Timer1 (16 bits) : il peut être incrémenté soit par l'horloge interne par des impulsions sur la broche T1CKI/RC0 ou par un oscillateur (RC ou quartz) connecté sur les broches T1OSO/RC0 et T1OSI/RC1.

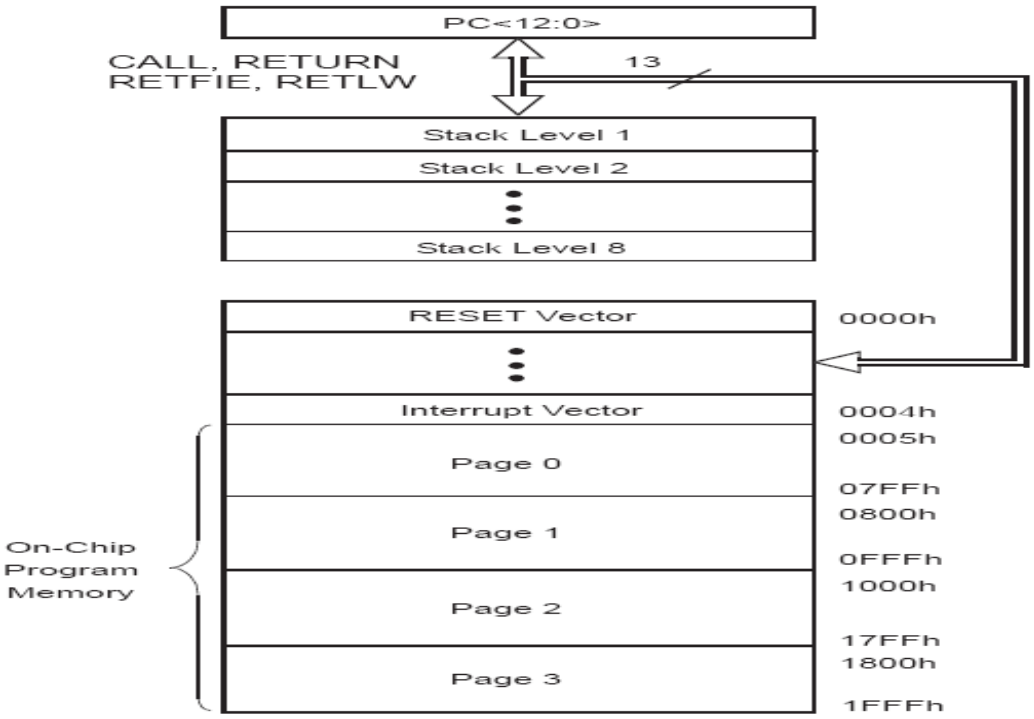
- Le Timer2 (8bits) : il est incrémenté par l'horloge interne, celle peut être pré divisée.

Tous ces timers peuvent déclencher une interruption interne, s'ils ont été autorisés.

II.4. L'unité centrale :

- Organisation mémoire

Comme les **PICs** 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.



FigureII.3 : Code programme

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

Les PICs 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.

en mémoire de donnée comme avec les microcontrôleurs classiques, mais dans la mémoire programme. Elles sont utilisées lors d'appels de sous programmes, on ne peut pas imbriquer plus de 8 sous programmes (Ce qui est déjà beaucoup).

II.5. Les interruptions :

II.5.1. Présentation :

Le microcontrôleurdispose de plusieurs sources d'interruptions :

- Une interruption externe, action sur la broche **INT/RB0**.
- Débordement du **TIMER0**.
- Changement d'état logique sur une des broches du **PORTB (RB4 à RB7)**.
- Une interruption d'un des périphériques (**PEIE**).

- Fin de programmation d'une case mémoire de l'**EEPROM**.
- Changement d'état sur le **PORTD** (**PSPIE**).
- Fin de conversion analogique numérique (**ADIE**).

- Réception d'une information sur la liaison série (**RCIE**).
- Fin d'émission d'une information sur la liaison série (**TXIE**).
- Interruption **SPI** ou **I2C** du module **MSSP** (**SSPIE**).
- Interruption du registre de capture et/ou de comparaison 1 (**CCPI1E**).
- Interruption du registre de capture et/ou de comparaison 2 (**CCPI2E**).
- Débordement du **TIMER1** (**TMR1E**).
- Débordement du **TIMER2** (**TMR2E**).
- Collision de BUS (BCLIE)

II.5.2. Fonctionnement :

Lors d'un événement dans un ou plusieurs des circuits périphériques (**ADC, EEPROM, USART-SCI, MSSP-I2C-SPI, TIMER1, TIMER2**) comme par exemple : la fin de conversion, la fin de programmation d'un octet dans **l'EEPROM**, la réception d'une information, la détection d'un front, etc.… et si le bit de l'interruption concernée a été autorisée (**EEIE, PSPIE, ADIE, RCIE, TXIE, SSPIE, CCP1IE, TMR2IE, TMR1IE, CCP2IE ou BCLIE : Registres PIE1 et PIE2**) alors une interruption périphérique est déclenchée. Pour que celle-ci soit prise en compte il faut que le bit d'autorisation des interruptions périphériques soit positionné à **1** (**PEIE**) ainsi que le bit **GIE** d'autorisation globale des interruptions du registre **INTCON**.

Pour qu'une interruption du type **TIMER0** ou **INT/RB0** ou **PORTB** soit prise en compte il suffit que le bit local d'autorisation d'interruption soit positionné à **1** (**T0IE** ou **INTE** ou **RBIE**) ainsi que le bit **GIE** d'autorisation globale des interruptions du registre **INTCON**.

Dans ces conditions le programme en cours d'exécution est interrompu et le microcontrôleur exécute le programme d'interruption à partir de l'adresse **0x0004**. Au début de celui-ci il faut que le logiciel vérifie quel périphérique a déclenché l'interruption.

II.5.2.1. Qu'est-ce qu'une interruption :

Imaginez une conversation normale. Chaque interlocuteur prend la parole quand vient son tour de parler. Survient alors un événement extérieur dont le traitement est urgent. Par exemple, un piano tombe du 3ème étage de l'immeuble au pied duquel vous discutez. Vous imaginez bien que votre interlocuteur ne va pas attendre la fin de votre phrase pour vous signaler le danger. Il va donc vous INTERROMPRE durant le cours normal de votre

conversation. Afin de pouvoir TRAITER IMMEDIATEMENT l'EVENEMENT extérieur. Les interlocuteurs reprendront leur conversation où elle en était arrivée, sitôt le danger écarté.

Et bien, pour les programmes, c'est exactement le même principe. Votre programme se déroule normalement. Survient un événement spécifique. Le programme principal est interrompu (donc, subit une INTERRUPTION), et va traiter l'événement, avant de reprendre le programme principal à l'endroit où il avait été interrompu.

L'interruption est donc une RUPTURE DE SEQUENCE ASYNCHRONE, c'est à dire non synchronisée avec le déroulement normal du programme. Vous voyez ici l'opposition avec les ruptures de séquences synchrones, provoquées par le programme lui-même.

II.5.2.2. Mécanisme générale d'une interruption :

Nous pouvons dire, sans nous tromper de beaucoup, qu'une routine d'interruption est un sous-programme particulier, déclenché par l'apparition d'un événement spécifique. Cela a l'air un peu ardu, mais vous allez voir que c'est très simple.

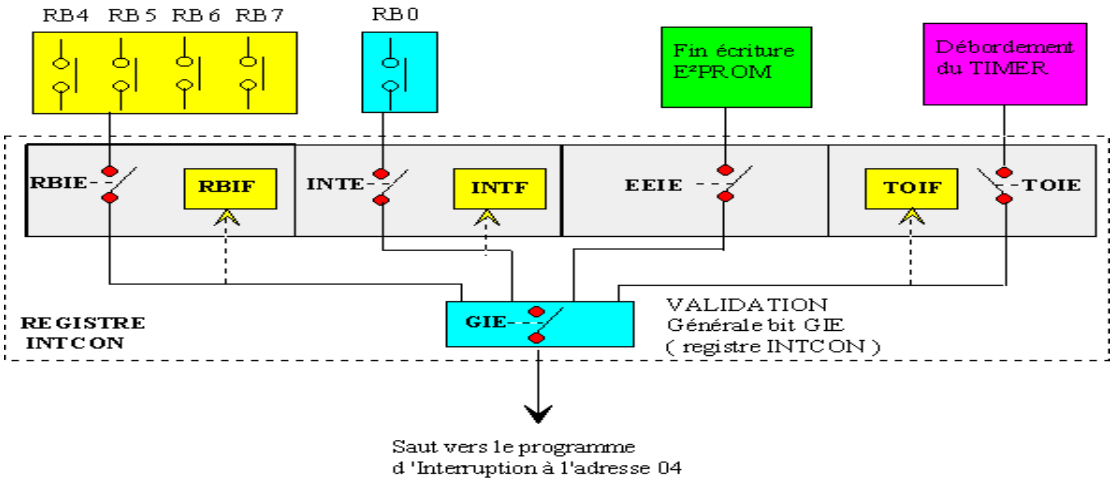


Figure II. 4 : synoptique des modes d'interruptions

II.5.2.3. Mécanisme d'interruption sur les PICs :

Bien entendu, les PICs répondent au fonctionnement général ci-dessus, mais elles ont également leurs particularités. Voyons maintenant le principe des interruptions sur les PICs

- Tout d'abord, l'adresse de début de toute interruption est fixe. Il s'agit toujours de l'adresse 0x04. Toute interruption provoquera le saut du programme vers cette adresse.

- Toutes les sources d'interruption arrivant à cette adresse, si le programmeur utilise plusieurs sources d'interruptions, il lui faudra déterminer lui-même laquelle il est en train de traiter.

- Les PICs en se connectant à cette adresse, ne sauvent rien automatiquement, hormis le contenu du PC, qui servira à connaître l'adresse du retour de l'interruption. C'est donc à l'utilisateur de se charger des sauvegardes.

- Le contenu du PC est sauvé sur la pile interne (8 niveaux). Donc, si vous utilisez des interruptions, vous ne disposez plus que de 7 niveaux d'imbrication pour vos sous-programmes. Moins si vous utilisez des sous-programmes dans vos interruption.
- Le temps de réaction d'une interruption est calculé de la manière suivante : le cycle courant de l'instruction est terminé, le flag d'interruption est lu au début du cycle suivant. Celui-ci est achevé, puis le processeur s'arrête un cycle pour charger l'adresse 0x04 dans PC. Le processeur se connecte alors à l'adresse 0x04 où il lui faudra un cycle supplémentaire pour charger l'instruction à exécuter. Le temps mort total sera donc compris entre 3 et 4 cycles.

- Une interruption ne peut pas être interrompue par une autre interruption. Les interruptions sont donc invalidées automatiquement lors du saut à l'adresse 0x04 par l'effacement du bit GIE (que nous allons voir).

- Les interruptions sont remises en service automatiquement lors du retour de l'interruption. L'instruction RETFIE agit donc exactement comme l'instruction RETURN, mais elle repositionne en même temps le bit GIE.

II.6. Le convertisseur :

Le CAN est un périphérique intégré destiné à mesurer une tension et la convertir en nombre binaire qui pourra être utilisé par un programme.

Notre 16F877 travaille avec un convertisseur analogique/numérique qui permet un échantillonnage sur 10 bits. Le signal numérique peut donc prendre 1024 valeurs possibles. On sait que pour pouvoir numériser une grandeur, nous devons connaître la valeur minimale qu'elle peut prendre, ainsi que sa valeur maximale, Les pics considèrent par défaut que la valeur minimale correspond à leur Vssd'alimentation, tandis que la valeur maximale correspond à la tension positive d'alimentation Vdd. le principe de la conversion suit la séquence est la suivante :

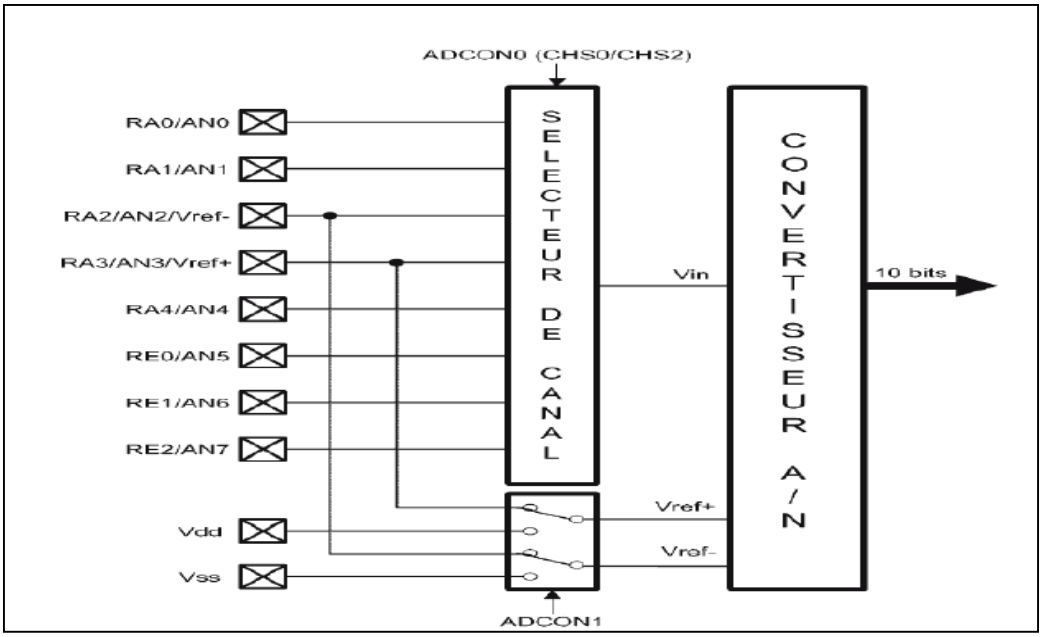
- Le pic connecte le pin sur laquelle se trouve la tension à mesurer à un condensateur interne, qui va se charger via une résistance interne jusque la tension appliquée.

Le pin est déconnecté du condensateur, et ce dernier est connecté sur le convertisseur analogique/numérique interne.

Le temps nécessaire à la conversion est égal au temps nécessaire à la conversion d'un bit multiplié par le nombre de bits désirés pour le résultat. Concernant notre pic, il faut savoir qu'il nécessite, pour la conversion d'un bit, un temps nommé **Tad**.

Ce temps est dérivé par division d'horloge principale. Le diviseur peut prendre une valeur de 2, 8 ou 32. Le temps de conversion **Tad** ne peut détendre, pour des raisons électroniques, en dessous de 1.6 us pour les versions classiques de 16F87x, et en dessous de 6 us pour les versions LC.Donc en fonction des fréquences utilisées pour le quartz du pic

Configuration interne du module de convertisseur analogique/numérique :



FigureII.5 : module du convertisseur

On voit très bien sur ce schéma que les pins AN2 et AN3 servent selon la position du sélecteur d'entrée analogique ou de tension de référence. Le sélecteur de canal permet de sélectionner lequel des 8 canaux va être appliqué au convertisseur analogique/digital.

On voit que la sélection de la source des tensions de référence dépend de bits du registre **ADCON1**, tandis que le canal sélectionné pour être numérisé dépend d'**ADCON0**. C'est le registre **ADCON1** qui détermine si ce port sera utilisé comme port I/O ou comme port analogique. Nous en aurons besoin dans la programmation.

- **Les registres ADRESL et ADRESH :**

On attire votre attention sur le fait que le convertisseur donne un résultat sur 10 bits, et donc que ce résultat devra donc obligatoirement être sauvegardé dans 2 registres. Ces registres sont tout simplement les registres ADRESL et ADRESH. Comme 2 registres contiennent 16 bits, et que nous n'en utilisons que 10, **Microchip** nous a laissé le choix sur la façon dont est sauvegardé le résultat, nous pouvons soit justifier le résultat à gauche, soit à droite.

La justification à droite complète la partie gauche du résultat par des « 0 ». Le résultat sera donc de la forme :

ADRESH **ADRESL**

0	0	0	0	0	0	B9	B8	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0

La justification à gauche procède bien évidemment de la méthode inverse :

ADRESH										ADRESL					
B9	B8	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0	0	0	0	0	0	0

La justification à droite sera principalement utilisée lorsque nous avons besoin de l'intégralité des 10 bits de résultat, tandis que la justification à gauche est très pratique lorsque 8 bits vous suffisent. Dans ce cas, les 2 bits de poids faibles se trouvent isolés dans ADRESL, il suffit donc de ne pas en tenir compte. Cette approche est destinée à nous épargner des décalages de résultats.

Le choix de la méthode s'effectue à l'aide du bit 7 d'**ADCON1**.

➢ Le registre ADCON1 :

Ce registre permet de déterminer le rôle de chacune des pins AN0 à AN7. Il permet donc de choisir si un pin sera utilisé comme entrée analogique, comme entrée/sortie standard, ou comme tension de référence. Il permet également de décider de la justification du résultat.

Pour pouvoir utiliser un pin en mode analogique, il faudra que ce pin soit configuré également en entrée par TRISA. Le registre ADCON1 dispose, comme tout registre accessible de notre PIC, de 8 bits, dont seulement 5 sont utilisés :

B7	**ADFM**	A/D result format select
B6	INUTILISE	**lu comme « 0 »**
B5	INUTILISE	**lu comme « 0 »**
B4	INUTILISE	**lu comme « 0 »**
B3	PCFG3	**Port Configuration control bit 3**
B2	PCFG2	**Port Configuration control bit 2**
B1	PCFG1	**Port Configuration control bit 1**
B0	**PCFG1**	**Port Configuration control bit 0**

Tableau II.2: le registre ADCON1

Le bit ADFM permet de déterminer si le résultat de la conversion sera justifié à droite (1) ou à gauche (0). Nous trouvons dans ce registre les 4 bits de configuration des pins liés au convertisseur analogique/numérique. Ces bits nous permettent donc de déterminer le rôle de chaque pin.

Comme nous avons 16 combinaisons possibles, nous aurons autant de possibilités de configuration (en fait, vous verrez que nous n'en avons que15).

- **Le registre ADCON0 :**

Ce registre est le dernier utilisé par le convertisseur analogique/numérique. Il contient les bits que nous allons manipuler lors de notre conversion. Sur les 8 bits de notre registre, 7 seront utilisés:

B7	**ADCS1**	A/D conversion Clock Select bit 1
B6	ADCS0	**A/D conversion Clock Select bit 0**
B5	CHS2	**Analog Channel Select bit2**
B4	CHS1	**Analog Channel Select bit1**
B3	CHS0	**Analog Channel Select bit0**
B2	GO/DONE	**A/D conversion status bit**
B1	Inutilisé	**lu comme « 0 »**
B0	**ADON**	**A/D ON bit**

Tableau II.3 : le registre ADCON0

II.7. Conclusion :

Partant d'une présentation générale sur les microcontrôleurs, nous avons ensuite défini la famille des Pics et plus particulièrement le 16F877A.

En conclusion dans ce chapitre nous pouvons dire que le microcontrôleur 16F877A peut bien jouer le rôle d'une unité de contrôle pour notre système.

Pour fonctionner cette unité de contrôle, il faut la programmer et l'adapter à un compilateur de programmation.[1]

Chapitre III : Réalisation pratique

III.1.Les capteurs infrarouges

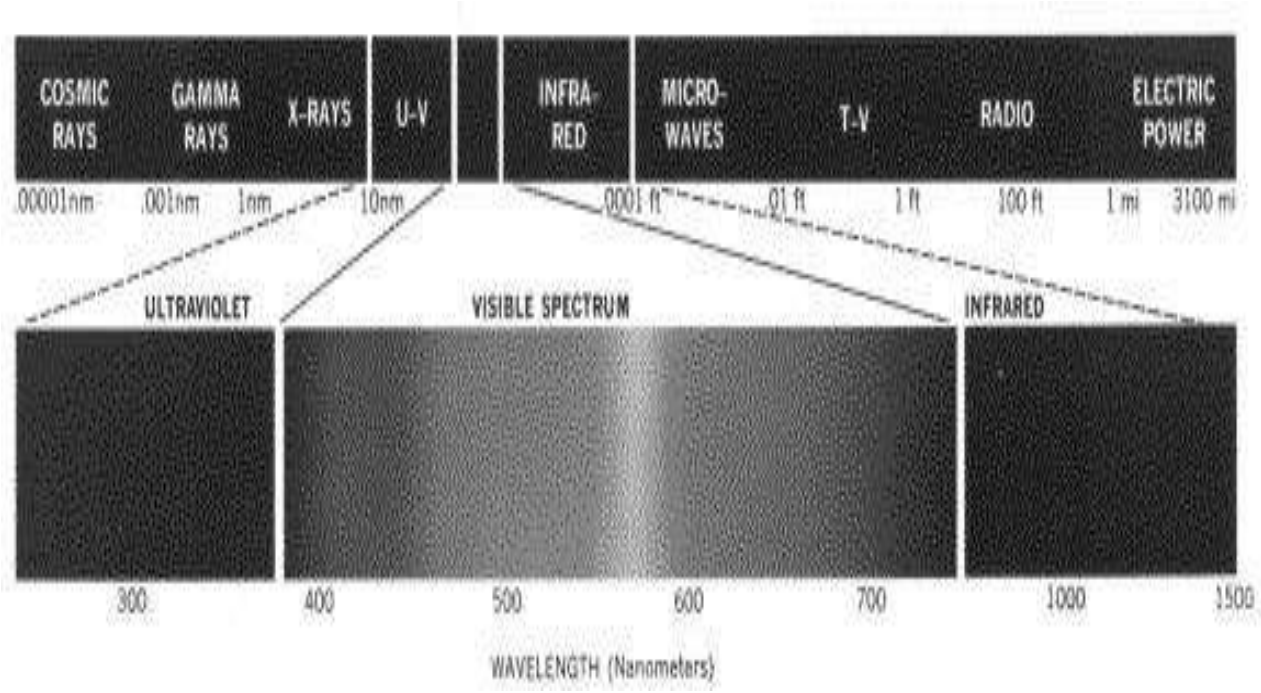
III.1.1. Historique

Après 1975, le rayonnement infrarouge a remplacé progressivement les ultrasons jusque-là utilisés par les télécommandes. L'utilisateur y gagne en portée et en sûreté de transmission, le fabricant en prix de revient. La vitesse de propagation élevée du rayonnement infrarouge exclut les perturbations par interférences, réflexion et effet Doppler. Les bruits de distorsion n'ont pas ici l'influence néfaste qui perturbait les vieux appareils à ultrasons.

III.1.2. Définition :

Rayonnement électromagnétique dont les longueurs d'onde sont comprises entre 750 nanomètres et 1500 nm.

La figure ci-dessous représente le spectre lumineux de l'ultraviolet à l'infrarouge.
Seule la partie comprise entre 390 et 760 nm est visible.



FigureIII.1 : Spectre électromagnétique allant de 200 à 1500 nm

III.1.3. Domaines d'application :

- éclairage invisible pour camera
- système autofocus d'appareils photo et de caméras
- commutation optique

- sources de lumière des photos capteurs d'ordinateur, de photocopieurs ou de magnétoscope à cassette
- commandes automatiques de portes dans l'industrie automobiles

- techniques de protection (alarmes, détecteurs de fumée, interrupteurs à infrarouge)
- mesures de niveaux
- détecteurs de position des aiguilles des horloges radiocommandées

Les systèmes de transmission à infrarouge ont beaucoup d'atouts mais également des inconvénients qu'il est bon de peser avant de s'engager. Nous en avons recensé quelques-uns uns qui nous permettront de juger avant de nous engager.

a) Avantages

- construction simple
- bon marché
- utilisation non soumise à autorisation
- faible consommation
- fonctionnement sur piles possible si les émissions ne sont pas permanentes
- faible de tension de service
- utilisation simple
- encombrement réduit

b) Inconvénients

- portée réduite dans les milieux éclairés
- sensibilité aux parasites des lampes à faible consommation ou des tubes fluorescents
- trop grande variété du fait de l'absence de normes
- propagation limitée
- directivité
- faible de portée, que peut encore réduit l'encrassement
- faible cadence de modulation(ne concerne pas IrDA)

Nous avons décidé de mettre trois capteurs infrarouges sous le robot pour détecter la ligne noire sur le fond blanc.

Les capteurs utilisés seront à la fois émetteurs et récepteurs de rayons infrarouges. De manière simplifiée, ils transforment l'intensité des ondes infrarouges reçues en une tension proportionnelle à celle-ci. Ce type de capteurs détecte soit :

-une couleur claire : l'extérieur de la ligne, dans ce cas les infrarouges émis seront presque en intégralité réfléchis donc la tension en sortie du capteur sera élevée.

-une couleur foncée : la ligne à détecter, dans ce cas les infrarouges émis ne seront pas réfléchis ou presque donc la tension en sortie sera faible.

III.1.4.la Récepteur

III.1.4.1.Présentation :

Le module récepteur infrarouge permet de détecter une séquence codée par transmission infrarouge. Il est principalement utilisé pour décoder le signal de la Télécommande Infrarouge TVR10 mais peut aussi être utilisé dans le cas d'une barrière infrarouge afin de contrôler le passage d'un objet dans un champ (nécessite le module Emetteur Infrarouge).[M123]

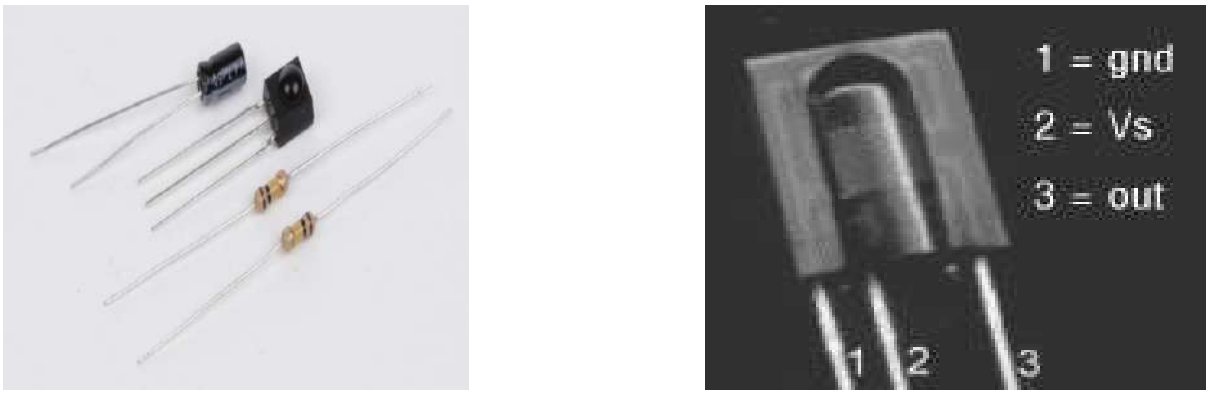


Figure III.2 : récepteur infrarouge TSOP1333

III.1.4.2.Spécifications :

• Récepteur Infrarouge
• Résistance 330 Ohm (orange orange marron or)
• Résistance 4k7 Ohm (jaune violet rouge or)
• Condensateur 4.7uF

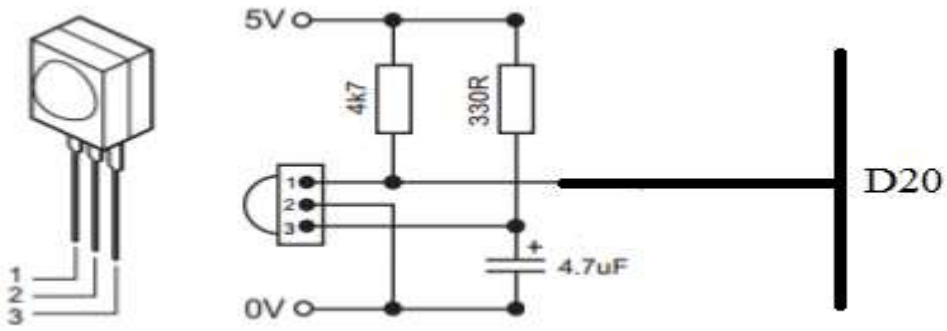


Figure III.3 : schéma de câblage du capteur

Note : La broche 1 du capteur est reliée à une des entrées du microcontrôleur.

III.1.5. l'émetteur

La figure suivant qui représenté l'émetteur LD271 :



Figure III.4:l'émetteur LD 271, LD 271 H

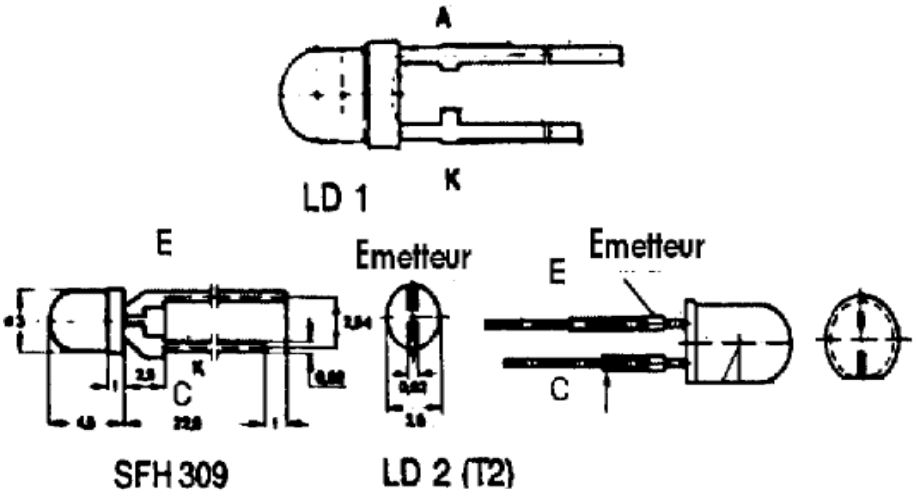


Figure III.5 : schéma présenté comment réalise cet Emetteur

III.1.6.Conclusion

Depuis l'apparition de l'infrarouge dans les années 70, les recherches n'ont jamais cessé dans ce domaine , et beaucoup de progrès ont été apportés à cette nouvelle technique de transmission. Il y a eu par exemple, l'utilisation de la norme IrDA depuis 1994 qui permet notamment d'avoir un débit élevé(passe à 16Mbits/s en 1999) tout en étant économique et une utilisation simple… conçue en général dans les ordinateurs portables (elle n'a pas besoin de liaison permanent en infrarouge avec un périphérique).

Toutefois, certains inconvénients de l'infrarouge restent difficiles a réaliser ,et certains préfèrent parfois utiliser les systèmes de transmission hertzienne, qui sont devenue concurrentiels en concurrence avec les systèmes infrarouges.

Les systèmes hertziens travaillent généralement de 433MHh à 868MHz. Ils ont donc une plus grande portée, Toutefois, ces systèmes hertziens connaissent également des inconvénients. En effet, ils peuvent notamment répondre aux signaux voisins émettant sur le même canal.

L'avenir verra sans doute apparaître des nouvelles normes qui rendront encore plus agréable la commande de nos appareils.

III.2.Moteur a courant continu :

III.2.1. Introduction :

Une machine à courant continu est une machine électrique. Il s'agit d'un convertisseur électromécanique permettant la conversion bidirectionnelle d'énergie entre une installation électrique parcourue par un courant continu et un dispositif mécanique. Elle est aussi appelée dynamo

- En fonctionnement moteur, l'énergie électrique est transformée en énergie mécanique.
- En fonctionnement générateur, l'énergie mécanique est transformée en énergie électrique. La machine se comporte comme un frein.

Inventée par Zénobe Gramme, c'était au départ un simple générateur de courant continu (pour applications galvanoplastiques, par exemple, les accumulateurs étant onéreux). Le moteur sans balais, qui l'a supplanté, est un perfectionnement de cette machine

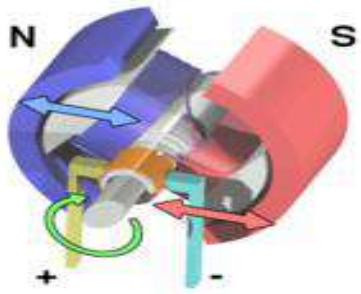


Figure III.6 : Description sommaire

III.2.2. Description de la machine à courant continu :

Une machine électrique à courant continu est constituée :

- D'un stator qui est à l'origine de la circulation d'un flux magnétique longitudinal fixe créé soit par des enroulements statoriques (bobinage) soit par des aimants permanents.

Il est aussi appelé « inducteur » en référence au fonctionnement en génératrice de cette machine.

- D'un rotor bobiné relié à un collecteur rotatif inversant la polarité dans chaque enroulement rotorique au moins une fois par tour de façon à faire circuler un flux magnétique transversal en quadrature avec le flux statorique. Les enroulements rotoriques sont aussi appelés enroulements d'induits, ou communément « induit » en référence au fonctionnement en génératrice de cette machine.

III .2.3.fonctionnement en génératrice :

Si une source d'énergie mécanique essaie d'augmenter la vitesse de machine, (la charge est entraînante : ascenseur par exemple), Ω augmente donc E augmente.
Comme U reste constante, le produit $R_i.I_i$ devient négatif et augmente en valeur absolue, donc I_i augmente, donc le couple T augmente lui aussi et lutte contre l'augmentation de vitesse : c'est un couple frein.

Le signe du courant ayant changé, le signe de la puissance consommée change lui aussi.

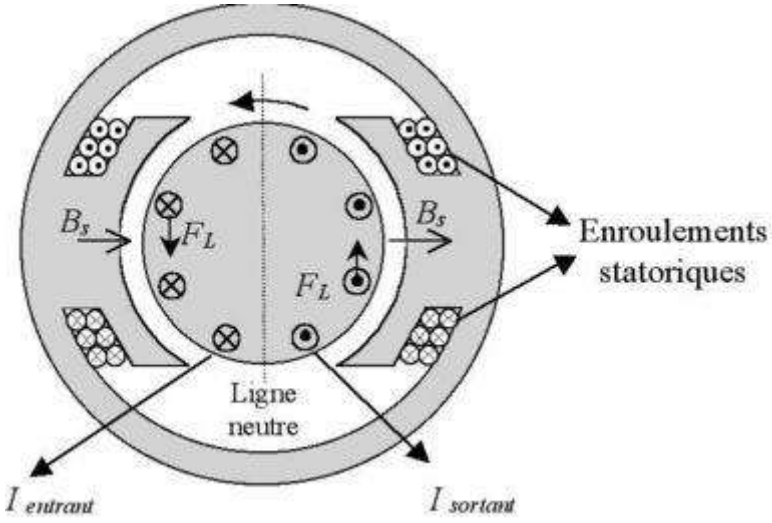


Figure III.7 : Constitution et principe physique

Schéma de continu vue en coupe latérale. La partie ronde en gris au centre est le rotor, qui tourne dans le sens anti-horaire. L'autre partie en gris constitue le stator.

- Le courant I, injecté via les balais au collecteur, traverse un conducteur rotorique (une spire rotorique) et change de sens (commutation) au droit des balais. Ceci permet de maintenir la magnétisation du rotor perpendiculaire à celle du stator. La disposition des balais sur la « ligne neutre » (c'est machine à courant c-à-dire la zone où la densité de flux est nulle), permet d'obtenir la force contre-électromotrice (FCEM) maximum. Cette ligne peut néanmoins se déplacer par la réaction magnétique d'induit (influence du flux rotorique sur le champ inducteur) selon que la machine travaille à forte ou à faible charge. Une surtension, due en partie à la mauvaise répartition de la tension entre lames du collecteur et en partie à l'inversion rapide du courant dans les sections de conducteur lors du passage de ces lames sous les balais, risque alors d'apparaître aux bornes de la spire qui commute et de provoquer la destruction progressive du collecteur. Pour pallier cela, c'est-à-dire compenser la réaction d'induit, et aussi améliorer la commutation, on utilise des pôles auxiliaires de compensation/commutation.
- L'existence du couple s'explique par l'interaction magnétique entre stator et rotor :
    - Le champ statorique (Bs sur le schéma) est pratiquement nul sur les conducteurs logés dans des encoches et n'agit donc pas sur eux.

L'origine du couple reste la magnétisation transversale du rotor, inchangée au cours de sa rotation (rôle du collecteur). Un pôle statorique agit sur un pôle rotorique et le moteur tourne.

- Une manière classique mais simpliste de calculer le couple est de s'appuyer sur l'existence d'une force de Laplace (fictive) créée par le champ statorique (Bs sur le schéma) et agissant sur les conducteurs rotoriques traversés par le courant d'intensité I. Cette force (FL sur le schéma) qui résulte de cette interaction est identique en module pour deux conducteurs rotoriques diamétralement opposés, mais comme ces courants sont en sens inverse grâce au système balais-collecteur, les forces sont aussi de sens opposés.

- La force ainsi créée est proportionnelle à I et à Bs. Le couple moteur T est donc lui aussi proportionnel à ces deux grandeurs.
- par le La tige conductrice courant I se déplace soumise au champ statorique B_s. Elle est donc le siège d'une FCEM induite (loi de Lenz) proportionnelle à Bs et à sa vitesse traversée au rotor de déplacement, donc à la fréquence de rotation. L'ensemble de ces forces contre-électromotrices a pour conséquence l'apparition d'une FCEM globale E

aux bornes de l'enroulement rotorique qui est proportionnelle à B_s et à la vitesse de rotation du moteur.

- Pour permettre au courant I de continuer à circuler, il faudra que l'alimentation électrique du moteur délivre une tension supérieure à la force contre-électromotrice E induite au rotor.

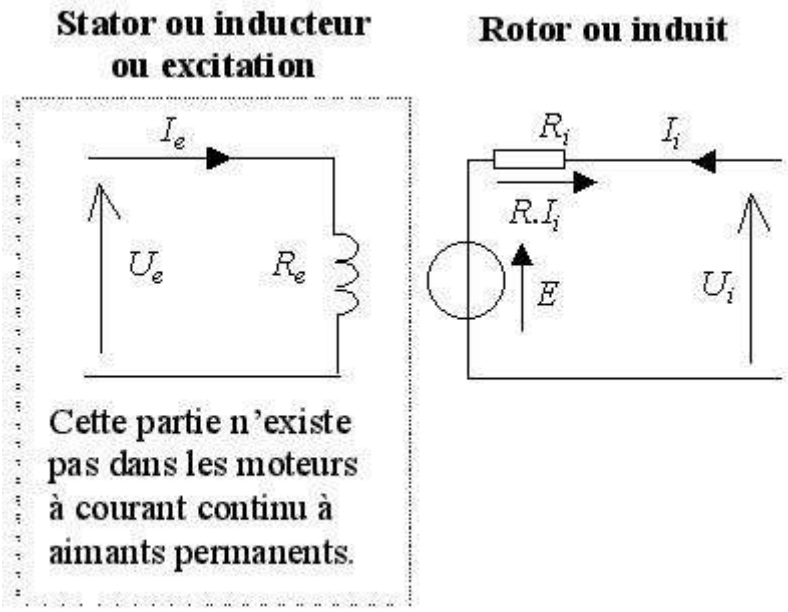


Figure III.8 : Schéma électrique idéalisé

Ce schéma rudimentaire n'est pas valable en régime transitoire.

R_i et R_e sont respectivement les résistances du rotor et du stator

Ce schéma correspond aux équations électriques suivantes :

- au stator : $U_e = R_e \, . \, I_e$ (loi d'ohm) et le champ statorique vaut $B_s = k_e \, . \, I_e$
- au rotor : $U_i = E + R_i.I_i$

D'autre part on a deux équations électromécaniques :

- La force contre électromotrice : E = Cte . B_s . Ω (Ω = fréquence de rotation en rad/s).
- Le couple électromécanique (moteur ou résistant) : T = Cte . B_s . I_i

On peut montrer que les constantes sont les mêmes pour les deux lignes, ce qui implique :

- $E \cdot I_i = T \cdot \Omega$ ou « Puissance électrique utile » = « Puissance mécanique ».
- Imaginons une machine électrique alimentée par une source de tension U constante. Lorsque le moteur tourne à vide (il ne fait pas d'effort) il n'y a pas besoin de fournir de couple, I_i est très faible et $U \approx E$. La vitesse de rotation est proportionnelle à U.

III.2.4. fonctionnement en moteur :

Si une source d'énergie mécanique essaie d'augmenter la vitesse de machine, (la charge est entraînante : ascenseur par exemple), Ω augmente donc E augmente. Comme U reste constante, le produit $R_i.I_i$ devient négatif et augmente en valeur absolue, donc I_i augmente, donc le couple T augmente lui aussi et lutte contre l'augmentation de vitesse : C'est un couple frein.

Le signe du courant ayant changé, le signe de la puissance consommée change lui aussi.La machine consomme une puissance négative, donc elle fournit de la puissance au circuit. Elle est devenue génératrice.

Ces deux modes de fonctionnement existent pour les deux sens de rotation de la machine. Celle-ci pouvant passer sans discontinuité d'un sens de rotation ou de couple à l'autre. On dit alors qu'elle fonctionne dans les quatre quadrant du plan couple-vitesse.[M122]

III.2.5. Conclusion :

Dans notre projet on va utiliser deux moteurs a courant continu (fonctionnement moteur)

+ Moteur pour la marche avant et le marche arrière

+ Un moteur pour la direction gauche ou droit

III.3. les Logiciels de programmation et de simulation :

Pour notre étude nous avons choisi les outils suivants :

- Le MikroBasic pour la programmation du microcontrôleur, ce compilateur est très simple à manipuler,
- Le logiciel ISIS de Proteus pour la simulation du programme développé

III.3.1.MikroBasic :

il possède un environnement de développement intégré (IDE). Il est constitué entre autres d'un éditeur et d'un compilateur et d'un aide contextuelle disponible, le Logiciel assemble et crée le fichier objet qui sera transféré ensuite dans le PIC.

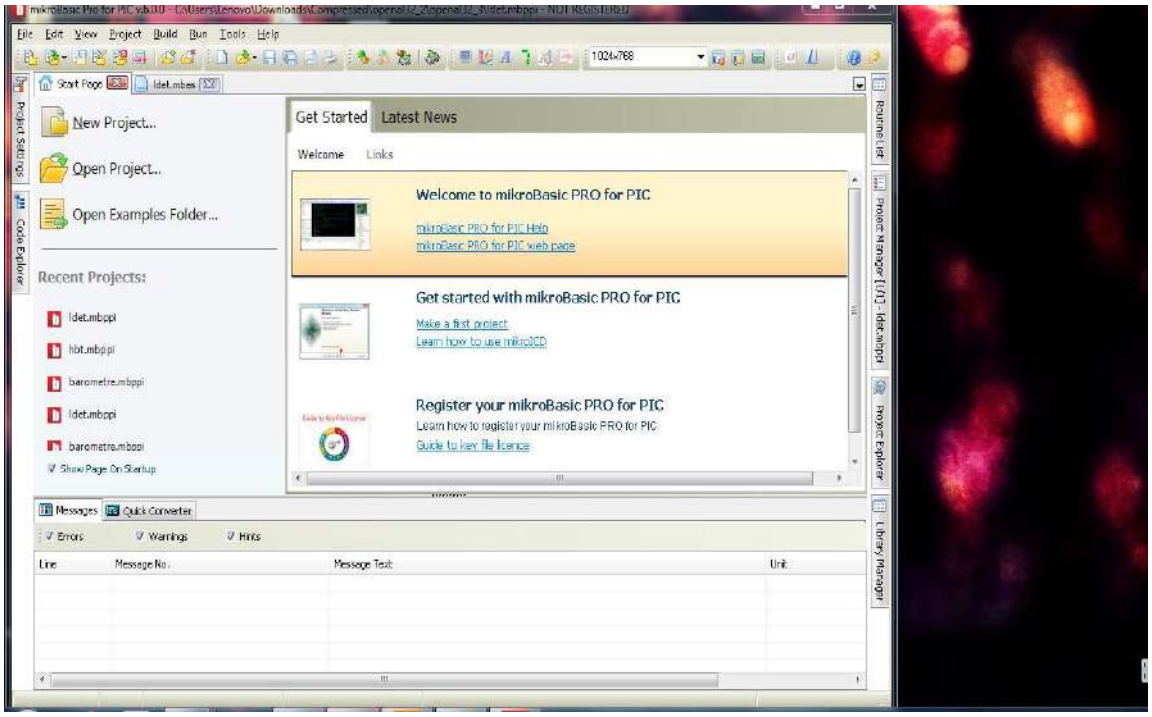


Figure III.9: La fenêtre principale de MikroBasic

III.3.2.ISIS Proteus :

Le logiciel ISIS de Proteus est principalement connu pour éditer des schémas électriques. Par ailleurs, le logiciel permet également de simuler ces schémas ce qui permet de déceler certaines erreurs dès l'étape de conception. Indirectement, les circuits électriques conçus grâce à ce logiciel peuvent être utilisé dans des documentations car le logiciel permet de contrôler la majorité de l'aspect graphique des circuits.

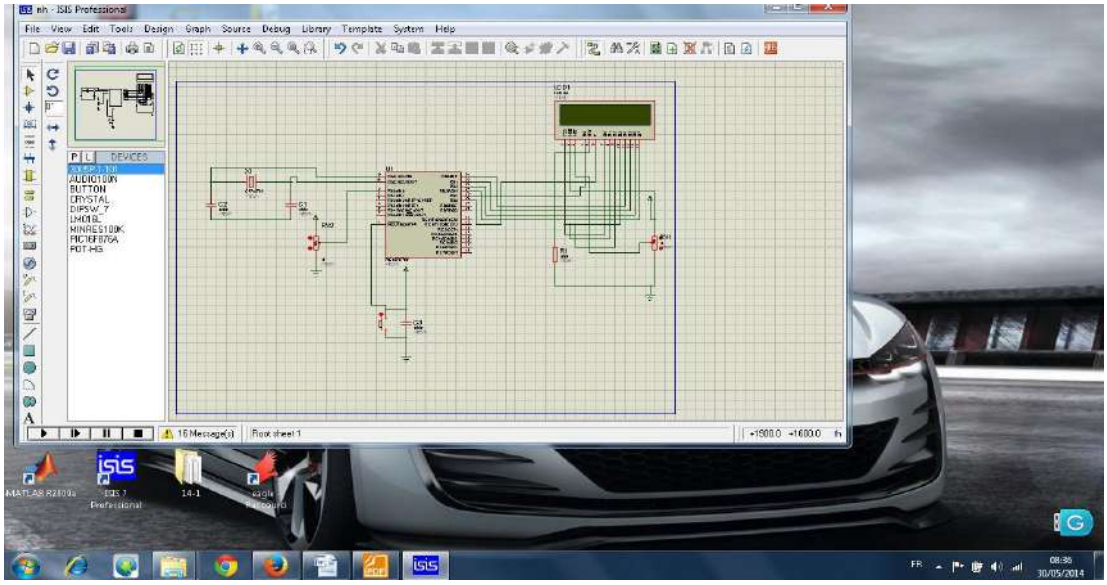


Figure III.10 : La fenêtre principale d'ISIS

III.3.2.1. Le schéma électrique sur ISIS:

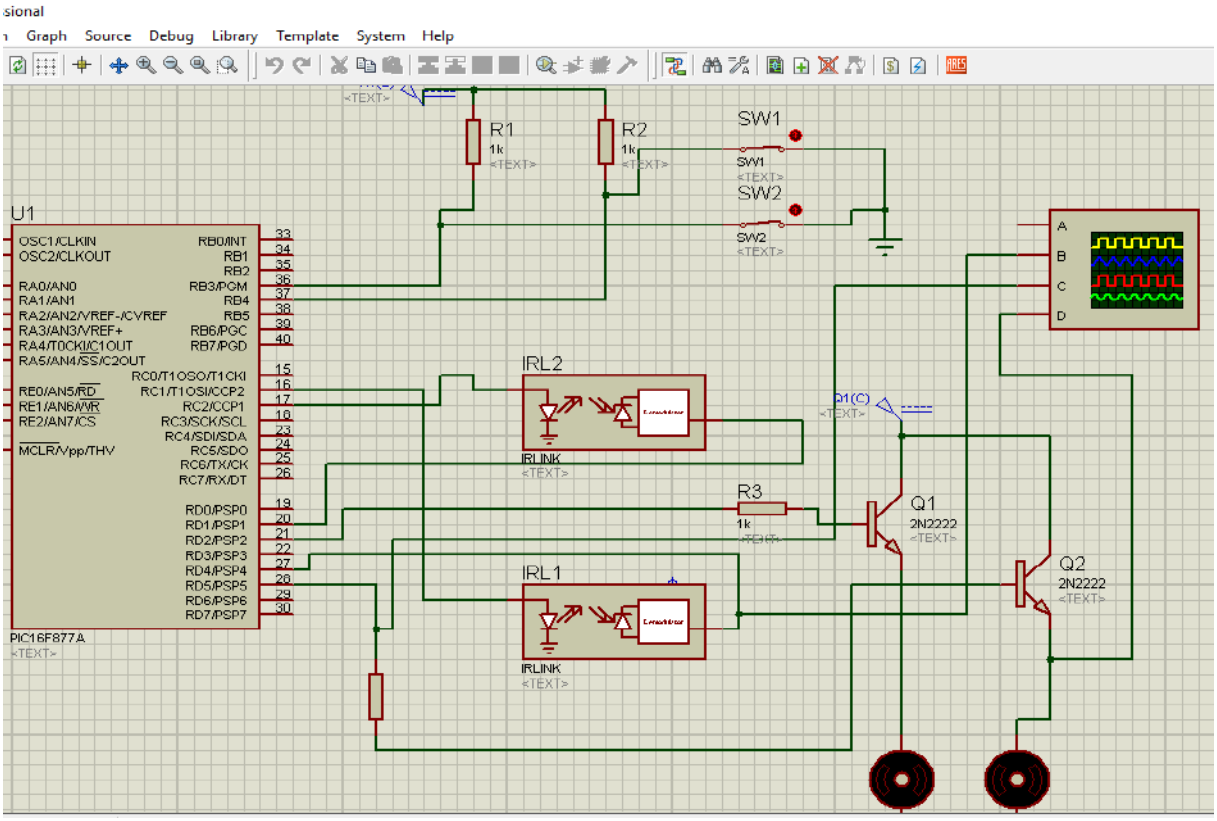


Figure III.11 : schéma électrique sur ISIS

III.3.3.LE PROGRAMME:

En a programme avec le logiciel MikroBasic :

```
program robot suiveur
trisb.3=1
trisb.4=1
trisd.1=1
trisd.2=0
 trisd.4=1
 trisd.5=0
pwm1_init(38000)
pwm1_change_duty(20)
pwm1_start
pwm2_init(38000)
pwm2_change_duty(120)
pwm2_start
   a:
if portb.3=0 then pwm1_stop   end if
if portb.4=0 then pwm2_stop   end if
if portb.3=1 then pwm1_start end if
if portb.4=1 then pwm2_start end if
if portd.1=1  then portd.2=0 end if
if portd.1=0 then portd.2=1 end if
if portd.4=1  then portd.5=0 end if
if portd.4=0 then portd.5=1 end if
```

goto a

end.

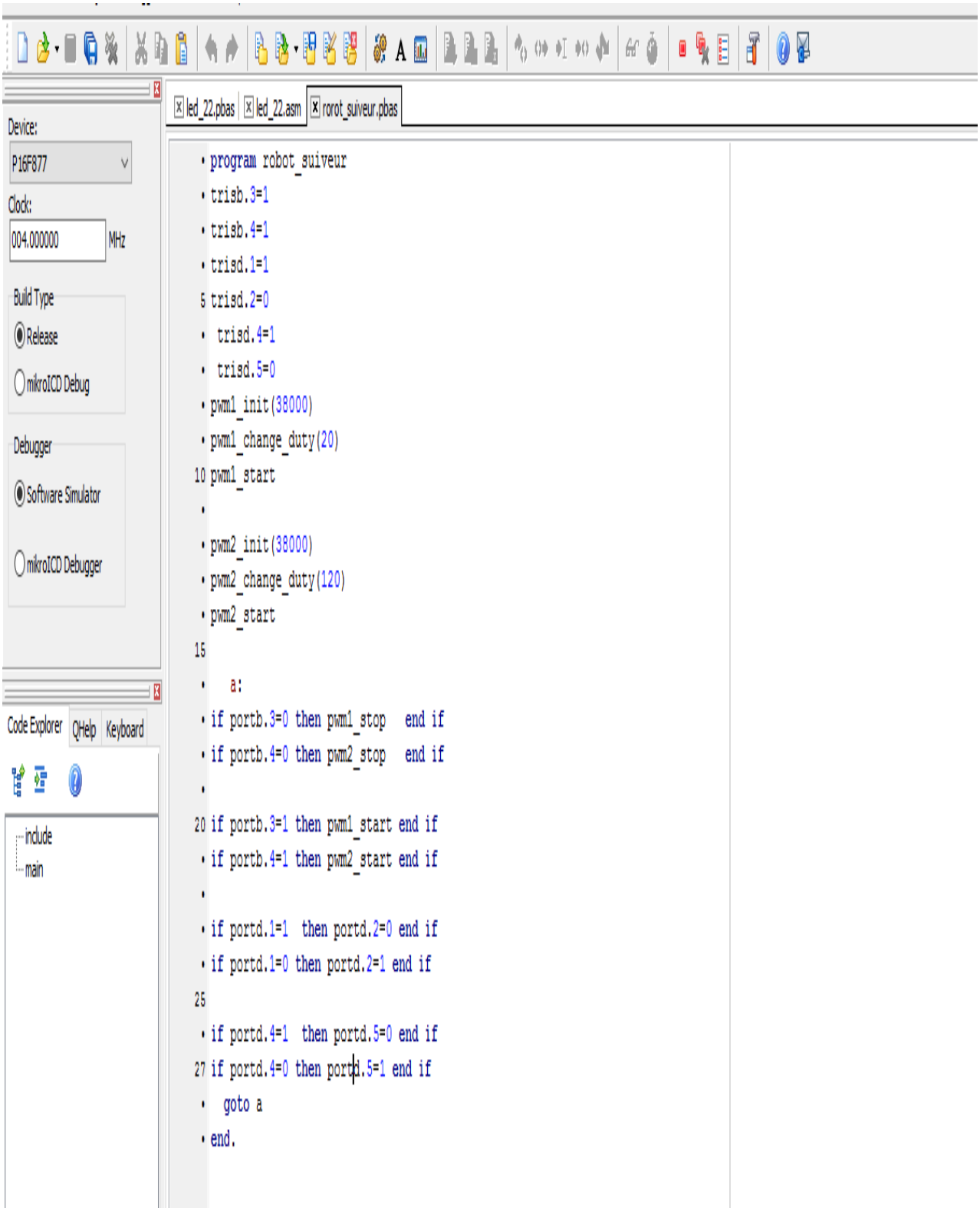


Figure III.12 : le programme dans le MikroBasic

III.4. Programmateur de pic

III.4.1. Introduction :

Après avoir réalisé le programme en langage PASCAL, en devrais avoir un programmateur de PIC, qui nous permet d'implémenter notre programme dans les registre de PIC.

Pour cela en a utilisée un programmateur de PIC universel d'ont en va implémenter notre programme en pascal a laide du logiciel IC-PROG.

III.4.2. Présentation du programmateur de PIC :

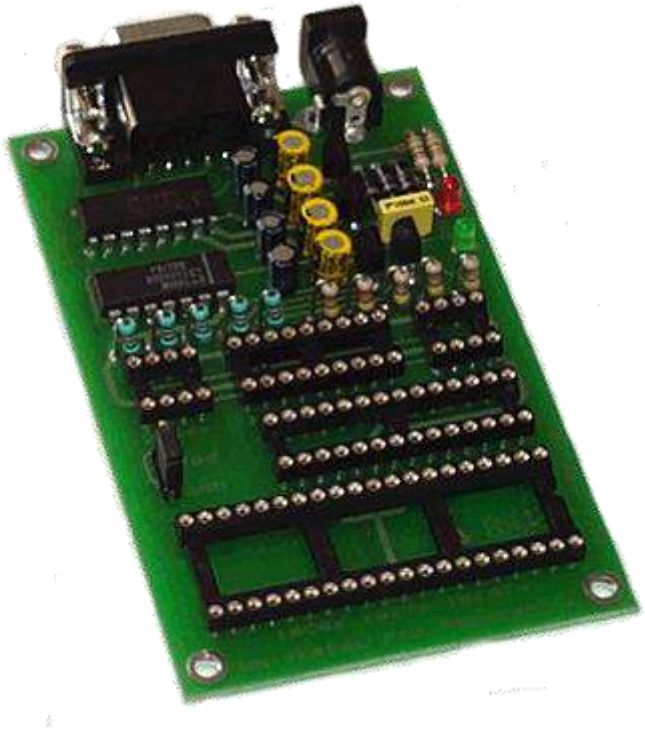


Figure III.13: Programmateur de PIC

Ce programmateur permet de programmer une large gamme de PIC (12c508, 16f877 ….) aussi que la plus part des mémoires EEPROM série. Il ce connecte simplement a l'interface parallèle d'un PC avec un port COM. En plus il travaille avec l'excellent logiciel IC-PROG qui va nous permettre le transfert d'un fichier obtenue « .HEX » vers le PIC ou une autre mémoire.[M124]

III .5.Partie mécanique :

C'est le système que nous avons présenté pour notre robot : il consiste à disposer 2 capteurs infrarouge émetteur /récepteur alignés sur une ligne perpendiculaire (et décalée par rapport au centre du robot) au sens de déplacement du robot (Figure III.14).

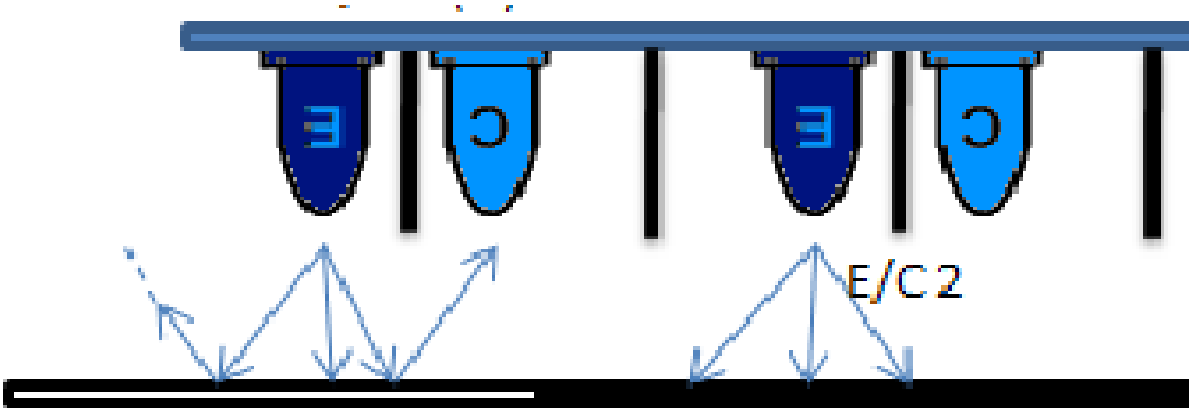


Figure III.14 : disposition des capteurs émetteur /récepteur pour un système alignée

III.5.1. Modulation de largeur d'impulsion(PWM) :

En pratique, les choses se sont avérées très différentes : le robot balaye en quelque sorte le sol pour détecter la ligne et la suivre. En effet, le robot suit la ligne mais les ajustements qu'il effectue sont tels que le temps entre la détection de la ligne et la réaction du moteur est suffisant pour que le robot sorte de la ligne : son énergie cinétique lors de ces rotations est telle que l'arrêt simple des moteurs n'est pas suffisant pour stoper cette rotation. Il est donc nécessaire de réduire la vitesse du robot.

Pour cela nous avons utilisé la méthode "Pulse Width Modulation" ou "Modulation de largeur d'impulsion". Cette méthode consiste, tout en gardant la même tension instantanée aux bornes des moteurs DC (à courant continu), à faire varier la durée des impulsions émises par le PIC dans le but de modifier la tension moyenne aux bornes du moteur. Cette dernière peut ainsi être réduite, donc par conséquent sa vitesse de rotation moyenne, tout en gardant un couple suffisant pour mettre en mouvement le robot.

Conclusion Générale

L'objectif de notre travail est la réalisation d'un robot mobile suiveur de ligne type voiture en utilisant des capteurs infrarouge (émetteur / Récepteur). Notre robot se déplace sous un chemin que nous avons même imposé d'une façon aléatoire.

Pour réaliser ce travail, on est passé par différentes étapes : On a utilisé un capteur infrarouge type de TSOP pour la détection de ligne.

Le robot réalisé, se déplace par 2 roues ; ces roues s'occupent du mouvement par deux moteurs a courant continu.

Des circuits de commande son utilisés afin de contrôler les moteurs associes. L'ensemble de système de perception et de déplacement est commandé par un microcontrôleur qui doit en utilisant les informations actuelles, décider l'action à prendre. Pour notre cas ; on a utilisé le microcontrôleur, le PIC16F877A, qui généré le système PWM aux deux moteurs on utilisant sa bibliothèque interne <<CCP1, CCP2>>.

Ce travail nous a permis de traiter des problèmes d'ordre pratique et de vérifier des connaissances théoriques acquises tout au long de notre formation.

Grâce au travail continu, notre but est atteint, vis-à-vis le cahier de charges, mais nous proposant comme perspectives une série d'améliorations que nous n'avons pas eu la chance de les réaliser par manque de temps et de matériel. Le nombre d'améliorations que peuvent ajoutes sont :

- L'utilisation d'autre type de moteur par ex: (pas à pas).
- L'utilisant des capteurs de distances (ultrason).
- déplacement en temps réel.

[1] **:** PIC16F87XA Data Sheet document DS39582B Microchip Technology Inc 2003 /www.Microchip.com./

[2]:document internet www.technologuepro.com.

[3]**:**Institut Galilée Licence Electronique, projet récepteur infrarouge , Aouchiche Ali,2004/2005.

[4]: PFE, réalisation d'un robot mobile avec évitement d'obstacle et Trajectoire programmé, Bali Chaher Eddine ,06juin2012.

[5]:PFE, moteur à courant continu commandé par DTC, John cloud 2003/2004.

[6]:document internet www.a4.fr.

[7]: PFE, un robot suiveur de ligne, Ben Houda Tarek, 2009/2010.