

**Ministère de l'Enseignement Supérieur
et de la Recherche Scientifique**

Université Mohamed Boudiaf - M'sila



Faculté de technologie

Département d'Hydraulique

MEMOIRE

Présenté pour l'obtention du diplôme

de MASTER

FILIERE : Hydraulique

Option : Maintenance des Installations Hydrauliques

THEME

**Automatisation d'un circuit hydraulique contenant
deux réservoir à alimenté**

Dirigé par :

Mahdi djallel

Présenté par :

kanane fatiha

Promotion : 2015/2016

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier tout premièrement dieu le tout puissant pour la volonté, la santé et la patience , qu'il nous a donné durant toutes ces longues années.

Ainsi, nous tenons également à exprimer nos vifs remerciements à notre encadreur Dr.MAHDI DJALLEL pour avoir d'abord proposée ce thème,

Nous tenons à remercier vivement toutes personnes qui nous ont aidé à élaborer et réaliser ce mémoire, ainsi à tous ceux qui nous ont aidés de près ou de loin à accomplir ce travail.

Nos remerciements vont aussi à tous les enseignants et le chef de département d'HYDRAULIQUE qui a contribué à notre formation par ailleurs, Nos remerciements à tous les membres du jury qui ont accepté de juger notre travail.

En fin, nous tenons à exprimer notre reconnaissance à tous nos amis et collègues pour le soutien moral.



Dédicaces

Je dédie ce modeste travail

À mes très chers parents et ma grande famille.

À mes très chers frères et mes sœurs.

À tous mes amis.

À tous ceux qui m'aiment et que j'aime.

À vous.

Sommaire

Introduction Générale

CHAPIRE I : Généralité sur les éléments constituant le circuit hydraulique

I.1 Composantes de l'installation hydraulique.....	2
I.1.1 Réservoir.....	2
I.1.1.1. fonctions des réservoirs	2
I 1.1.2. Emplacement des réservoirs	2
I 1.1.3.Classification des réservoirs	4
I.1.2 Pompes et principe de fonctionnement:.....	4
I.2.2.3 Pompes volumétrique à mouvement alternatif :.....	12
I.1.3. Electrovanes	13
I.1.3.1Principes de fonctionnement de l'électrovanne :.....	13
I.1.4. Capteur de niveau.....	15
I14.1Méthodes de mesure de niveau.....	15
I.1.5. Relais électromécanique	23
I.1.5.1 Principe de fonctionnement.....	23
Conclusion.....	24

CHAPITRE II : Description d'un microcontrôleur

Introduction	27
II-1-Les microcontrôleurs	27
II-1-1- Intérêt des microcontrôleurs :.....	28
II-2- Les différentes familles du microcontrôleur (PICs).....	28
II-3- Identification du microcontrôleur(PIC) :.....	29
II-4- Les avantages du microcontrôleur :.....	31
II-5- choix du microcontrôleur.....	31
II-6-1- Architecteur externe :.....	31
II-6-1- Architecture interne :	33
II-7- les différents ports entrés sorties du PIC 16F84A :.....	35
II-8- Les mémoire du PIC 16F84A	35
II-8-1- Organisation de la mémoire.....	35
II-9- Les registre.....	39
II-9-1- registre à usage générale.....	39
II-10- Les timers :.....	40
II-11- Programmation du PIC 16F84 et Jeux D'instructions	41
Conclusion.....	42

Chapitre III : Réalisation et automatisation du circuit hydraulique

Introduction :	44
III-1-Description de système automatique du circuit hydraulique	45
III-2- Les outils nécessaires pour programmer un PIC	48
III-3- Les étapes de création d'une application à base de PIC :	48
III-4-Logiciels utiles pour programmer un PIC :	48
III-5- Description des logiciels	48
III-5-1- Mode D'emploi du MPLAB	48
III-5-2-commandant démarrer avec MPLAB :	49
III-5-2-1-Première étape : création du projet	49
III-5-2-2-Deuxième étape : écriture du programme source	52
III-5-2-3-Toisième étape : correction des erreurs	56
III-5-3-Mode D'emploi du PICKIT2	56
III-5-4 Organigramme de programme	56
III-4-1-Programme de commande du système hydraulique	60
Conclusion	69
Conclusion Générale	

Liste des tableaux

Tableau I .1 : Fonctions d'un réservoir	3
Tableau II-1 : Exemple de quelques microcontrôleurs PIC.....	30
Tableau (III.1) : liste des matériels électrique	65
Tableau (III.2) : liste des matériels hydraulique.....	67

Liste figure

Chapitre I

Figure,(I. 2): pompe centrifuge.....	9
Figure,(I. 3): Les types des roues.....	9
Figure (I.4) : pompe multicellulaire à arbre horizontal.	11
Figure(I. 5) : Pompe à engrenage externe.....	13
Figure(I. 6) : schéma de constitution de l'électrovanne.....	14
Figure (I.7) : état fermé d'électrovanne	15
Figure(I. 8) : état ouvert d'électrovanne.....	15
Figure(I. 9) : Mesure de niveau.	16
Figure(I. 10): Principe mesure de niveau par capteur de pression.	16
Figure I.11) : Mesure de niveau dans un réservoir	17
Figure (I.12): Principe mesure de niveau par flotteur	17
Figure(I. 13) : <i>Flotteur</i>	18
Figure (I.14) : Principe mesure de niveau par plongeur	18
Figure(I.15) : Plongeur.	18
Figure (I.16): Capteur de pression.	19
Figure (I.17) : <i>Principe de mesure par ondes</i>	19
Figure(I. 18): Capteur de niveau acoustique.....	19
Figure(I. 19) : Principe mesure de niveau par capteur de pression.	21
Figure (I.20): Capteur de niveau électrique.	21
Figure(I. 21) : Détection de niveau électrique.	21
Figure(I. 22) : Photo du capteur flotteur.	22
Figure (I.23) : Brochage du transistor (vue de dessous).....	23
Figure(I. 24): relais électrique.	24

Chapitre II

Figure(II. 1) : Structure d'un système à microprocesseur.....	28
Figure (II.2) : les différentes familles des PICs.	28
Figure(II. 3) : Des exemples de la famille PIC de chez Micro Chip.	28
Figure (II.4) : schéma fonctionnel du PIC16F84.....	30
Figure (II.5) : structure interne d'un PIC.	31
Figure (II.6) : Architecteur de PIC16F84A.	32
Figure (II.7): Architecture général du pic 16F84.....	34
Figure (II.8) : principaux systèmes du PIC.	34
Figure (II.9) : localisation des ports du PIC16F84A.....	35
Figure (II.10) : organisation de la mémoire programme.	36
Figure (II.11) : organisation de la Mémoire EEPROM flash.	37
Figure (II.12): organisation de la mémoire de données RAM.	38
Figure (II.13) : Description des registres spéciaux et leurs adresses.....	40
Figure (II.14) : Liste des instructions.	42

Chapitre III

Figure (III.1): schéma simplifier d'automatisation du circuit hydraulique.....	45
Figure(III. 2) : Les différents blocs constituant le système électrique.	46

Figure (III.3) : Schéma synoptique du système hydraulique.....	46
Figure (III.4) : fenêtre d'accueil de MPLAB.....	49
Figure (III.5): fenêtre New Project.....	50
Figure(III.7) : fenêtre Edit Project.....	51
Figure (III.8) : fenêtre Nolde Project.	51
Figure(III. 9) : fenêtre Add Node.	52
Figure (III.10) : fenêtre New File.....	52
Figure 11: fenêtre d'accueil.....	53
<i>Figure (III.12) : fenêtre Save As.</i>	<i>53</i>
Figure(III. 13) : fenêtre Save file As.....	54
Figure (III.14) : fenêtre Build All.	54
Figure (III.15) : fenêtre Build Results.....	55
Figure (III.16) : fenêtre lecture de programme dans pickit2.....	56
Figure(III. 17) : sélection du famille de composant.	56
Figure (III.18) : exemple d'importer le fichier hex.....	57
Figure (III.19) : bouton écriture et lecture.	57
Figure (III.20) : Fenêtre exemple de programmation non réussite.....	57
Figure (III.21) : Schéma de montage par logiciel PROTUS.	63
Figure (III.22): schéma du montage du cicuit hydraulique.	67
Figure (III.23) : Circuit hydraulique.....	68

ملخص :

الشبكات وتجهيزات الهيدروليك بحاجة دائمة إلى أن يكون آليا. هذا المشروع يتناول هذه المشكلة. حققنا دارة هيدروليكية نموذجية وبطاقة تحكمها. تضم هذه دارة ثلاثة خزانات اثنين صمام الملف اللولبي، ومضخة، وأجهزة الاستشعار مستوى، مرحلات، ومتحكم والمكونات الإلكترونية ذات الصلة. ويستند هذا العمل على معرفة الأسلاك الكهربائية والهيدروليكية وبرمجة المتحكم. فوائد استخدامها تنطبق بشكل رئيسي على سهولة التحكم والتنفيذ. تحقيق بطاقة التحكم سمح بالتحكم ومراقبة والحفاظ على كمية معينة من المياه في خزائين للاستخدام العام.

Résumé :

Les réseaux et les installations hydrauliques ont besoin toujours d'être automatiser. Ce projet permet de répondre à ce problème. Nous avons réalisé un circuit hydraulique prototype et sa carte de commande. Ce circuit comporte trois réservoirs deux électrovanne, pompe, capteurs de niveaux, relais, microcontrôleur et des composants électroniques annexes. Ce travail repose sur la connaissance du câblage électrique et hydraulique ainsi que la programmation des microcontrôleurs. L'avantage de leur utilisation s'appuie surtout sur la facilité de leur commande et la mise en œuvre.

La réalisation de la carte de commande a permis de faire contrôler et maintenir une certaine quantité d'eau dans les deux réservoirs à usages générales.

Abstract :

Networks and equipment hydraulic always need to be automated. This project deals with this problem. We made a typical hydraulic circuit card and control board. This circuit includes three reservoirs two solenoid valve, pump, and level sensors, relays, and microcontroller and Electronic component annex. This work is based on knowledge of electrical and hydraulic wiring and programming of microcontroller. Benefits used mainly apply to the ease of implementation and control.

Achieve control card was allowed to control, monitor, and maintain a certain amount of water in the two reservoirs for public use.

INTRODUCTION GENERALE

On entend par système automatisé dans le domaine hydraulique l'ensemble des moyens (matériels et logiciels) constituant la partie automatisme, communication et conduite de l'installation. Il assure l'acquisition de l'information fournie par les capteurs, en fait le traitement et élabore la commande des actionneurs. Les actionneurs (électrovannes, pompes), pré-actionneur (relais) sont des outils dans les processus hydrauliques, constituent la partie opérative du processus.

Réaliser une petite installation hydraulique et l'automatiser sera notre objectif dans ce projet. En vue de maintenir continuellement certaine quantité du liquide stocké pour d'autre usage.

L'automatisation ainsi que la commande à base des microcontrôleurs envahit notre environnement sans que nous ne nous rendions compte et facilite notre vie. Dotés d'une logique programmée, ils sont capables de réagir à l'environnement un peu à la manière d'automates programmables.

Ce projet permet de réaliser une petite installation hydraulique prototype, commander et contrôler par une carte électronique. Ce circuit de transport de liquide se compose essentiellement : d'un réservoir source de liquide (puits), deux réservoirs de stockage, d'une tuyauterie qui relie les différents constituants hydrauliques, d'une seule pompe et deux électrovannes. Le circuit de commande se compose par des capteurs et une carte électronique bâtit autour d'un microcontrôleur. Ce travail repose en matière première sur la connaissance de la programmation des microcontrôleurs et leurs architectures internes.

Au moment de la construction de notre circuit hydraulique et l'automatisé, le choix sera fait sur le microcontrôleur PIC16F84A (**P**rogrammable **I**nterface **C**ontroller) destinés à la réalisation de la partie commande de notre système automatisé qui offre des commodités et des performances d'emploi et l'application devienne encore plus simple à mettre en œuvre.

Le microcontrôleur décide d'agir sur la pompe et les électrovannes suite à l'analyse des informations fournies par les différents capteurs de niveaux. Pour ce faire il peut commander électriquement deux électrovannes capables de réaliser la transformation du signal électrique en action mécanique ouverture et fermeture de la vanne.

Ces différents organes seront étudiés en détails et palliés sur différents chapitres.

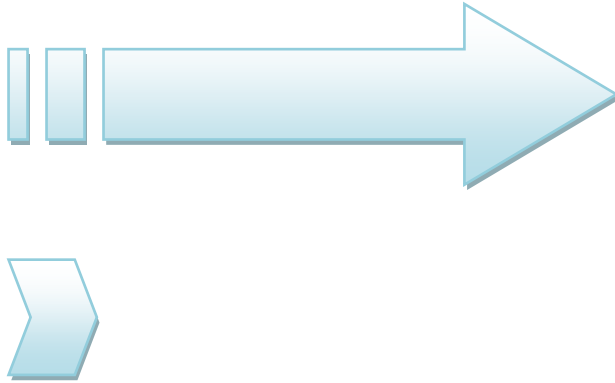
Le premier chapitre fait un rappel sur le principe de fonctionnement de chaque élément constituant notre circuit hydraulique.

Par la suite, vient le second chapitre qui aborde un peu plus en détail la théorie d'utilisation du microcontrôleur PIC 16F84A, sa programmation et son mode de branchement.

Le dernier chapitre, sera consacré à la concrétisation de ce projet en montrant toutes les étapes que nous avons utilisé que ce soit le mode d'utilisation des logiciels (MPLAB, PICKit2), création du programme et flashage du PIC ou bien l'assemblage de tous les éléments qui constituent notre système hydraulique.

Enfin, on termine par une conclusion qui résume notre travail accompli.

CHAPITRE I:



**Généralité sur les éléments
constituant le circuit hydraulique**

Introduction :

L'hydraulique est un domaine très vaste, l'automatisation d'un système hydraulique est un assemblage des composants hydraulique, mécanique, électronique et même informatique qui fonctionnent de manière élémentaire et complémentaire. Alor on a consacré ce chapitre à étudier les éléments participants à la réalisation de notre petit réseau hydraulique qu'on va l'automatiser.

I.1 Composantes de l'installation hydraulique

I.1.1 Réservoir :

Dans le cadre de notre projet d'automatisation, les réservoirs de stockage ainsi le réservoir puits représentent des éléments qui seront gérés par l'automate.

I.1.1.1. fonctions des réservoirs [1]

Les fonctions générales assurées par les réservoirs d'eau potable sont multiples de nature technique et économique.

➤ Fonction technique

- Le réservoir est un ouvrage régulateur de débit qui permet d'adapter la production à la consommation.
- Le réservoir assure une fonction de sécurité d'approvisionnement dans l'éventualité d'un incident sur les équipements d'alimentation du réseau de distribution : pollution de l'eau brute alimentant la station de traitement, défaillances d'origine diverses des installations, rupture d'une canalisation d'adduction, interruption de l'alimentation en énergie,...
- La troisième fonction technique est une fonction de régulation de pression.
- Enfin, les réservoirs disposés à l'aval immédiat d'une station de traitement jouent un rôle de réacteur participant au traitement en assurant un temps de contact suffisant entre l'agent désinfectant et l'eau, garantissant ainsi une désinfection adéquate de celle-ci avant distribution.

- **.Fonction économique**
- Les réservoirs peuvent conduire à des économies significatives sur les investissements à réaliser sur le réseau de distribution, en réduisant le diamètre des canalisations maîtresses (réservoirs dits d'équilibre desservant les extrémités de réseaux, cas des refoulements – distributions,...).
- Par ailleurs lorsque la distribution est alimentée à partir d'un pompage, l'existence d'un réservoir en charge sur le réseau de distribution conduit à des économies au niveau de divers aspects énergétiques : réduction de la puissance installée et de la puissance souscrite en pointe pour la station de pompage, coûts des consommations d'énergie proprement dites puisque par l'existence des divers tarifs horaires de l'énergie, les réservoirs permettent de privilégier le pompage pendant les heures de plus faible coût de l'énergie.

Ces fonctions sont résumées par le tableau I .1 :

Tableau I .1 : Fonctions d'un réservoir.

Fonctions techniques	Fonctions économiques
-Régulation du débit -Sécurité d'approvisionnement -Régulation de la pression -Simplification de l'exploitation -Réacteur participant au traitement	-Réduction des investissements sur les ouvrages de production -Réduction des investissements sur le réseau de distribution -Réduction des dépenses d'énergie

I 1.1.2. Emplacement des réservoirs [2] :

L'emplacement des réservoirs est déterminé pour assurer le bon fonctionnement et avoir une pression suffisante chez le consommateur.



Figure (I.1) : Photo du Réservoir.

L'emplacement du réservoir pose souvent un problème délicat à résoudre. Il faut tenir compte des certaines considérations à savoir :

- Pour des raisons d'économie, il est préférable que son remplissage se fasse par gravité, ce qui implique qu'on puisse le placer à un niveau bas par rapport à la prise d'eau.
- l'alimentation du réseau de distribution doit se faire par gravite, le réservoir doit être construit à un niveau supérieur à celui de l'agglomération.
- lorsque plusieurs réservoirs sont nécessaires, on doit les implanter de préférence soit en extrémité du réseau, soit à proximité du centre important de consommation directement lié à l'emplacement de la station de pompage

I 1.1.3. Classification des réservoirs [3]

On peut classer les réservoirs en plusieurs catégories :

➤ **.D'après la nature des matériaux de construction, on distingue :**

- Les réservoirs en maçonnerie
- Les réservoirs en béton arme ou ordinaire

➤ **.D'après la situation des lieux, ils peuvent être :**

- Enterrées
- Semi-enterrés
- Surélève

➤ **.D'après leurs formes :**

- Circulaires
- Rectangulaires
- Carrés

I 1.1.4. Equipements du réservoir [3]

Le réservoir doit être équipé :

I1.1.4.1. Conduite d'arrivée ou d'alimentation

La conduite d'adduction a son débouché dans le réservoir et doit pouvoir s'obturer quand l'eau atteint dans la cuve son niveau maximal, Obturation par robinet -flotteur si l'adduction est gravitaire ou dispositif permettant l'arrêt du moteur si l'adduction s'effectue par refoulement.

Cette conduite peut être installée de plusieurs manières:

- **Par Le haut**

Soit avec chute libre soit en plongeant la conduite de façon à ce que son extrémité soit toujours noyée, le premier cas provoque une oxygénation de l'eau mais il libère facilement le gaz carbonique dissous et par suite il favorise l'entartrage du réservoir et des conduites

- **Par Le bas**

Soit par le bas à travers les parois du réservoir soit par le fond à travers le radier.

I 1.1.4.2 Conduite de départ ou de distribution

Cette conduite est placée à l'opposé de la conduite d'arrivée à quelque centimètre au-dessus du radier (15 à 20cm) pour éviter l'entrée de matières en suspension.

L'extrémité est munie d'une crépine courbée pour éviter le phénomène de vortex (pénétration d'air dans la conduite). Cette conduite est équipée d'une vanne à survitesse permettant la fermeture rapide en cas de rupture au niveau de cette conduite.

- **Conduite de trop-plein :**

La conduite du trop-plein est destinée à empêcher l'eau de dépasser le niveau maximal, elle se termine par un système simple bout à emboîtement.

L'extrémité de cette conduite doit être en forme de siphon afin d'éviter l'introduction de certains corps nocifs dans la cuve.

• Conduite de vidange :

La conduite de vidange doit partir du point le plus bas du radier. Elle permet la vidange du réservoir en cas de nettoyage ou de réparation. Elle est munie d'un robinet vanne, et se raccorde généralement à la conduite de trop-plein. Le robinet vanne doit être nettoyé après chaque vidange pour éviter les dépôts de sable.

• Conduite by-pass

Elle relie la conduite d'adduction à celle de distribution.

Elle assure la distribution pendant le nettoyage du réservoir son fonctionnement est le suivant :

Normale 1 et 2 sont ouverts le 3 est fermé, En BY-PASS : 1 et 2 sont fermés le 3 est ouvert.

I.1.2 Pompes et principe de fonctionnement:

Devant la grande diversité de situations possibles, on trouve un grand nombre de machines que l'on peut classer en deux groupes : Les pompes volumétrique comprenant les pompes alternatives (à piston, à diaphragme,...) et les pompes rotatives (à vis, à engrenage, à palettes, hélicoïdales, péristaltiques...).

Les turbopompes sont toutes rotatives ; elles regroupent les pompes centrifuges, à hélico-centrifuges. Dans le domaine de pompage de l'eau (alimentation en eau potable, traitement et évacuation des eaux usées). Les pompes les plus fréquemment utilisées sont les pompes centrifuges. [4]

Il existe un très grand nombre de type de pompes. Ces différents types se divisent en deux grandes familles : turbopompes (centrifuges), pompes volumétrique.

L'utilisation d'un type de pompes ou d'un autre dépend des conditions d'écoulement du fluide. De manière générale, si on augmente la d'un fluide on

utilisera plutôt les pompes volumétriques, tandis que si on veut augmenter le débit on utilisera plutôt les pompes centrifuges.

- **les pompes centrifuges** : le mouvement du liquide résulte de l'accroissement d'énergie qui lui est communiqué par la force centrifuge.

- **les pompes volumétriques** : l'écoulement résulte de la variation d'une capacité occupée par le liquide.

I.1.2.1. pompes centrifuges :

➤ .Principe de fonctionnement

Une pompe centrifuge est constituée par:

- une roue à aubes tournant autour de son axe
- un distributeur dans l'axe de la roue
- un collecteur de section croissante, en forme de spirale appelée volute.

Le liquide arrive dans l'axe de l'appareil par le distributeur et la force centrifuge le projette vers l'extérieur de la turbine. Il acquiert une grande énergie cinétique qui se transforme en énergie de pression dans le collecteur où la section est croissante.

L'utilisation d'un diffuseur (roue à aubes fixe) à la périphérie de la roue mobile permet

une diminution de la perte d'énergie.[5]

On peut décomposer le fonctionnement en deux étapes :

❖ L'aspiration : Le liquide est aspiré au centre de roue par une ouverture appelée distributeur dont le rôle est conduire le fluide depuis la conduite d'aspiration jusqu'à la section d'entrée de la roue. La pompe étant amorcée, c'est à dire liquide , la vitesse du fluide qui entre dans la roue augmente et par conséquent la pression dans l'ouïe diminue et engendre ainsi une aspiration et maintient l'amorçage.

❖ Le refoulement :la roue transforme l'énergie mécanique appliquée a l'arbre de machine en énergie cinétique A la sortie de la roue ,le fluide se trouve projeté dans la volute dont le but est de collecter le fluide et de le ramener dans la section de sortie.

La section offerte au liquide étant de plus en plus grande, son énergie cinétique se transforme en énergie de pression. [4]

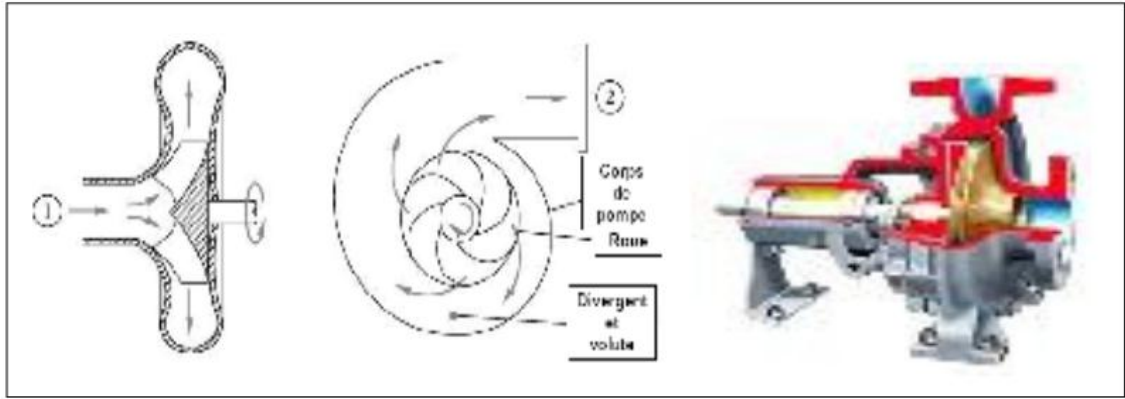


Figure (I.2) : pompe centrifuge

➤ **Classification des pompes centrifuges :**

Les pompes centrifuges sont classées suivant la forme de la roue , la forme du corps de la pompe, le nombre des roues et là l'axe de la pompe.

❖ **Forme de la roue :** Il existe essentiellement trois types de pompes :

- a- Les pompes centrifuges (a' écoulement radial) ;
- b- Pompes hélico centrifuges (a' écoulement diagonal) ;
- c- Pompes axiales ou a 'hélices (a 'écoulement axiales) ;

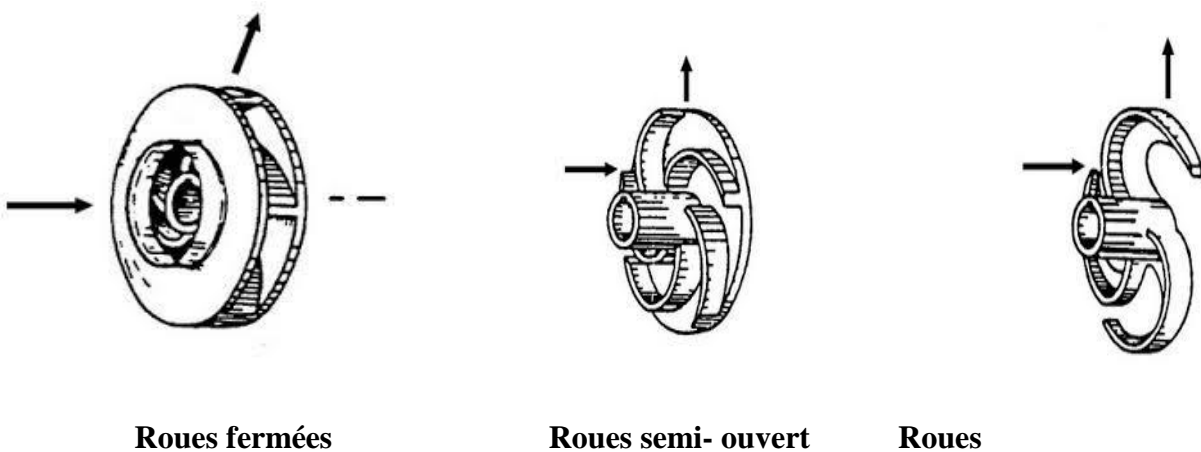


Figure (I.3) : Les types des roues.

❖ **Forme du corps de pompe :** Ils existent essentiellement les types de pompes suivants :

a- Pompes à volute ou colimaçon : Corps de pompe dessiné de façon à maintenir les vitesses égales autour de et à réduire la vitesse de l'eau dans le passage à la section de sortie.

b- Pompes à diffuseur circulaire ou du type turbine : Corps de pompe à section constante et concentrique à la roue qui dans ce cas est entourée d'aubes fixes qui dirigent l'écoulement et réduisent la vitesse de l'eau, ainsi transformant l'énergie cinétique en énergie de pression.

❖ **Forme de roues :** On peut diviser les pompes en catégories :

a- Pompes à un seul étage,(pompes monocellulaire) : Quand la pompe ne comporte qu'une seule cellule, elle est monocellulaire. Elle se compose d'une roue et d'une volute ou corps de pompe, qui joue le rôle du diffuseur de la pompe. On peut atteindre des pressions de 1.5 à 8 bars (soit 15 à 80 m d'eau).

b- Pompes multicellulaires : Elles sont utilisées lorsque la pression exigée au refoulement est importante, donc il serait théoriquement possible d'utiliser une pompe équipée d'une roue de grand diamètre, mais il est général très rentable d'utiliser des pompes multicellulaire (plusieurs étages) constituées de monocellulaires montées en série sur un même arbre de commande. On peut atteindre des pression très importantes de 8 à 30 bar (soit 80 à 300 m d'eau) [6].



Figure (I.4) : pompe multicellulaire à arbre horizontal.

❖ **La position de l'axe :** Les pompes sont classées en pompes à axe horizontal, à axe vertical et à axe incliné.

a- Pompes à axe horizontal : (figure I. 4) Cette disposition est la plus classique, elle est adoptée généralement pour les pompes de surface .L'entretien et le démontage de la pompe sont simplifiés.

b- Pompes à axe vertical : Ces pompes verticales sont submergées ou immergées, elles sont spécialement conçues pour l'équipement des puits profonds.

I.1.2.2.Les pompes volumétriques

➤ **Principe de fonctionnement et généralités :**

Une pompe volumétrique se compose d'un corps de pompe parfaitement clos l'intérieur

duquel se déplace un élément mobile rigoureusement ajusté. Leur fonctionnement repose sur le principe suivant:

- exécution d'un mouvement cyclique
- pendant un cycle, un volume déterminé de liquide pénètre dans un compartiment avant d'être refoulé à la fin.

Ce mouvement permet le déplacement du liquide entre l'orifice d'aspiration et l'orifice de refoulement. On distingue généralement:

- ❖ **les pompes volumétriques rotatives** : Ces pompes sont constituées par une pièce mobile animée d'un mouvement de rotation autour d'un axe, qui tourne dans le corps de pompe et crée le mouvement du liquide pompé par déplacement d'un volume depuis l'aspiration jusqu'au refoulement.
- ❖ **les pompes volumétriques alternatives**: la pièce mobile est animée d'un mouvement alternatif. Les pompes volumétriques sont généralement auto-amorçasses.

Dès leur mise en route elles provoquent une diminution de pression en amont qui permet l'aspiration du liquide. Il est nécessaire néanmoins d'examiner la notice du fabricant.

Les pompes volumétriques permettent d'obtenir des hauteurs manométriques totales beaucoup plus élevées que les pompes centrifuges. La pression au refoulement est ainsi plus importante. Le débit est par contre généralement plus faible mais il ne dépend pratiquement pas des caractéristiques du réseau. [5]

❖ **Pompes volumétrique rotative**

a/ Pompes à palettes libres Fonctionnement : un corps cylindrique fixe communique avec les orifices d'aspiration et de refoulement. A l'intérieur se trouve un cylindre plein, le rotor, tangent intérieurement au corps de la pompe et dont l'axe est excentré par rapport à celui du corps. Le rotor est muni de 2 à 8 fentes diamétralement opposées deux à deux, dans lesquelles glissent des palettes que des ressorts appuient sur la paroi interne du stator. Le mouvement du rotor fait varier de façon continue les différentes capacités comprises entre les cylindres et les palettes en créant ainsi une aspiration du liquide d'un côté et un refoulement de l'autre. [7]

b/Pompes à engrenage

Une pompe à engrenage a deux ou trois roues engrenées tournant dans un carter. La roue d'entraînement est attachée à un arbre d'entraînement qui est connecté à une source d'énergie externe. Pompe à engrenage: elles sont très répandues et peu coûteuses parce qu'elles sont simples et économiques à utiliser

Support de Formation: EXP-PR-EQ020-FR

Dernière Révision: 01/06/2007

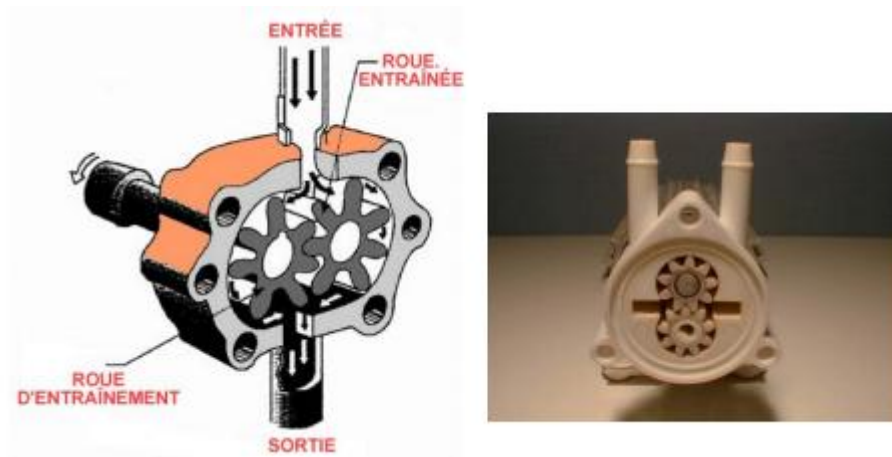


Figure (I.5) : Pompe à engrenage externe.

c-pompe à vis : Une vis centrale motrice entraînant deux vis satellites. Elles ont un fonctionnement silencieux et un écoulement stable, et engendrent des pressions élevées[7].

I.2.2.3 Pompes volumétrique à mouvement alternatif :

Ces pompes sont caractérisées par le fait que la pièce mobile est animée d'un mouvement alternatif. Les principaux types de pompes sont les suivant : à membrane ou à piston.

a- Pompes à membranes, ou à soufflets :

Le déplacement du piston est remplacé par les déformations alternatives d'une membrane en matériau élastique (caoutchouc, élastomère, Néoprène, Viton ,etc.).

Ces déformation produisent les phases d'aspiration et de refoulement que l'on retrouve dans toute pompe alternative. [8]

b-Pompes à piston :

Son principe est d'utiliser les variations de volume occasionnées par le déplacement

D'un piston Dans un cylindre. Ces déplacements alternativement dans un sens ou dans l'autre produisent des phases D'aspiration et de refoulement. Quand le piston réouverture du clapet de refoulement. Le Fonctionnement est inverse lors de l'aspiration du liquide dans la pompe. [7]

I.1.3. Electrovanes [9] :

I.1.3.1 Principes de fonctionnement de l'électrovanne :

Elle fonctionne en « tout ou rien » : elle a donc deux états « stables » suivant qu'elle est ou non alimentée électriquement (il n'est pas possible de doser l'ouverture de cette vanne).

❖ Eléments principaux :

- en bleu : Le noyau métallique mobile réalisant l'aiguillage du liquide
- en orange : le ressort maintenant en position le noyau en l'absence d'alimentation Électrique
- en rouge : le bobinage (vu en coupe) éventuellement alimenté électriquement
- 1 : entrée du liquide (haute pression)
- 2 : sortie du liquide en direction de l'élément hydraulique à alimenter
- 3 : retour du liquide vers le réservoir (basse pression)

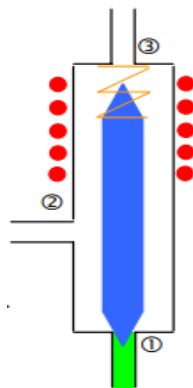


Figure (I.6) : schéma de constitution de l'électrovanne

Etat « fermé » (pas d'alimentation électrique) :

En l'absence d'alimentation électrique le noyau est maintenu par le ressort en appui sur le trou 1, qui se trouve donc bouché. Les trous 2 et 3 communiquent.

Le liquide haute pression est bloqué par la vanne et n'atteint pas l'élément hydraulique à commander. L'élément hydraulique connecté en **2** renvoie la pression résiduelle (et ses fuites hydrauliques internes) vers le réservoir connecté en **3**.

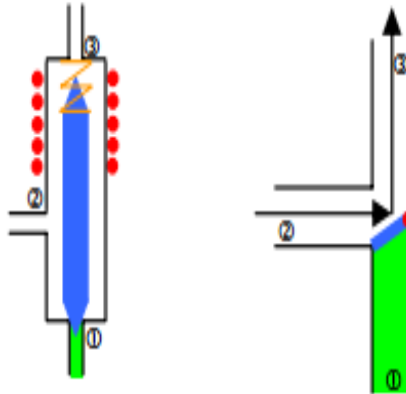


Figure (I.7) : état fermé d'électrovanne

Etat « ouvert » (vanne alimentée électriquement) :

La bobine est alimentée en courant électrique et produit donc un champ magnétique attirant le noyau (le ressort est comprimé) vers le trou **3** qui se trouve alors bouché. Les trous **2** et **1** communiquent. Le liquide haute pression est transmis à l'élément hydraulique à commander connecté en **2**. Le retour réservoir connecté en **3** est isolé.

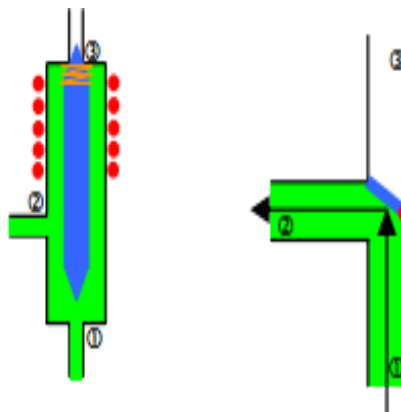


Figure (I.8) : état ouvert d'électrovanne.

I.1.4. Capteur de niveau [10]

Un capteur est un organe de prélèvement d'information qui élabore à partir d'une grandeur physique, une autre grandeur physique de nature différente (très souvent électrique). Cette grandeur représentative de la grandeur prélevée est utilisable à des fins de mesure ou de commande.

Le mot "niveau" a de nombreux sens dans la langue française. En physique, le niveau correspond à la distance entre la surface d'un liquide et le fond du réservoir le contenant.

I.1.4.1 Méthodes de mesure de niveau

I.1.4.1.1. Méthodes hydrostatiques

Pour un liquide homogène donné, la pression relative en fond de réservoir est proportionnelle au niveau de celui-ci. La mesure de cette pression nous informe directement sur le niveau de liquide, mais dépend de la masse volumique du liquide (figure I.9)



Figure (I.9) : Mesure de niveau.

- **Mesure par pression**

Un capteur de pression mesure la pression relative au fond du réservoir. Cette pression est l'image du niveau L du liquide (fig.I.10).

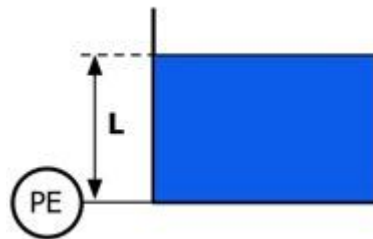


Figure (I.10) : Principe mesure de niveau par capteur de pression.

- **Mesure en réservoir fermée**

Si le réservoir est fermé, on utilise un capteur de pression différentielle. Il existe alors deux montages différents. Si l'atmosphère est sans condensation, on utilisera un montage avec une canalisation sèche. Si l'atmosphère est avec condensation, le montage utilisera une canalisation humide.

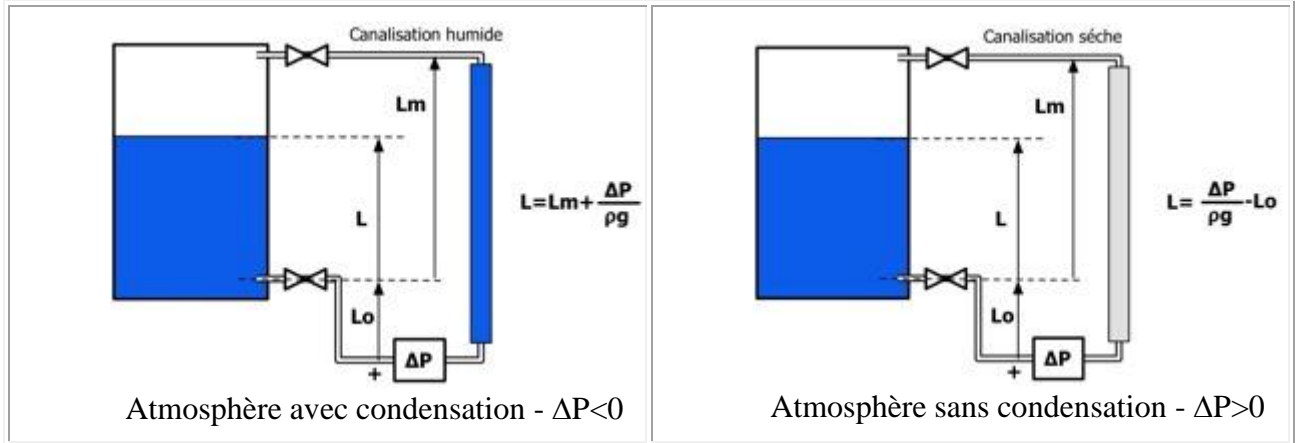
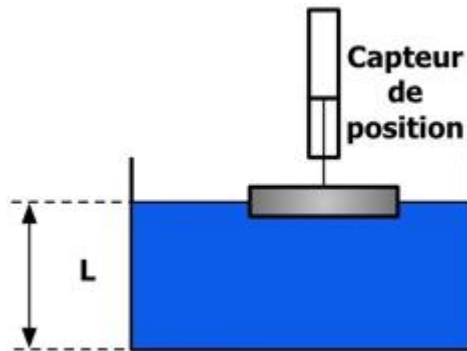


Figure (I.11) : Mesure de niveau dans un réservoir .

I.1.4.1.2. Différents types de capteurs à mesure hydrostatique

A) Capteur de type flotteur

Le flotteur se maintient à la surface du liquide. Il est solidaire d'un capteur de position qui délivre un signal électrique correspondant au niveau. Sa position est peu dépendante de la masse volumique de liquide.



Figure(I.12) : Principe mesure de niveau par flotteur .

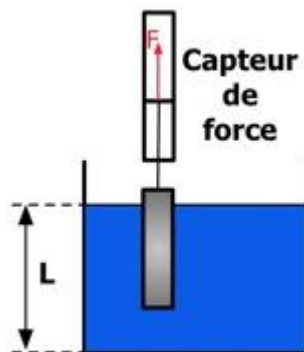


Figure(I.13) : Flotteur.

B) Capteur de type plongeur

Le plongeur est un cylindre immergé (fig.14) dont la hauteur est au moins égale à la hauteur maximale du liquide dans le réservoir. Il est suspendu à un capteur dynamométrique qui se trouve soumis à une force F (le poids apparent), fonction de la hauteur L du liquide :

Avec P le poids du plongeur, s sa section et $\rho * g * s * L$ la poussée d'Archimède s'exerçant sur le volume immergé du plongeur (ρ : masse volumique du liquide, g : accélération de la pesanteur).



Figure(I.14) : Principe mesure de niveau par plongeur



Figure (I.15) : Plongeur.



Figure (I.16) : Capteur de pression.

I.1.4.1.3. Différents types de capteurs à mesure par onde

A) Capteur de type acoustique

En mesure continue, on utilise un transducteur fonctionnant successivement en émetteur et en récepteur. Ce transducteur (*Fig.I.17*) placé au sommet du réservoir émet, dans un cône de faible ouverture, des trains d'onde acoustiques qui après réflexion sur la surface du liquide retournent vers le transducteur qui les convertit en signal électrique.

L'intervalle de temps Δt séparant l'émission de la réception du train d'ondes réfléchi est proportionnelle à la distance du transducteur à la surface du liquide : il est donc fonction du niveau. Δt est inversement proportionnel à la célérité du son qui dépend de la température: celle-ci doit donc être mesurée afin que puisse être effectuée la correction nécessaire. Le transducteur est une céramique piézo-électrique pour les ondes ultrasonores (40 kHz par exemple), il est de type électrodynamique pour les infrasonores (10 kHz par exemple). Les ondes sonores qui sont moins atténuées par la

propagation trouvent application pour la mesure de distances importantes (de 10 à 30 m) alors que les ondes ultrasonores procurent aux distances plus courtes une meilleure précision.

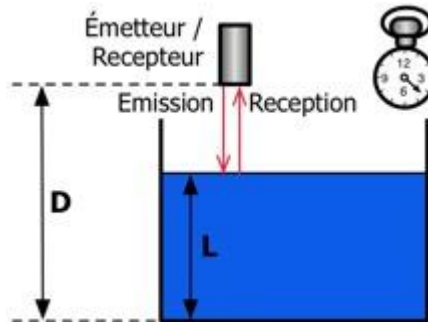


Figure (I.17) : Principe de mesure par ondes.



Figure (I.18) : Capteur de niveau acoustique.

- **Capteur de type Radar**

Le principe de fonctionnement est le même que celui des ondes acoustiques, celle-ci sont remplacée par des ondes électromagnétiques.

La vitesse des ondes électromagnétique est indépendante de :

- La composition du gaz ;
- La température ;
- La pression ;
- Densité;
- Les tribulations.

I.1.4.1.4. Différents types de capteurs à mesure électrique

Ce sont des méthodes employant des capteurs spécifiques, c'est à dire traduisant directement le niveau en signal électrique. Leur intérêt réside dans la simplicité des dispositifs et la facilité de leur mise en œuvre.

- **Capteurs capacitifs**

Lorsque le liquide est isolant, un condensateur est réalisé soit par deux électrodes cylindriques, soit par une électrode et la paroi du réservoir si celui-ci est métallique. Le diélectrique est le liquide dans la partie immergée, l'air en dehors. L'implantation des électrodes pour mesure en continu ou en détection s'effectue comme pour le capteur conductimétrique.

La mesure ou la détection de niveau se ramène à la mise en variation de capacité qui est d'autant plus importante que la constante diélectrique ϵ_r du liquide est supérieure à celle de l'air ; on prend généralement comme condition d'emploi de la méthode $\epsilon_r > 2$. Dans le cas d'un liquide conducteur, on utilise une seule électrode recouverte d'un isolant qui constitue le diélectrique du condensateur dont l'autre est formée par le contact du liquide conducteur.

- **Capteurs conductimétriques**

La sonde est formée de deux électrodes cylindriques, le rôle de l'une d'elles pouvant être assuré par le réservoir lorsqu'il est métallique (fig. I.19). La sonde est alimentée par une faible tension (10 V) alternative afin d'éviter la polarisation des électrodes.

En mesure continue, la sonde est placée verticalement et sa longueur s'étend sur toute la plage de variation de niveau. Le courant électrique qui circule est d'amplitude proportionnelle à la longueur d'électrode immergée, mais sa valeur dépend de la conductivité du liquide.

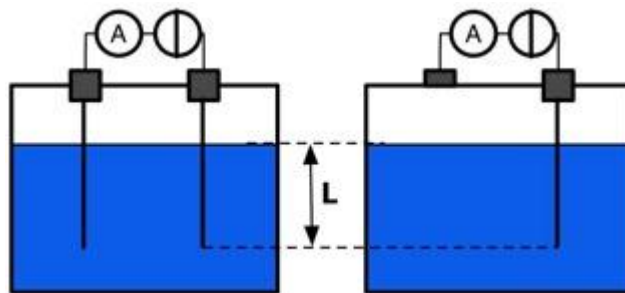


Figure (I.19) : Principe mesure de niveau par capteur de pression.



Figure(I.20) : Capteur de niveau électrique.

- **Détection**

En détection, on peut, par exemple, placer une sonde courte horizontalement au niveau seuil. Un courant électrique d'amplitude constante apparaît dès que le liquide atteint la sonde (fig.I.21).

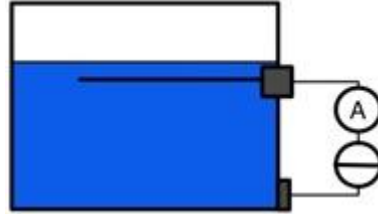


Figure (I.21) : Détection de niveau électrique.

Il est utilisable uniquement avec des liquides conducteurs (conductance minimale de l'ordre de 50 S), non corrosifs et n'ayant pas en suspension une phase isolante (huile par exemple). La pression est comprise entre le vide et 160 bar et une température comprise entre -200°C et 250°C.

Capteur de type flotteur (tout ou rien TOR):

Il s'agit d'un interrupteur à flotteur, en nylon, totalement étanche et neutre

Le flotteur est constitué d'un cylindre, qui coulisse librement le long de la tige principale. La position de ce cylindre permet d'ouvrir ou de fermer le circuit électrique enfermé dans la tige principale.



Figure (I.22) : Photo du capteur flotteur.

En butée contre la tête du capteur, le courant passe. Dès que le flotteur s'éloigne de la tête, le courant ne passe plus.

Ce type de capteur s'installe verticalement, de manière fixe, dans la cuve que l'on souhaite piloter. La position « tête en haut » ou « tête en bas », permet de choisir le mode de fonctionnement « normalement ouvert » ou « normalement fermé ».

Nous avons donc l'ingrédient de base : l'interrupteur électrique, piloté en fonction du niveau d'eau.

- **Capteur détecteur d'eau (TOR)**

Il fonctionne en « tout ou rien » : il a donc deux états « stables » suivant que la sonde détecte ou pas l'eau. Il donne l'information où la sonde du capteur est implantée à un certain niveau voulu dans le réservoir par conséquent la détection se fait sur ce niveau seulement.

C'est un capteur le moins coûteux puisque on a réalisé par nous-même selon la nature physique de la conduction d'électricité dans l'eau. Le principe est très simple, comme nous le savons l'eau est un bon conducteur de l'électricité, il suffit de plonger une sonde construite à base de conducteur non corrosifs ensuite faire sortir les câbles vers un étage amplificateur pour amplifier le courant qui passe par cette sonde. Cette sonde doit être placée et fixer dans un niveau bien déterminé dans le réservoir. Ce type de capteur a le même principe que le type flotteur à contact électrique.

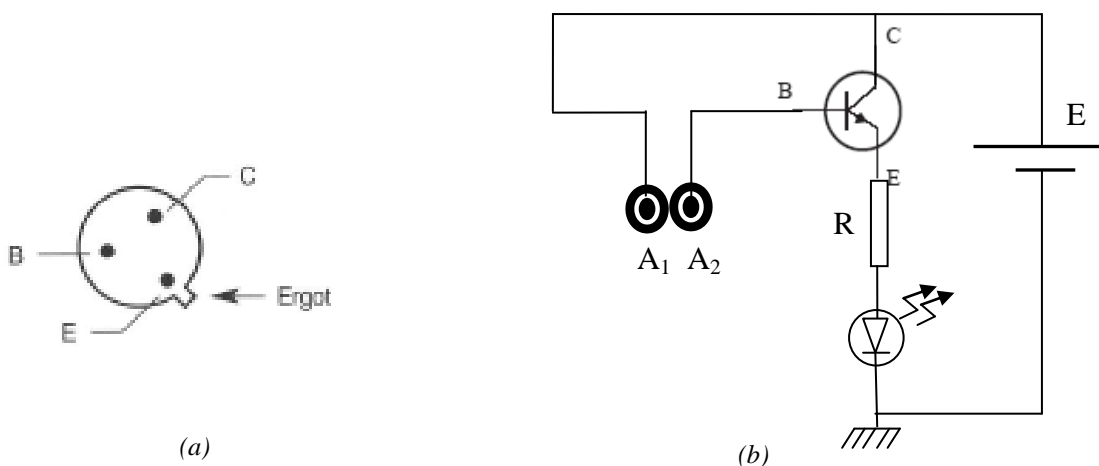


Figure (I.23) : Brochage du transistor (vue de dessous).

(b) Schéma de principe de fonctionnement du capteur détecteur d'eau

La présence d'une goutte d'eau entre les deux files A_1 et A_2 (sonde) laisse passer un faible courant entrant dans la base du transistor.

Alors que le rôle du transistor, monté en émetteur commun (figure(b)), est d'amplifier le courant de la base du transistor par le biais de la formule suivante :

$$I_c = B I_B \text{ avec } B \text{ gain du courant.}$$

Automatiquement la LED s'allume est indiqué que l'eau est présent dans la sonde

I.1.5. Relais électromécanique :[11]

Le relais est un accessoire électrique contenant un petit électro-aimant. Lorsqu'on lui envoie un courant électrique d'une faible intensité, cet électro-aimant actionne une sorte de petit interrupteur de meilleure qualité et de plus grande capacité que l'interrupteur d'origine. Le premier circuit se nomme "circuit de commande", le second "circuit de puissance". L'intérêt principal de la chose est que le courant électrique qui passe par l'interrupteur original est bien moins important que dans le montage "en direct". Il permet également de raccourcir la partie du câblage électrique qui conduit un courant électrique de forte intensité.

I.1.5.1 Principe de fonctionnement

Le principe de base est simple: il s'agit d'un interrupteur, piloté par une tension de commande.

Le but est de commander le passage d'un courant fort, à partir d'une faible tension.

Ce type de relais a une entrée de commande en 5 V de tension continue, et permet de piloter un appareil électrique en 220 V jusqu'à 300 W de puissance.

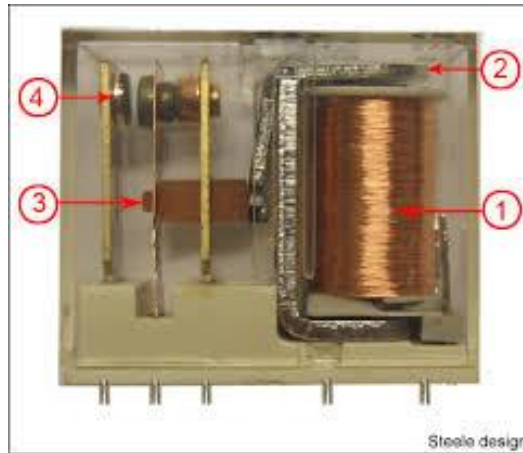


Figure (I.24) : relais électrique.

- **Constitution**

Un relais est un pré actionneur constitué au moins :

- d'un électroaimant (bobine + circuit ferromagnétique).
- d'une palette mobile supportant l contact mobile.
- ainsi qu'un contact fixe.
- d'un ressort de rappel du contact mobile.

En alimentant la bobine, le contact mobile est déplacé fermant ainsi le contact électrique. En l'absence de courant dans la bobine le ressort de rappel maintient le contact ouvert.

a- La partie puissance:

C'est elle qui fait office d'interrupteur et c'est elle qui va alimenter l'appareil qui sera branché en sortie, (moteur de ventilation, phare, (pompe à essence....) Elle fournit la puissance électrique C'est un bras en acier sur lequel est placé un contacteur en acier spécial.

Lorsque les contacts se touchent, le circuit est dit fermé, Le contact est établi entre l'entrée et la sortie puissance, et le courant peut alors circuler d'une borne à l'autre.

b- La partie commande:

Elle est "le doigt" qui va presser sur l'interrupteur, elle se compose d'une petite bobine, et d'un axe qui se trouve en son centre. Lorsque la bobine est parcourue par un courant,

l'axe qui se trouve en son centre devient un aimant. Cet aimant va pousser ou tirer sur le bras du contacteur. Ceci aura pour effet de fermer le circuit (relais classique).

CONCLUSION

Dans ce chapitre nous avons montré les éléments constituant l'installation de notre circuit hydraulique qui transporte l'eau. Il sera constitué principalement par : une pompe, un réservoir de stockage (citerne, château d'eau, ...), deux autres réservoirs qui constitue le réseau hydraulique à contrôler, les capteurs de niveaux particulièrement le type détecteur d'eau à mesure électrique, les relais et les électrovannes. Ces différents éléments sont utiles à la conception de notre projet, ainsi nous allons commander ce petit réseau hydraulique par le biais d'un microcontrôleur qui sera l'objet de notre prochain chapitre.

CHAPITRE II:



Description d'un microcontrôleur

Introduction :

Dans ce présent chapitre nous sommes concentrer sur la présentation et l'architecteur du PIC d'une façon générale et en particulier le PIC 16F84 qui sera présenté en détail vue l'utilité de ce composant. La connaissance de la différente caractéristique de ce composant va nous aider à mieux concevoir notre système d'automatisation du réseau hydraulique.

L'événement des microcontrôleurs, qui associent au microcontrôleur de base un programme intègre au circuit, ainsi que des périphériques et de la mémoire, a permis de faire évalue les montages vers encore plus de simplicité et de rapidité, les périphériques étant intégrés au circuit. Les microcontrôleurs sont aujourd'hui implantés dans la plupart des réalisations grand public ou professionnelles, ils gèrent au plus juste et au plus vite les applications. Il existe aujourd'hui de nombreuses familles des microcontrôleurs.

Les PIC font partie de la famille des microcontrôleurs ils possèdent notamment un jeu d'instructions réduit, ce qui caractérise la famille des circuits RISC (Reduced Instruction Set Computer). Ils sont appréciés pour leur rapidité d'exécution et leur simplicité de mise en œuvre.

II-1-Les microcontrôleurs [12] :

C'est un ordinateur monté dans un circuit intégré. Les avancées technologiques en matière d'intégration, ont permis d'implanter sur une puce de silicium de quelques millimètres carrés la totalité des composants qui forment la structure de base d'un ordinateur. Comme tout ordinateur, on peut décomposer la structure interne d'un microprocesseur en trois parties :

- Les mémoires : les mémoires sont chargées de stocker le programme qui sera exécuté ainsi que les données nécessaires et les résultats obtenus.
- Le processeur : le processeur est le cœur du système puisqu'il est chargé d'interpréter les instructions du programme en cours d'exécution et de réaliser les opérations qu'elles contiennent. Au sein du processeur, l'unité arithmétique et logique interprète, traduit et exécute les instructions de calcul.
- Les périphériques : les périphériques ont pour tâche de connecter le processeur avec le monde extérieur dans les deux sens. Soit le processeur fournit des informations vers l'extérieur (périphérique de sortie), soit il en reçoit (périphérique d'entrée).

C'est ce qu'on peut voir sur la **figure (II, 2):**

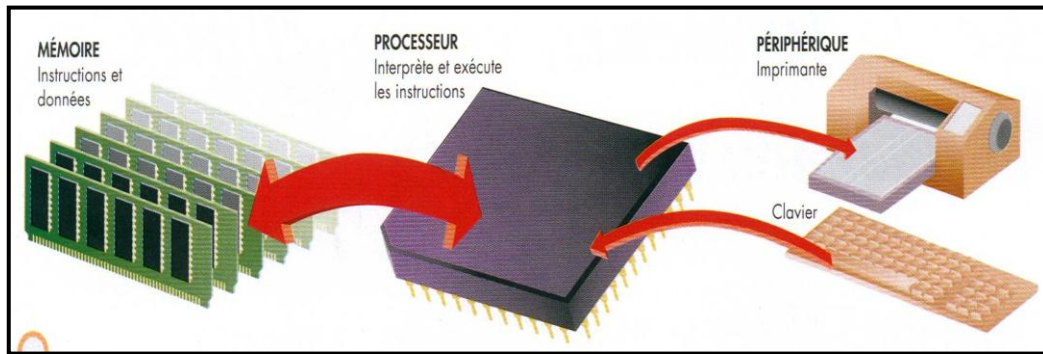


Figure (II.1) : Structure d'un système à microprocesseur.

II-1-1- Intérêt des microcontrôleurs :

Les microcontrôleurs sont de taille tellement réduite qu'ils peuvent être sans difficulté implantés sur l'application même qu'ils sont censés piloter. Leur prix et leurs performances simplifient énormément la conception de système électronique et informatique.

II-2- Les différentes familles du microcontrôleur (PICs) :

Il y en a trois grandes familles de PICs :

- La famille Base Line, qu'utilise des mots d'instructions de 12 bits.
- La famille Mid-Range, qu'utilise des mots de 14 bits (et dont font partie la 16F84 et 16F876).
- La famille High-End, qu'utilise des mots de 16 bits.

Toutes les PIC Mid-Range ont un jeu de 35 instructions, stockent chaque instruction dans un seul mot de programme, et exécutent chaque instruction (sauf les sauts) en un cycle. On atteint donc des très grandes vitesses, et les instructions sont de plus très rapidement assimilées.

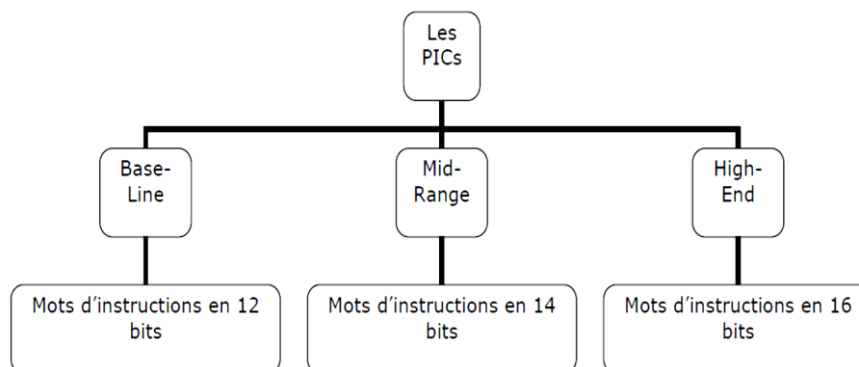


Figure (II.2) : les différentes familles des PICs.

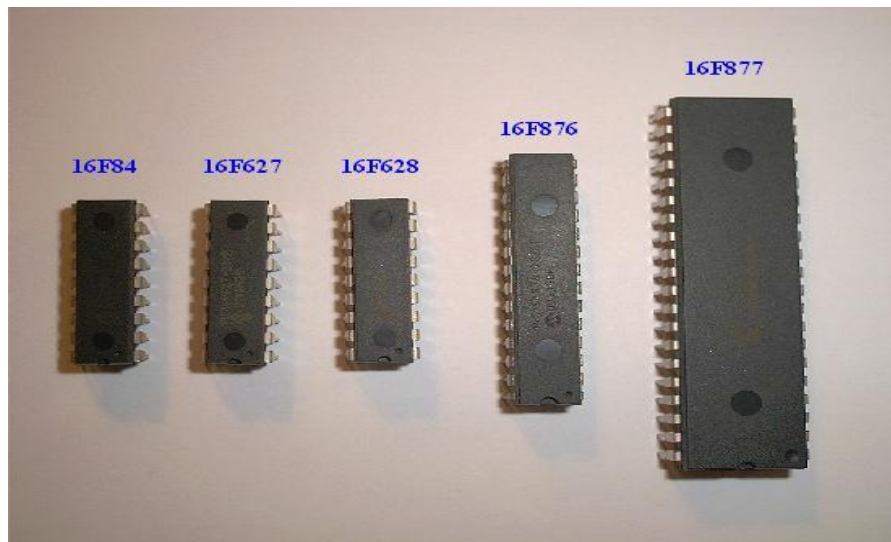


Figure (II.3) : Des exemples de la famille PIC de chez Micro Chip.

II-3- Identification du microcontrôleur(PIC) :

Pour identifier un PIC, on utilise simplement son numéro de la forme suivante : xx(L) XXyy-zz

- xx : Famille du composant (12, 14, 16, 17, 18).
- L : Tolérance plus importante de la plage de tension.
- XX : Type de mémoire de programme.

On suite une ou deux lettres pour indiquer le type de mémoire programme :

- C indique que la mémoire programme est une EPROM ou plus rarement une EEPROM
- CR pour indiquer une mémoire de type ROM.
- F pour indiquer une mémoire de type FLASH.
- yy: Identification.
- zz : Vitesse maximum du quartz.

Nous utilisons un PIC 16F84 -10, soit:

- 16: Mid-Line
- F: FLASH
- 84: Type
- 10 : Quartz à 10MHz au maximum.

Device	Program Memory (words)	Data RAM (bytes)	Data EEPROM (bytes)	Max. Freq (MHz)
PIC16F83	512 Flash	36	64	10
PIC16F84	1 K Flash	68	64	10
PIC16CR83	512 ROM	36	64	10
PIC16CR84	1 K ROM	68	64	10

Tableau II-1 : Exemple de quelques microcontrôleurs PIC. [4] [6]

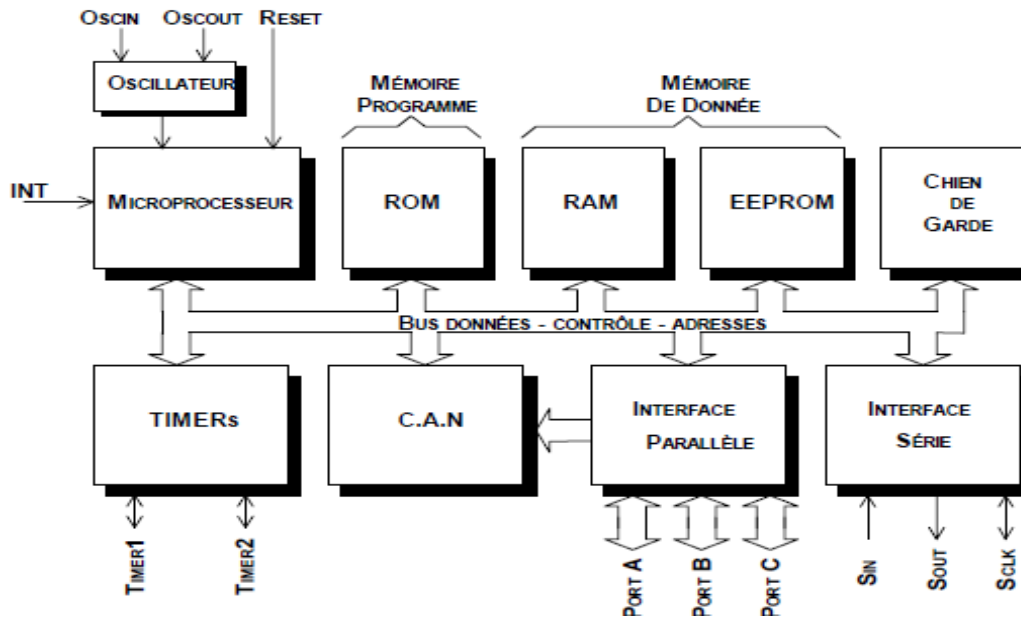


Figure (II.4) : schéma fonctionnel du PIC16F84.

Le schéma fonctionnel précédent représente une architecture de “Von Neumann” (Commune à la plupart des microprocesseurs) où la mémoire programme partage le même bus que la mémoire de donnée. L’architecture de “Harvard”, qui dispose de bus distincts pour les données et pour le programme, est plus rarement utilisée.

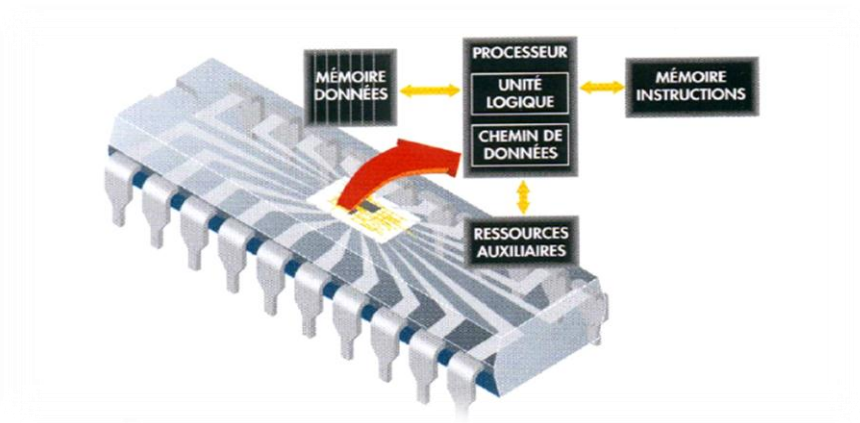


Figure (II.5) : structure interne d'un PIC.

II-4- Les avantages du microcontrôleur :

L'utilisation des microcontrôleurs pour les circuits programmables à plusieurs points forts et bien réels. Il suffit pour s'en persuader, d'examiner la spectaculaire évaluation de l'offre des fabricants de circuits intégrés en ce domaine depuis quelques années. Nous allons voir que le nombre d'entre eux découle du simple sens.

Tout d'abord, un microcontrôleur intègre dans un seul et même boîtier ce qui, avant nécessitait une dizaine d'éléments séparés. Il résulte donc une diminution évidente de l'encombrement de matériel et de circuit imprimé. Cette intégration a aussi comme conséquence immédiate de simplifier le tracé du circuit imprimé puisqu'il n'est plus nécessaire de véhiculer des bus d'adresses et de donnée d'un composant à un autre.

L'augmentation de la fiabilité du système puisque, le nombre des composants diminuant, le nombre des connexions composants/supports ou composants / circuits imprimer diminue. Le microcontrôleur contribue à réduire les coûts à plusieurs niveaux :

- Moins cher que les autres composants qu'il remplace.
- Diminuer les coûts de main d'œuvre.
- Réalisation des applications non réalisables avec d'autres composants.

II-5- choix du microcontrôleur :

Le choix du PIC peut être justifié par les critères suivants :

- Les performances sont identiques voir supérieurs à ses concurrents.
- Les prix sont les plus bas du marché. Très utilisé donc très disponible.
- Les outils de développement ont gratuits et téléchargeables sur le WEB.
- Le jeu d'instruction réduit est souple, puissant et facile à maîtriser.

- Les versions avec mémoire flash présentent une souplesse d'utilisation et des avantages pratiques indéniables.
- La communauté des utilisateurs des pics est très présente sur le WEB. On trouve sur le net quasiment tout ce dont on a besoin, tutoriaux pour démarrer, documents plus approfondis, schémas de programmeurs avec les logiciels qui vont avec, librairies de routines, forums de discussion.

II-6- Architecteur du PIC 16F84A :

II-6-1- Architecteur externe :

a- Brochage et caractéristiques principales :

Le PIC16F84 est un circuit intégré de 18 broches (figure5) Ci-dessous nous montrons l'aspect physique du PIC ainsi que la signification de ces différentes broches.

- V_{SS} , V_{DD} : Alimentation.
- OSC1, 2 : Horloge.
- RA0-4 : Port A
- RB0-7 : Port B.
- T0CKL : Entrée de comptage.
- INT : Entrée d'interruption.
- MCLR : Reset : 0V.
- Choix du mode programmation exécution : 4.5V, 5.5V, 12V, 14V.

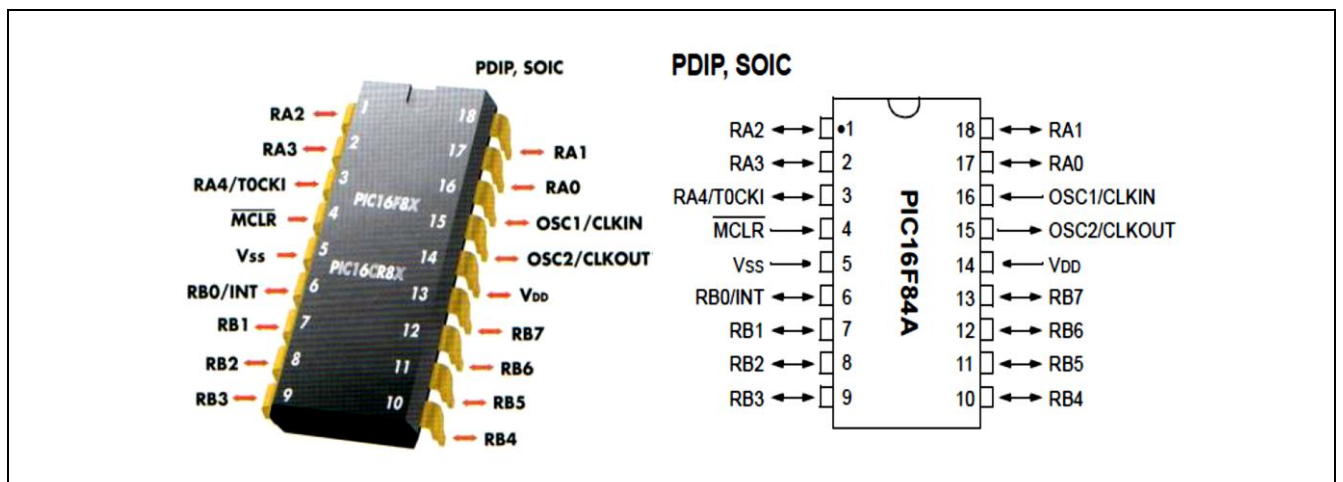


Figure (II.6) : Architecteur de PIC16F84A.

II-6-2 Architecture interne : [13]

Présente l'architecture générale du circuit. Il est constitué des éléments suivants :

- Un système d'initialisation à la mise sous tension (power-up timer...)
- Un système de génération d'horloge à partir du quartz externe (timing génération)
- Une unité arithmétique et logique (ALU)
- Une mémoire flash de programme de 1k "mots" de 14 bits (III.1 -XII)
- Un compteur de programme (program counter) et une pile (stack)
- Un bus spécifique pour le programme (program bus)
- Un registre contenant le code de l'instruction à exécuter
- Un bus spécifique pour les données (data bus)
- Une mémoire RAM contenant
- Les SFR (III.2.2)
- 68 octets de données (III.2.1)
- one mémoire EEPROM de 64 octets de données (VIII)
- 2 ports d'entrées/sorties (VI)
- un compteur (timer) (VII)
- Un chien de garde (watchdog) (X)

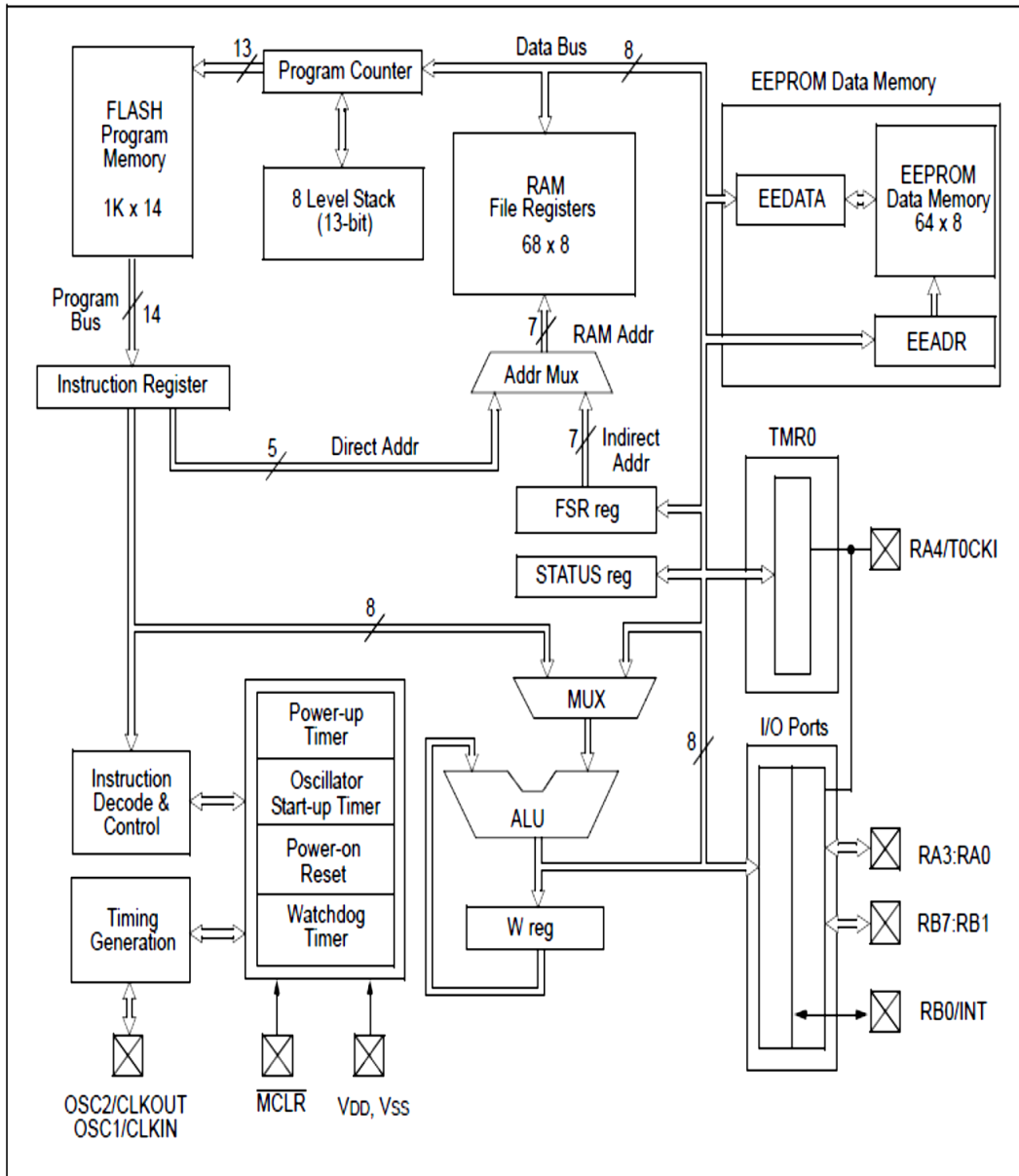


Figure (II.7) : Architecture général du pic 16F84.

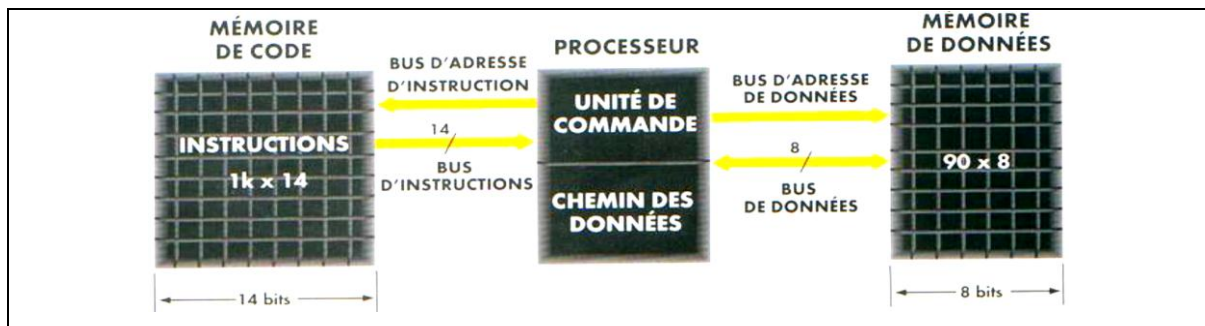


Figure II-8 : principaux systèmes du PIC.

II-7- les différents ports entrés sorties du PIC 16F84A :

Les porte A et B sont des entrée/sorties réalisant le dialogue entre le microcontrôleur et son environnement extérieur, le PIC16F84 possède 13 entrées sorties réparties sur deux ports :

- Le port A est un bus de donnée bidirectionnel de 5 bits.
- Le port B est un bus de donnée bidirectionnel de 8 bits.

Chaque bit des deux ports A et B peut être configuré soit en entrée ou soit en sortie à l'aide des registres TRISA et TRISB. si un bit est à 1 (ligne en entrée), si un bit est à 0 (ligne en sortie).

II-7-1- Port A :

Il comporte 5 pattes d'entrée/sortie bidirectionnelles, notées RAX avec x= {0, 1, 2, 3,4}. Le registre PORTA, d'adresse 05h dans la banque 0, permet d'y accéder en lecture ou en écriture. Le registre TRISA, d'adresse 85h dans la banque 1, permet de choisir le sens de chaque patte (entrée ou sortie) : un bit à 1 positionne le port en entrée, un bit à 0 positionne le port en sortie.

II-7-2- Port B :

Il comporte 8 pattes d'entrée/sortie bidirectionnelles, notées RBx avec x= {0, 1, 2, 3, 4, 5, 6,7} sur le brochage du circuit. Le registre PORTB, d'adresse 06h dans la banque 0, permet d'y accéder en lecture ou en écriture. Le registre TRISB, d'adresse 86h dans la banque 1, permet de choisir le sens de chaque patte (entrée ou sortie) : un bit à 1 positionne le port en entrée.

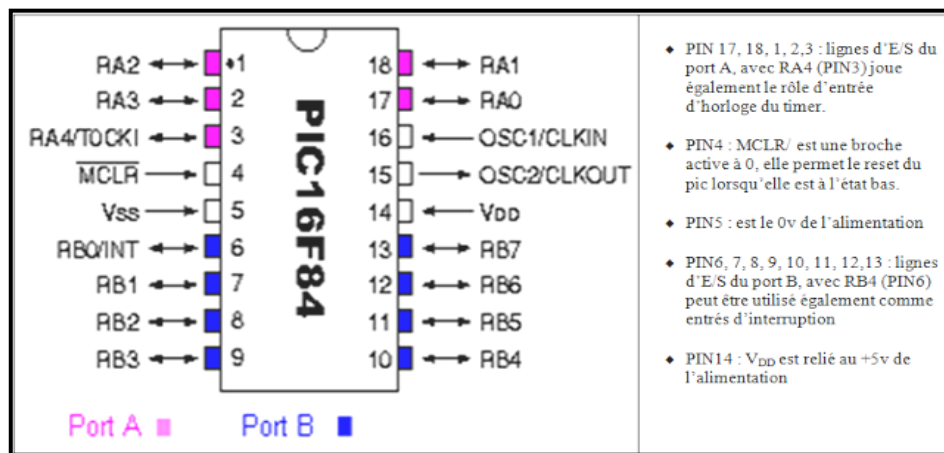


Figure II.9 : localisation des ports du PIC16F84A.

II-8- Les mémoire du PIC 16F84A [14] :

II-8-1- Organisation de la mémoire

On distingue deux zones mémoire distinctes :

- La zone de programme.
- La zone de données.

- a- Mémoire de programme : Cette mémoire est constituée de 1k mots 14 bits. C'est dans cette zone que le programme sera logé. En effet, chaque instruction est codée sur 14 bits. Ceci explique également pourquoi lorsque nous lisons un PIC vierge nous allons lire des 0X3FFF. Cela donne en binaire B11111111111111 soit 14 bits. Comme le montre la figure II-6, le vecteur de RESET est placé en '0000H' tandis que le vecteur d'interruption se trouve à l'adresse '0004H4'. Et s'étend donc jusqu'à '03FFH'. Sur la figure II-7 nous voyons que l'espace Mémoire Programme commence à l'adresse 0000h et finit à l'adresse 3FFh. Le 'h' indique que le nombre qui précède est écrit.

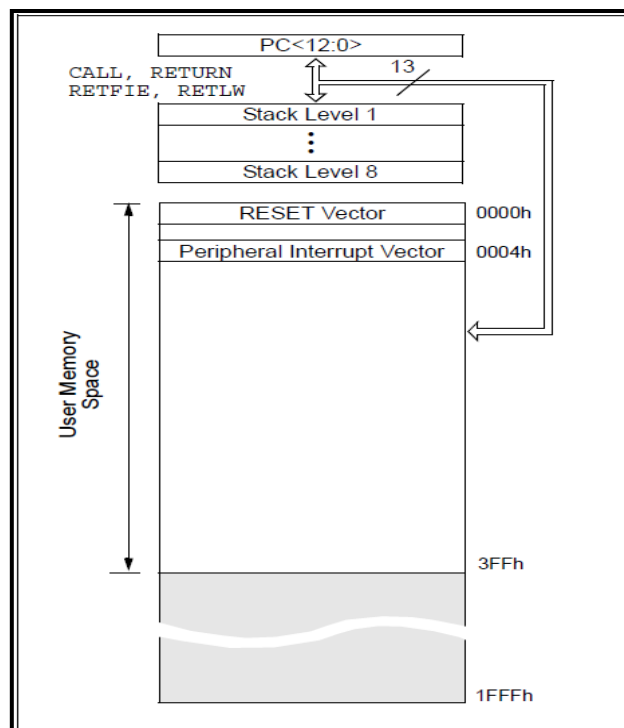


Figure (II.10) : organisation de la mémoire programme.

En base hexadécimale. Cela permet de loger 1024 instructions. Enfin, la case mémoire 0000h est réservée au vecteur de reset (dans cette case est logée l'adresse du début du programme) et la case mémoire 0004h au vecteur d'interruption des périphériques (utilise lorsque l'on active les interruptions). Le registre PC, qui pointe en permanence l'instruction à exécution, se compose de deux registres : l'un, de huit bits, est appelé le PCL (program counter low) et l'autre ; de 5 bits, le PCH (Program counter High), le tout formant 13 bits. Le PCH peut être uniquement accessible en écriture à travers un registre appelé PCLATH.

Le bloc pile (stack), à huit niveaux, permet, d'une part, de mémoriser l'adresse en cours lors d'un saut à un sous- programme d'interrupteur et, d'autre part, de recharger le PC avec cette

adresse pour le retour (avec les instructions CALL, RETURE, RETLW ET RETLW). Les huit niveaux de la pile autorisent donc huit sous-programmes imbriqués.

- b- La mémoire EEPROM : Constituée de 64 octets pouvant être lus et écrits depuis notre programme. Ces octets sont très utiles pour conserver des paramètres semi permanents. Leur utilisation implique une procédure spéciale, car ce M est celle qui est utilisée sans cesse. Toutes les données qui y sont stockées sont perdues lors d'une coupure de courant. La même use pour le 16F84. Elle est subdivisée de plus en deux parties. Dans chacune des banques, il existe des « cases mémoires spéciales » ose de 68 octets libres. La mémoire EEPROM (Electrical Erasable Programmable Read Only Memory) conservées après une coupure de courra n'est pas de la RAM, mais bien une ROM de type spécial. Il est donc plus rapide de la lire que d'y écrire.

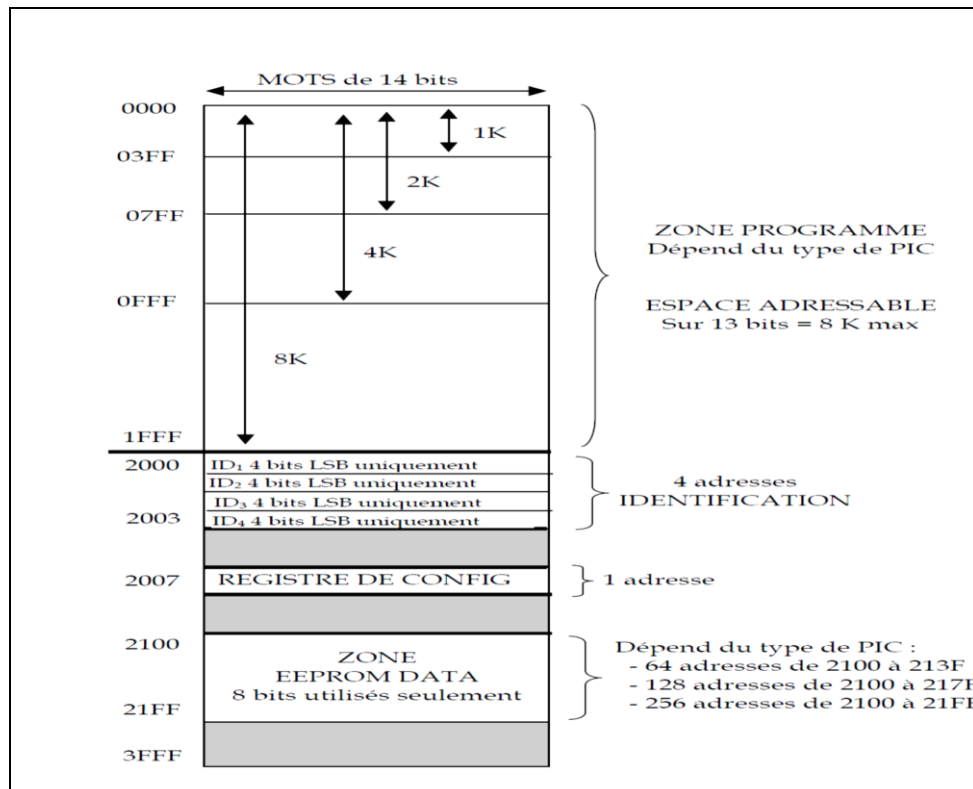
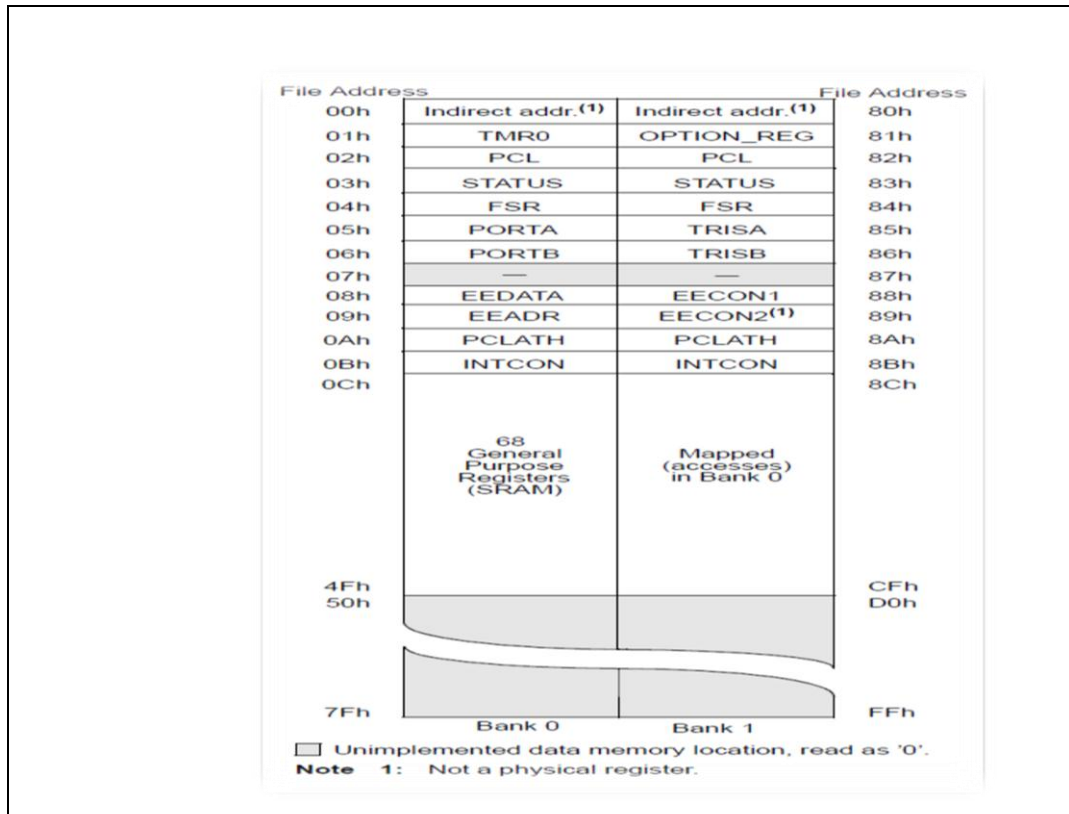


Figure (II.11) : organisation de la Mémoire EEPROM flash.

- c- La mémoire RAM : [15] : La mémoire RAM est celle que nous allons sans cesse utiliser. Toutes les données qui y sont stockées sont perdues lors d'une coupure de courant. Cette mémoire est organisée en 2 banques, dans chacune des deux banques on trouve des “cases mémoire spéciales” appelées registres spéciaux et des cases mémoires “libres” dont nous pouvons se servir à notre utilisation de 68octet.



Figure(II.12) : organisation de la mémoire de données RAM.

La mémoire RAM est organisée en un bloc de 128 cases mémoire de 8 bits (étant le format d'une donnée). L'adresse de début 00h et l'adresse de fin 7FH. Les cases mémoires comprises entre les adresses 00h et 0Bh sont réservées aux registres de configuration du système (zone SFRs). Partitionnée en deux parties distinctes Bank0 et Bank1. Cette zone possède un double accès. Si l'on active la bank0, les registres représentés à gauche sur la figure II-8 sont accessibles. Si par contre la bank1 est activée, les registres actifs seront ceux de droite. La sélection de la Bank s'effectue à travers les bits de contrôle RP0 et RP1 du registre STATUS5 (03h).

La zone de mémoire comprise entre les adresses 0Ch et 4Fh (68cases mémoires) est utilisée pour stocker les données de notre programme. La zone partant de 8Ch allant jusqu'à CFh de la zone partant de 8Ch allant jusqu'à CFh de la Bank est une zone 'image' de la zone précédente : les données y sont strictement identiques. Par exemple, la valeur inscrite dans les cases mémoire 0Ch sera toujours égale à celle de la case mémoire 8Ch.

II-9- Les registre :

II-9-1- registre à usage générale :

Ils sont accessible soit directement soit indirectement à travers les registers FSR et INDF (V).

II-9-2- registres spéciaux-SFRs :

Ils permettent la gestion du circuit. Certains ont une fonction générale, d'autres une fonction spécifique attachée à un périphérique donné. La Figure II.13 donne la fonction de chacun des bits de ces registres. Ils sont situés de l'adresse 00h à l'adresse 0Bh dans la banque 0 et de l'adresse 80h à l'adresse 8Bh dans la banque 1. Les registres 07h et 87h n'existent pas.

Maintenant que nous savons accéder à la mémoire de données, voyons le rôle de chacune des registres de configuration.

- TMR0 et OPTION permettent de contrôler le fonctionnement du TIMER interne.
- PCL constitue, comme nous l'avons déjà vu, la partie basse du PC.
- STATUS est un registre (contenant certains bits pouvant être lus et écrits et d'autres pouvant seulement être lus) qui permet de contrôler certaines fonctions du microcontrôleur comme, par exemple, la sélection de la Bank de la mémoire RAM, l'indication sur une opération effectuée par l'ALU, etc.
- FSR est le File Select Register. Il permet de sélectionner et d'accéder aux données en RAM quand on utilise l'adressage indirect.
- PORTA et PORTB sont deux registres permettant d'accéder aux deux ports du PIC. Lorsqu'un port est utilisé comme sortie, une écriture dans le registre correspondant activera directement les broches de sortie. Inversement, si un port est configuré en entrée, la lecture du registre correspondant donnera des niveaux de tension présents sur les pattes.
- TRISA et TRISB sont les registres de configuration des ports A et B. Ils définissent quels en entrée ou en sortie. Un '1' configure le bit en entrée et un '0' en sortie.
- EEDATA, EEADR, EECON1 et EECON2 sont les registres à utiliser pour la mémoire de données EEPROM.
- PCLATH permet d'écrire dans le PCH.
- INTCOM est le registre de contrôle des interruptions. Il indique l'apparition d'un événement externe (par exemple le passage d'un niveau haut à un niveau bas sur l'une des broches d'entrée) ou interne (par exemple fin de comptage du TIMER interne). Il permet aussi de valider les interruptions : lors d'un événement le programme en cours peut être arrêté pour laisser la place au programme en cours peut être arrêté la place au

programme d'interruption. Une fois ce dernier terminé, le programme principal reprend son déroulement.

Address	Name	BIT 7	BIT 6	BIT 5	BIT 4	BIT 3	BIT 2	BIT 1	BIT 0	Value on Power-on Reset	Value on all other resets (Note 3)	
Bank 0												
00h	INDF	Uses contents of FSR to address data memory (not a physical register)								----	----	
01h	TMR0	8-bit real-time clock/counter								xxxx xxxx	uuuu uuuu	
02h	PCL	Low order 8 bits of the Program Counter (PC)								0000 0000	0000 0000	
03h	STATUS ⁽²⁾	IRP	RP1	RP0	\overline{TO}	\overline{PD}	Z	DC	C	0001 1xxx	000q quuu	
04h	FSR	Indirect data memory address pointer 0								xxxx xxxx	uuuu uuuu	
05h	PORTA	—	—	—	RA4/TOCK1	RA3	RA2	RA1	RA0	---x xxxx	---u uuuu	
06h	PORTB	RB7	RB6	RB5	RB4	RB3	RB2	RB1	RB0/INT	xxxx xxxx	uuuu uuuu	
07h		Unimplemented location, read as '0'								----	----	
08h	EEDATA	EEPROM data register								xxxx xxxx	uuuu uuuu	
09h	EEADR	EEPROM address register								xxxx xxxx	uuuu uuuu	
0Ah	PCLATH	—	—	—	Write buffer for upper 5 bits of the PC ⁽¹⁾				---	0000	---	0000
0Bh	INTCON	GIE	EEIE	TOIE	INTE	RBIE	TOIF	INTF	RBIF	0000 000x	0000 000u	
Bank 1												
80h	INDF	Uses contents of FSR to address data memory (not a physical register)								----	----	
81h	OPTION_REG	REPU	INTEDG	TOCS	TOSE	PSA	PS2	PS1	PS0	1111 1111	1111 1111	
82h	PCL	Low order 8 bits of Program Counter (PC)								0000 0000	0000 0000	
83h	STATUS ⁽²⁾	IRP	RP1	RP0	\overline{TO}	\overline{PD}	Z	DC	C	0001 1xxx	000q quuu	
84h	FSR	Indirect data memory address pointer 0								xxxx xxxx	uuuu uuuu	
85h	TRISA	—	—	—	PORTA data direction register				---	1111	---	1111
86h	TRISB	PORTB data direction register								1111 1111	1111 1111	
87h		Unimplemented location, read as '0'								----	----	
88h	EECON1	—	—	—	EEIF	WRERR	WREN	WR	RD	---0 x000	---0 q000	
89h	EECON2	EEPROM control register 2 (not a physical register)								----	----	
0Ah	PCLATH	—	—	—	Write buffer for upper 5 bits of the PC ⁽¹⁾				---	0000	---	0000
0Bh	INTCON	GIE	EEIE	TOIE	INTE	RBIE	TOIF	INTF	RBIF	0000 000x	0000 000u	
<p>Legend: x = unknown, u = unchanged, - = unimplemented read as '0', q = value depends on condition.</p> <p>Note 1: The upper byte of the program counter is not directly accessible. PCLATH is a slave register for PC<12:8>. The contents of PCLATH can be transferred to the upper byte of the program counter, but the contents of PC<12:8> is never transferred to PCLATH.</p> <p>2: The \overline{TO} and \overline{PD} status bits in the STATUS register are not affected by a \overline{MCLR} reset.</p> <p>3: Other (non power-up) resets include: external reset through \overline{MCLR} and the Watchdog Timer Reset.</p>												

Figure (II.13) : Description des registres spéciaux et leurs adresses.

II-10- Les timers : [12]

Dans la majeure partie des applications, il est nécessaire de contrôler le temps ; afin de ne pas occuper le microcontrôleur qu'à cette tâche (boucle de comptage qui monopolise le micro), on le décharge en utilisant un timer. Le pic 16F84 dispose de deux timers, un à usage général (le TMR0) et un autre utilisé pour le chien de garde (watch dog WDG). Le TMR0 est un compteur ascendant (qui compte) de 8 bits qui peut être chargé avec une valeur initiale quelconque. Il est ensuite incrémenté à chaque coup d'horloge jusqu'à ce que le débordement ait lieu (passage de FF à 00).

Le TMR0 peut remplir deux fonctions :

- Temporisateur ou contrôle du temps. Son entrée d'incrémentation est alors l'horloge qui correspond au cycle instruction ($F_{osc}/4$). Il est possible d'utiliser un pré-diviseur de fréquence que nous verrons plus loin.
- Compteur d'événements. Dans ce cas les d'impulsions d'entrées du timer sont fournies par la patte RA4/TOCK1 le choix s'effectue grâce au bit RTS du registre OPTION.
- Le pic 16F84 dispose d'un diviseur de fréquence qui peut être assigné soit au chien de garde, soit au TMR0 (uniquement un à la fois). L'assignation du pré diviseur se fait grâce au bit PSA du registre OPTION.

II-11- Programmation du PIC 16F84 et Jeux D'instructions :

Afin de comprendre la fonction de chaque instruction, la notation adoptée pour les données et adresses manipulées par les instructions est fort simple et est la suivante :

- f représente un registre
- b représente un numéro de bit en sachant que 0 correspond toujours au bit de poids faible (le plus à droite dans le registre)
- k représente une donnée aussi appelé littéral

Un certain nombre d'instructions (ADDWF, ANDWF, etc..) utilise une notation spéciale présentée sous la forme : ADDWF f, d'Où f indique le registre et où d peut prendre deux valeurs (0 ou 1), ce qui change le comportement de l'instruction. Si d est à 0, le résultat est placé dans le registre de travail W, la valeur dans le registre f est alors inchangée, alors que si d est à 1, le résultat est placé dans le registre f. Un autre type d'instruction mérite quelques éclaircissements, ce sont les instructions de branchement conditionnel. Prenons comme exemple :

BTFSC f, b Qui va vouloir dire (Bit Test File Skip if Clear) qui signifie que l'on va tester le bit b du registre f (b peut prendre une valeur de 0 à 7 pour un registre 8 bits). Il peut alors y avoir deux solutions :

- Soit le bit testé est à 1, donc la condition testée n'est pas réalisée, le programme continue alors son déroulement normalement en séquence avec l'instruction juste en dessous.
- Soit le bit testé vaut 0, donc la condition testée est réalisée et le programme saute l'instruction qui suit le BTFSC dans le programme.

Cette façon de programmer peut paraître étrange, mais avec de l'habitude, elle s'avère très pratique et permet de réaliser des programmes compacts et performants. Les 35 instructions sont donc les suivantes :

Mnemonic, Operands	Description	Cycles	14-Bit Opcode				Status Affected	Notes	
			MSb		LSb				
BYTE-ORIENTED FILE REGISTER OPERATIONS									
ADDWF	f, d	Add W and f	1	00	0111	dfff	ffff	C,DC,Z	1,2
ANDWF	f, d	AND W with f	1	00	0101	dfff	ffff	Z	1,2
CLRF	f	Clear f	1	00	0001	1fff	ffff	Z	2
CLRWF	-	Clear W	1	00	0001	0xxx	xxxx	Z	
COMF	f, d	Complement f	1	00	1001	dfff	ffff	Z	1,2
DECF	f, d	Decrement f	1	00	0011	dfff	ffff	Z	1,2
DECFSZ	f, d	Decrement f, Skip if 0	1(2)	00	1011	dfff	ffff		1,2,3
INCF	f, d	Increment f	1	00	1010	dfff	ffff	Z	1,2
INCFSZ	f, d	Increment f, Skip if 0	1(2)	00	1111	dfff	ffff		1,2,3
IORWF	f, d	Inclusive OR W with f	1	00	0100	dfff	ffff	Z	1,2
MOVF	f, d	Move f	1	00	1000	dfff	ffff	Z	1,2
MOVWF	f	Move W to f	1	00	0000	1fff	ffff		
NOP	-	No Operation	1	00	0000	0xx0	0000		
RLF	f, d	Rotate Left f through Carry	1	00	1101	dfff	ffff	C	1,2
RRF	f, d	Rotate Right f through Carry	1	00	1100	dfff	ffff	C	1,2
SUBWF	f, d	Subtract W from f	1	00	0010	dfff	ffff	C,DC,Z	1,2
SWAPF	f, d	Swap nibbles in f	1	00	1110	dfff	ffff		1,2
XORWF	f, d	Exclusive OR W with f	1	00	0110	dfff	ffff	Z	1,2
BIT-ORIENTED FILE REGISTER OPERATIONS									
BCF	f, b	Bit Clear f	1	01	00bb	bfff	ffff		1,2
BSF	f, b	Bit Set f	1	01	01bb	bfff	ffff		1,2
BTFSC	f, b	Bit Test f, Skip if Clear	1(2)	01	10bb	bfff	ffff		3
BTFSS	f, b	Bit Test f, Skip if Set	1(2)	01	11bb	bfff	ffff		3
LITERAL AND CONTROL OPERATIONS									
ADDLW	k	Add literal and W	1	11	111x	kkkk	kkkk	C,DC,Z	
ANDLW	k	AND literal with W	1	11	1001	kkkk	kkkk	Z	
CALL	k	Call subroutine	2	10	0kkk	kkkk	kkkk		
CLRWDT	-	Clear Watchdog Timer	1	00	0000	0110	0100	T0,PD	
GOTO	k	Go to address	2	10	1kkk	kkkk	kkkk		
IORLW	k	Inclusive OR literal with W	1	11	1000	kkkk	kkkk	Z	
MOVLW	k	Move literal to W	1	11	00xx	kkkk	kkkk		
RETFIE	-	Return from interrupt	2	00	0000	0000	1001		
RETLW	k	Return with literal in W	2	11	01xx	kkkk	kkkk		
RETURN	-	Return from Subroutine	2	00	0000	0000	1000		
SLEEP	-	Go into standby mode	1	00	0000	0110	0011	T0,PD	
SUBLW	k	Subtract W from literal	1	11	110x	kkkk	kkkk	C,DC,Z	
XORLW	k	Exclusive OR literal with W	1	11	1010	kkkk	kkkk	Z	
<p>Note 1: When an I/O register is modified as a function of itself (e.g., MOVF PORTB, 1), the value used will be that value present on the pins themselves. For example, if the data latch is '1' for a pin configured as input and is driven low by an external device, the data will be written back with a '0'.</p> <p>2: If this instruction is executed on the TMR0 register (and, where applicable, d = 1), the prescaler will be cleared if assigned to the Timer0 Module.</p> <p>3: If Program Counter (PC) is modified or a conditional test is true, the instruction requires two cycles. The second cycle is executed as a NOP.</p>									

Figure (II.14) : Liste des instructions.

Conclusion

L'une des difficultés majeure à la réalisation d'un projet est le choix du microcontrôleur: le prix, les performances, la vitesse, la mémoire interne..., qui sont les critères de sélection dont le développeur doit tenir compte. L'arrivée du PIC16F84A qui est un microprocesseur auquel ils ont intégré les périphériques d'entrées/sorties. Celles ci permettent la simplicité de mettre en oeuvre les montages et les applications avec un très bon rapport de (vitesse / coût).

Le grand avantage de cette logique programmable est que la modification d'une fonction ou d'une tâche ne nécessite pas de câblage supplémentaire, mais uniquement un nouveau programme à logger en mémoire, sans enlever le microcontrôleur de l'application: méthode dite "in situ" (mémoire effaçable), la programmation s'effectue par l'intermédiaire d'une liaison série ce qui génère peu de câblage. Donc ce sont des systèmes très répandus dans le milieu industriel et hydraulique.

CHAPITRE III:



Réalisation et automatisation du circuit hydraulique

Introduction :

Ce chapitre contient le noyau de notre projet, nous allons passer à la réalisation d'un système prototype d'automatisme d'un circuit hydraulique de transport d'eau. Il est constitué d'un réservoir dit puits et deux autres réservoirs à alimenter.

La réalisation de ce système requiert diverses notions dans plusieurs domaines :

Electronique, informatique, électrotechnique et même hydraulique.

Le système sera assuré principalement par quatre parties :

- une partie détection des informations (capteur de niveaux).
- une partie traitement des informations (commande et contrôle).
- une partie opérative contenant les actionneurs (relais, pompe et électrovannes).
- une partie hydraulique à contrôler, sur laquelle on exécute les actions (réservoirs, tuyauteries).

La partie traitement des informations a été divisé en deux parties : la partie programmation du PIC utilisant deux logiciels <<MPLAB>>et<<PICKIT2>> et partie réalisation (implantation du PIC et ses composants annexes).

III-1-Description de système automatique du circuit hydraulique :

D'une façon générale notre système contient une partie puisement électriques et une partie puisement hydraulique

Le schéma de notre système pour automatiser le circuit hydraulique et donc par le figure suivant:

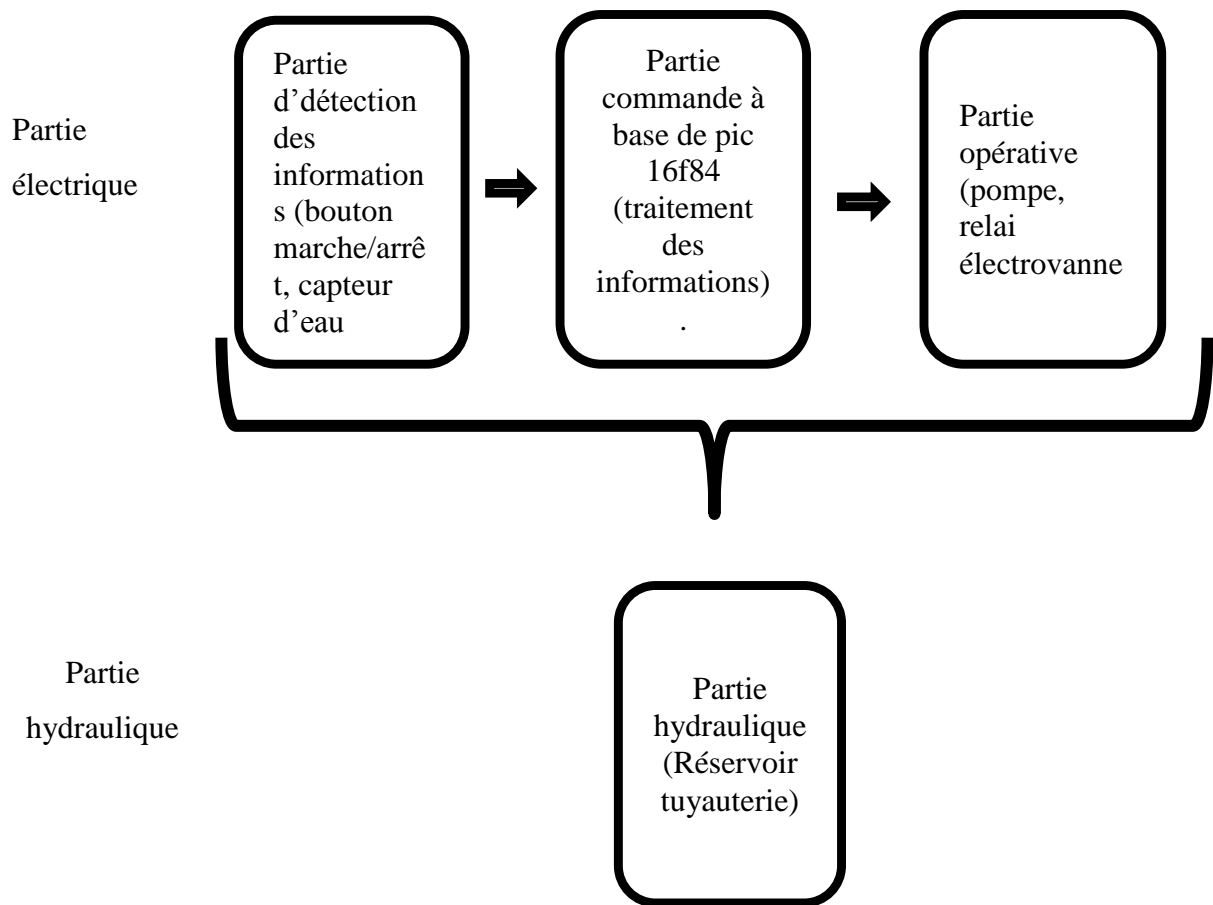


Figure (III .1) : schéma simplifié d'automatisation du circuit hydraulique.

Voici le schéma bloc de notre système électrique

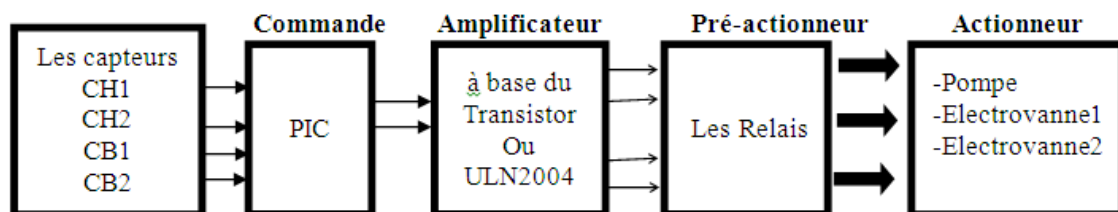


Figure (III.2) : Les différents blocs constituant le système électrique.

Voici le schéma synoptique qui montre le capelage de la partie électriques et la partie hydraulique

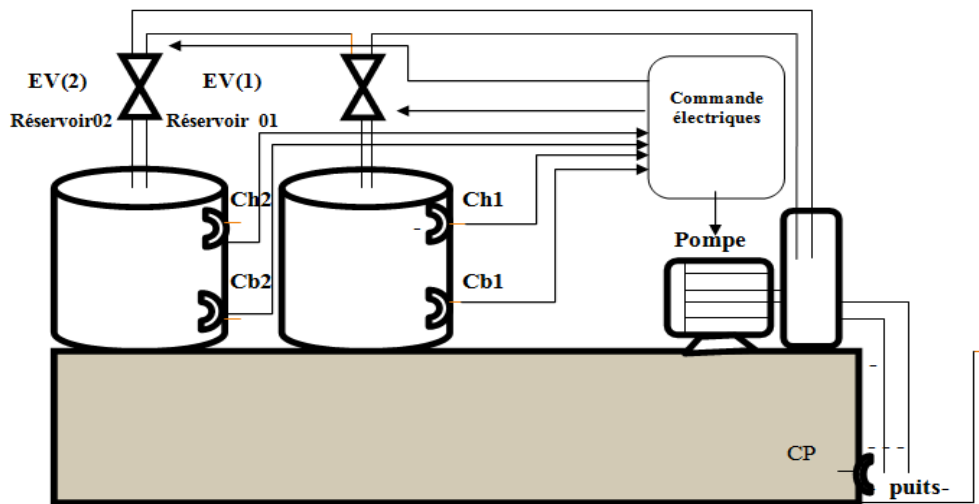


Figure (III.3) : Schéma synoptique du système hydraulique.

Ev (1) : électrovanne du réservoir 1.

Ev (2) : électrovanne du réservoir 2.

Ch (1) : capteur de niveau haut 1.

Ch (2) : capteur de niveau haut 2.

Cb (1) : capteur de niveau bas 1.

Cb (2) : capteur de niveau bas 2.

Cp : capteur de puits .

Une fois le projet établi l'étape suivante consiste à créer le programme qui permet de répondre au cahier de charge suivant :

Cahier de de charge :

*test du capteur de niveau implanté dans le réservoir puits, si le puits est vide arrêt complète de système et la LED de signalisation est allumé pour indiquer le réservoir et vide.

Si le puits est plein d'eau

La LED rouge est éteint, ensuite et passe au test des autres capteurs de niveau implantés dans les réservoirs 1 et 2

***Si** les deux réservoirs sont vides, la pompe est en marche (p) et l'ouverture des électrovannes.

(Ev1), (Ev2) .

*Si l'un des deux réservoirs éteint le niveau critique [capteur de niveau bas détecte l'eau (Cb1 ou Cb2)], pompe en marche et l'un des deux électrovannes concerné par le réservoir qui est vide et ouverte l'autre est fermée pour donner la priorité au réservoir vide .

d'être rempli dès que ce réservoir atteint le niveau critique (capteur de niveau bas détecte l'eau) électrovanne concerné est ouverte et la pompe est toujours en marche .

*Si les deux réservoirs atteignent le niveau trop plein arrêt complet du système (arrêt pompe et fermeture des électrovannes)

- La configuration de entrée et sortie du PIC :

Entrée :

RB0 : bouton marche/arrêt ,

RB1 : capteur de puits

RB2 : capteur niveau bas réservoir 1 (Rev1),

RB3 : capteur niveau bas réservoir 2 (Rev2),

RB4 : capteur niveau haut réservoir 1 (Rev1),

RB5 : capteur niveau haut réservoir 2 (Rev2),

Sorties :

RA0 : commande de pompes

RA1 : commande de l'électrovanne 1

RA2 : commande de l'électrovanne 2

RA3 : allume LED rouge (signalisation puits vide),

RA4 : allume LED verte système est en marche

III-2- Les outils nécessaires pour programmer un PIC :

Pour programmer un PIC il faut :

- Un Microordinateur (PC), pour écrire les instructions permettant de confectionner le fichier à extension.asm.
- Un logiciel APLAB fourni gratuitement par Microchip (à télécharger sur le site www.microchip.com).

- Un PROGRAMMATEUR de PIC. Relativement simple à réaliser .IL existe des modèles pour port série et des modèles pour port USB.
- Un LOGICIEL adapté à votre programmeur de PIC.
- Des câbles de liaison.

III-3- Les étapes de création d'une application à base de PIC :

Les différentes étapes qui permettent la création d'une application à bas de microcontrôleur PIC sont les suivant :

- Création du programme en langage assembleur avec l'éditeur MPLAB
- Compilation du fichier source (transformateur le programme crée en assembleur en fichier binaire extension.hex).
- Transfert vers la mémoire flash du PIC à programmer.

III-4-Logiciels utiles pour programmer un PIC :

Nous avons utilisé deux sortes de logiciel le premier s'appelle MPLAB qui nous a aidé à écrire en langage assembleur puis enfin compiler le programme en langage machine. Le deuxième logiciel qui s'appelle PICKIT2c'est lui qui pilote le KIT programmeur et transfère le programme adaptera à notre projet vers la mémoire Flash du PIC 16f84.

III-5- Description des logiciels :

III-5-1- Mode D'emploi du MPLAB

Le téléchargement étant effectué (on peut aussi se procurer du logiciel sur CD) son installation sur l'ordinateur n'offre aucune difficulté particulière. Sous Windows une icône apparaît sur le bureau. En cliquant sur elle, on obtient (si aucun projet n'a été préalablement entré) l'écran ci-dessous :

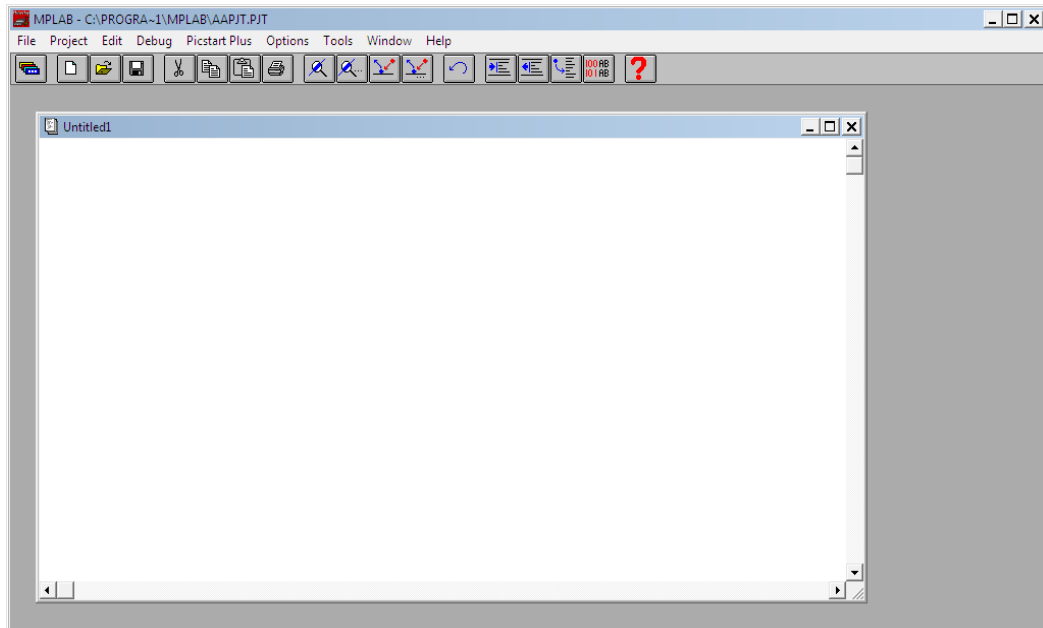


Figure (III.4) : fenêtre d'accueil de MPLAB.

III-5-2-comment démarrer avec MPLAB :

MPLAB est un outil de développement spécifique aux microcontrôleurs PIC. IL permet d'écrire, mettre point et optimiser les programmes, sous Windows.

III-5-2-1-Première étape : création du projet :

Pour pouvoir aboutir à un programme, MPLAB a besoin de naviguer entre plusieurs fichiers créer projet revient à définir entre autres ;

- Le nom que va porter le programme ;
- Les fichiers que MPLAB devra utiliser au cours du développement. Un projet comporte un nom, avec extension.**.pij**

a- Comment créer un projet :

- On lance MPLAB, puis on va dans : Project → New Project

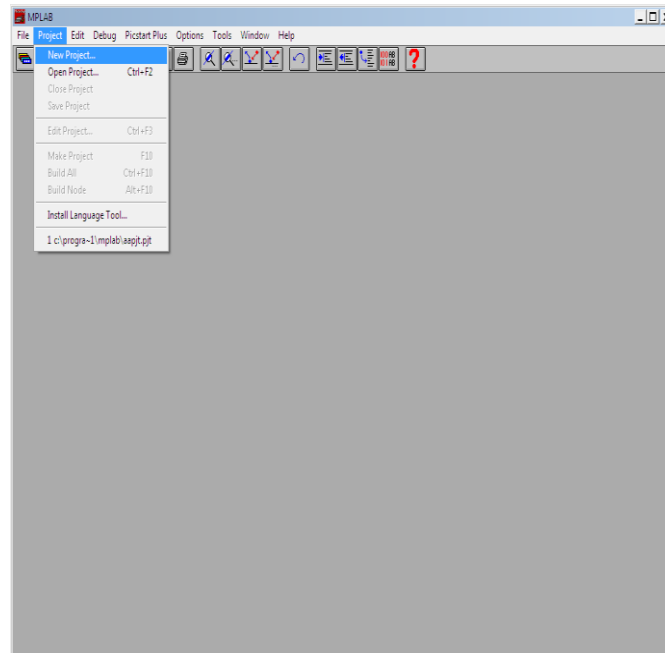


Figure (III.5) : fenêtre New Project.

- Dans le champ File Name on entre le nom que nous voulons donner à notre projet (nous avons convenu de l'appeler **Project**) suivi de. **pjt (Project. pj)**.

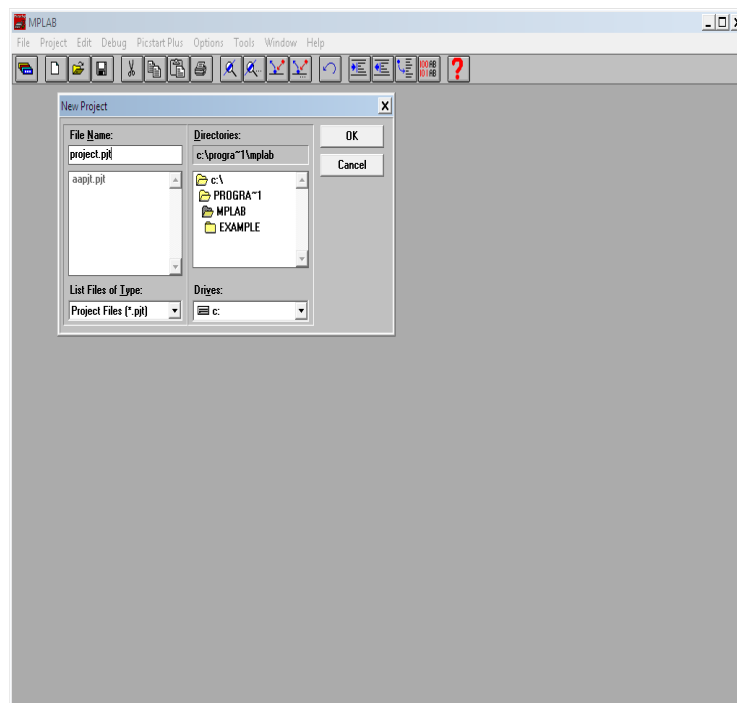


Figure (III.6) : fenêtre de File Name.

- Puis en clique OK. Cette manœuvre ouvre une autre fenêtre (Edit Project) :

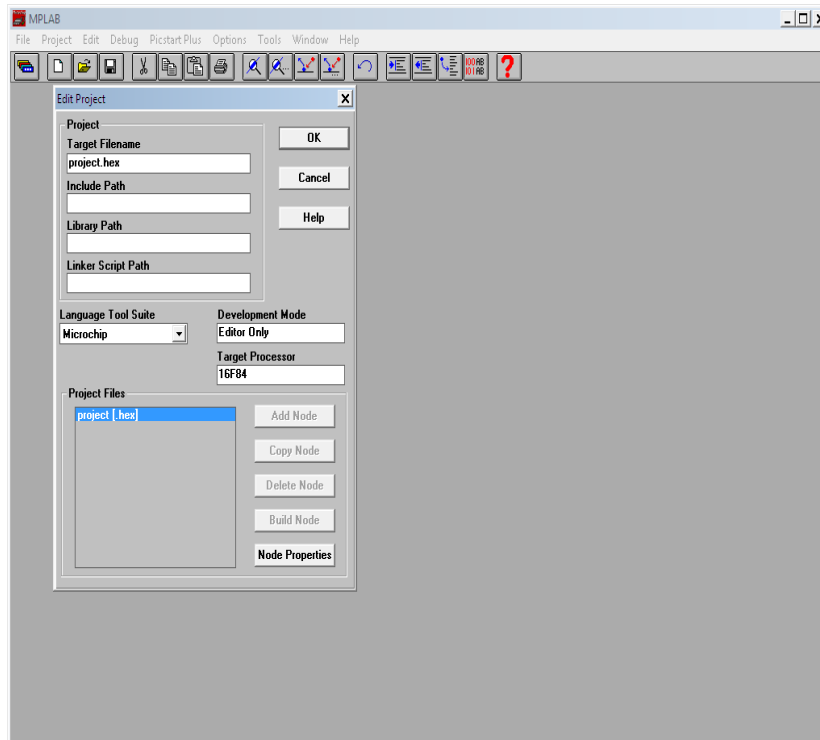


Figure (III.7) : fenêtre Edit Project.

- Le Target Fil Name (le nom du fichier cible, c'est à dire celui auquel nous aboutir) doit correspondre à celui que nous voulons créer, portant donc l'extension. **hex(project.hex)** ;
- Le Développement Mode se rapporte bien au MPLABSIM

Simulateur PIC 16f84 et non pas à un autre mode de développement (sinon on clique sur la touche Change et on modifie en conséquence ; puis nous cliquons en répondant toujours OK) ;

- Le Langage Tool suite doit être celui de Micro chip.

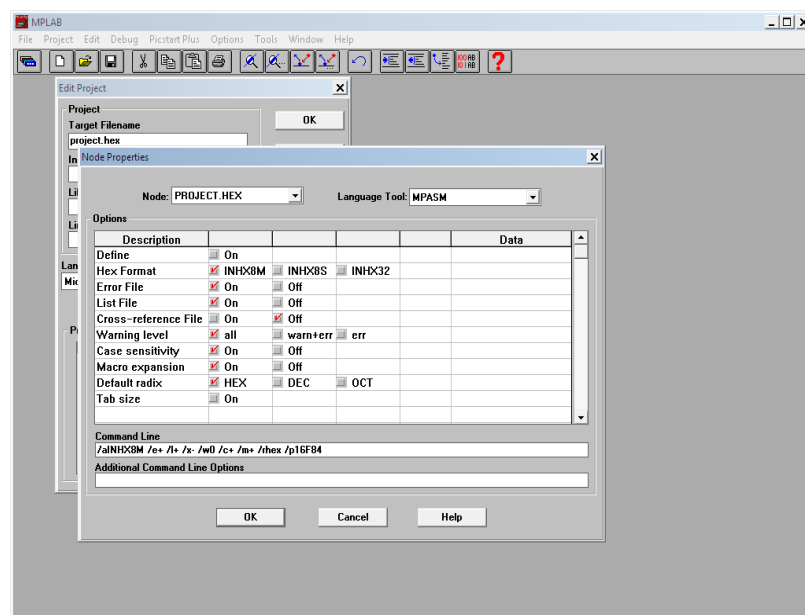


Figure (III.8) : fenêtre Node Project.

- Après ces vérifications ont cliqué sur la touche OK. Dès lors, le projet est créé. Il contient les paramètres qui lui sont nécessaires, nous pourrons nous la suit

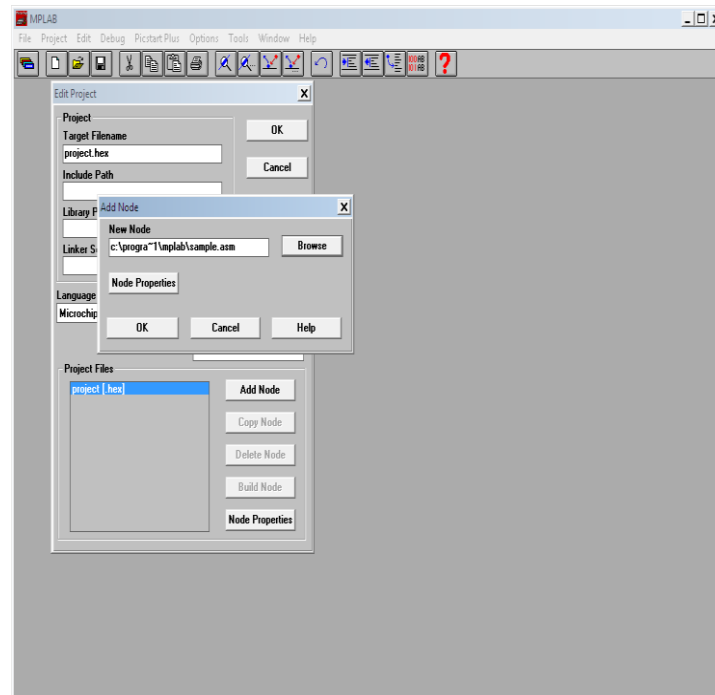


Figure (III.9) : fenêtre Add Node.

III-5-2-2-Deuxième étape : écriture du programme source (programmation en Langage Assembleur) :

Pour taper notre programme, nous allons dans File → New

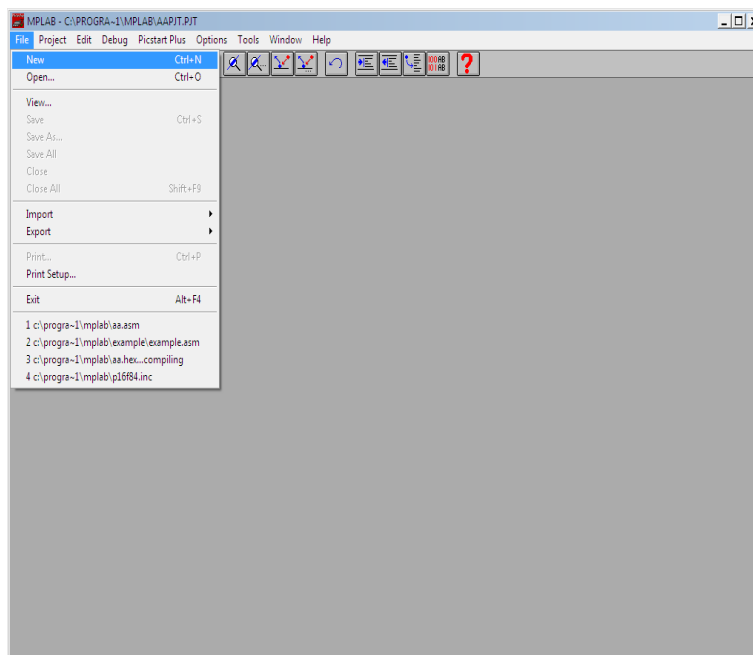


Figure (III.10) : fenêtre New File.

- La fenêtre d'accueil est Untitled1 : C'est à partir de maintenant que l'écriture à proprement parler des instructions du Programme peut démarrer.

La programmation en langage ASSEMBLEUR se fait en utilisant instruction du PIC. Ecrire un programme en langage ASSEMBLEUR revient donc à détailler au PIC ce qu'il doit faire, en le disant exclusivement au moyen des instructions : les seuls mots qu'il est Capable De comprendre. C'est celle de l'éditeur de texte de MPLAB. Elle est prête à recevoir les lignes de notre Programme.

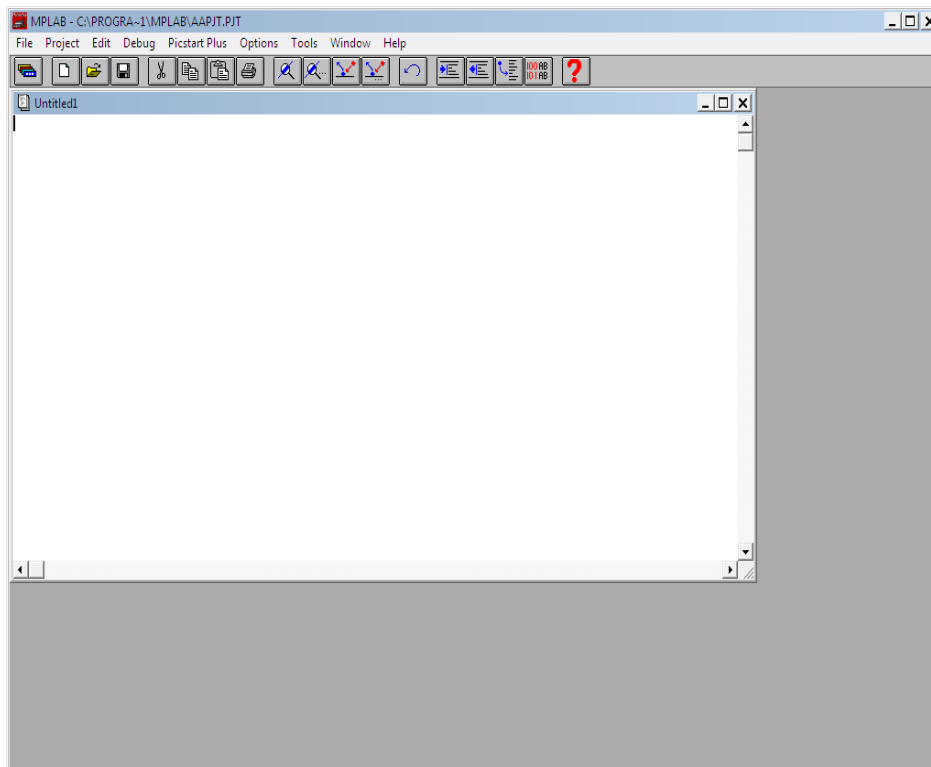


Figure (III. 11) : fenêtre d'accueil.

- Lorsque toutes lignes programme ont été saisies, allons dans : File → Save As

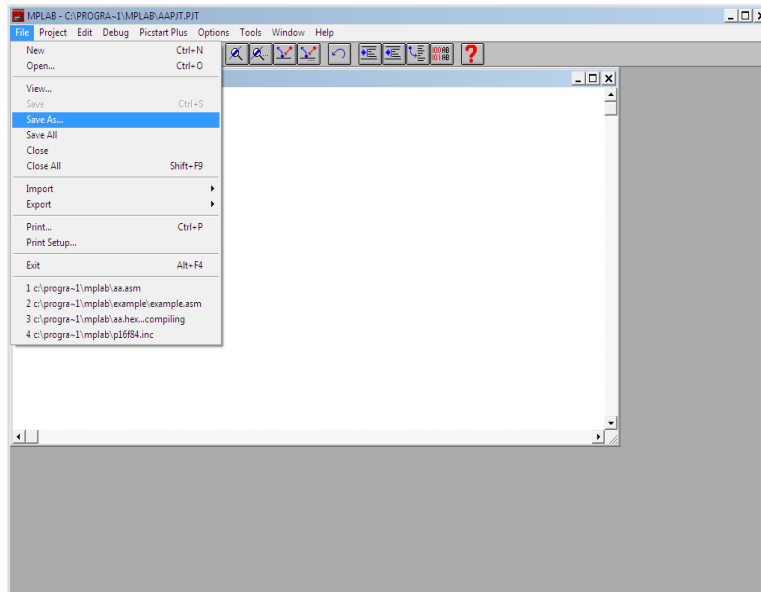


Figure (III.12) : fenêtre Save As.

- Une fenêtre s'ouvre (Save File As) : Dans le champ File Name demandent le nom sous lequel nous voulons sauvegarder le Fichier, on tape le non du programme-qui doit être impérativement le même que celui du Projet, suivi de l'extension **.asm** ainsi MPLAB nous le rappelle (**project.asm**)

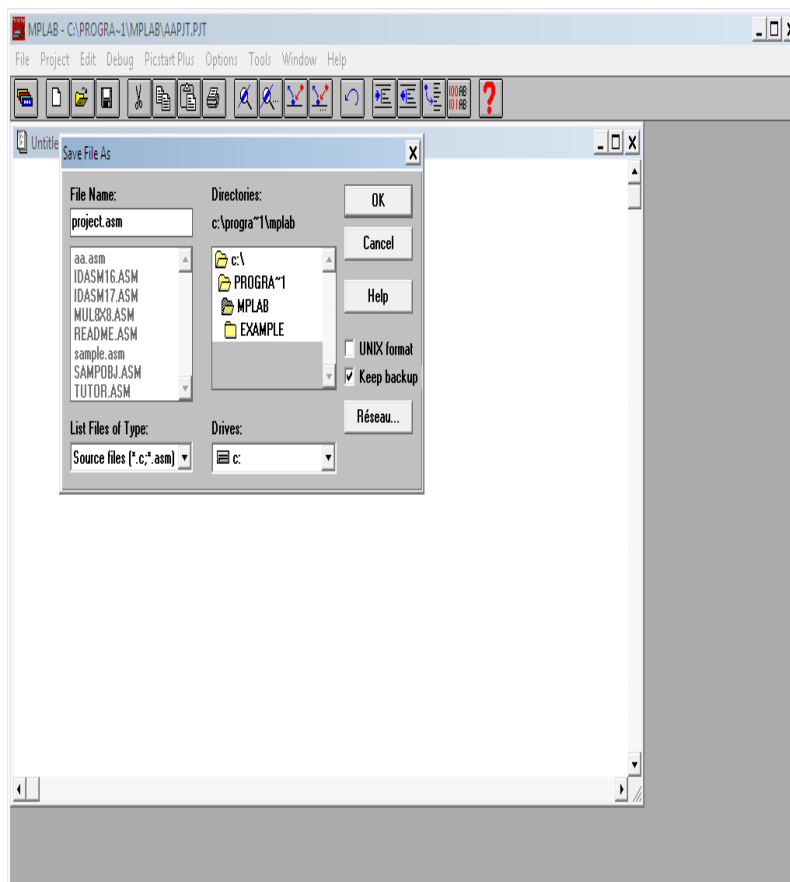


Figure (III.13) : fenêtre Save file As.

- Puis on termine en cliquant sur la touche OK.
- Puis nous allons dans : Project → Build All

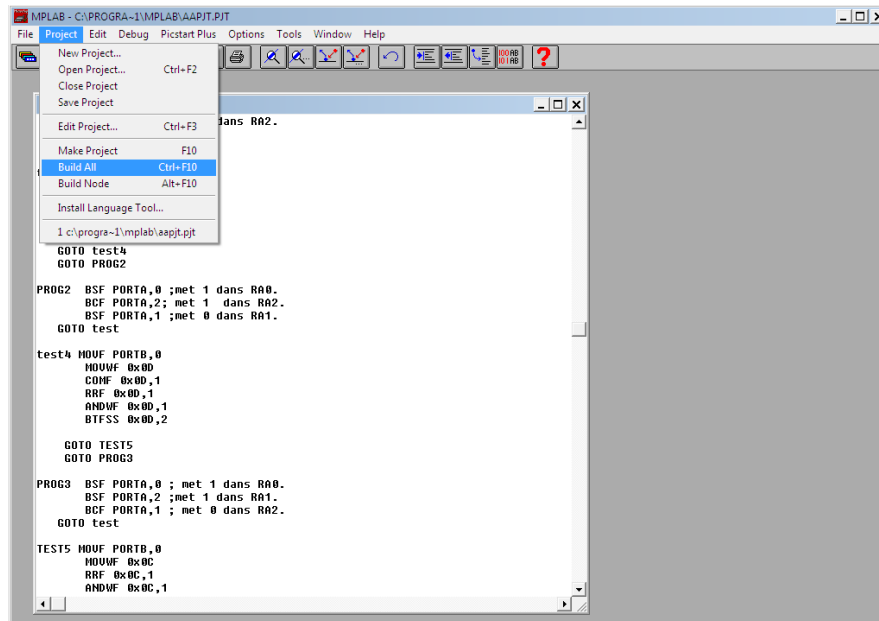


Figure (III. 14) : fenêtre Build All.

- Dès lors, la compilation démarre : les instructions du fichier **project.asm** écrites en Langage assembleur (celui utilisant les mnémoniques) sont transformées en une suite de Oct 1 (seul langage compréhensible par 16f84) Pour constituer le fichier **project.hex** Il arrive qu'une compilation soit bonne du premier coup. A supposer que tel soit le cas, nous devrions voir s'ouvrir la fenêtre suivante :

```

MPLAB - C:\PROGRA~1\MPLAB\AAPIT.PJT
Project Edit Debug PicstartPlus Options Tools Window Help

c:\progra~1\mplab\aa.asm
Build Results
Building AA.HEX...
Compiling AA.ASM:
Command line: "C:\PROGRA~1\MPLAB\MPASM.EXE /a1MNX8H /e+ /l+ /x- /u0 /c+ /m+ /rhex /p16F8
BSF Message[302] C:\PROGRA~1\MPLAB\AA.ASM 16 : Register in operand not in bank 0. Ensure th
MOVUI Message[302] C:\PROGRA~1\MPLAB\AA.ASM 20 : Register in operand not in bank 0. Ensure th
Warning[207] C:\PROGRA~1\MPLAB\AA.ASM 139 : Found label after column 1. (test7)
MOVUI Warning[207] C:\PROGRA~1\MPLAB\AA.ASM 148 : Found label after column 1. (PRO05)
Warning[207] C:\PROGRA~1\MPLAB\AA.ASM 152 : Found label after column 1. (test8)
MOVUI Warning[207] C:\PROGRA~1\MPLAB\AA.ASM 161 : Found label after column 1. (PRO06)
Warning[207] C:\PROGRA~1\MPLAB\AA.ASM 166 : Found label after column 1. (test9)
BCF Warning[205] C:\PROGRA~1\MPLAB\AA.ASM 190 : Found directive in column 1. (end)

CLRUI Build completed successfully.

://////
://////
test B1

```

Figure (III.15) : fenêtre Build Results.

- Par le message : << Build completed successfully >> (la compilation s'est achevée avec Succès), cette fenêtre nous informe l'assemblage de notre fichier à extension **.asm** (**project.asm**) a abouti à un fichier à extension **.hex** (**project.hex**)
- Cela veut dire que dans notre programme source nous n'avons commis aucune erreur. Nous pourrions-tout au plus- voir apparaître des <<messages>> ou des <<warnings>>, C'est-à-dire des avertissements, des mis en grade.

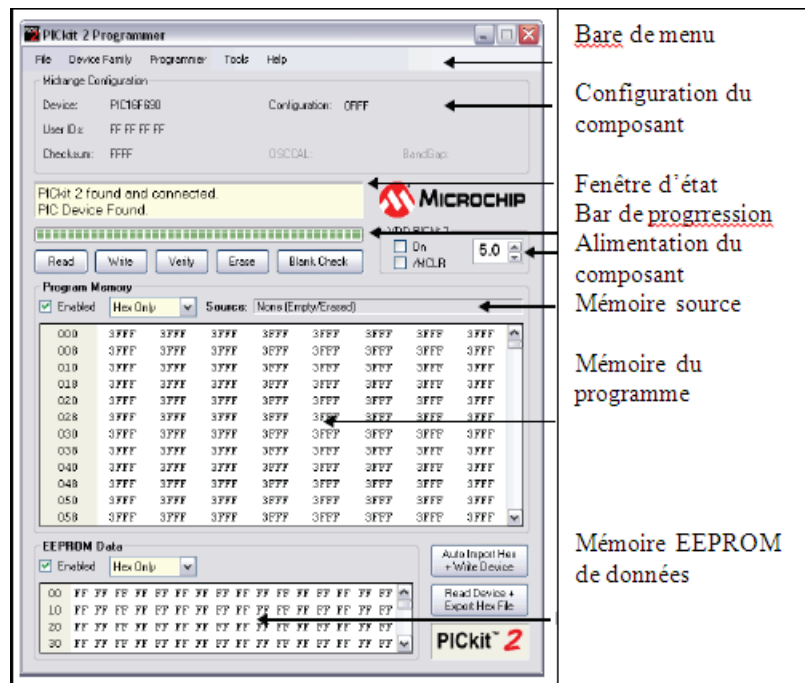
III-5-2-3-Toisième étape : correction des erreurs

Si notre programme contient des erreurs, la compilation n'aboutit pas. Avec le Message Build failed (construction ratée), nous verrions apparaître des messages Mentionnant La ou les erreurs.

Dans ce cas, il fut impérativement revenu au fichier à extension **.asm** et corriger Les erreurs puis, relancer la compilation depuis le début. Cela autant de fois que nécessaire, jusqu'à lire le message : <<Build completed successfully>>.

III-5-3-Mode D'emploi du PICKIT2 :

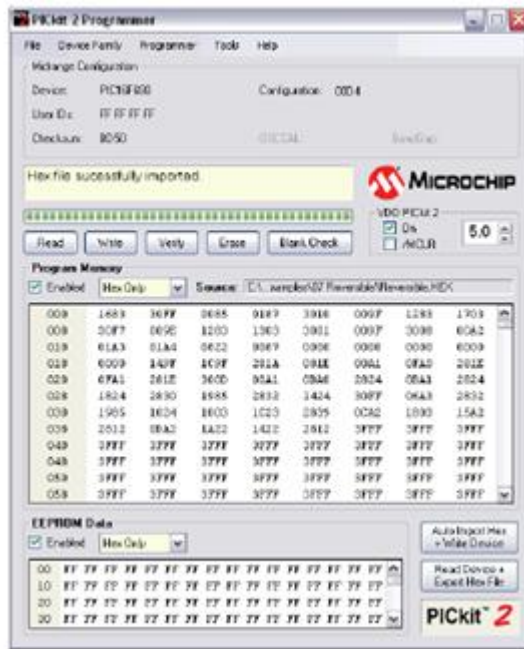
Pour programme notre pic 16f84 on a utilisé le programmeur piloté par logiciel pickit2 Après l'installation, le Pc doit signaler qu'il a reconnu le Pickit2, s'il est connecté. Connecter le Wellbot, Bimo ou autre avec la sélection <<Midrange>>. Lire le contenu en sur <<read>>. Sauver éventuellement en exportant si nous voulons pouvoir recharger le même programme ultérieurement.



Figure(III.16) : fenêtre lecture de programme dans pickit2.



Figure(III.17) : sélection du famille de composant.



Figure(III.18) : exemple d'importer le fichier hex.



Figure (III.18) : bouton écriture et lecture.

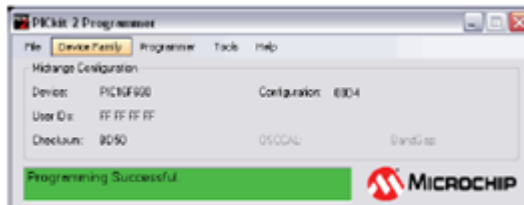
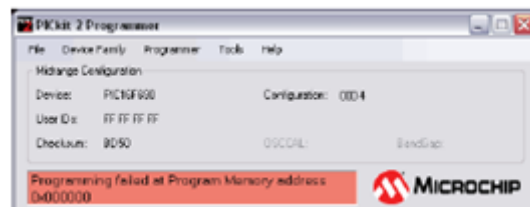


Figure (III.19) : Fenêtre exemple de programmation réussite.



Figure(III.20) : Fenêtre exemple de programmation non réussite.

. Charger notre programme préparé avec Smile-NG ou compilateur qui génère format Hex Compatible (Import). Avant de programmer avec la case <<Write>>, vérifier que le code Est apparemment aux bonnes adresses

Voici le programme en langage assembleur qui permet d'automatuer notre système :

III-4-1-Programme de commande du système hydraulique :

```
list p=16f84
#include p16f84.INC
;_CONFIG 0x3ff9
;COMPT1 EQU 0x0C
;////////////////////////////////////
    org 0x00    ;vecteur de rest.
;////////////////////////////////////
    GOTO INT
    INT org 0x30
;////////////////////////////////////
    BSF STATUS,RP0 ;initialisation et configuration des portes A et B.
    MOVLW 0x00 ; met la valeur '0x00' dans le registre W,port A comme sortie.
    MOVWF TRISA ;portA configuré.
    MOVLW 0xff ;met la valeur '0xff' dans le registre W,port B comme entrée.
    MOVWF TRISB ;portB configuré.
    BCF STATUS,RP0 ;retur à la page 0 de registre file
    CLRF PORTA ; initialisation le portA.
;////////////////////////////////////
    ;programme principale.
;////////////////////////////////////
test BTFSC PORTB,0 ;tester l'état du bit B0 et sauter l'instruction SI RP0=0.
    GOTO test1 ; le programme se reboucle et va à test1.
    GOTO arret ; le programme se reboucle et va à arret.
Arret
    BCF PORTA,4; met 0 dans RA4
    BCF PORTA,0; met 0 dans RA0.
    BCF PORTA,1; met 0 dans RA1.
BCF PORTA,2;met 0 dans RA2.
GOTO test
test1 BSF PORTA,4 ;met 1 dans RA4.
    BTFSC PORTB,1 ; tester l'état du bit B1 et sauter l'instruction Si RB1=0.
    GOTO test2 ; le programme se reboucle et va à test2.
```

GOTO arret1 ; le programme se reboucle et va à arret1.

arret1

BSF PORTA,3; met 1 dans RA3.

BCF PORTA,0 met 0 dans RA0.

BCF PORTA,1; met 0 dans RA1.

BCF PORTA,2 ; met 0 dans RA2.

GOTO test

test2 BCF PORTA,3 ; met 0 dans RA3.

MOVF PORTB,0

MOVWF 0x0C

COMF 0x0C,1

RLF 0x0C,1

COMF PORTB,0

ANDWF 0x0C,1

BTFSS 0x0C,3

GOTO test3

GOTO PROG1

PROG1

BSF PORTA,0 ; met 1 dans RA0.

BSF PORTA,1 ; met 1 dans RA1.

BSF PORTA,2 ; met 1 dans RA2.

GOTO test

test3 MOVF PORTB,0

MOVWF 0x0C

COMF 0x0C,0

RLF 0x0C,0

ANDWF 0x0C,1

BTFSS 0x0C,3

GOTO test4

GOTO PROG2

PROG2

BSF PORTA,0 ; met 1 dans RA0.

BSF PORTA,1 ; met 1 dans RA1.

BCF PORTA,2 ; met 0 dans RA2.

GOTO test

test4 MOVF PORTB,0

MOVWF 0x0C

COMF 0x0C,1

RRF 0x0C,1

ANDWF 0x0C,1

BTFSS 0x0C,2

GOTO PROG3

GOTO TEST5

PROG3

BSF PORTA,0 ; met 1 dans RA0.

BSF PORTA,2 ; met 1 dans RA2.

BCF PORTA,1 ; met 0 dans RA1.

GOTO test.

test5 MOVF PORTB,0

MOVWF 0x0C

RRF 0x0C,1

ANDWF 0x0C,1

BTFSS 0x0C,2

GOTO test6

GOTO test

test6 MOVF PORTB,0

MOVWF 0x0C

RRF 0x0C,1

ANDWF 0x0C,1

BTFSS 0x0C,4

GOTO test7

GOTO PROG4

PROG4

BCF PORTA,0 ; met 0 dans RA0

BCF PORTA,1 ; met 0 dans RA1.

BCF PORTA ,2 ; met 0 dans RA2.

GOTO test

test7 MOVF PORTB,0

```
MOVWF 0x0C
COMF 0x0C,1
RRF 0x0C,1
ANDWF 0x0C,1
BTFSS 0x0C,4
GOTO test8
GOTO PROG5
PROG5
    BSF PORTA,0 ; met 1 dans RA0.
    BSF PORTA,2 ; met 1 dans RA2.
    BCF PORTA,1 ; met 0 dans RA1.
GOTO test
test8 MOVF PORTB,0
    MOVWF 0x0C
    COMF PORTB,0
    RLF PORTB,0
    ANDWF 0x0C,1
    BTFSS 0x0C,5
GOTO test9
GOTO PROG6
PROG6
    BSF PORTA,0 ; met 1 dans RA0.
    BSF PORTA,1 ; met 1 dans RA1.
    BCF PORTA,2 ; met 0 dans RA2.
GOTO test
test9 MOVF PORTB,0
    MOVWF 0x0C
    COMF 0x0C,1
    RRF 0x0C,1
    COMF PORTB,0
    ANDWF 0x0C,1
    BTFSS 0x0C,4
GOTO test
GOTO PROG7
```

PROG7

BSF PORTA,0 ; met 1 dans RA0.

BSF PORTA,1 ; met 1 dans RA1.

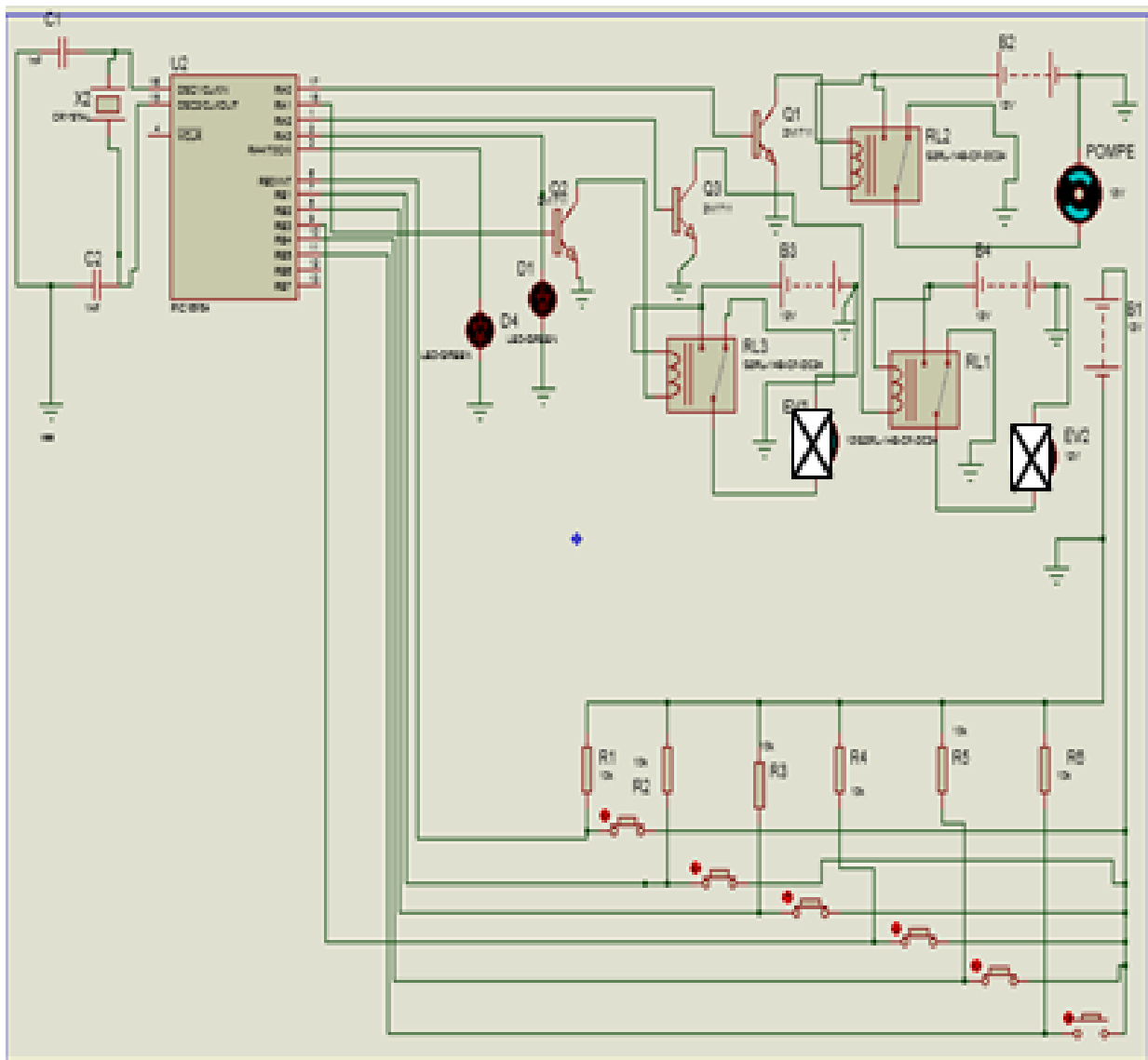
BSF PORTA,2 ; met 1 dans RA2.

GOTO test

End

III-5-Réalisation et implantation des composant :

Voici notre schéma électrique de la catre de command dssiné sous logiciel PROTUS


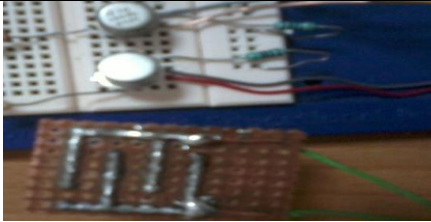





Figure(III.21) : Schéma du montage par logiciel PROTUS.

La liste des composants électrique est donnée par le tableau suivant :


Tableau (III.1) : Lise des matériels électrique.

Composantes	Désignation	Caractéristiques	Nombre
	Capacités	15 pf	2
	Microcontrôleur	16F84A	
	Oscillateur à quartz	4MHz	
	Résistances	330Ω 1KΩ	5
	Alimentation continue	5V 12V	1
	Programmateur	PICKIT2	1
	Relais électromagnétique	5v	3
	Bouton marche/arrêt	-	1

	<p>LES LEDs</p>	<p>5v</p>	<p>4</p>
	<p>Capteur de niveau</p>	<p>Sonde + transistor</p>	<p>5</p>
	<p>Electrovanne</p>	<p>220V</p>	<p>2</p>
	<p>Tronsistor</p>	<p>2N1893</p>	<p>8</p>
	<p>Pompe</p>	<p>12V</p>	<p>1</p>

- La liste des composants hydraulique est donnée par le tableau suivant :

Tableau (III.2) : liste des matériels hydraulique.

Composant	Désignation	Caractéristique	Nombre
	Réservoir	Volume	3
	Tuyauteris	2 mètre	3
	Réducture raccordement(entré- sortie)		1

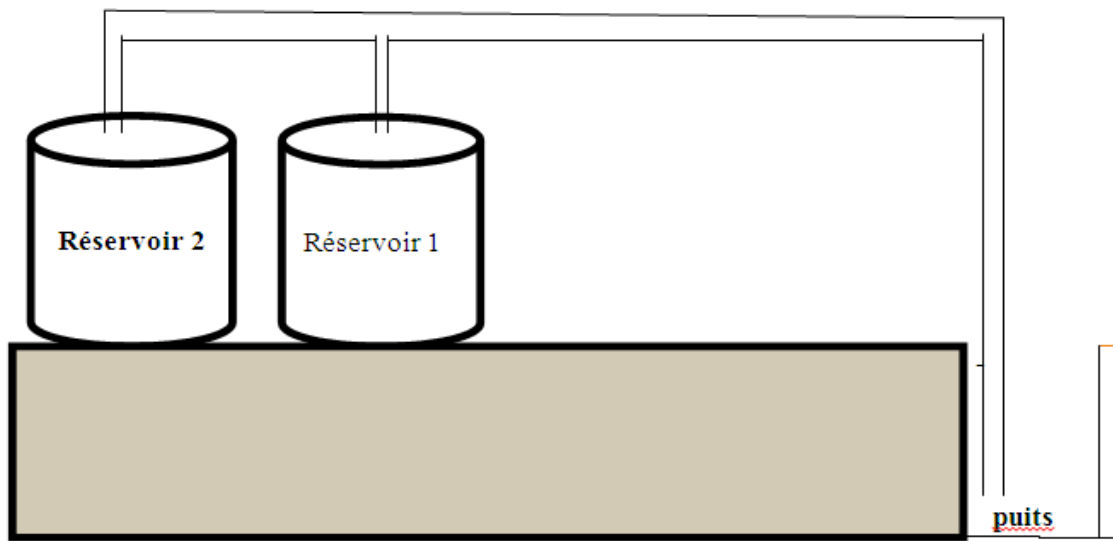


Figure (III.22) : schéma du montage du circuit hydraulique.

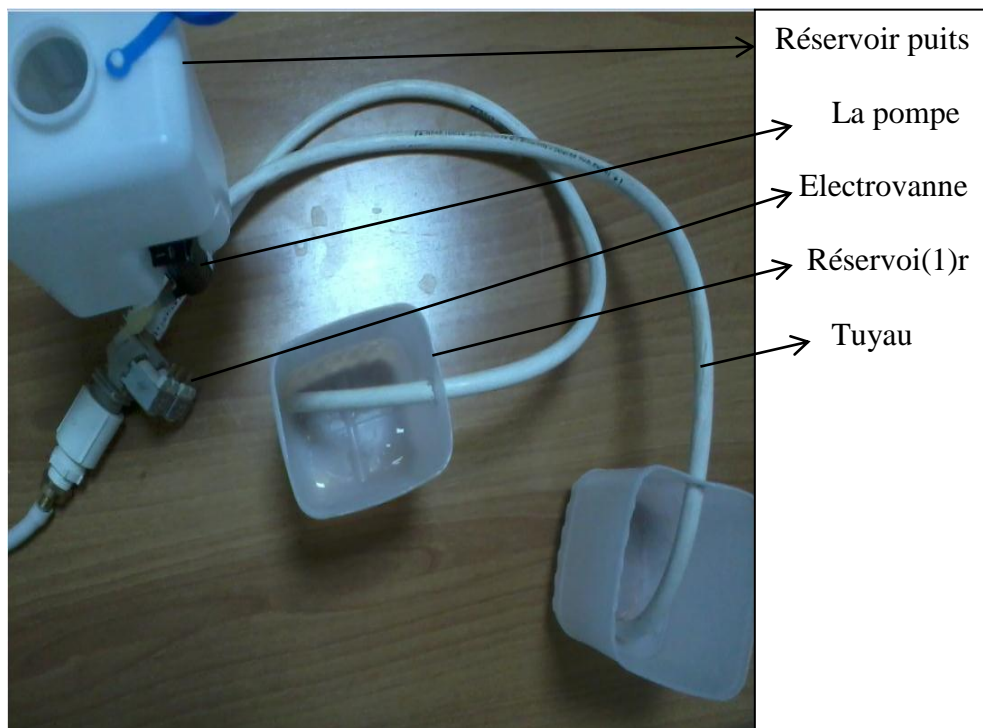


Figure (III.23) : Circuit hydraulique.

Conclusion

Lors de la conception et l'exploitation de notre système hydraulique automatique, divers outils, matériels (composant électrique, pompe, tuyaux, réservoir...etc.) et logiciels (MPLAB PICK2) doivent être envisagées. Ils sont convenablement choisis et utilisés, en vue de remplir le cahier des charges

En effet ce système est constitué de quatre parties principales la partie détection des informations contenant les capteurs qui peuvent servir d'indicateur de niveau et de quantité d'eau dans les réservoir ,la seconde partie traitement de l'information qui est le circuit de commande qui ordonne l'action d'alimenter et remplir les deux réservoirs à base de microcontrôleur, la troisième partie qui est opérative (contient les actionneurs pompe, électrovanne) , et enfin la quatrième partie le circuit hydraulique qui est constitué réservoir et de tuyaux et raccordement.

Ce système prototype donne une image à l'automatisation d'un réseau hydraulique réel.

Donc la boîte de commande ou d'automatisation reste toujours la même sauf nous devons changer seulement la pompe de 12 V par une pompe industrielle à 220V ou 380 V et les deux électrovannes par d'autres industrielles et les implanter dans le réseaux hydraulique et pour que ce système soit rentable faire changer les capteurs par d'autres plus performant.

CONCLUSION GENERALE

L'exploitation et l'automatisation des systèmes hydrauliques sont très utiles, qui constituent une association des composants électronique, hydraulique, informatique et mécanique.

Ce projet nous a permis de réaliser une petite installation hydraulique prototype, commander et contrôler par une carte électronique qui ordonne à une seule pompe et deux électrovannes d'alimenter deux réservoirs pour stocker une certaine quantité d'eau d'une façon continue à partir d'un réservoir source (puits).

Nous avons établi le projet et créer le programme qui permet de répondre au cahier de charge.

Notre étude a été axée sur la conception de la commande et la conception du circuit hydraulique. A ce stade, nous pouvons affirmer que l'objectif de notre travail est atteint. En effet, la réalisation de cette commande programmée nous a conduits réellement à l'obtention du stockage de l'eau dans deux réservoirs d'une façon continue.

Des modifications de commande peuvent être apportées selon les exigences des utilisateurs qui répondent au cahier des charges. En fait, l'emploi du microcontrôleur PIC 16F84A nous facilite les tâches. Peut-être avec d'autres microcontrôleurs plus performants que celui que nous avons utilisé, arrive-t-on à concevoir un nouveau modèle de commande qui répond à un nouveau cahier de charge et à la supervision de cette station hydraulique miniaturisée.

Bibliographie

- [1] : « Mémento du gestionnaire de l'alimentation en eau et de l'assainissement »,
Tome
P.205, 206, 207.
- [2] : [2] : B. SALAH « polycopie d'Alimentation en Eau Potable », p.30a, 63, 64,72,
73,74, 75,76
- [3] : CHARLATTE « Réservoirs hydraulique ».
- [4] : Lemasson G., Les machines transformatrices d'énergie, Tome2, Delagrave,1982.
- [5] : typepomp.pdf principe de pompes centrifuge
- [6] : Adamt T., les Turbopompes, Eyrolles, Paris, 1976.
- [7] : A.G.H.T.M Paris 1982 « les stations de pompage », édition Technique et
Documentation, p.101.
- [8] : C. GOMELL et H. GUERREE « La distribution d'eau dans les agglomérations
de petite et moyenne importance », Edition EYROLLES, 2004, université LAVAL.
- [9] : Fonctionnement des électrovannes de suspension v1.2 - Christophe TATIN
13/04/2004
- [10] : perso.numericable.fr/cira/pdf/Cours/.../niveau.pdf/2006-2007
- [11] : 5v DC 220/250v AC5A
- [12] : PISAK.S, le microcontrôleur PIC16F84 (UC+archit+time+d instr)
- [13] : Y. DAIB et BOUDJEMLINE, élaboration d'applications auteur du
microcontrôleur PIC16F84. (Mémoire+les port)
- [14] : Mémoire de fin d'étude université de M'sila 2013.
- [15] : HIMER Khier et HAMANI Abdlhake étude et réalisation d'une protection
Électrique mini tension pour moteur asynchrone, mémoire de fin d'étude en vue de
l'obtention du diplôme de technicien supérieur en électronique industriel 2014 (les def
familles+structure de pic+RAM).

Résumé

Les réseaux et les installations hydrauliques ont besoin toujours d'être automatiser. Ce projet permet de répondre à ce problème. Nous avons réalisé un circuit hydraulique prototype et sa carte de commande. Ce circuit comporte trois réservoirs deux électrovanne, pompe, capteurs de niveaux, relais, microcontrôleur et des composants électroniques annexes. Ce travail repose sur la connaissance du câblage électrique et hydraulique ainsi que la programmation des microcontrôleurs. L'avantage de leur utilisation s'appuie surtout sur la facilité de leur commande et la mise en œuvre.

La réalisation de la carte de commande a permis de faire contrôler et maintenir une certaine quantité d'eau dans les deux réservoirs à usages générales.

ملخص :

الشبكات وتجهيزات الهيدروليك بحاجة دائمة إلى أن يكون آليا. هذا المشروع يتناول هذه المشكلة. حققنا دارة هيدروليكية نموذجية وبطاقة تحكمها. تضم هذه دارة ثلاثة خزانات اثنين صمام الملف اللولبي، ومضخة، وأجهزة الاستشعار مستوى، مرحلات، ومتحكم والمكونات الإلكترونية ذات الصلة. ويستند هذا العمل على معرفة الأسلاك الكهربائية والهيدروليكية وبرمجة المتحكم. فوائد استخدامها تنطبق بشكل رئيسي على سهولة التحكم والتنفيذ. تحقيق بطاقة التحكم سمح بالتحكم ومراقبة والحفاظ على كمية معينة من المياه في خزانين للاستخدام العام.

Abstract

Networks and equipment hydraulic always need to be automated. This project deals with this problem. We made a typical hydraulic circuit card and control board. This circuit includes three reservoirs two solenoid valve, pump, and level sensors, relays, and microcontroller and Electronic component annex. This work is based on knowledge of electrical and hydraulic wiring and programming of microcontroller. Benefits used mainly apply to the ease of implementation and control.

Achieve control card was allowed to control, monitor, and maintain a certain amount of water in the two reservoirs for public use.