

Chapitre II:
Le pic 16F887



Chapitre II : le pic 16F887

I. Introduction

Un objet technique, intégrant de l'électronique, fait souvent apparaître des fonctions ayant pour rôle le traitement d'information : opérations arithmétiques (Addition, multiplication...) ou logiques (ET, OU...) entre plusieurs signaux d'entrée permettant de générer des signaux de sortie. Ces fonctions peuvent être réalisées par des circuits analogiques ou logiques, mais lorsque l'objet technique devient complexe, et qu'il est alors nécessaire de réaliser un ensemble important de traitements d'informations, il devient plus simple de faire appel à une structure à base de microcontrôleur PIC.

II microcontrôleurs

II.1. Généralités sur les microcontrôleurs

Un microcontrôleur se présente comme étant une unité de traitement de l'information de type microprocesseur contenant tous les composants d'un système informatique, à savoir microprocesseur, des mémoires et des périphériques (ports, timers, convertisseurs...).

Chaque fabricant a sa ou ses familles de microcontrôleurs. Une famille se caractérise par un noyau commun (le microprocesseur, le jeu d'instruction...), ainsi les fabricants peuvent présenter un grand nombre de pins qui s'adaptent plus au moins à certaines tâches, mais un programmeur connaissant une famille n'a pas besoin d'apprendre à utiliser chaque membre, il lui faut connaître juste ces différences par rapport au père de la famille. Ces différences sont souvent, la taille des mémoires, la présence ou l'absence des périphériques et leurs nombres.

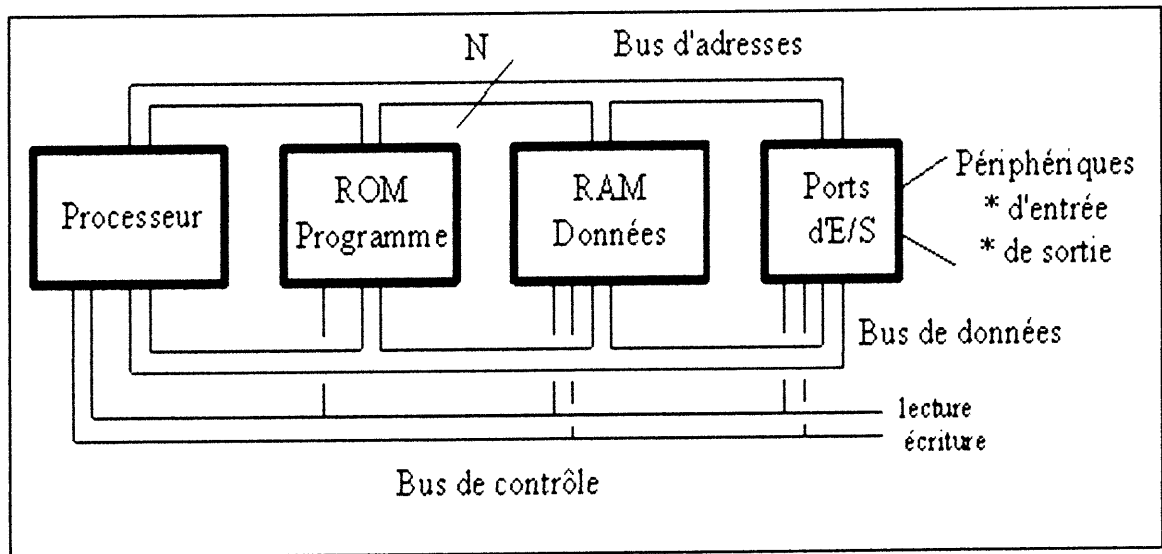


Figure II.1 : Structure d'un système à base de microprocesseur

II.2 microcontrôleur pic

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

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

Les PIC existent dans plusieurs versions :

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

II.2.1 Classification des PICs de micro chip

Actuellement les modèles micro chip, sont classés en trois grandes familles, comportant chacune plusieurs références. Ces familles sont :

- Base –line : les instructions sont codées sur 12 bits.
- Mide –line : les instructions sont codées sur 14 bits.
- High –end : les instructions sont codées sur 16 bits.

II.2.2 Identification des PICs

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

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

L : tolérance plus importante de la plage de tension.

XX : type de programme.

C : EPROM ou EEPRO.

F : flash.

yy : identificateur.

zz : vitesse maximale du quartz de pilotage.

II.2.3 Architecture interne d'un PIC

Le schéma ci-dessous présente les principaux blocs fonctionnels présents à l'intérieur d'un PIC ainsi qu'une courte description. Pour un schéma plus précis, se référer à la datasheet de votre PIC.

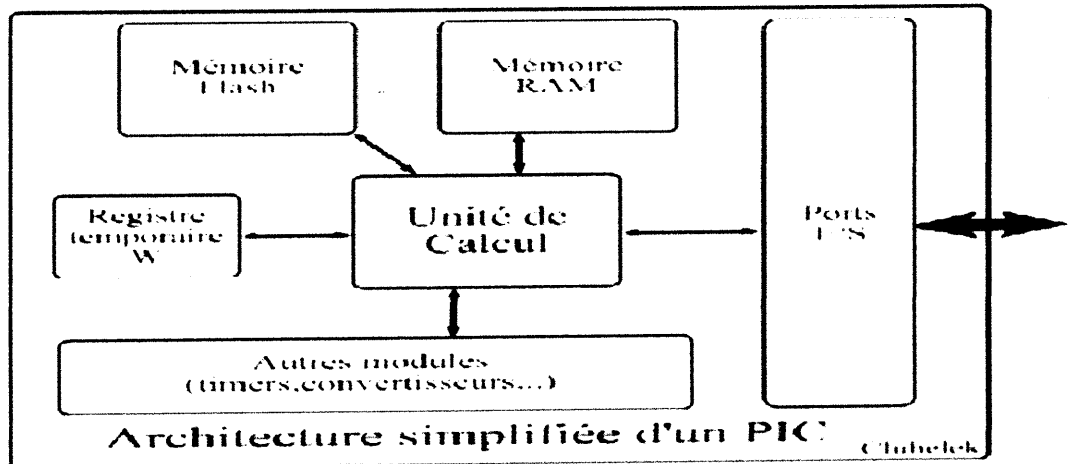


Figure II. 2 : Architecture interne simplifiée d'un PIC.

Description des blocs fonctionnels

- **Mémoire flash** : C'est une mémoire réinscriptible qui conserve ses données lorsque le PIC n'est pas alimenté. Elle est utilisée pour stocker le programme. A chaque ligne du programme est attribuée une adresse qui permettra à l'unité de calcul de se repérer.
- **Mémoire RAM** : C'est une mémoire volatile (qui s'efface quand le PIC n'est plus alimenté). Les variables utilisées au cours du programme sont stockées à cet endroit.
- **Unité de Calcul** : C'est le cœur du microcontrôleur. Ici se déroulent toutes les opérations à une vitesse définie par la fréquence d'horloge (fréquence d'oscillation divisée par 4).
- **Registre temporaire W** : C'est ici qu'est stockée la valeur nécessaire pour une opération de l'unité de calcul.
- **Ports E/S (Entrées/Sorties)** : Ce sont les unités qui font le lien entre ce qui se passe à l'intérieur du PIC et à l'extérieur.
- **Modules annexes** : Toutes les fonctions annexes (timers, comparateurs, convertisseurs analogiques/numériques ...).

II.2.4 Choix d'un PIC

On doit choisir un microcontrôleur qui s'adapte mieux à votre but. Pour choisir un microcontrôleur il faut savoir:

- le nombre de pattes qu'on a besoin.
- la vitesse où on travaille.
- les bus utilisés (I2C, RS232, USB...).
- la mémoire programme (pour sauvegarder le programme).
- la mémoire RAM (pour le calcul que le microcontrôleur doit les effectuer).
- la mémoire EPROM (si on a besoin que certaines données soient sauvegardées si l'alimentation se coupe).
- le prix de microcontrôleur.
- l'existence de microcontrôleur désiré dans le marché.

II.3 Le microcontrôleur PIC 16F887

II.3.1 Caractéristiques

- Fonctionne à 20 MHz maximum.

Possède :

- 35 instructions (composant RISC).
- 8Ko de Mémoire Flash interne pour le programme.
- 368 Octets de RAM.
- 256 octets de d'EEprom.
- 2 compteur/ timer de 8 bits.

- 1 compteur/ timer de 16 bits².
- 1 Watchdog.
- 15 sources d'interruption.
- 33 entrées/sorties numériques configurables individuellement, disposés en 5 ports nommés de A à E.
- 8 entrées configurables en entrées analogiques.
- un mode SLEEP.

II.3.2 Brochage de 16F887

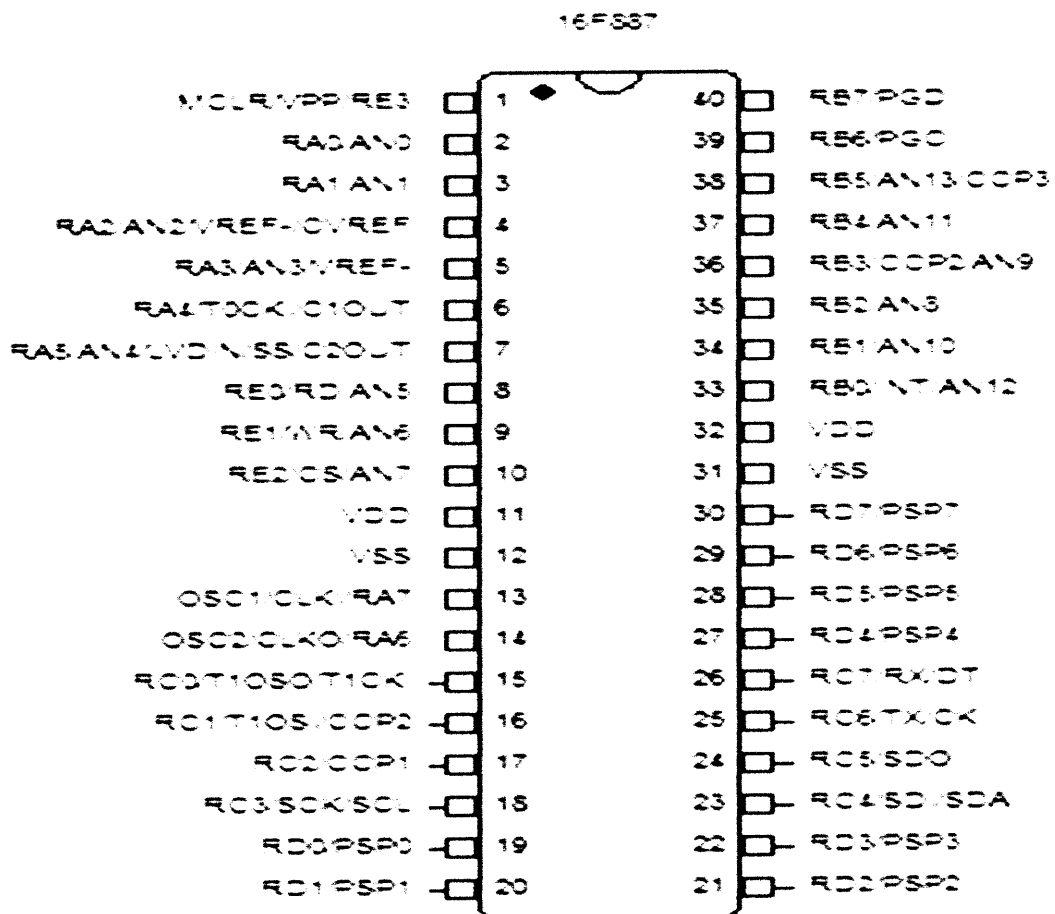


Figure II.3 : le pic 16F887

II.3.3 Les PINS de 16F887

- **MCLR**

Cette broche sert à initialiser le microcontrôleur.

Le microcontrôleur dispose de plusieurs sources de **RESET** :

- **POR**

- **EXTERNAL RESET** (*mise à l'état bas de MCLR*) : remise à zéro extérieure. il faut appliquer un niveau bas sur l'entre **REST** pendant ou moins **2µs** pour que l'initialisation soit prise en compte.

- **WDT** : chien de garde.

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

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

- **Oscillateur** : *OSC1 et OSC2 ou CLKIN et CLOUT.*

Ces broches permettent de faire fonctionner l'oscillateur interne du **PIC**.

On peut utiliser 3 types d'oscillateurs :

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

- **Alimentation** : VDD et VSS.

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

- De 4.5v à 6v pour la gamme standard F.
- De 2 à 6v pour la gamme étendue LF.

L'intensité du courant consommé peut aller de 1µA à 10mA.

- **L'Interruption** : RBO/INT.

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

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

• Les 5 ports sont d'entrées sorties input/output, ils sont bidirectionnels :

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

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

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

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

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

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

II.3.4 Les mémoires du PIC 16F887

Les mémoires sont de trois types différents :

II.3.4.1 La mémoire FLASH

C'est une mémoire programme de taille 8ko. Chaque case mémoire unitaire est de taille 13 bits. Cette mémoire est de type mémoire stable, c'est-à-dire qu'on peut réécrire dessus à volonté, car le 16F887 est caractérisé par la possibilité d'écrire des données. La zone mémoire est caractérisée par une adresse de 13 bits, alors ceci nous impose donc pour l'adressage les registres EEAR et EEADRH, de même, nous aurons pour les données, les registres EEDATA et EEDATH.

II.3.4.2 La mémoire RAM

Cette mémoire de taille 368 octets est une mémoire d'accès rapide et elle est volatile (les données seront perdus lorsqu'elle n'est plus sous tension). Elle contient tous les

registres de configuration du PIC ainsi que les différents registres de données. Elle contient également les variables utilisées par le programme. La RAM est la mémoire la plus utilisée. Toutes les données qui y sont stockées sont perdues lors d'une coupure de courant.

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

II.3.4.3 L'EPROM Interne

Le pic 16F887 contient également la mémoire électriquement effaçable, réécrivable et stable. Ce type de mémoire est d'accès plus lent. Pour gérer cette EEPROM on a besoin de quatre registres, à savoir EEDR, EEDATA, EECON1 et EECON2.

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

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

II.3.5 Les Timers

Notre pic possède 3 timers qui sont :

- **Le Timer 0 (8bits)** : il peut être incrémenté par des impulsions extérieures via la broche (TOCKI/RA4) ou par l'horloge interne ($F_{osc}/4$).

- **Le Timer 1 (8 bits)** : il peut être incrémenté soit par l'horloge interne par des impulsions sur la broche T1CKI/RC0 ou par un oscillateur (RC ou quartz) connecté sur les broches T1OSO/RC0 et T1OSI/RC1.

- **Le Timer 2 (16bits²)** : il est incrémenté par l'horloge interne, celle peut être pré-divisée. Tous ces timers peuvent déclencher une interruption interne, s'ils ont été autorisés.

II.6 Les interruptions

Présentation :

Le microcontrôleur dispose de plusieurs sources d'interruptions.

- Une interruption externe, action sur la broche **INT/RB0**.
- Débordement du **TIMER0**.
- Changement d'état logique sur une des broches du **PORTB (RB4 à RB7)**.
- Une interruption d'un des périphériques (**PEIE**).
- Fin de programmation d'une case mémoire de l'**EEPROM**.
- Changement d'état sur le **PORTD (PSPIE)**.
- Fin de conversion analogique numérique (**ADIE**).
- Réception d'une information sur la liaison série (**RCIE**).
- Fin d'émission d'une information sur la liaison série (**TXIE**).
- Interruption **SPI** ou **I2C** du module **MSSP (SSPIE)**.
- Interruption du registre de capture et/ou de comparaison 1 (**CCPI1E**).
- Interruption du registre de capture et/ou de comparaison 2 (**CCPI2E**).
- Débordement du **TIMER1 (TMR1E)**.
- Débordement du **TIMER2 (TMR2E)**.
- Collision de **BUS (BCLIE)**

II.7 Le convertisseur

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

II.8 Quartz de l'horloge

Comme tous les microprocesseurs, le PIC16F887 a besoin d'une horloge pour synchroniser et cadencer l'exécution de son programme. Un quartz qui permet de fixer la fréquence de l'horloge est alors indispensable. Dans le cas de ce microcontrôleur, le quartz utilisé peut aller jusqu'à 20MHz. Le temps qui s'écoule entre deux impulsions s'appelle un cycle d'horloge. Le microprocesseur base sur cette fréquence pour son fonctionnement interne.

Le filtre passe bas (R_s , C_1 , C_2) limite les harmoniques dus à l'écrêtage et réduit l'amplitude de l'oscillation.

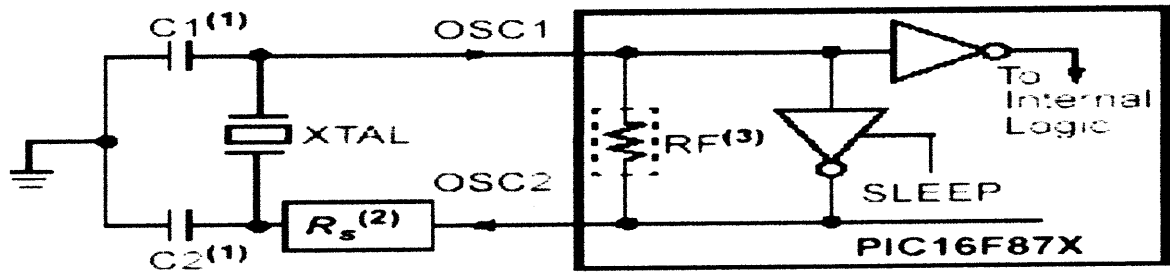


Figure II.4 : Schéma de l'horloge d'un pic 16F887

Quel que soit l'oscillateur utilisé, l'horloge système dite aussi horloge instruction est obtenue en divisant la fréquence par 4, par exemple avec un quartz de 4Mhz, on obtient une horloge instruction de 1 MHz, soit le temps pour exécuter une instruction de 1 μ s.

III Conclusion

Dans ce chapitre nous avons donné une description globale du microcontrôleur 16F887 de son brochage, de ses périphériques analogiques, ce qui nous facilitera son utilisation lors de la réalisation de notre système.