

I Le PIC16F877A

Le PIC (Programmable Interface Controller) c'est la famille de microcontrôleurs μ C de constructeur Microchip Technology Inc. Un microcontrôleur c'est un circuit intégré IC inclut une unité de traitement d'information c'est le microprocesseur μ P, des mémoires, des registres plus des interfaces de communication (entrées/sorties, ports séries . . .). Les PICs sont des composants dits RISC (Reduced Instructions Set Computer), ou encore (composant à jeu d'instruction réduit). Ces microcontrôleurs sont conçus sur une architecture dite HAVARD, elle est basée sur deux bus, un pour les données (bus de données) et l'autre pour les instructions (bus de programme).

Dans ce travail notre choix est porté vers le PIC 16F877A.

I.1 Principales caractéristiques

Un pic 16F877A possède les caractéristiques suivantes :

- Une fréquence de fonctionnement allant jusqu'à 20MHz.
- Jeu d'instructions de 35 instructions
- Une mémoire de programme de type FLASH sur 8K mots (1 mot=14 bits).
- Une mémoire de données de type RAM sur 368 octets.
- Une mémoire de données de type EEPROM sur 256 octets.
- Une pile (Stack) à 8 niveaux.
- 14 sources d'interruptions.
- Un chien de garde WDT (Watch Dog Timer).
- Timer0 (compteur 8-bits avec pré-diviseur).
- Timer1 (compteur 16-bits avec pré-diviseur et possibilité d'utiliser une horloge externe).
- Timer2 (compteur 8-bits avec pré-diviseur et post-diviseur).
- Un convertisseur Analogique-Numérique 10-bits à 8 entrées multiplexées.
- Deux modules de capture, comparaison, PWM
- Ports Entrées/Sorties : A, B, C, D et E.
- Une interface de communication série (MSSP, USART).
- Une interface de communication parallèle (PSP).
- Tension de fonctionnement est entre 2.0V et 5.5V

1.2 Branchement PIC16F877A

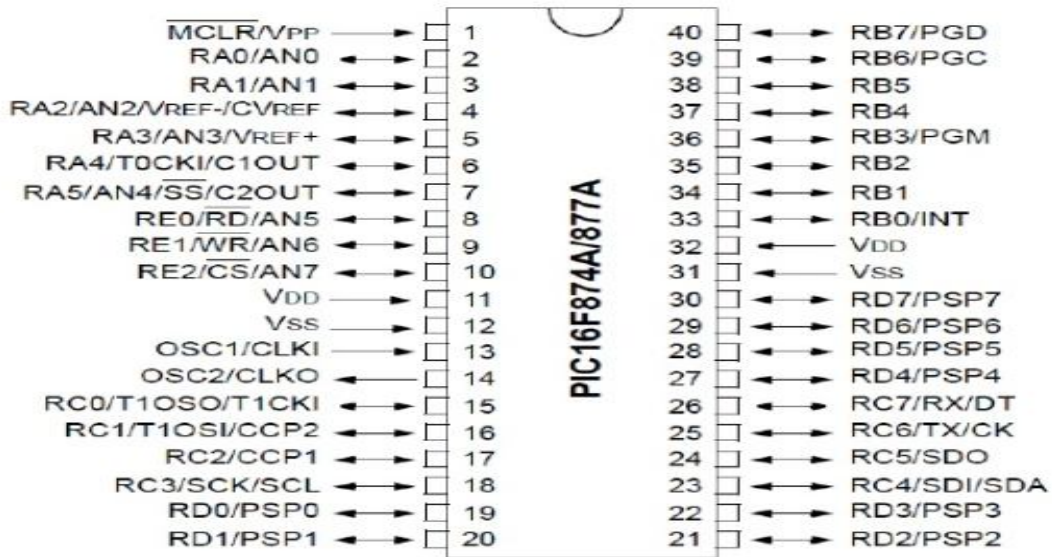


FIG 1 Branchement PIC16F877A

La figure au-dessus décrit l'architecture externe du 16F877 qui comprend 40 pins dont :

- 33 pins d'entrées/sorties multiplexées avec d'autres fonctions.
- 4 pins pour l'alimentation : VDD et VSS.
- 2 pins pour l'oscillateur : OSC0 et OSC1
- 1 pin pour le RESET : \overline{MCLR}

1.3 L'architecture interne

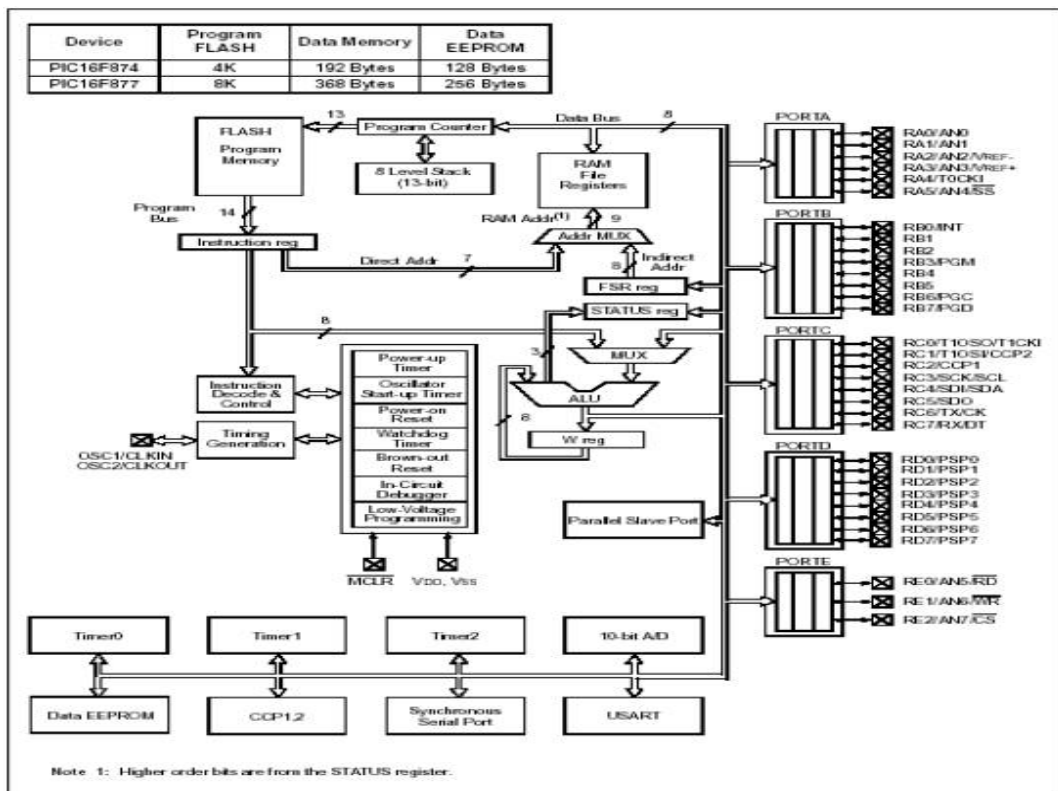


FIG 2 L'architecture interne PIC16F877A

1.4 Fonctionnement

Une fois le programme est stocké dans la mémoire (Program Memory) et le μC est initialisé, l'instruction à exécuter est désignée par le PC (Program Counter) et sera chargée dans le registre d'instruction (Instruction reg) au moyen d'un bus de programme sur 14-bits, puis elle sera décodée dans le décodeur et le contrôleur d'instruction (Instruction De code & Control) et ensuite dirigée vers l'UAL (ALU) avec les données chargées à partir des pins configurées comme entrées, l'UAL fera l'opération nécessaire et sauvegardera le résultat temporairement dans le registre de travail (Wreg) sur 8-bits, ce résultat sera aussi mit dans la RAM à l'aide d'un bus de données sur 8-bit

Organisation de la mémoire du PIC : La mémoire du PIC 16F877A est divisée en 3 parties :

- 1). La mémoire programme est constituée de 8k mots de 14 bits. C'est dans cette zone que nous allons écrire notre programme. Le PIC exécute une à une les instructions logées dans la mémoire de programme.
- 2). La mémoire EEPROM « Electrical Erasable Programmable Read Onlay Memory », est constitué de 256 octets, ces octets sont conservés après une coupure de courant et sont très utiles pour conserver des paramètres semi-permanents.
- 3). La mémoire RAM est celle qui est sauvent utilisée. Toutes les données qui y sont stockées sont perdues lors d'une coupure de courant. La mémoire RAM disponible du 16F877A est de 368 octets.

1.5 Les registres du pic 16F877A

- a. Le registre FSR d'adresse 0X04 appelées REGISTRES SPECIAUX et des cases mémoires «libres» dont nous pouvons nous en servir à notre guise.
- b. Le registre status d'adresse 0X03 ou registre d'états

Comme son nom l'indique ce registre contient un certain nombre de bits d'états de l'unité centrale mais aussi des bits de sélection de la page qui s'appellent ici RP1 et RP0. De ce fait, il peut être lu comme n'importe quel autre registre étant entendu que certains bits d'états restant non modifiables.

Le PIC 16F877A possède une unité arithmétique et logique « UAL » et un registre de travail W. L'UAL effectue des fonctions arithmétiques booléennes entre les données se trouvant dans le registre de travail et n'importe quel registre. Pour les instructions à deux opérandes, typiquement une donnée est dans le registre de travail «W» et l'autre opérande dans un autre registre ou se trouve une valeur immédiate constante. Pour les instructions à un seul opérande, la donnée se trouve soit dans le registre de travail «W» soit dans un autre registre. Le registre de travail «W» possède 14bits, utilisé pour les opérations avec l'UAL, ce n'est pas un registre adressable. Elle « UAL » est composée :

- D'un accumulateur 8 bits W : WORKING «travail », c'est lui qui effectue toutes les opérations arithmétiques et logiques.
- Un registre d'état 8bits STATUS.

IRP	RP1	RP0	$\overline{\text{TO}}$	$\overline{\text{PD}}$	Z	DC	C
Bit7						Bit0	

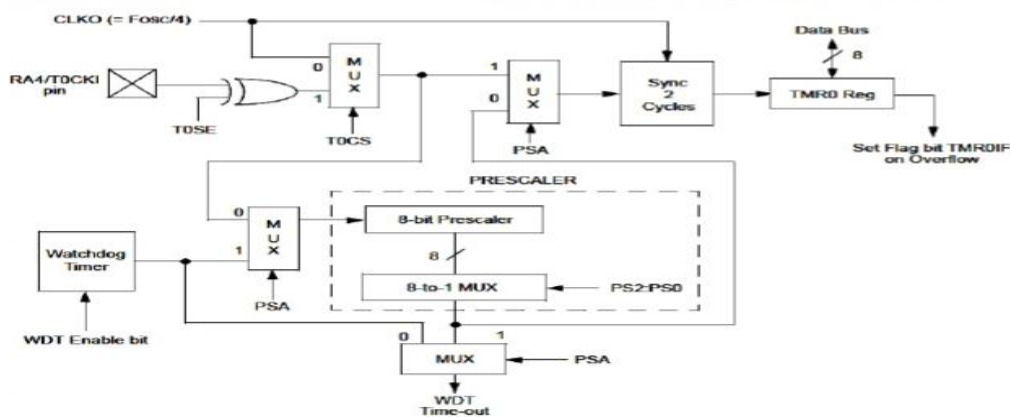
- Bit 0 ou bit C Carry c'est le bit de retenue en addition ou soustraction sur un octet. Il est positionné à 1 si une retenue est générée depuis le bit de poids fort
- Bit 1 ou bit DC comme Digit Carry0 il est positionné à 1 si une retenue est générée du bit 3 « Bit de poids fort du quartet inférieur » vers le bit 0 du quartet supérieur. Il se utilise pour corriger le résultat d'opérations effectuées en code BCD

- Bit 2 ou Z comme Zéro, ce bit est mis à 1 si le résultat de l'opération arithmétique ou logique est nul.
- Bit 3 ou PD comme Power Down, ce bit à 1 lors de la mise sous tension du circuit ou lors de l'exécution d'une instruction CLWDT relative au timer chien de garde il est mis à 0 par l'instruction SLEEP.
- Bit 4 ou bit TO comme Time Out, ce bit est à 1 lors de la mise sous tension du circuit ou lors de l'exécution d'une instruction CLWDT ou SLEEP, il passe à 0 si le timer chien de garde déborde.
- Bit 5 ou bit RP0 « Registre Bank Select0 », ce bit sert à sélectionner l'une des deux pages de la mémoire « Page 0 ou Page 1 » sachant que chaque page mesure 128 octet.
RP0=0 sélectionne la page mémoire 0 « adresse de 00 à 7F»
RP0=1 sélectionne la page mémoire 1 « adresse de 80 à FF»
- Bit 6 ou bit RP1 « Registre Bank Select1 », permet la sélection des pages 2 et 3.
- Bit 7 ou bit IRP ce bit est prévu pour un future adressage paginé indirect.

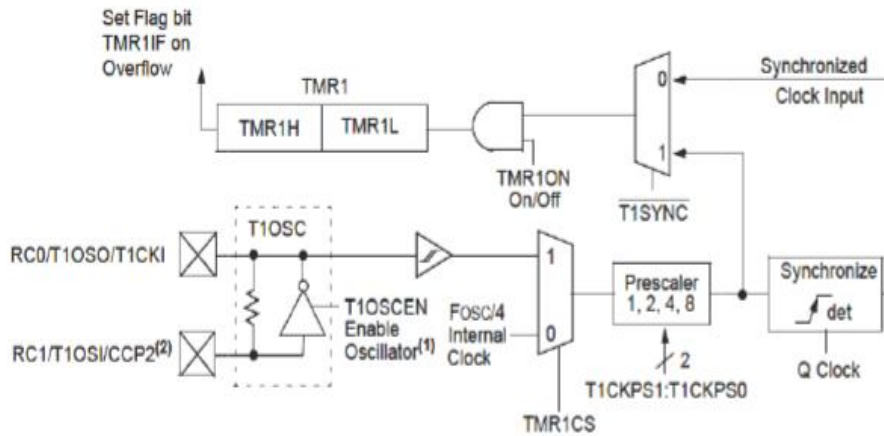
1.6 Les timers

Les Pics 16F877A disposent 3 timers :

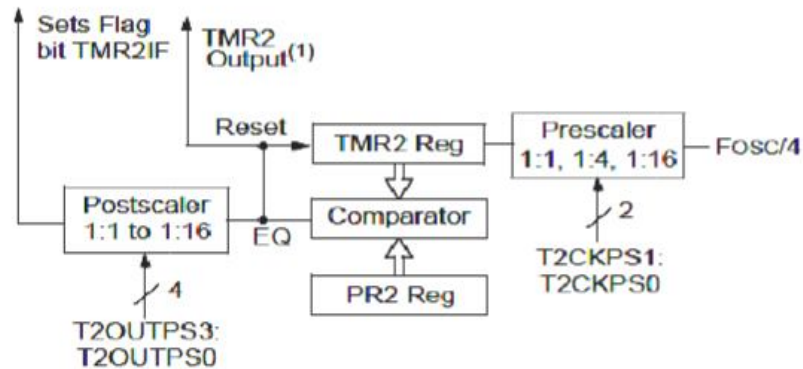
- a. **Le timer 0** « 8 bits »: il peut être incrémenté par des impulsions extérieures via la broche « TOCKI/RA4 » ou par l'horloge interne «Fosc/4 ».



- b. **Le Timer1** : Le Timer1 fonctionne sur le même principe que le **Timer0**, mais avec un registre de comptage plus gros : 16 bits au lieu de 8, ce qui étend notablement ces capacités de comptage. Il est accessible en lecture/écriture par l'intermédiaire des registres 8 bits TMR1H et TMR1L, On le configure à l'aide du registre T1CON. On peut l'utiliser en association avec un des modules CCP (modules de capture et de comparaison)



c. **Le TIMER2** : Le Timer2 a un fonctionnement différent des Timer0 et Timer 1. C'est un compteur 8 bits avec pré diviseur et post diviseur. Son horloge ne peut être que l'horloge interne divisée par 4 ($F_{osc}/4$). On s'en sert pour générer des signaux carrés, ou, en association avec le module CCP, des signaux PWM.



1.7 Les interruptions

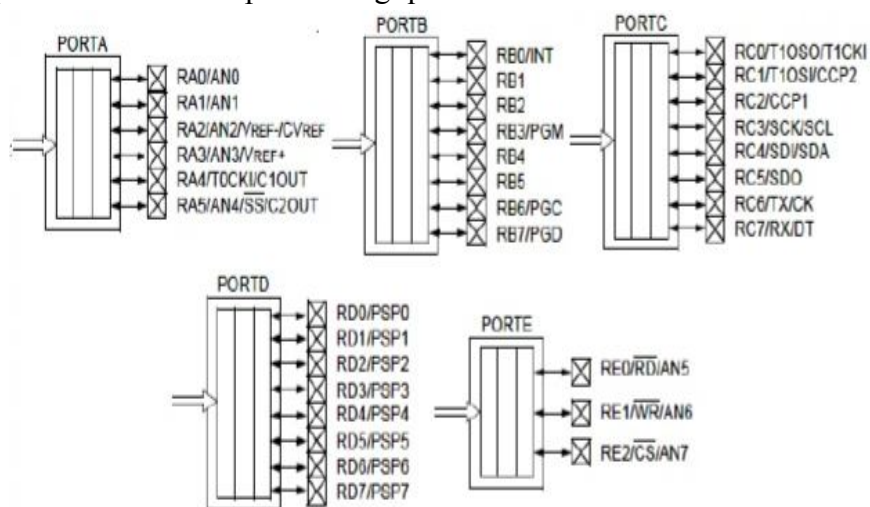
le microcontrôleur dispose de 14 sources d'interruptions :

- 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).
- Fin de programmation d'une case mémoire de l'EEPROM.
- Changement d'état sur le PORTD
- Fin de conversion analogique numérique
- Réception d'une information sur la liaison série
- Fin d'émission d'une information sur la liaison série
- Interruption SPI ou I2C du module MSSP
- interruption du registre de capture et/ou de comparaison 1
- Interruption du registre de capture et/ou de comparaison 2
- Débordement du Timer 1
- Débordement du Timer2

1.8 Les ports d'entré sorties :

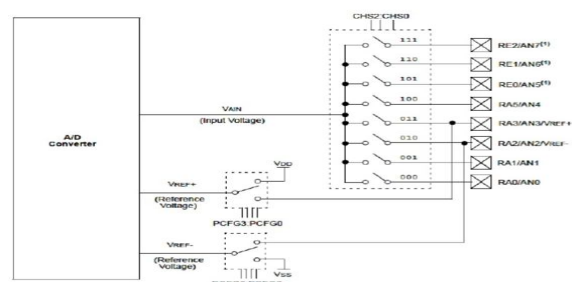
Le microcontrôleur 16F877A dispose 5 PORT « A, B, C, D, E ». Tous ces ports sont bidirectionnels. La plupart des lignes de Ports ont une double fonction.

- Le PORT A « 5 bits » I/O pure et/ou convertisseur analogique et/ou TIMER0. La broche RA4 du PORT A « Entrée du TIMER T0CKI » est du type DRAIN OUVERT
- Le PORT B « 8 bits » I/O pure et/ou programmation ICSP/ICD « broche RB3/PGM, RB6/PGC et RB7/PGD » et l'entrée d'interruption externe RB0/INT.
- Le PORT C « 8 bits » I/O : c'est un port tout ce qu'il a de plus classique, l' lorsqu' 'il a Deux pins qu'on utilisera plus tard dans la communication série avec le PC à travers « TX et RX ».
- Le PORT D « 8 bits » I/O Le registre TRISD comportera donc les 8bits de direction, pendant que le registre port D correspond aux pins I/O concernés .D'où les 8 pins I/O, en mode entrée, sont du type « trigger de Schmitt ».
- Le PORT E « 3 bits » I/O Ce port n'est présent que sur les PIC 16F877. Il ne comporte que 3 pins RE0 à RE, mais, contrairement aux ports, les bits non concernés de TRISE sont implantés pour d'autres fonctions. Les pins REX peuvent également être utilisés comme pins d'entrées analogiques. D'où le registre ADCON1 qui détermine six port est utilisé comme port I/O ou comme port analogique.



Notre PIC travaille avec un convertisseur analogique/numérique qui permet un échantillonnage sur 10 bits. Il est composé de :

- Un multiplexeur analogique 5 voies « PIC 16F877A ».
- Un échantillonneur bloqueur.
- Un convertisseur analogique numérique de 10 bits.



Ces deux modules peuvent fonctionner dans l'un des trois modes ci-dessous :

- Mode capture « CAPTURE »: ce mode permet en outre d'effectuer des mesures de temps.
- Mode comparaison « COMPARE »: ce mode permet en outre de générer des événements périodiques.
- Mode PWM signifie «Pulse Width Modulation», ce qu'on pourrait traduire par modulation de largeur d'impulsion, il s'agit d'un signal binaire de fréquence fixe dont le rapport cyclique peut être modulé par logiciel. Le rapport cyclique d'un signal binaire à fréquence fixe peut être défini comme étant le rapport entre le temps où il se trouve à l'état «1» par rapport au temps total d'un cycle.

Ces modules sont associés aux broches RC2/CCP1 et RC1/T1OSI/CCP2 suivant le mode choisi, les timer 1 ou 2 vont être utilisés. Les modes capture et comparaison utilisent le timer 1, tandis que le mode PWM utilise le timer 2.