

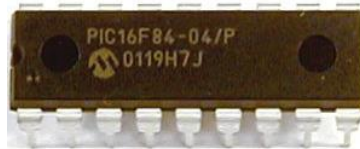
## الوضعية التعليمية : دراسة الميكرو مراقب PIC16F84A

1- **إشكال :** لقد علمنا في الدروس السابقة ان تجسيد متمع لنظام ألي يكون بواسطة المعقبات او المبرمج الالي الصناعي ويكون هذا في المصانع او الأماكن الواسعة، لكن كيف يتم معالجة الأنظمة الالكترونية التي لا يمكن ان تحتوي على مساحة كافية لوضع المبرمج الالي الصناعي مثل كاميرات المراقبة، السيارات، التلفاز...

**الحل :** استعمال أجهزة برمجة مثل الميكرو مراقب (Microcontrôleur) فهو مثل الميكرو معالج (Microprocesseur) إلا أنه يتميز عنه ببعض الإضافات أهمها احتوائه للعناصر المحيطة التي كان يستعين بها الميكرو معالج في عمله مثل الذاكرات (RAM, ROM) ووسائط الدخول والخروج.

### 2- تعريف الميكرو مراقب PIC :

الميكرو مراقب (PIC (Programmable Interface Controler) دارة مدمجة صنعت من قبل الشركة الأمريكية Arizona MICROCHIP Technology بعد اختراع الحواسيب وانتشارها حيث يقوم بحفظ مجموعة من التعليمات تسمى برنامج والتي يكون من السهل التعديل فيها بدلا من إعادة تغيير الأسلاك والتوصيلات كما في التكنولوجيا المربوطة.



### 3- عناصر تسمية الميكرو مراقب PIC16F84 :

- PIC : معناها جهاز التحكم في الأجهزة المحيطة

- 16: تشير الى فئة Mide-Range التي تستعمل تعليمة ب 14 بيت، (توجد فئات أخرى تستعمل تعليمة ب 12 او 16 بيت)

- F : ذاكرة من نوع FLASH .

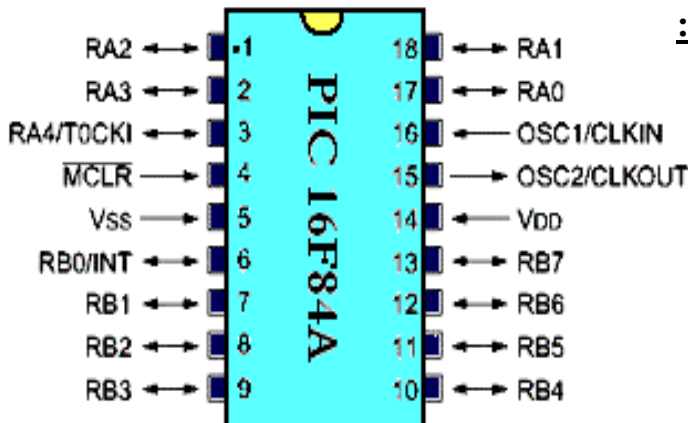
- 84 : النوع الخاص بالـ PIC

- A : السرعة الأعظمية للكوارتز أي 20MHz .

• بإمكان الميكرو مراقب التخزين في ذاكرته برنامجا ب 1024 تعليمة، وهي ذاكرة من نوع (FLASH) أي من الممكن الكتابة عليها ومحوها كهربائيا بلا حدود .

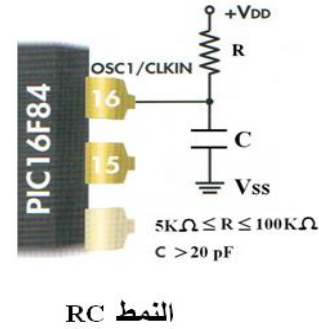
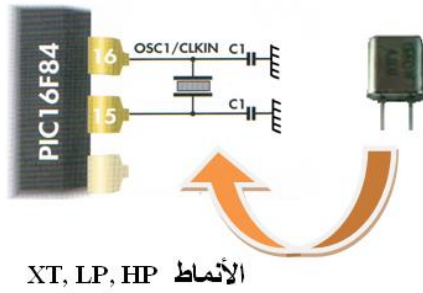
• يتمتع بسرعة فائقة في تنفيذ التعليمات من رتبة 1 مليون تعليمة / ثانية.

### 4- المراتب الخارجية للميكرو مراقب PIC16F84A :



## 5- الملحقات لتشغيل الميكرومراقب:

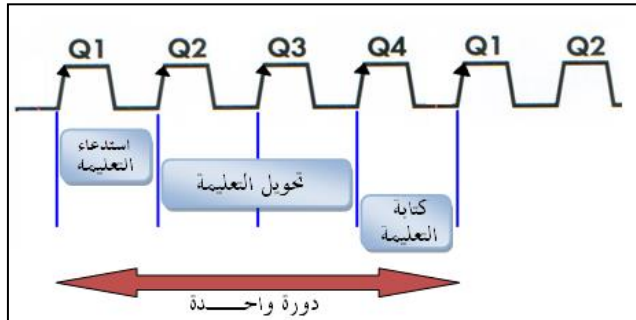
- **التغذية:** تحقق تغذية الدارة بالقطين VDD (الرجل 14) يتراوح بين 4 فولت و 6 فولت و VSS (الرجل 5).
- **إشارة الساعة (قطبي قاعدة الزمن الخارجية):** وهي عنصر أساسي في الميكرومراقب حيث تنظم تزامن اشتغال المنطق الداخلي وبذلك تنسق تنفيذ التعليمات الذي هو سر اشتغال التجهيز. فيما يتعلق بالـ PIC فان تواتر ساعته الداخلية يساوي  $\frac{1}{4}$  تواتر الساعة الخارجية، أي أنه استعمل دارة تنتج 1MHz كان بإمكانه تنفيذ تعليمة خلال 400ns وهي سرعة فائقة. تستعمل هذه الساعة المبرطين OSC1 و OSC2 ويمكن انجازها بأنماط مختلفة.



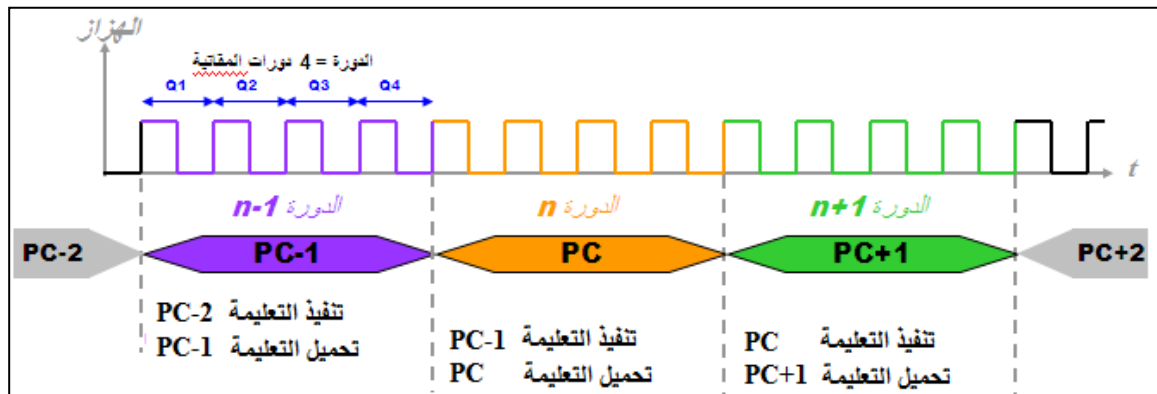
النوع	التواتر	C1 / C2
LP	32 kHz	68 - 100 pF
	200 kHz	15 - 33 pF
XT	2 MHz	15 - 33 pF
	4 MHz	15 - 33 pF
HS	10 MHz	15 - 33 pF
	20 MHz	15 - 33 pF

الجدول التالي يعطي قيم المكثفتين C1 و C2 المبروطتين مع البلور المستعمل في التواترات المختلفة للأنماط الثلاثة.

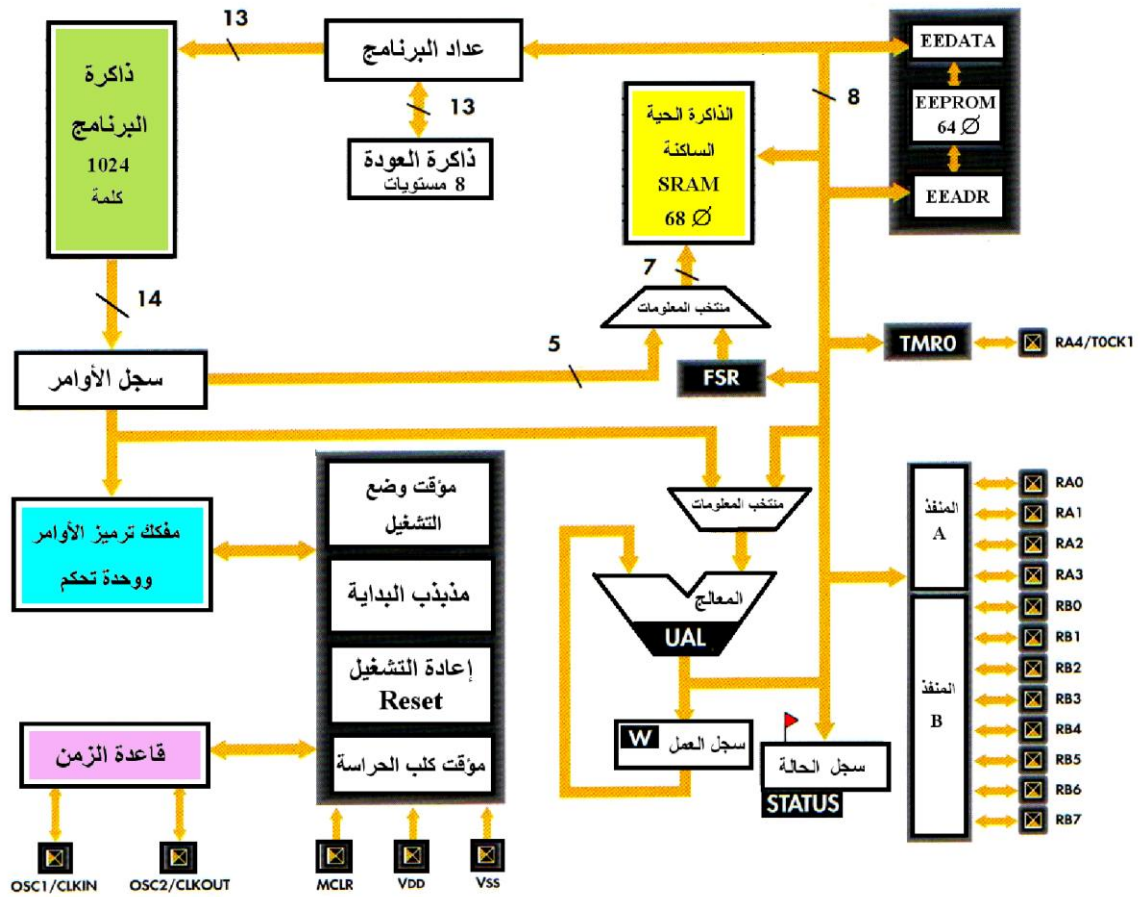
**قاعدة الزمن:** يتم تقسيم قاعدة الزمن إلى أربع فترات Q1, Q2, Q3, Q4 وهذه الأربع فترات تكوّن دورة لتعليمة واحدة وهي كالآتي: في الفترة Q1 يتم استدعاء التعليمة التي عليها الدور في التنفيذ وفي الفترة من Q2 إلى Q3 يتم تحويل التعليمة إلى صورة مفهومة للميكرومراقب ثم تنفيذها وأما في الفترة Q4 يتم كتابة التعليمة في السجل الخاص بها.



- تسمح هندسة الميكرومراقب بتنفيذ التعليمة التي عليها الدور مع تحميل التعليمة القادمة في نفس الوقت مما يعني زيادة سرعة المعالج.

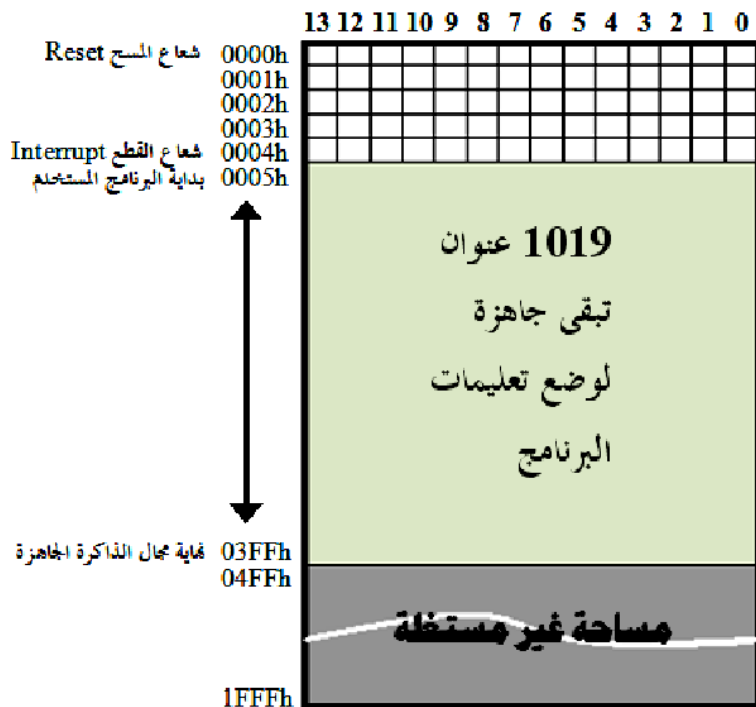


## 6- الهندسة الداخلية للميكرو مراقب :



## 7- الذاكرات: للميكرو مراقب ثلاث أنواع مختلفة من الذاكرات وهي كالآتي :

- **الذاكرة EEPROM :** وهي ذاكرة القراءة فقط والتي بها بيانات الميكرو مراقب وتعليماته وهذه الذاكرة لا يتم مسحها عند فصل التيار الكهربائي وتقدر سعتها بـ 64 بايت .



- **ذاكرة البرنامج:** وهي من النوع فلاش Flash وفيها يضع المستعمل البرنامج المراد تنفيذه ، كما يمكننا بسهولة مسح البيانات التي عليها وإعادة كتابتها مرة أخرى كهربائياً. يمكن لهذه الذاكرة أن تخزن 1024 تعليمة كل تعليمة مكونة من 14 خانة (Bit) معنونة من القيمة 0000 إلى القيمة 03FF.

الصفحة 1		الصفحة 0	
00h	Indirect addr. (1)	00h	Indirect addr. (1)
01h	TMR0	01h	OPTION_REG
02h	PCL	02h	PCL
03h	STATUS	03h	STATUS
04h	FSR	04h	FSR
05h	PORTA	05h	TRISA
06h	PORTB	06h	TRISB
07h	—	07h	—
08h	EEDATA	08h	EECON1
09h	EEADR	09h	EECON2(1)
0Ah	PCLATH	0Ah	PCLATH
0Bh	INTCON	0Bh	INTCON
0Ch	68	0Ch	صورة
	سجل		طبق
	عام		الأصل
	يمكنك		للسجلات
	استغلاله		في
			الصفحة 0
4Fh		4Fh	
50h		50h	
7Fh		7Fh	

سجلات  
الوظائف  
الخاصة  
SFR

سجلات  
الأغراض  
العامة  
GPR

مساحة  
غير  
مستعملة

- الذاكرة SRAM : سعتها 68 بايت ، وهي ذاكرة أيضا خاصة ببيانات الميكرومراقب والتي يقوم باستخدامها أثناء تنفيذ البرنامج مثل البيانات المؤقتة التي يضعها الميكرومراقب على المداخل والمخارج لتقوم باستخدامها الأجهزة المتصلة به.

#### سجلات الوظائف الخاصة SFR :

هي سجلات ذات 8 خانات موجودة في العناوين الأولى للذاكرة SRAM قسم منها في الصفحة 0 والآخر في الصفحة 1 كما أن بعضها يوجد في الصفحتين معا لتسهيل الوصول إليه ، وهي تستعمل من طرف وحدة المعالجة المركزية للتحكم الجيد في أداء الميكرومراقب.

#### 8- دراسة بعض سجلات الوظائف الخاصة :

##### 1-8- سجل الاعدادات المادي CONFIG :

cp	cp	cp	cp	cp	cp	cp	cp	cp	cp	PWRTÉ	WDTE	FOSC1	FOSC0
----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-------	------	-------	-------

البيت 13

البيت 0

FOSC1	FOSC0	نوع المذبذب
1	1	RC
1	0	HS
0	1	XT
0	0	LP

- البيت الأول والثاني لاختيار نوع المذبذب المتصل بالميكرو مراقب حسب الجدول المقابل :

- WDTE : تفعيل المؤقتة WDT (مؤقتة الحراسة) حيث

WDTE=1 المؤقتة مفعلة ، WDTE=0 المؤقتة غير مفعلة

- PWRTÉ : تفعيل تأجيل التغذية

0 : التأجيل غير مفعل ، 1 : التأجيل مفعل

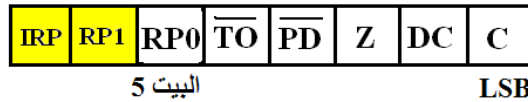
- CP : حماية شفرة البرنامج المخزن في الذاكرة من القراءة

0 : الحماية مفعلة ، 1 : الحماية غير مفعلة

## 2-8- سجل الحالة ( سجل STATUS ) :

يعطي دلالات متعددة عن نتائج العمليات الحسابية أو حالة التهيئة للميكرو مراقب ، كما يسمح باختيار الصفحة المستعملة في الذاكرة SRAM من أجل الوصول إلى سجلات الوظائف الخاصة الأخرى.

غير مستعملين



البيت الذي يستعمل لاختيار الصفحة في الذاكرة SRAM هو البيت 5 (RP0) بحيث:

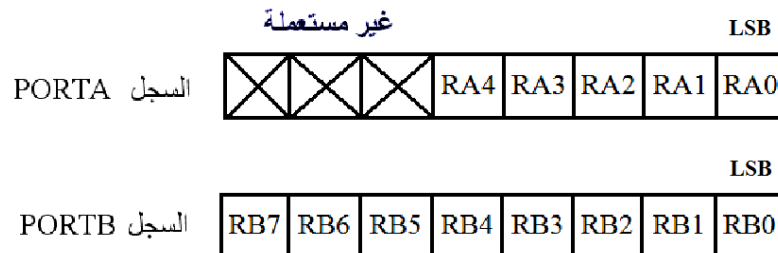
RP0 = 0 : الصفحة 0 ، RP0 = 1 : الصفحة 1

## 3-8- سجل العمل : W (registre de travail) :

وهو سجل مكون من 8 Bits يلجأ إليه الميكرو مراقب في جميع العمليات التي يقوم بها ، كالعمليات الحسابية ، شحن القيم المؤقت لإجراء العمليات عليها ، ... الخ .

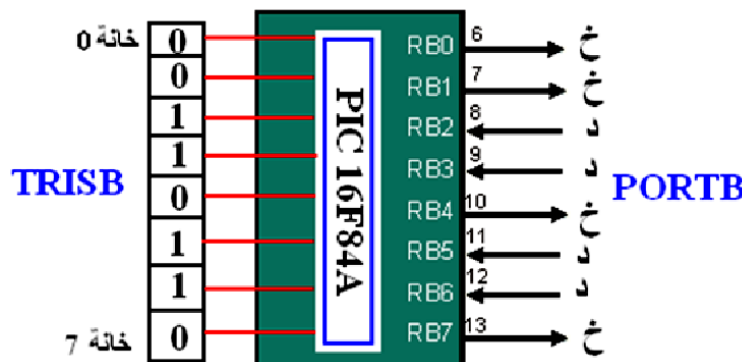
## 3-8- المنفذان PORTA , PORTB :

يمتلك الميكرو مراقب PIC 16F84A ثلاثة عشرة منفذا مقسمة إلى سجلين هما السجل PORTA يحوي الأقطاب RA0، RA1، RA2، RA3، RA4 الموجودة في الأرجل 17، 18، 1، 2 و 3 على الترتيب و السجل PORTB يحوي الأقطاب RB0، RB1، RB2، RB3، RB4، RB5، RB6 و RB7 الموجودة في الأرجل 6، 7، 8، 9، 10، 11، 12 و 13 على الترتيب .



## 4-8- السجلان TRISA و TRISB :

وهما سجلان مسؤولان عن تحديد طبيعة المنافذ في السجلين PORTA و PORTB على الترتيب هل هي مداخل أم مخرج بحيث يبرمج كل منفذ كمدخل إذا أرفق بالقيمة 1 وكمخرج إذا أرفق بالقيمة 0 ، أنظر الشكل الآتي :



## 9- دارة إعادة التهيئة RESET :

يمكن القطب MCLR ( القطب 4 ) من إعادة البرنامج يدويا إلى نقطة البداية وهي الموجودة في العنوان 0000h من ذاكرة البرنامج، هذا القطب ينشط في المستوى المنخفض.

## 10- البرمجة :

يبرمج ال PIC بعدة لغات برمجة مختلفة، نذكر منها: لغة التجميع (Assembleur)، اللغة C واللغة C++، ونستعمل غالبا لغة التجميع لأنها تحتوي على عدد أقل من التعليمات (الأوامر) و عدد 35 تعليمة (Instructions)

### هيكل البرنامج بلغة التجميع:

يحتوي برنامج مكتوب بلغة التجميع على ما يلي:

- ✓ **التوجيهات Les directives:** وهي تحكمات خاصة بالمجمع تسهل كتابة البرنامج مثل تعريف ال PIC المستعمل، إدراج الملف Include الذي يحتوي على مختلف تسميات السجلات الخاصة و خاناتها ..
- ✓ **التعليقات les commentaire:** وهي توضيحات للبرنامج تكتب بأي لغة : عربية ، فرنسية ..... و لا تأخذ بعين الاعتبار أثناء عملية التجميع وتكون دوما مسبقة بنقطة فاصلة ( ; )
- ✓ **التعليمات Instructions:** وهي التي يتم ترجمتها إلى لغة الآلة و تشحن في ذاكرة البرنامج للـ PIC
- ✓ **العناوين Les étiquettes :** وهي أسماء توضع قبل التعليمات، يمكن للمعالج أن ينتقل إليها لتنفيذ التعليمات المدرجة تحتها.

### تعليمات لغة التجميع:

قبل التعرف على تعليمات الميكرو مراقب PIC 16F84A الخمسة والثلاثون ومدلولاتها يجدر بنا أن نأخذ بعض المفاهيم الضرورية.

الرمز	الوصف
f	عنوان سجل في الذاكرة SRAM (من 0x00 إلى 0x7F الصفحة 0 أو المقابلة لها في الصفحة 1)
w	سجل العمل Work ويلجأ إليه كثيرا خاصة في العمليات الحسابية
b	عنوان خانة من سجل معين بـ 8 خانات ( من 0 إلى 7 )
k	قيمة ثابتة ( من 0 إلى 255 )

جميع التعليمات يتم تنفيذها من طرف المعالج خلال دورة واحدة للميقاتية أي بمقدار  $1\mu s$  ( 1MHz ) إذا كان دور الميقاتية هو:  $0.25\mu s$  ( 4MHz ) إلا تعليمات القفز ( GOTO, CALL, RETURN, .... ) فإنها تنفذ خلال دورتين للميقاتية أي بمقدار  $2\mu s$  ( 0.5MHz ).

تكتب كل تعليمة من تعليمات الميكرو مراقب PIC 16F84A في 14 خانة حيث تنقسم هذه التعليمات إلى ثلاث مجموعات هي:



❖ التعليمات الموجهة للسجلات:

التعليمة	المدلول	عدد الدورات	الترميز في الثنائي بـ 14 خانة			
			MSb	LSb		
BCF f, b	امسح الخانة b من محتوى السجل F	1	01	00bb	bfff	ffff
BSF f, b	ضع 1 في الخانة b من محتوى السجل F	1	01	01bb	bfff	ffff
BTFSC f, b	راقب الخانة b من محتوى السجل F فإذا كانت معدومة افتز	1 (2)	01	10bb	bfff	ffff
BTFSS f, b	راقب الخانة b من محتوى السجل F فإذا كانت تساوي 1 افتز	1 (2)	01	11bb	bfff	ffff

❖ التعليمات الموجهة للخانات:

التعليمة	المدلول	عدد الدورات	الترميز في الثنائي بـ 14 خانة				تأثر سجل	
			MSb		LSb		الحالة	
ADDWF	f, d	اجمع حسابيا محتوى السجل W مع محتوى السجل F	1	00	0111	dfff	ffff	C,DC,Z
ANDWF	f, d	اجمع منطقيا محتوى السجل W مع محتوى السجل F	1	00	0101	dfff	ffff	Z
CLRF	f	امسح محتوى السجل F	1	00	0001	1fff	ffff	Z
CLRW	-	امسح محتوى السجل W	1	00	0001	0xxx	xxxx	Z
COMF	f, d	انفي محتوى السجل F	1	00	1001	dfff	ffff	Z
DECf	f, d	أنقص 1 من محتوى السجل F	1	00	0011	dfff	ffff	Z
DECFSZ	f, d	أنقص 1 من محتوى السجل F واقفز إذا أصبح معدوما	1 (2)	00	1011	dfff	ffff	
INCF	f, d	زد 1 على محتوى السجل F	1	00	1010	dfff	ffff	Z
INCFSZ	f, d	زد 1 على محتوى السجل F واقفز إذا أصبح معدوما	1 (2)	00	1111	dfff	ffff	
IORWF	f, d	نفذ عملية منطقية W أو احتوائي F	1	00	0100	dfff	ffff	Z
MOVF	f, d	حرك محتوى السجل F	1	00	1000	dfff	ffff	Z
MOVWF	f	حرك محتوى السجل W إلى محتوى السجل F	1	00	0000	1fff	ffff	
NOP	-	لا تفعل شيئا	1	00	0000	0xx0	0000	
RLF	f, d	قم باستدارة نحو اليسار للسجل F مستعملا الخانة C	1	00	1101	dfff	ffff	C
RRF	f, d	قم باستدارة نحو اليمين للسجل F مستعملا الخانة C	1	00	1100	dfff	ffff	C
SUBWF	f, d	اطرح حسابيا محتوى السجل W من محتوى السجل F	1	00	0010	dfff	ffff	C,DC,Z
SWAPF	f, d	استبدل الأربع خانات الأولى للسجل F بالأربع الأخيرة	1	00	1110	dfff	ffff	
XORWF	f, d	نفذ عملية منطقية W أو استعادي F	1	00	0110	dfff	ffff	Z

❖ تعليمات الثوابت والمراقبة:

التعليمة	المدلول	عدد الدورات	الترميز في الثنائي بـ 14 خانة				تأثير سجل
			MSb		LSb		الحالة
ADDLW k	اجمع حسابيا القيمة K مع محتوى السجل W	1	11	111x	kkkk	kkkk	C,DC,Z
ANDLW k	اجمع منطقيا القيمة K مع محتوى السجل W	1	11	1001	kkkk	kkkk	Z
CALL k	استدعي البرنامج الفرعي K	2	10	0kkk	kkkk	kkkk	
CLRWDT -	امسح مؤقت كلب الحراسة W	1	00	0000	0110	0100	$\overline{TO}, \overline{PD}$
GOTO k	اذهب إلى العنوان K	2	10	1kkk	kkkk	kkkk	
IORLW k	نفذ عملية منطقية K أو احتوائي W	1	11	1000	kkkk	kkkk	Z
MOVLW k	حرك القيمة K إلى محتوى السجل W	1	11	00xx	kkkk	kkkk	
RETFIE -	ارجع من المقاطعة	2	00	0000	0000	1001	
RETLW k	ارجع من المقاطعة محملا بالقيمة K	2	11	01xx	kkkk	kkkk	
RETURN -	ارجع من البرنامج الفرعي	2	00	0000	0000	1000	
SLEEP -	ضع الميكرومراقب في سبات	1	00	0000	0110	0011	$\overline{TO}, \overline{PD}$
SUBLW k	اطرح حسابيا القيمة K من محتوى السجل W	1	11	110x	kkkk	kkkk	C,DC,Z
XORLW k	نفذ عملية منطقية K أو استعادي W	1	11	1010	kkkk	kkkk	Z