**الفصل الخامس عشر**

**مؤقت المراقبةWDT ونمط الراحة (Sleep)**

15**-1 مقدمة**

إن مهمة المؤقت WDT الذي اصطلحنا على تسميته مؤقت المراقبة (watching timer) تختلف عن مهمة المؤقتات Timer2,Timer1,Timer0 حيث بإمكاننا أن نلخص مهمته بأنه يعمل على منع المتحكم PIC من الدخول في حلقة مفرغة هذا الأمر الذي يمكن أن ينتج عن أخطاء برمجية أو عن نبضات كهربائية شوكية خارجية. والمؤقت WDT يزود المتحكم PIC بما يشبه نظام ضربات القلب heatbeat مما يساهم في مراقبة وتنظيم فعاليات النظام.

يعتمد المؤقت WDT في عمله على هزاز RC مستقل منفصل عن الهزاز RC الخاص بالشريحة والموجود على القطب OSC1/CLKIN وبالتالي فهو لا يحتاج إلى عناصر خارجية ما يفسر لنا عمل هذا المؤقت على الرغم من توقف نبضات الساعة على القطبين OCS2,OSC1 كما هو الأمر في حالة نظام الراحة.

ويتم تمكين عمل هذا المؤقت أو حجبه من خلال التهيئة الخاصة به (WDTE) الموجودة في المسجل CONFIG .

**15-2 المخطط الصندوقي للمؤقت WDT**

نوضح في هذا الشكل(15-1) المؤقت WDTوالخانات البرمجية المتحكمة به والمحددة لنسبة التقسيم الخاصة به.



 **الشكل 15-1** المؤقت WDT

* 1. **آلية عمل المؤقت WDT**

خلال فترة العمل الطبيعي (normal operation) فإن نبضات خرج المؤقت WDT الزمنية ستقوم بتوليد إشارة تصفير الشريحة. أما أثناء نظام الراحة (Sleep mode) ستقوم نبضات خرج WDT بإيقاظ الشريحة وإخراجها من نظام الراحة وهذا ما يصطلح على تسميته الإيقاظ بالمؤقت WDT (WDT wake up) بعد ذلك تستمر الشريحة بالعمل في نظامها الطبيعي (normal mode) ويمكنك منع المؤقت WDT من العمل بواسطة تصفير خانة التهيئة WDTE.

**15-4 مقسم المؤقت WDT Postscaler**

المقسم (postscaler) هو عداد ثماني الخانة يقوم بتقسيم خرج المؤقت WDT وفق نسبة ما يتم تعيينها برمجبا بواسطة الخانات الثلاث PS2:PS0 في المسجل OPTION وبتعبير آخر يعمل المقسم WDT على تخفيض معدل حدوث التصفير WDT (RESET WDT).

وهنا لا بد من التذكير بأن مقسم المؤقت TMR0 والمسمى Prescaller هونفسه مقسم المؤقت WDT والمسمى POSTSCALER لذا فإنه وخلال لحظة معينة لا يمكن استخدام المقسم مع كلا المؤقتين بل مع مؤقت واحد منهما يتم اختياره بواسطة الخانة PSA في المسجل OPTION.

ويجب الانتباه عند نقل تابعية المقسم بين TMR0,WDT إلى اتباع خوارزمية معينة بحيث تمنع حدوث عملية تصفير غير مرغوب فيها.

**15-5 فترة المؤقت WDT PERIOD WDT**

للمؤقت WDT زمن أسمي قدره 18ms (وذلك دون استخدام المقسم POSTSCALER ) غير أن هذه الفترة يمكن أن تتغير تبعا لتغيرات درجة الحرارة وتغيرات جهد التغذية VDD.

وعندما نحتاج إلى فترات أطول نستخدم المقسم POSTSCALER وفق أي نسبة من نسب تقسيمه المتاحة والتي تصل إلى النسبة 1:128 حيث سيصل طول الزمن إلى 2.3sec.

يمكن بواسطة إحدى التعليمتين SLEEP, CLRWDT تصفير المؤقت WDTوالمقسم POSTSCALER (في حالة تابعية المقسم للمؤقت WDT) وبالتالي سيتوقف المؤقت WDT وتتوقف عملية حدوث تصفير الشريحة الناتجة عنه.

15**-6 اعتبارات برمجية خاصة بالمؤقت WDT**

**WDT Programming Consideration**

يجب الأخذ بعين الاعتبار وتحت أسوأ شروط التشغيل (VDD أصغري ,درجة حرارة أعظمية,مقسم المؤقت DWT ذو نسبة أعظمية ) بأنه يمكن أن تنقضي عدة ثواني قبل أن يحدث توقف نبضات خرج المؤقت WDT.

**ملاحظة:** عند تعيين نسبة التقسيم الخاصة بالمؤقت WDT فإنه يجب تنفيذ التعليمة CLRWDT قبل تغير هذه النسبة وإلا ستحدث عملية تصفير (WDT reset) للشريحة وفي الجدول (15-1) نبين المسجلات المستخدمة مع المؤقتWDT.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| BIT 0 | BIT 1 | BIT 2 | BIT 3 | BIT 4 | BIT 5 | BIT 6 | BIT 7 | Name |
| FOSC0 | FOSC1 | WDTE |  | CP0 | CP1 | BODEN | MPEEN | Config-bits |
| PS0 | PS1 | PS2 | PSA | T0SE | T0CS | INTEDG |  | Option-reg |

 **الجدول** 15-1 المسجلات المتعلقة بمؤقت المراقبة WDT

**15-7 أعلام التصفير RESET FLAGS**

وهي الخانات PD و TD في المسجل Status التي تحدد السبب الذي نتج عنه التصفير, ويمكن تلخيص حالات هاتين الخانتين مع أسباب التصفير من خلال الجدول (15-2).

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **PD** | **TD** | **سبب التصفير** |
| 0 | 0 | استيقاظ من نظام الراحة(sleep) |
| 1 | 0 | حدوث انقضاء الزمن(WDT time out) في غير الراحة |
| 0 | 1 | حدوث عملية reset خارجية في حالة الراحة(sleep) والمؤقتWDT غير مفعل |
| 1 | 1 | الحالة الابتدائية عند الإقلاع  |

 الجدول 15-2 وضع الخانات PD,TD مع حالات التصفير

و من خلال فحص هذه الأعلام بعد حدوث التصفير (RESET) يستطيع البرنامج (PROGRAM) أن يحدد الطريقة التي يعيد فيها فاعلية المتحكم وأن يحدد النقطة من البرنامج الواجب الانتقال إليها مباشرة كما في المثال التالي:

INT BTFSS STATUS, WAT DOG; WAT DOG فحص الخانة

التي هي  فإذا كانت "0" هذا يعني انقضاء زمن WDT ; GOTO SCAN وإلا فهذا يعني أنها المرة الأولى بعد الإقلاع لذا يجب;

 تهيئة الشريحة ;

MOVLW B'00001111;

 تهيئة; TRIS PORTA

وفي التطبيقات التي لا تستخدم المؤقت WDT إلا أنها تدخل في نمط الراحة (sleep) يجب أن نضمن عدم توضيع خانة المؤقت WDT أثناء برمجة الشريحة حيث أنه من الوارد وبشكل كبير أثناء برمجة عدد من الشرائح المترافقة كما في الشريحة المرسلة (transmitter) والشريحة المستقبلة (receiver) ,أن ننسى بأن الشريحة المستقبلة ستحتاج إلى المؤقت WDT لمنع عملية الإقفال LOCKUP وفي الجانب المقابل في الشريحة المرسلة تحتاج أن تكون فعالة بواسطة ضغطة مفتاح فقط وفي مثل هذه الحالة إذا تم برمجة خانة المؤقت WDT في الشريحة المرسلة فإن البرنامج يجب أن يعودLOOPS)) وإلا فإنه يتدبر أمر الإرسال كما في المثال التالي:

ORG 00H

START CALL INIT ;استدعاء تهيئة

 CALL DELAY ; if DELAY>WDT Period

RED0 CALL SCAN-KEYS ;البرنامج سوف يعيد المسح

 MOVWF GP ; START العودة إلى

 BTFSC GP ,BIT0 ;SLEPPوعدم الشروع في الأمر

 BCF PORTA,LED

 SLEEP

وفي حال وجود ضجيج في الوسط المحيط فإنه من الضروري بمكان تحديد المسجلين OPTON, TRIS خلال فترات منتظمة وهذا احتياط جيد لاسيما لوجود احتمال إفساد البيانات نتيجة التداخل الكهربائي.

**15-8 نمط الراحة (الطاقة\_المنخفضة)**

إن كون الشريحة في نمط الطاقة المنخفضة –الراحة (SLEEP) يعني أن الشريحة في حالة استهلاك أصغري للتيار (lowest current consumption ) حيث أن يتم إيقاف هزاز الشريحة وتتوقف نبضات ساعة النظام ويتم الدخول في نمط الراحة بتنفيذ تعليمة برمجية هي SLEEP.

وفي حال الدخول في هذا النظام تتم عدة أمور :

* 1. تصفير مؤقت المراقبة WDT مع بقائه في نمط العمل (running)
	2. تصفير الخانة في المسجل Status.

3. توضع الخانة  في المسجل STATUS.

4. إلغاء فاعلية قائد الهزاز(Oscillator driver ).

5. تحافظ النوافذ I/O على حالتها التي كانت عليها قبل تنفيذ تعليمة SLEEP.

وللحصول على أقل استهلاك ممكن للطاقة خلال هذا النظام يجب وصل كافة نقاط I/O إما إلى الجهد VDD أو إلى الجهد VSS لضمان عدم سحب تيار من قبل الدارة الخارجية الموصلة مع النقاط I/O.

أما قطب I/O ذات ممانعات الدخل العالية فيجب أن يتم سحبها(pull-up أو pull-down) أي تحييزها خارجياً نحو الأعلى (high) أو نحو الأسفل (low) وذلك لتجنب تيارات التبديل (switching) الناتجة عن المداخل العائمة.

وكذلك يجب وصل قطب الدخل T0CKI إما إلى الجهد VDD أو إلى الجهد VSS وذلك لتخفيض استهلاك التيار. والقطب  يجب وضعه في مستوى المنطق العالي (VLH).

**15-9 إعادة الشريحة من نظام الراحة** Wake-up from SLEEP

يمكن إيقاظ الشريحة (إخراجها من حالة الراحةSLEEP) بواسطة أحد الأحداث التالية:

1. أي عملية تصفير للشريحة.
2. الإيقاظ بواسطة المؤقت WDT(WDT wake-up)وذلك في حال تفعيل هذا المؤقت.
3. أي نمط من الأنماط المحيطية (peripheral module) التي تستطيع تفعيل علم المقاطعة أثناء نمط الراحة وذلك مثل:
	* قطب المقاطعة الخارجية.
	* تغير في النافذة B.
	* المقارنات (comparators).
	* المحول ADC.
	* المؤقت Timer0.
	* الشاشة LCD.
	* SSP.
	* Capture.

حيث أن تصفير الشريحة بعد الاستيقاظ (Wake-up) وذلك في الحدث الأول أما في الحدثين الثاني والثالث سوف تستيقظ الشريحة ثم تستأنف تنفيذ البرنامج.

وتستخدم الخانتين و الواقعتان في المسجل Status وذلك لتحديد تصفير الشريحة بنمط SLEEP إما الخانة فإنها سوف تصفر إذا حدثت عملية استيقاظ بواسطة المؤقت WDT (أي عند انتهاء زمن المؤقت WDT).

عند تنفيذ التعليمة SLEEP يتم تجهيز التعليمة التالية وذلك بزيادة عداد البرنامج بمقدار 1أي يصبح PC+1.

أما في حالة إعادة الشريحة من نظام الراحة بواسطة حدوث مقاطعة ما, فإنه يجب عندها تمكين المقاطعة المدروسة بواسطة خانة التمكين المناظرة لها.

ولا تتعلق عملية الإيقاظ هذه بحالة الخانة CIEفإذا تم تصفير هذه الخانة (عدم تمكين المقاطعة الشاملة) فإن الشريحة ستتابع تنفيذ التعليمة التالية مباشرة لتعليمة SLEEP.

أما إذا كانت هذه الخانة مفعلة (المقاطعة الشاملة ممكنة) فإن الشريحة تقوم بتنفيذ التعليمة الآتية بعد تعليمة SLEEP ثم يتم الانتقال إلى شعاع المقاطعة ذي العنوان (0004h) وإذا كان تنفيذ تعليمة بعد تعليمة SLEEP غير مرغوب به يمكننا عندها استخدام التعليمة NOP بعد التعليمةSLEEP .

**15-10 إعادة الشريحة من نظام الراحة باستخدام المقاطعات**

 Wake-up Using Interrupts

عند عدم تفعيل المقاطعات الشاملة, وذلك بواسطة تصفير الخانة GIE وعلماً أن لكل مقاطعة خانتين إحداهما علم المقاطعة (interrupt enable), عندها نحن أمام إحدى الاحتمالات التالية:

1. إذا حدثت المقاطعة قبل تنفيذ تعليمة الراحة sleep فإن التعليمة SLEEP تعتبر كتعليمة NOP وعندئذ لن يتم تصفير المؤقت WDT والمقسم WDT postscaler وكذلك لن يتم توضيع الخانة ولن يتم تصفير الخانة  أيضاً.
2. إذا حدثت المقاطعة أثناء تنفيذ التعليمة SLEEP أو بعد تنفيذها فإن الشريحة سوف تستيقظ مباشرة من حالة الراحة (SLEEP) وحيث أن تعليمة SLEEP ستنفذ بشكل كامل قبل عملية الاستيقاظ (wake-up) لذلك سيتم تصفير المؤقت WDT والمقسم WDTpostscaler وسيتم أيضًا توضيع الخانة  وتصفير الخانة .

على الرغم من أن خانات الأعلام (flag bits) يتم فحصها قبل تنفيذ تعليمة SLEEP فإنه من المحتمل أن يتم توضيع هذه الأعلام قبل إتمام تنفيذ التعليمة SLEEP.

ولاختبار فيما إذا تم تنفيذ التعليمة SLEEP أم لا نقوم بفحص الخانة  فإذا كانت مفعلة("1") هذا يعني أنه قد تم تنفيذ تعليمة SLEEP كتعليمة NOP.

ولضمان تصفير المؤقت WDT, يتم استخدام التعليمة CLRWDT قبل التعليمة SLEEP.