

سلسلة تعليم المايكروكنترولر

الدرس الخامس

استخدام ال EEPROM

إن ذاكرة ال EEPROM مختلفة عن ذاكرة RAM العادية ، لأنَّ المعطيات المخزَّنة فيها تبقى حتى لو قُطِعت عنها التغذية الكهربائية ، وهذا مفيد عندما تريد حفظ معلومات خاصة بالبرامج ، مثل معطيات مأخوذة عن عداد المسافات على مقياس سرعة ، أو قيمة يستخدمها البرنامج في التدرج ..

يوجد في ال PIC أربع مسجَّلات تستخدم في الوصول إلى ذاكرة ال EEPROM ، هذه المسجلات هي :

مسجل **EEDATA** : يستخدم كمسجِّل مؤقت لتخزين المعطيات التي نريد إيصالها إلى EEPROM .
مسجل **EEADR** : يستخدم لتخزين عنوان لموقع في ال EEPROM والذي نريد القراءة منه أو الكتابة فيه .
مسجل **EECON1** : يحوي هذا المسجل على كل خانات التحكم اللازمة للكتابة أو القراءة في ال EEPROM .
مسجل **EECON2** : هو مسجِّل خاص بِمَكِّنكَ من كتابة المعطيات .
أسهل طريقة لشرح عمل هذه المسجلات هي في اللجوء إلى مثال توضيحيّ ..

عملية القراءة :

إن القراءة من ال EEPROM مهمة سهلة جداً ، و لكنَّ انتظر قليلاً فأنت لا يمكنك أن تتسرع و تقول : أيها المعالج أنا أريد القراءة من ال EEPROM .
بكل بساطة يجب عليك أن تجعل PIC يعرف أي موقع تريد القراءة منه ، لأنَّه يوجد ٦٤ منها يمكن للمعالج أن يخزنَ فيها !
إذاً ، أول شيء لا بدَّ أن تقوم به هو كتابة عنوان الموقع الذي تُريد القراءة منه ، وذلك في المسجِّل **EEADR** ؛ على سبيل المثال أنت تريد القراءة من الموقع الثاني ، في هذه الحالة استخدم التعليمات التالية :

```
movlw 1h  
movwf EEADR
```

و لكنَّ لحظة ! .. كُنت تريد القراءة من الموقع الثاني ، لماذا إذن وضعنا القيمة h1

؟ ...
 إذن تذكّر ، العنوان ٠ (h٠) هو الموقع الأول ، و العنوان ٦٣ (Fh٣) هو الموقع الـ ٦٤ .. إذن هذه الذاكرة تبدأ مواقعها من ٠ و ليس من ١ .
 وهاهي الخانات الموجودة في المسجل **EECON1** الذي عنوانه في الـ RAM هو h٨٨ .

EECON1								
Bit Number	7	6	5	4	3	2	1	0
Function	-	-	-	EEIF	WRERR	WREN	WR	RD

والآن حتى تعرف الـ PIC أنك تريد فعلاً قراءة قيمة من الـ EEPROM فلا بُدّ من تفعيل واحدة من خانات التحكم الخاصة بالمسجل **EECON1** ، هذه الخانة الخاصة هي : RD (الخانة رقم ٠) وهي اختصار لكلمة READ (قراءة) .
 المسجل **EECON1** موجود في الصفحة ١ من الـ RAM و بالتالي قبل الوصول إليه لا بُدّ من تفعيل الخانة RP0 في مسجل الـ STATUS (مسجل الحالة) :
 bsf status , RP0

و للقراءة من الموقع قم بتفعيل الخانة RD إلى القيمة ١ :
 bsf EECON1 , RD

عندما نقوم بجعل قيمة RD مساوية لـ ١ فإنّ الـ PIC ترى آلياً القيمة الموجودة في **EEADR** وتستخدمها كعنوان لذاكرة الـ EEPROM التي ستقوم بالقراءة منها ، وبعد قراءة الموقع توضع المعطيات في المسجل **EEDATA** وعندما يتم ذلك يتم إرجاع الخانة RD إلى ٠ مجدداً .
 كل ما سبق يتم أثناء تنفيذ التعليمات :
 bsf EECON1 , RD

المعطيات الآن موجودة في **EEDATA** ويمكننا أن نعمل بها ما نشاء ، هذا المسجل موجود في الصفحة ٠ من ذاكرة الـ RAM وبالتالي لا بُدّ أن نمحي الخانة RP0 في STATUS قبل الوصول إليه :

```
bcf STATUS , RP0
movf EEDATA , W
```

فيما يلي مجموعة التعليمات اللازمة للقراءة من الـ EEPROM :

```
movlw 1h
movwf EEADR
bsf STATUS , RP0
```

```

bsf    EECON1 , RD
bcf    STATUS , RP0
movf   EEDATA , W

```

يمكن وضع هذه التعليمات في إجرائية SUBROUTINE بمنتهى السهولة ، وكل ما نحتاجه لاستخدامها هو وضع عنوان الـ EEPROM في المسجل W ، وبعد تنفيذ هذه الإجرائية فإن القيمة التي سترجعها سوف يتم وضعها في المسجل W :

```

EepRead movwf EEADR
        bsf    STATUS , RP0
        bsf    EECON1 , RD
        bcf    STATUS , RP0
        movf   EEDATA , W
        return

```

لاستخدام هذه الإجرائية قم بشحن المسجل W بالعنوان ثم قم باستدعائها .. بفرض أنك تريد القراءة بشكل مستمر من EEPROM و كتابة المعطيات على الـ PORTB فهناك طريقة يمكنك من فعل ذلك :

```

        clrf   EEADR
EEloop  call    EepRead
        movwf  PORTB
        incf   EEADR
        movlw  d'64'
        xorwf  EEADR , W
        btfss  STATUS , Z
        goto   EEloop

```

إن إجرائية EepRead قد لا تُنفَّذ بشكل جيد إذا لم تكن حذراً .. هل يُمكنك تخمين سبب ذلك ؟؟ ما الذي يجري عندما تكون الخانة RP0 في المسجل STATUS لها قيمة ' ١ ' في الوقت الذي يتم فيه استدعاء الإجرائية ؟؟ .. الإجابة على هذين التساؤلين كالتالي : لن يتم الوصول إلى المسجل EEADR ، والمسجل EECON1 سيكون في البرنامج الذي نستخدم فيه كلا صفحتي RAM ، و بالتالي يجب أن نعرف جيداً أننا في الصفحة الصحيحة .. إذا لم تكن واثقاً في أي صفحة أنت تعمل عند استدعاء الإجرائية EepRead ، فقم قبل أي شيء بتصفير الخانة RP0 داخل الإجرائية كالتالي :

```

EepRead bcf    STATUS , RP0
        movwf  EEADR
        bsf    STATUS , RP0
        bsf    EECON1 , RD
        bcf    STATUS , RP0
        movf   EEDATA , W
        return

```

هذا بالفعل مثال رائع لتوضيح دور الخانة RP0 في العملية .. يُمكنك من خلاله ملاحظة عدد مرات استخدامها ، وإن هذه الإجرائية لن تعمل بدونها ..

عملية الكتابة :

إن الكتابة في الـ EEPROM أمر أصعب قليلاً ، هنا يُفترض بك كتابة سلسلة من التعليمات الخاصة في كل مرة تريد فيها كتابة معطيات في تلك الذاكرة ، وإذا لم تُفلح في ذلك ، فإنك لن تكون قادراً علي كتابة أي معطيات على الإطلاق !
 أول شيء ستقوم به هو شحن المسجل EEADR بعنوان الموقع الذي تريد الكتابة فيه ، كذلك لا بد أن تشحن المسجل EEDATA بقيمة المعطيات التي تريد تخزينها .. بفرض أنك تريد كتابة القيمة x45 في الموقع الأول .. إذن قم بكتابة ما يلي :

```

movlw 0h
movwf EEADR
movlw 0x45
movwf EEDATA

```

الترتيب غير ضروري في كتابة التعليمات السابقة (شحن المسجلات) . الآن حتى نعلم الـ PIC أننا نريد كتابة قيمة في الـ EEPROM ، فإننا نحتاج لتفعيل بعض الخانات الخاصة في المسجل EECON1 ، أحد هذه الخانات الخاصة هي WT (الخانة ١) وهي اختصار لـ WRITE (كتابة) . و الخانة الأخرى هي WREN (الخانة ٢) وهي اختصار لـ ENABLE WRITE (تأهيل القراءة) ، تبدو هاتان الخانتان متشابهتين ، ولكن في الحقيقة لهما وظيفتان مختلفتان قليلاً .
 فيما يلي الخانات المتوضعة في المسجل EECON1 الذي عنوانه في الـ RAM هو h88 :

EECON1								
Bit Number	7	6	5	4	3	2	1	0
Function	-	-	-	EEIF	WRERR	WREN	WR	RD

قبل أن تُتم الكتابة يجب تأهيل WREN أي جعلها '١' ، في حال كانت ٠ فإن ال PIC لن تكتب شيئاً من المعطيات حتى لو طُلبَ منها ذلك . المسجل **EECON1** متوضع في الصفحة ١ من ذاكرة ال RAM و بالتالي للوصول إليه سوف نضع الخانة RP0 في المسجل STATUS على الوضع '١' كالتالي :

```
bsf STATUS , RP0
```

ولتفعيل الكتابة قم فقط بتأهيل WREN أي جعله '١' :

```
bsf EECON1 , WREN
```

لجعل ال PIC تبدأ بالكتابة في ال EEPROM لا بُدَّ من استخدام التعليمات السابقة ، بل لا بُدَّ من كتابتها بنفس الشكل الذي وردت فيه تماماً ، و بنفس الترتيب حتماً .. إضافة للخانة WREN فإنَّ هذه السلسلة من التعليمات تعتبر عامل أمان ضد أخطاء القراءة . إن المسجل **EECON2** هو أيضاً في الصفحة ١ من ال RAM ، والخانة RP0 قد تم وضعها على ١ مسبقاً ، أي لا داعي لإعادة ذلك مرةً أخرى ..

```
movlw 0x55  
movwf EECON2  
movlw 0xAA  
movwf EECON2  
bsf EECON1 , WT
```

بعد تنفيذ هذه التعليمات ، و جعلك الخانة WT مساوية '١' ، فإنَّ ال PIC سوف ترى القيمة المخزنة في **EEADR** على أنَّها عنوان موقع ال EEPROM الذي ستكتب فيه ، كما أنها ترى القيمة المخزنة في **EEDATA** على أنَّها المعطيات التي ستكتبها . إن عملية الكتابة التي تقوم بها ال PIC في ال EEPROM تأخذ وقتاً ، وذلك بسبب طبيعة هذه الذاكرة . إن سرعة القراءة من ال EEPROM من مرتبة سرعة القراءة من ال RAM الاعتيادية و لكن الذي يأخذ وقتاً هو الحاجة لتخزين المعطيات بشكل مؤقت إلى أن تكتب من جديد . بعد أن تنهي ال PIC كتابة المعطيات في الموقع المعتبر ، فإنَّ الخانة WT تعود آلياً لتأخذ الوضع '٠' والعلم **EEIF** يأخذ القيمة '١' .

إن الزمن الذي تستغرقه عملية الكتابة عادة ما يكون ١٠ ms (أي ١٠ أجزاء من ألف من الثانية) هذا لا يبدو كثيراً ، إلا أنه زمن طويل نسبياً في أبجدية المعالجات الصغرى .. إن ال PIC التي تعمل على ساعة بسرعة ٤ MHz قادرة على تنفيذ ١٠,٠٠٠ تعليمة بنفس الزمن الذي تستغرقه عملية كتابة واحدة . لاحظ أنه ليس بإمكانك كتابة بايت (BYTE) آخر في ال EEPROM حتى تنتهي ال

PIC من كتابة الكلمة الأخيرة ، و لنفرض جدلاً أنّك حاولت ذلك فأؤكد لك إنّك لن
تجنّي إلا الأخطاء ؛ و لمعرفة هل أنهى المعالج دورة الكتابة أم لا .. لدينا طريقتين
.. الأولى تتمثل بفحص الخانة WR هل هي '١' .. و الطريقة الثانية هي
باستخدام المقاطعات ، لن نناقش هنا كيفية استخدام المقاطعات .

في انتظار اسئلتكم واستفساراتكم في المنتدى.....بوابه العرببوابه كل العرب.

=====

اخوكم حسام القاضي .

Hossam_elkady@hotmail.com