

سلسلة تعليم المايكروكترولر

الدرس الخامس

استخدام ال EEPROM

إن ذاكرة ال EEPROM مختلفة عن ذاكرة RAM العادية ، لأنَّ المعطيات المخزَّنة فيها تبقى حتى لو قُطعت 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 المسجَّلات 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 يمكنك من كتابة المعطيات .
أسهل طريقة لشرح عمل هذه المسجَّلات 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 ! .. كُنْتَ تريد القراءة من الموقع الثاني ، لماذا إذن وضعنا القيمة h1

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

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

والآن حتى تعرف ال PIC أنك تريد فعلاً قراءة قيمة من ال 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 ال RAM و بالتالي قبل الوصول إليه
 لا بُدّ من تفعيل الخانة RPO في مسجل ال STATUS (مسجل الحالة) :
 bsf status , RPO

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

عندما نقوم بجعل قيمة RD مساوية لـ ١ فإن ال PIC ترى آلياً القيمة الموجودة في
 EEADR وتستخدمها كعنوان لذاكرة ال 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 التعليمة :
 bsf EECON1 , RD

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

```
bcf STATUS , RPO
movf EEDATA , W
```

فيما يلي مجموعة التعليمات اللازمة للقراءة من ال EEPROM :

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

```
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 تُكُن 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 تُكُن واثقاً في أي صفحة أنت تعمل عند استدعاء الإجرائية EepRead ، فقم قبل أي شيء بتصفير الخانة RP0 داخل الإجرائية كالتالي :

```

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

```

هذا بالفعل مثال رائع لتوضيح دور الخانة RPO 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 يفترض 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 $x450$ 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 **hAA** :

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 RPO في المسجل STATUS على الوضع '١' كالتالي :

```
bsf STATUS , RPO
```

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 RPO 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 يجعلك الخانة WT مساوية '١' ، فإنَّ ال PIC سوف ترى القيمة المخزنة في EEADR على أنها عنوان موقع ال EEPROM الذي ستكتب فيه ، كما أنها ترى القيمة المخزنة في EEDATA على أنها 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 المعبر ، فإنَّ الخانة WT تعود ألياً لتأخذ الوضع '٠' والعلم EEIF يأخذ القيمة '١' .

إن الزمن الذي تستغرقه عملية الكتابة عادة ما يكون ١٠ms (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 ٤MHz 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 تجني إلا الأخطاء ؛ ولمعرفة 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.....يوابه العربيوابه كل العرب.

اخوكم حسام القاضي .

Hossam elkady@hotmail.com