

(١٠٩)

الجزء الثاني

(Microcontrollers) المتحكمات الدقيقة

الباب الأول

مقدمة عن المتحكمات الدقيقة (Microcontrollers)

البناء المعماري للمتحكم 8051

المسجلات الداخلية

الذاكرة الداخلية

الذاكرة الخارجية

(١١٠)

الجزء الثاني

(Microcontrollers) المتحكمات الدقيقة

الباب الأول

مقدمة عن المتحكمات الدقيقة

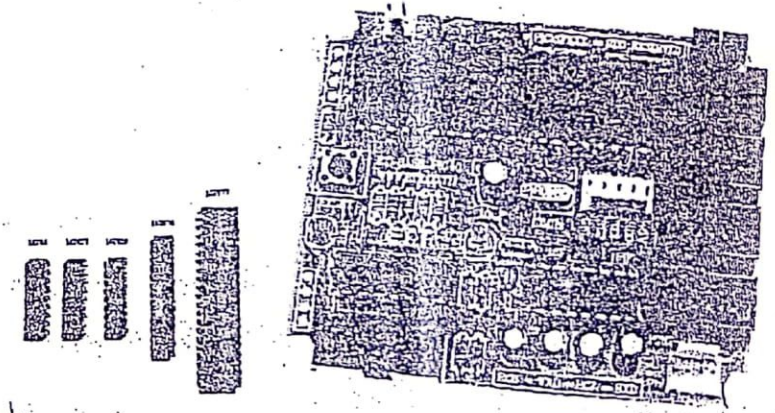
ما هو المتحكم؟ وكيف يعمل؟

كلنا يعرف الحاسب الآلي ، والحاسب كما لا يخفى عليكم يحتوي على: معالج (CPU) ، وحدة الحساب و المنطق (ALU)، الذاكرتين (ROM) و (RAM) ، وحدة تخزين البيانات (Hard Disk) و مداخل و مخرج البيانات.

المتحكم هو عبارة عن خاد أصغر جداً، فالبنية الأساسية - غالباً - تحتوي ما يحتويه الحاسب. أي أن المتحكم يحتوي على CPU و ALU و ROM و RAM و ذاكرة خاصة للبيانات و مداخل و مخرج البيانات. أي أن المتحكمات مبنية على هذا الأساس، لكن قد تختلف فيما بينها على مواصفات وخصائص هذه المكونات، إضافة إلى أنه في بعض الأحيان تكون هناك مميزات لبعض المتحكمات التي قد تصنع لأغراض منحصصة. و كما تعلمون، أن الحاسب جسد وروح، الجسد هي المكونات الداخلية الـ Hardware و الروح هي البرامج Software فالحاسب يقوم بتنفيذ الأوامر الصادرة من البرامج ليؤدي مهمة ما. برنامج الورد مثلاً هو برنامج يوجه الحاسب للقيام بمهمة معالجة النصوص. والمتحكم كالحاسب يحتاج إلى برنامج يحتوي على عدة أوامر توجيه لإنجاز هدف البرنامج. فإذا أردنا مثلاً أن نصنع برنامج يحاكي عملية تنظيم المرور باستخدام الإشارات المرورية، فعلينا أن نصنع برنامجاً خاصاً بهذا الهدف ثم نقوم بتحصيله على المتحكم ثم نربط المتحكم ببعض القطع الإلكترونية البسيطة ثم نقوم بتشغيله لينتدئ عمله. ولو تأملنا قليلاً لوجدنا أن المتحكم - إذا ما استعملناه بدلاً من تركيب الدوائر الإلكترونية و تسيرها - سيختصر علينا الكثير من الجهد و الوقت و المال. هذا غير أن المتحكم نفسه تمسك به استخدام في أكثر من مشروع ولن يكلف إلا إعادة برمجته

(١١١)

مج من صنع يدك أو من الإنترنت، أما الدوائر الإلكترونية فإنها قد تكلفنا الجهد و المال و الوقت. لنعد لمثالنا في تنظيم السير باستخدام إشارات المرور، فلو أردنا محاكاة نظام إشارات المرور باستخدام الدوائر الإلكترونية سنحتاج العديد من المؤقتات و المقارنات و البوابات المنطقية و المكثفات و المقاومات و غيرها و هذا سيكلفنا أيضا نحتاج توصيلها بطريقة صحيحة و من ثم اختبارها وهذا أيضا سيستنزف الوقت و الجهد. لكن لو استخدمنا بكم فما علينا سوى تصميم برنامج يحاكي نظام إشارات المرور ثم نعمله على المتحكم ثم نربط المتحكم بالقليل المقارنات و الـ LED's إذا، وفي كثير من الأحيان استخدام المتحكم يوفر علينا الجهد و الوقت و المال.



توضح أنواع مختلفة من المتحكمات شكل 1-1 (الصور)

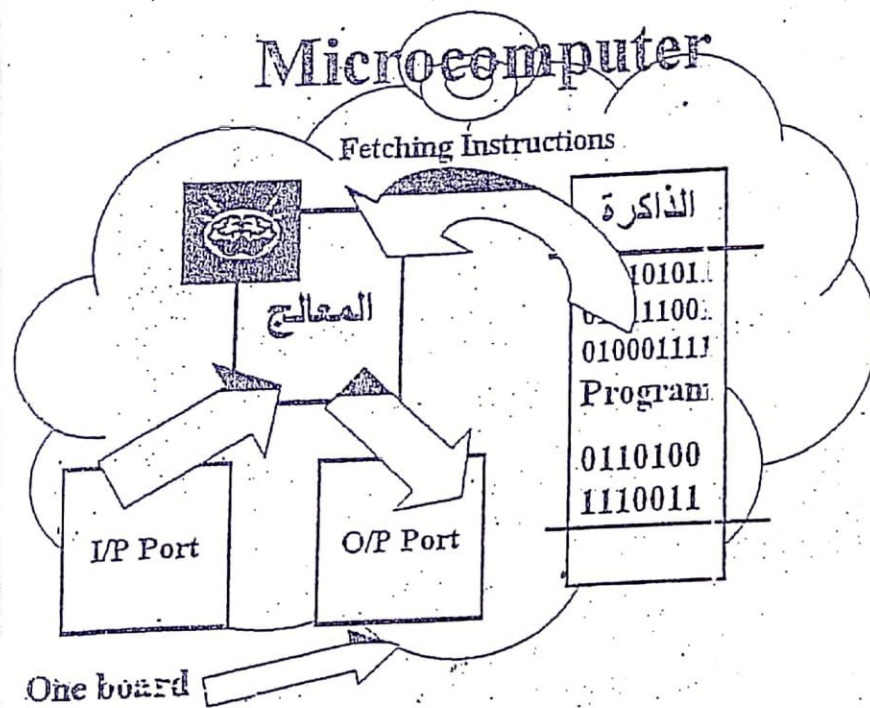
هو المعالج ؟ وما هو المتحكم ؟ وما الفرق بينهما؟

المعالج Microprocessor : هو وحدة معالجة مركزية تكون مهمته هي احضار الأوامر من الذاكرة وتنفيذها و لا توي أي ذاكرة لتخزين البرامج والبيانات سوى عند قليل من المسجلات العامة التي تساعد في تنفيذ الأوامر. لذلك المعالج كشرية منفردة يعتبر عديم الفائدة ، ولذلك فإنه لكي تتم الاستفادة من المعالج لابد من توصيل ذاكرة معه . يمكن أن نوضح بها البرامج التي سينفذها المعالج وايضا لابد من توصيل عدد من بوابات الإدخال والإخراج تشغيلها في التعامل مع الأجهزة الخارجية .

(١١٢)

من خواص المعالجات أن عدد المسجلات العامة فيها يكون قليلا جدا لا يتعدى العشر مسجلات بالمقارنة بالعديد من المسجلات العامة في المتحكمات والتي تصل إلى العشرات، كما أن عدد أوامر المعالجات يكون كبيرا جدا في العدة يكون بالبنات.

يتعامل مع مجموعة أوامر مركبة CISC و على مستوى عالي من القدرة الحسابية والتعامل مع الأرقام الحقيقية Floating Numbers وتستخدم عادة كوحدة معالجة مركزية CPU في الحاسبات وتحتاج للكثير من الشرائح المحيطة للذاكرة وإدخال وإخراج البيانات حيث لا تحتوي على أي ذاكرة أو بوابات إدخال أو إخراج بداخلها.



شكل (1-2)

المتحكم Microcontroller : هو جهاز حاسب (ميكروكمبيوتر) كامل على شريحة واحدة.

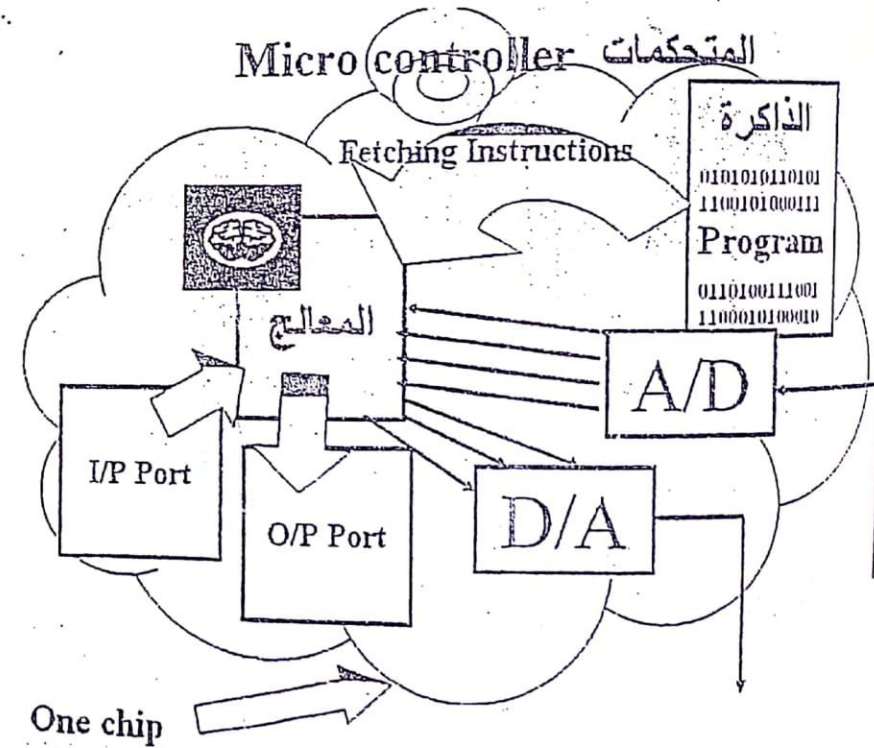
(١١٣)

تتمثل المتحكمات بأن مجموعة الأوامر لها تكون قليلة مقارنة بالمعالجات فهي لا تتعدى المائة أمر وفي الغالب تكون في حدود العشرات.

يتبادل مع مجموعة أوامر مخفضة RISC و موجية أساساً لإدخال وإخراج البيانات ومقررتة محدودة في معالجة البيانات وبالذات الأرقام الحقيقية ويحتوي على كميات مختلفة من الذاكرة ووحدات إدخال وإخراج البيانات وربما معولات انسيابية رقمية A/D وعكسها .

بالختصار : المعالجات مصممة لمعالجة البيانات والتعامل مع الأرقام بصورها المختلفة بينما المتحكمات صممت لأغراض التحكم في الوسط المحيط بها.

المتحكمات Micro controller



(١١٤)

شكل (3-1)

خصائص المتحكم:

1. يكون المتحكم عادة بداخل جهاز آخر للتحكم بذلك الجهاز كما ذكرنا سابقاً.
2. يكون في المتحكم ما يحتاجه من الذاكرة مثل الرام والروم (RAM & ROM) فهو ليس بحاجة إلى شرائح خارجية للذاكرة الا نادرًا
3. يكون عمل المتحكم محدد بمهمة واحدة وتنفيذ الأوامر في برنامج واحد يكون مخزنًا في ذاكرة المتحكم.
4. يكون استهلاك المتحكم من الطاقة صغيراً جداً بالنسبة للكمبيوتر فمثلاً بعضها يستهلك 50 ميلي وات بينما الكمبيوتر العادي الذي نستخدمه في منازلنا قد يستهلك 50 وات.

المتحكم 8051 :

في عام 1981م أعلنت شركة INTEL عن منتج جديد من المتحكمات هو المتحكم 8051 بالوصفات التالية (خواص المتحكم 8051):

- ✓ مسار بيانات ووحدة حساب ومنطق 8 بت.
- ✓ سهولة التقابل منه (توصيل الدوائر الخارجية عليه).
- ✓ أوامر متعددة لنقل البيانات والضرب والقسمة والتعامل على مستوى البت.
- ✓ سرعات من 12 حتى 30 ميغاهرتز.
- ✓ طرق مختلفة للعتونة (التعامل مع الذاكرة).
- ✓ 4 كيلوبايت ذاكرة برمجة ROM.
- ✓ 128 بايت RAM.
- ✓ 128 من المسجلات الخاصة SFR.
- ✓ إدخال وإخراج للبيانات على التوالي SERIAL I/O.
- ✓ 32 خط لإدخال وإخراج البيانات.
- ✓ مؤقتان عدديان 16 بت.

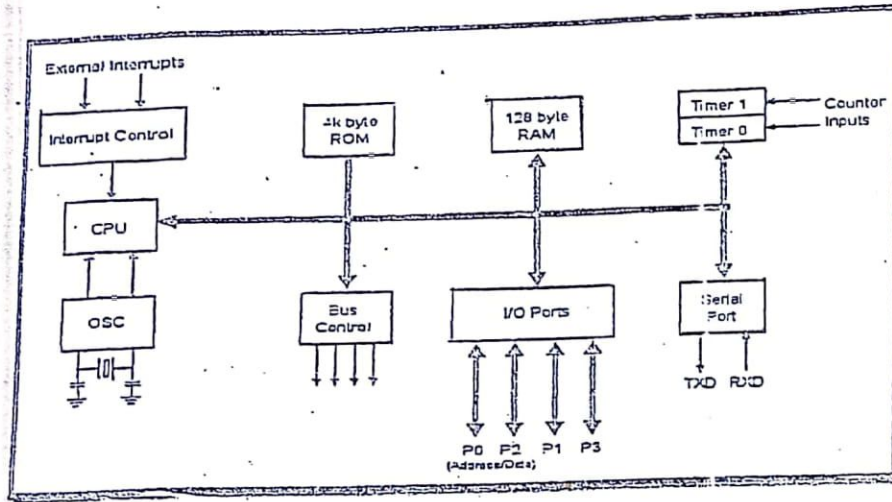
الطلق على هذا المتحكم في وقته بأنه "نظام على شريحة" "SYSTEM ON A CHIP" ولقد صنعت شركة INTEL فيما بعد العديد من الشركات بإنتاج هذا المتحكم بإمكانيات مختلفة عن المتحكم الأصلي ولكن بشرط أن تكون هذه المتحكمات متطابقة من حيث مجموعة الأوامر مع المتحكم الأصلي.

مواقع الكترونية للشركات المنتجة للمتحكم 8051

الموقع الإلكتروني Web Site	الشركة Company
www.intel.com/design/mcs51	Intel
www.atmel.com	Atmel
www.semiconductors.philips.com	Philips
www.infineon.com	Siemens
www.maxim-ic.com	Dallas Semiconductor

شكل (4-1)

رسم صندوقي لمحتويات المتحكم 8051 المنتج 1981 م



شكل (5-1)

الشكل يبين رسماً صندوقياً للتركيب الداخلي لهذه الشريحة ، نلاحظ من الشكل وجود مسار بيانات من 8 بت يصل بين وحدة المعالجة المركزية CPU وجميع المكونات بما في ذلك الذاكرة RAM وذاكرة البرمجة ROM التي تحتوي شفرات البرنامج التطبيقي.

وحدة المعالجة المركزية CPU تحتوي على وحدة الحساب والمنطق ALU لتنفيذ العمليات الحسابية من جمع وطرح وضرب وقسمة للأرقام الصحيحة فقط بجانب العمليات المنطقية.

يحتوي المتحكم 8051 على المجمع A (Accumulator) (A) وله نفس وظيفة المجمع في المعالجات من حيث أنه طرف في العمليات الحسابية والمنطقية ونتيجة هذه العمليات توضع به ، كما أن هناك إدخال وإخراج البيانات تتم من خلاله ، كذلك فإن عمليات نقل البيانات بين الشريحة 8051 والذاكرة الخارجية تتم من خلال هذا المسجل.

(١١٧)

جدد المسجل B يستخدم في تخزين البيانات والباقي في عمليات الضرب والقسمة فقط ولا يستخدم في أي وظيفة

بت العامة (RAM) :

المتحكم على 128 بايت من ذاكرة القراءة والكتابة يمكن النظر إليها على أنها مسجلات عامة داخل المتحكم، بايت من هذه المسجلات تشغل العنوانين من 00H إلى 1FH ويمكن التعامل مع كل منها من خلال عناوينها كل أو من خلال اسم لكل منها R0 حتى R7 على حسب البلوك الذي يقع فيه كل مسجل أو كل بايت من خلال بي مسجل الحالة يستخدمان لتحديد بلوك من الأربعة بلوكات المراد التعامل معه.

ت من 00H حتى 1FH (الأربع بلوكات) كلها يتم التعامل معها على مستوى البايت فقط المسجلات من 20H 2F وعندها 16 مسجل يمكن التعامل مع بتاتها منفردة كل بت من بتات هذه المسجلات لها عنوان يميزها كذلك التعامل معها على مستوى البايت، باقي المسجلات من العنوان 30H حتى العنوان 7FH هي مسجلات التعامل معها على مستوى البايت فقط.

شكل (6-1) يوضح حالة المسجلات العامة (١١٨)

Bank 1

Bank 0

0F	R7
0E	R6
0D	R5
0C	R4
0B	R3
0A	R2
09	R1
08	R0
07	R7
06	R6
05	R5
04	R4
03	R3
02	R2
01	R1
00	R0

Bank 3

Bank 2

1F	R7
1E	R6
1D	R5
1C	R4
1B	R3
1A	R2
19	R1
18	R0
17	R7
16	R6
15	R5
14	R4
13	R3
12	R2
11	R1
10	R0

2F	7F	78
2E	77	70
2D	6F	68
2C	67	60
2B	5F	58
2A	57	50
29	4F	48
28	47	40
27	3F	38
26	37	30
25	2F	28
24	27	20
23	1F	18
22	17	10
21	0F	08
20	07	00

30

٨٠ بابت مستخدم للأغراض العامة الأخرى

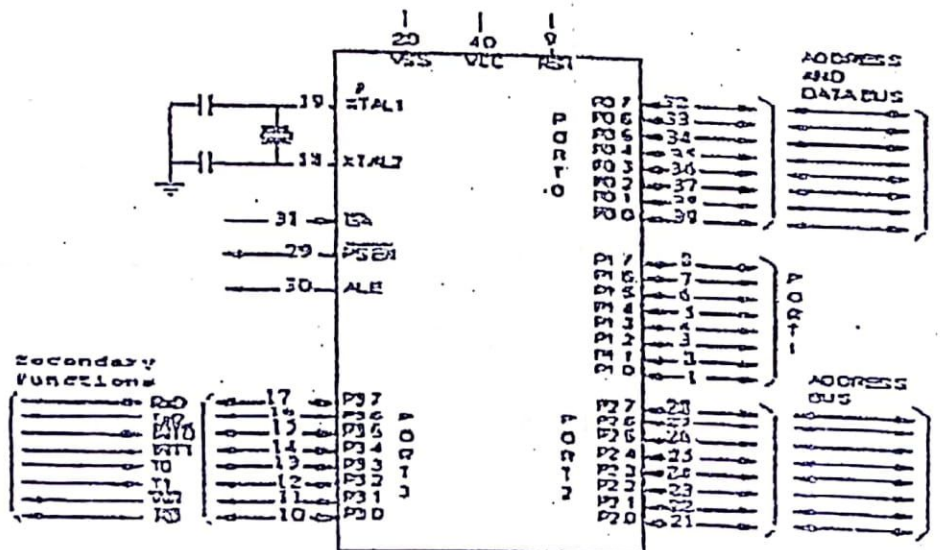
٥ بنكات . يمكن التعامل مع كل مسجل عن طريق عنوانه أو
اسم بيت تخزينه البنك الموجود فيه .

١٢٨ بيت يمكن عنوانها منفصلة من ٠٠ انبت حتى انبت
٧٢ . ويمكن التعامل معها على مستوى انبايت أيضا .

٤ بنكات . يمكن التعامل مع كل سجل عن طريق عنوانه أو اسمه بت تحثه البنك الموجود فيه .

١٢٨ بت يمكن عنوانها منفصلة من البت ٠٠ حتى البت ٧٩ . ويمكن التعامل معها على مستوى البتات أيضا .

نظرة خارجية على أطراف المتحكم 8051 شكل (7-1)



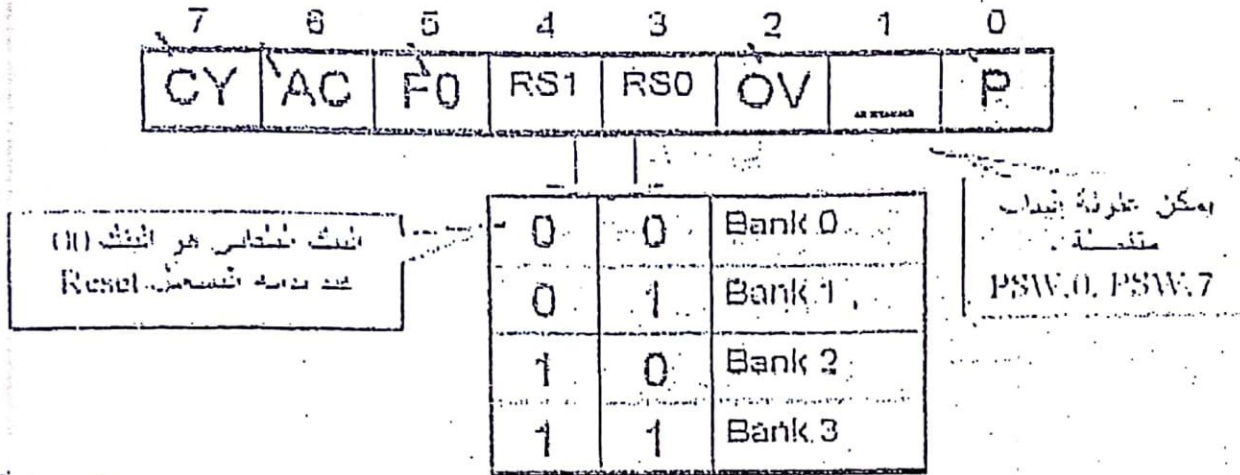
(١١٩)

الشكل 1-7 يبين أطراف المتحكم 8051 (40 طرف) مقسمة إلى مجموعات حتى يسهل دراستها، يمكن تقسيم هذه الأطراف إلى المجموعات التالية:

رقم الطرف	الوظيفة
١ الى ٨	ثمانية أطراف للبوابه رقم ١ لادخال واخراج البيانات
١٠ الى ١٧	ثمانية أطراف للبوابه رقم ٣ لادخال واخراج البيانات وتستخدم أيضا كخطوط تحكم
٢١ الى ٢٨	ثمانية أطراف للبوابه رقم ٢ لادخال واخراج البيانات وتستخدم أيضا كخطوط عناوين من $A_8 - A_{15}$ في حالة التعامل مع ذاكرة خارجية .
٣٢ الى ٣٩	ثمانية أطراف للبوابه رقم ٠ لادخال واخراج البيانات وتستخدم أيضا كخطوط عناوين من $A_0 - A_7$ في حالة التعامل مع ذاكرة خارجية .
١٨ و ١٩	توصل بلورة Crystal بينهما بالتردد المطلوب
٢٠ و ٤٠	خط القدرة وخط الارضى
٩ و ٢٩ و ٣٠ و ٣١	خطوط تحكم : RST خط إعادة الوضع . ALE خط تمكين العناوين . \overline{EA} . يوصل بالأرضى (٠) عند التعامل مع ذاكرة خارجية External Ad \overline{PSEN} يكون (٠) لتنشيطه أثناء أحضار شفرات الأوامر .

(١٩٠)

مسجل حالة البرنامج (PSW) Program Status Word



شكل (8-1)

مثل جميع المعالجات والمتحكمات يحتوي المتحكم 8051 على سجل حالة يبين آخر عملية نفذها المتحكم .

البت 7 : Carry Flag (CY) وهي علم الحمل

البت 6 : Auxiliary Carry Flag (AC) وهي علم الحمل النصفى Half Carry Flag

البت 5 : User Defined Flag (FO) وهو "علم مستخدم" يستخدمه لاي غرض من أغراض البرمجة.

البتات 3,4 : Register Bank Selector (RS0,1) تستخدم لتحديد بنك المسجلات العامة الذي يراد التعامل معه حين يمكن اختيار واحد من أربع كما بالشكل.

البت 2 : Over Flow Flag (OV) علم الفيضان.

البت 0 : Parity Flag (P) علم الواحد عند زوجي

(١٤٢)

P1	ماسك بيانات بوابة Input/Output Port Latch
P2	ماسك بيانات بوابة Input/Output Port Latch
P3	ماسك بيانات بوابة Input/Output Port Latch
مسجلات الاتصالات على التوالي	
SCON	مسجل تحكم بوابة البيانات المتوالية Serial Port Control
SBUF	ماسك البيانات المتوالية Serial Port Data Buffer
PCON	التحكم في الشرة
مسجلات المقاطعة	
IP	أولوية المقاطعة Interrupt Priority
IE	التحكم في تنشيط المقاطعة Interrupt Enable Control
مسجلات المؤقتات	
TMOD	التحكم في حالة المؤقت Timer/Counter mode control
TCON	التحكم في أداء المؤقت Timer/Counter Control
TL0	البايت الأدنى من المؤقت الأول Timer 0 low Byte
TH0	البايت الأعلى من المؤقت الأول Timer 0 High Byte
TL1	البايت الأدنى من المؤقت الثاني Timer 1 low Byte
TH1	البايت الأعلى من المؤقت الثاني Timer 1 High Byte

شكل (9-1)

(١٤٣)

مسجلات الوظائف الخاصة (SFR) Special Function Register

تبدأ عناوين هذه المجموعة من المسجلات 80H (العنوان التالي لآخر عنوان في الـ RAM) حتى العنوان FFH ، بعض هذه المسجلات يتم التعامل معها على مستوى البايت الكاملة وبعضها يمكن التعامل معه على مستوى البت أو البايت.

اسم المسجل	وظيفة المسجل
مسجلات خاصة بوحدة المعالجة المركزية CPU	
A	المركزم Accumulator
B	يساعد في العمليات الحسابية
DPH	مؤشر البيانات الأعلى Data Pointer High
DPL	مؤشر البيانات الأدنى Data Pointer Low
SP	مؤشر المكسبة Stack Pointer
PSW	مسجل حالة البرنامج Program Status Word
مسجلات الإدخال والإخراج	
P0	ماسك بيانات بوابة Input/Output Port Latch

(١٢٣)

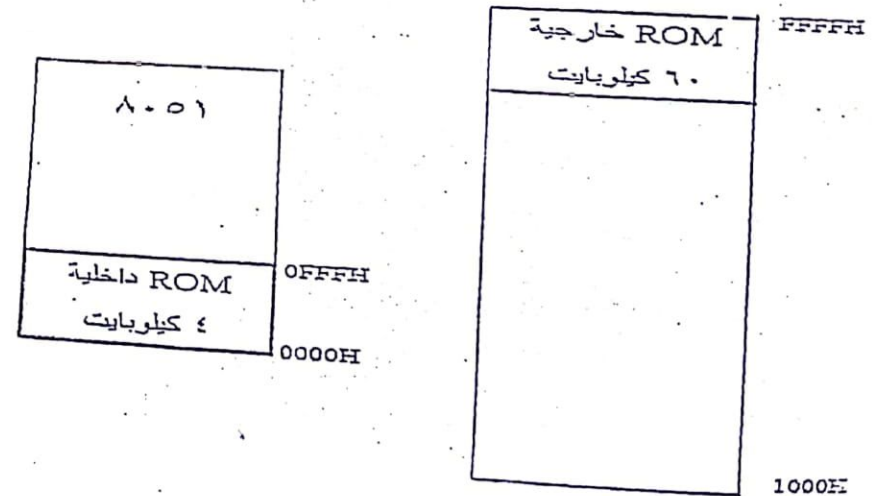
ذاكرة ROM

المتحكم 8051 له مدى عنواني خاص بالذاكرة ROM (ذاكرة البرنامج) يختلف كلية عن المدى العنواني لذاكرة بيانات RAM.

المدى العنواني لذاكرة البرنامج ROM يمتد على مدى 64 كيلوبايت من العنوان 0000H حتى العنوان FFFFH ، العنوانين من 0000H حتى 0FFFH (4 كيلوبايت) تقع داخل المتحكم ، كل العنوانين بعد ذلك تقع خارج المتحكم وينتقل المتحكم بحرية بينهما.

يمكن وضع البرنامج كله في الذاكرة الخارجية ويكون التعامل كلية مع هذه الذاكرة بوضع الطرف External Access (EA) يساري صفراً.

أي أن البرنامج يمكن أن يوجد كله في الذاكرة الداخلية ، أو كله في الذاكرة الخارجية أو جزئياً بين الذاكرة الداخلية والخارجية.



شكل (11-1)

(١٢٤)
اسئلة على الباب الأول

س1: ماهو المتحكم الدقيق؟

س2: ما الفرق بين المعالج الدقيق Microprocessor والمتحكم الدقيق Microcontroller؟

س3: اذكر مواصفات المتحكم الدقيق Microcontroller ؟

س4: اشرح مع الرسم عن مكونات المتحكم الدقيق ؟

س5: اشرح المسجلات العامة في المتحكم 8051 مع الرسم وتعدد عناوين هذه المسجلات؟

س6: ارسم مخطط يوضح اطراف المتحكم 8051 ؟

س7: اشرح مع الرسم مسجل الحالة (PSW) للمتحكم 8051 وتوضيح وظيفة كل بت؟

س8: اذكر بعض المسجلات الخاصة SFR وعناوينها ؟

س9: اشرح الذاكرة ROM في المتحكم 8051 مع توضيح حجم الذاكرة الداخلية والخارجية ومدى عناوينها؟