الفصل السادس 6

البوابات القابلة للبرمجة

Programmable Peripheral Interface, PPI

obeikandl.com

6-1 مقدمة

الشريحة Intel8255A هى إحدى الشرائح المهمة التى تصاحب دائما شرائح المعالج وتستخدم فى الكثير من التطبيقات . إن هذه الشريحة تسمى Programmable Peripheral Interface واختصارا تكتب PPI . تحتوى هذه الشريحة كما سنرى على ثلاث بوابات كل منها ثمانى بتات وهذه البوابات قابلة للبرمجة بمعنى أنه من داخل البرنامج يمكن جعل أى واحدة من هذه البوابات بوابة إدخال أو إخراج عن طريق بعض الأوامر . وهذه تعتبر من المميزات العظيمة لهذه الشريحة حيث أنها توفر الكثير من الدوائر التى كانت تستخدم فى عملية تشفير البوابات ، فلك أن تتخيل أن أمامك ثلاث بوابات لك الحرية فى أن تجعل أى واحدة منهم إدخال أو إخراج كما تشاء ومن داخل البرنامج ودون اللجوء إلى أى تغيرات أو تعديلات فى الدوائر التى تم بناؤها .

6-2 تركيب الشريحة 8255A

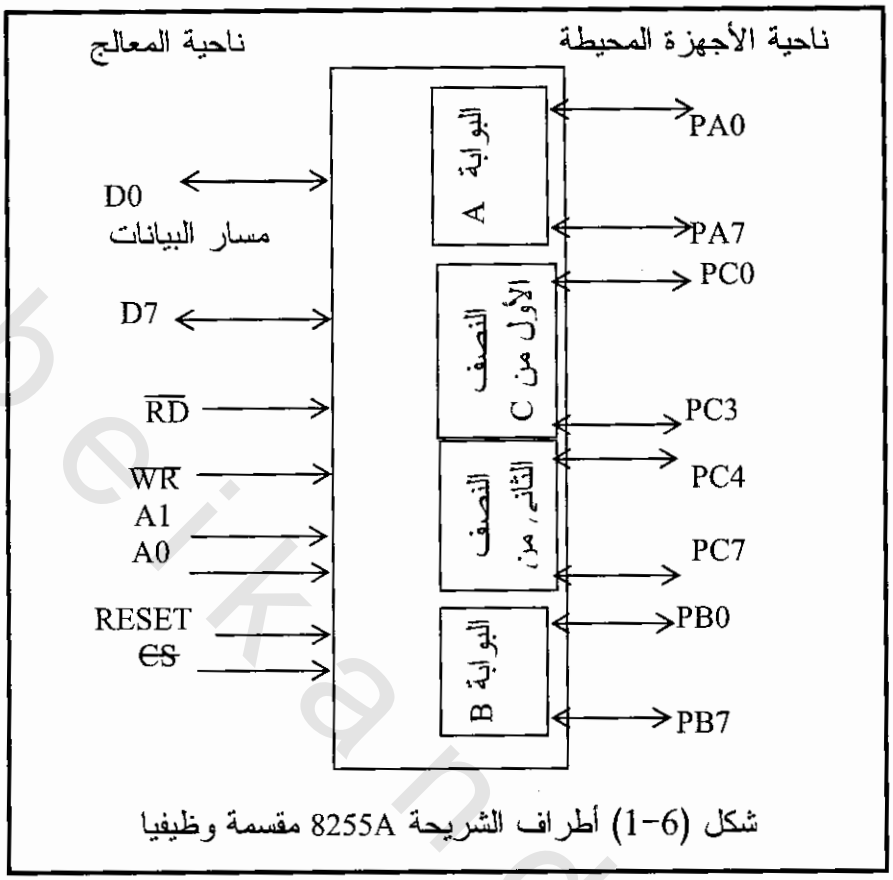
هذه الشريحة يمكن تقسيمها إلى جزأين رئيسيين ، جزء يواجه شريحة المعالج والجزء الآخر يواجه العالم الخارجى . شكل (6-1) يبين رسما تخطيطيا لهذه الشريحة محتويا هذين الجزأين . الجزء المقابل للمعالج يحتوى الخطوط التالية:

- خطوط مسار البيانات وعددها 8 خطوط.
- خطوط مسار العناوين وعددها خطان.
- خطوط مسار التحكم وعددها 4 خطوط (reset , $\overline{CS}$, $\overline{WR}$, $\overline{RD}$)

أما الجزء المقابل للعالم الخارجى فيحتوى الخطوط التالية :

- خطوط البوابة A وعددها 8 خطوط.
- خطوط البوابة B وعددها 8 خطوط.
- خطوط البوابة C وعددها 8 خطوط. (4 خطوط + 4 خطوط)

بإضافة خطى القدرة (Vcc والأرضى) يصبح عدد خطوط أو أرجل هذه الشريحة 40 طرفا . لاحظ أن البوابة C لها خاصية منفردة عن البوابتين A و B وذلك لأنها يمكن برمجتها كبوابة 8 بتات أو كبوابتين كل منهما 4 بتات أو أنها تستخدم كخطوط تحكم للبوابتين A و B كما أنه يمكن عمل Set أو Reset لأى طرف من أطراف هذه البوابة بالذات كما سنرى فيما بعد . شكل (6-2) يبين الرسم الطرفى لهذه الشريحة .

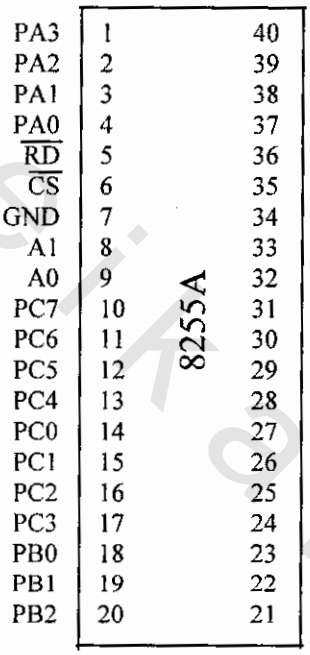


شكل (6-1) أطراف الشريحة 8255A مقسمة وظيفيا

من وجهة نظر المعالج فإن الشريحة 8255 تحتوى على أربعة مسجلات أو أربع بوابات أو أربعة أماكن يمكن عنونتها بعنوان خاص لكل منها وهذا هو السبب فى أن الشريحة 8255 لها خطان فقط للعناوين . ثلاثة من هذه المسجلات أو الأماكن هى المسجلات أو البوابات A و B و C وهى التى تستخدم لإدخال أو إخراج المعلومات وهى الثلاث بوابات التى فى شكل (6-1) ، أما المسجل الرابع فهو مسجل تحكم Control register والذى عن طريقه يتم التحكم فى البوابات الثلاث لجعلها إما بوابات إدخال أو إخراج على حسب الطلب والتحكم أيضا فى طريقة تشغيل الشريحة ككل .

جدول 6-1 يبين كيفية عنونة كل واحد من المسجلات A و B و C وكذلك مسجل التحكم وكيفية القراءة منها أو الكتابة فيها . فمثلا لكى نرسل معلومة إلى المسجل A فإننا نضع الشفرة 00 على الخطين A1, A0 ونجعل خط الكتابة $\overline{WR}$ فعالا بجعله يساوى صفرا وكذلك الخط $\overline{CS}$ وهو خط اختيار الشريحة لابد وأن

يكون أيضا فعالا بجعله يساوى صفرا . تتبع طرق القراءة والكتابة فى كل واحد من هذه المسجلات فى جدول 6-1 . لاحظ أن مسجل التحكم يمكن الكتابة فيه فقط ولا يمكن قراءته حيث أن وظيفته لا تتطلب قراءته ، لذلك فإنه يسمى مسجل كتابة فقط write only register .



شكل (6-2) أطراف الشريحة 8255A

6-3 برمجة الشريحة 8255A

إن برمجة الشريحة 8255A لتعمل فى أى وضع من أوضاع تشغيلها يتم عن طريق كتابة شفرة من ثمانى بتات فى مسجل التحكم ، وعلى ضوء هذه الشفرة تصبح أى واحدة من البوابات الثلاث فى الوظيفة والحالة mode التى حددت لها تبعا لهذه الشفرة . تذكر هنا أن من الوظائف الخاصة بالبوابة C أنك يمكنك أن تنشط أو تخمد (set أو reset) أى طرف من أطرافها كما ذكرنا سابقا . شكل (6-3) وشكل (6-4) يبينان وظيفة مسجل التحكم على ضوء الشفرة المخزنة فيه .

جدول 6-1 عنونة المسجلات فى الشريحة 8255A . (x تعنى لا يهم Don't care)

العمليـــة	$\overline{CS}$	$\overline{WR}$	$\overline{RD}$	A0	A1
قراءة من البوابة A	0	1	0	0	0
قراءة من البوابة B	0	1	0	1	0
قراءة من البوابة C	0	1	0	0	1
كتابة فى البوابة A	0	0	1	0	0
كتابة فى البوابة B	0	0	1	1	0
كتابة فى البوابة C	0	0	1	0	1
كتابة فى مسجل التحكم	0	0	1	1	1
الشريحة غير فعالة	1	x	x	x	x
حالة غير ممكنة	0	1	0	1	1
الشريحة غير فعالة	0	1	1	x	x

يهمنا هنا محتويات البت رقم 7 من مسجل التحكم فإذا كانت هذه البت تساوى واحدا فإن ذلك يعنى أن باقى محتويات مسجل التحكم وهى البت رقم صفر إلى البت رقم 6 خاصة بتحديد الوظائف المختلفة للبوابات A و B و C على ضوء ما هو مبين فى شكل (6-3) ، أما إذا كانت البت رقم 7 من مسجل التحكم تساوى صفرا فإن ذلك يعنى أن الشفرة الموجودة فى باقى البتات خاصة بعمل set أو reset لأحد أطراف البوابة C على ضوء ما هو مبين فى شكل (6-4) وتسمى حالة تنشيط/إخماد البت Bit Set Reset واختصارا تكتب BSR وسنتعارف عليها بالعربى هكذا (ب س ر) .

مثال

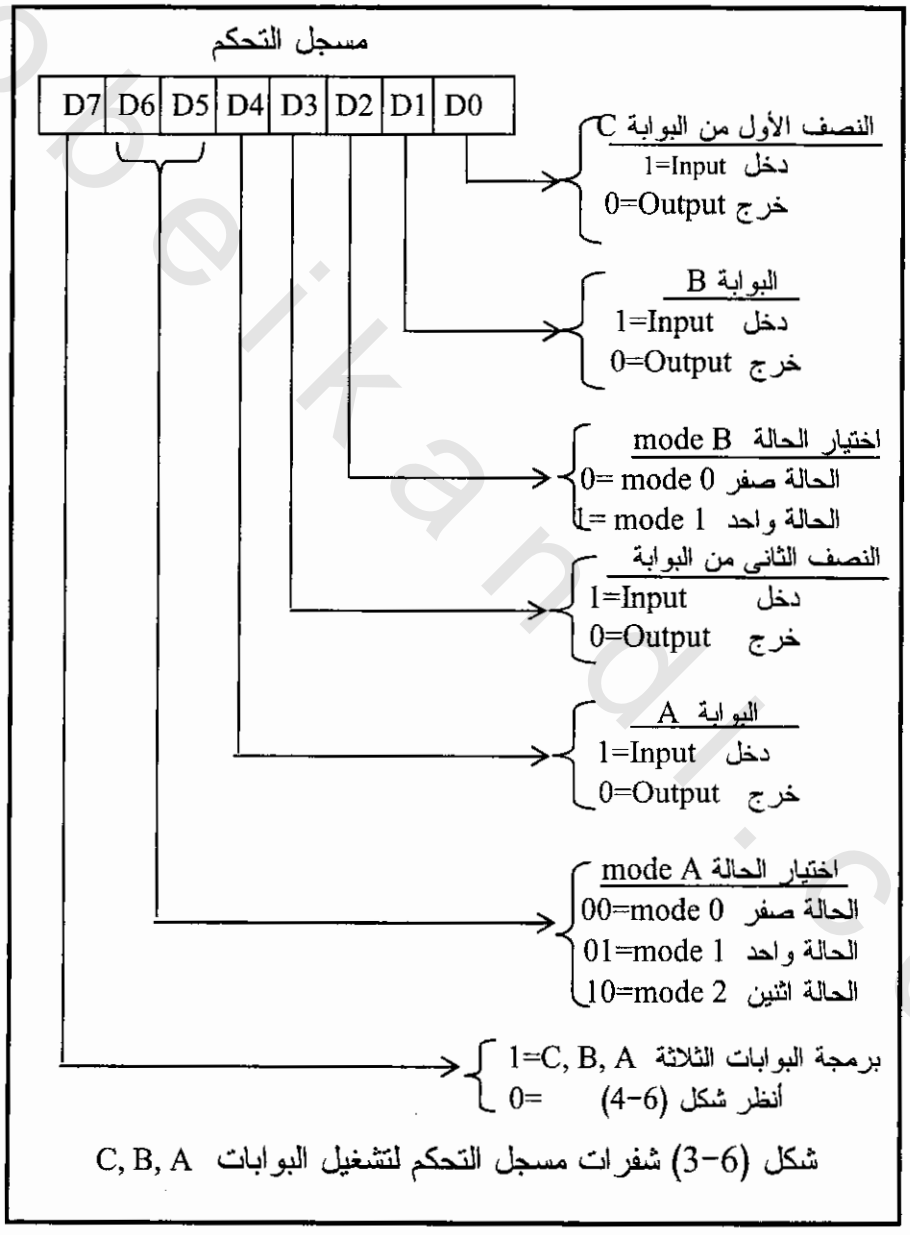
ما هى الشفرة أو البايت التى نكتبها فى مسجل التحكم للشريحة 8255A للحصول على الآتى :

البوابة B دخل ، والبوابة A خرج ، والبوابة C خرج ، والجميع يعمل فى mode 0 . سنفترض الحالة 0 فقط حاليا إلى أن يتم شرح باقى الحالات فى الجزء القادم .

بالنظر إلى شكل (6-3) نجد أنه لكى يكون النصف الأول من البوابة C خرجا فإن D0=0 ولكى تكون البوابة B دخلا فإن D1=1 ولكى تكون المجموعة B فى mode 0 فإن D2=0 ، بالنسبة للنصف الثانى من البوابة C فلكى يكون

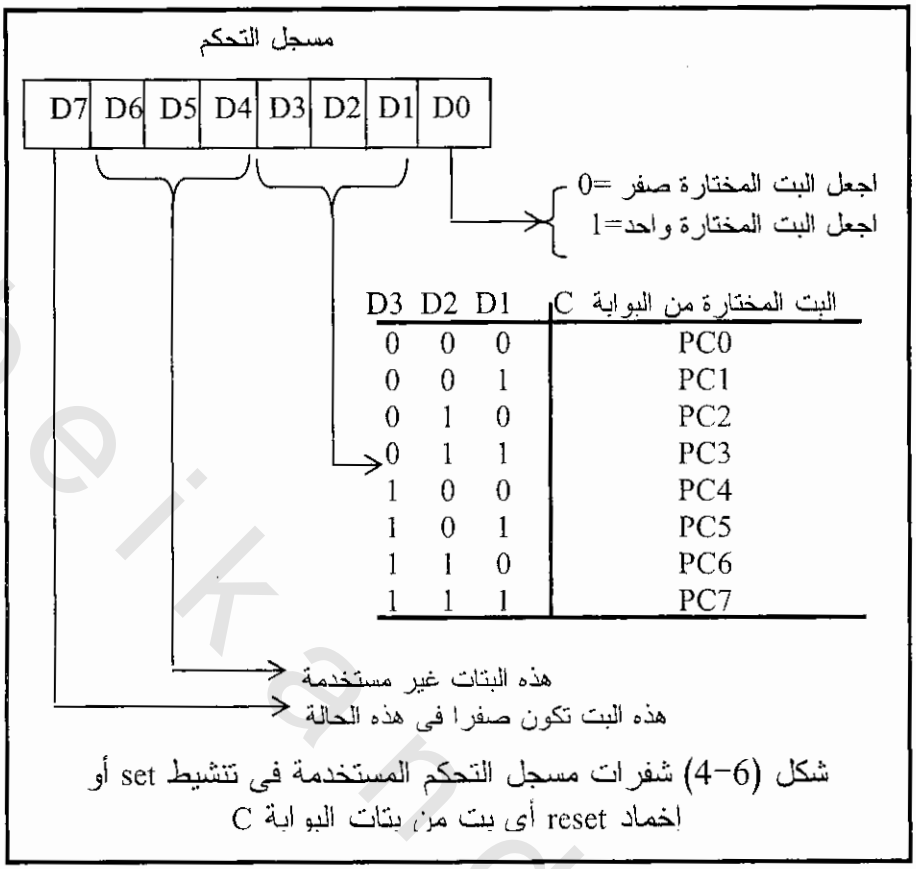
خرجا فإن D3=0 ولكى تكون البوابة A خرجا فإن D4=0 ولكى تعمل المجموعة A فى mode 0 فإن D6D5=00 ، وكما نعلم فإن D7=1 فى هذه الحالة . بـــذلك تصبح محتويات البايت المطلوبة هى :

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
1	0	0	0	0	0	1	0



شكل (6-3) شفرات مسجل التحكم لتشغيل البوابات C, B, A

obeikandi.com



D3	D2	D1	C البت المختارة من البوابة
0	0	0	PC0
0	0	1	PC1
0	1	0	PC2
0	1	1	PC3
1	0	0	PC4
1	0	1	PC5
1	1	0	PC6
1	1	1	PC7

شكل (6-4) شفرات مسجل التحكم المستخدمة فى تنشيط set أو إخماد reset أى بت من بتات البوابة C

بالنظام الستعشرى فإن هذه البايت تكون 82H وال H تستخدم للدلالة علـــى أن الرقم المجاور لها يكون فى النظام الستعشرى . المطلوب الآن هـــو كتابـــة أو إرسال هذا الرقم إلى مسجل التحكم فى الشريحة 8255A . لإرسال هذا الرقم إلى مسجل التحكم فى الشريحة 8255A فإنه كما نعلم أن خطى العنـــاوين A1, A0 للشريحة 8255A موصلان بخطى العناوين A1, A0 القادمين من شريحة المعالج ولقد رأينا فى جدول 6-1 أن عنوان مسجل التحكم هو A1A0= 11 لذلك فإنـــه لكى نرسل الرقم المطلوب إلى مسجل التحكم يكفى أن نكتب الأمرين التاليين :

```
MOV AL,82H
OUT 03H,AL
```

باستخدام لغة C++ يتم ذلك بالأمر التالى :

```
outport(port_address, value);
```

حيث الأمر الأول سيضع الرقم 82H فى مسجل التراكم AL والأمر الثانى سيخرج محتويات مسجل التراكم إلى البوابة رقم 3 وهى مسجل التحكم فى الشريحة 8255A لأن الرقم 3 سيجعل خطى العناوين A1, A0 يساويان 11 وهذا هو عنوان مسجل التحكم . أما port_address فهو عنوان البوابة الذى سيجعل A1A0=11 و value هى القيمة 82H .

بذلك يمكن التعامل مع البوابات C, B, A حسب حالة كل منهم التى تم تحديدها فى مسجل التحكم بالرقم 82H . فمثلا الأمر OUT 00 سيخرج محتويات مسجل التراكم على البوابة A لأن عنوان البوابة A هو A1A0=00 . وأما الأمر IN 01 فسيقرأ محتويات البوابة B ويضعها فى مسجل التراكم لأن عنوان البوابة B هو A1A0=01 . وأما الأمر OUT 02 فسيقوم بعملية إخراج على البوابة C حيث عنوان البوابة C هو A1A0=10 . لاحظ أن العناوين التى استخدمناها للبوابات الثلاث فى الأوامر السابقة كانت 00 و 01 و 02 و 03 وكلها أرقاما ستعشرية وليس بالضرورة أن تكون هذه هى الأرقام التى يجب أن تستخدم فقط فى جميع الأحوال . النظرية هنا هى أن العنوان الذى نستخدمه يجب أن يحقق الشفرة المطلوبة لكل بوابة على الخطين A1, A0 . شكل (6-5) يبين الشريحة 8255A وقد استخدمت مع عملية تشفير كاملة للعنوان 300H من خريطة الإدخال والإخراج للحاسب الآلى ، هذا العنوان يمكن وضعه باستخدام المفاتيح S1 إلى S8 . بالطبع فإن العنوان 300H يسمى عنوان القاعدة أو البداية base address للشريحة حيث يكون هذا هو عنوان البوابة A ، بينما سيكون عنوان البوابة B هو 301H والبوابة C هو 302H بينما سيكون عنوان مسجل التحكم هو 303H . لاحظ عدم استخدام الخطين A1, A0 فى عملية التشفير ولكنهما يوصلان مباشرة إلى الشريحة 8255A لاختيار البوابات المختلفة .

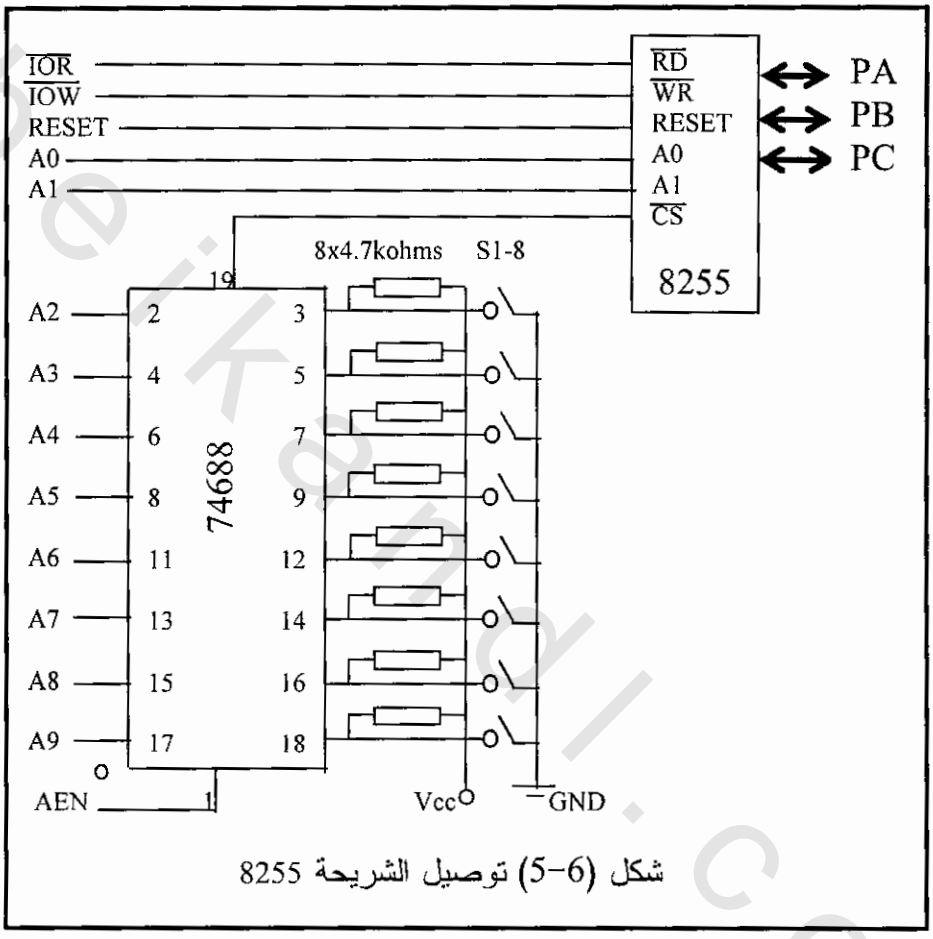
6-4 حالات Modes تشغيل الشريحة 8255A

الشريحة 8255A لها ثلاث حالات modes لتشغيلها وهى كالتالى :

الحالة صفر Mode zero

تتميز هذه الحالة بعمليات الإخراج والإدخال البسيطة التى لا تتطلب حوارا أو نظام مصافحة handshaking بين الشريحة والمعالج ، ففى هذه الحالة يمكن برمجة كل من البوابة A أو B أو C لتكون بوابة إخراج أو إدخال فى أى مكان فى البرنامج وعن طريق أمرين اثنين فقط كما سنرى بعد قليل . لاحظ أنه فى هذه الحالة يمكن برمجة البوابة C كبوابة ثمانى بتات أو بوابتين كل منهما أربع بتات . جميع هذه البوابات تكون فيها خاصية المسك latch للمعلومة عندما تعمل

كبوابات إخراج ، وأما عندما تعمل كبوابات إدخال فلا تكون فيها هذه الخاصية. باعتبار البوابة C كبوابتين كل منهما 4 بتات فإنه يمكن أن يكون لدينا 4 بوابات يمكن برمجتها إخراج أو إدخال على حسب الشفرة التى ترسل إلى مسجل التحكم على ضوء ما رأينا فى شكل (6-3). . جدول 6-2 يبين جميع هـذه الحـالات والشفرة الستعشرية التى ترسل إلى مسجل التحكم للحصول على كل حالة .



شكل (6-5) توصيل الشريحة 8255

الحالة واحد Mode one

فى هذه الحالة يتم الإدخال أو الإخراج عن طريق البوابتين A و B فقط ويـتم ذلك عن طريق نظام مصافحة Handshaking أو حوار بين الأجهـزة المحيطـة والمعالج من خلال الشريحة 8255A وتستخدم خطوط البوابة C فـى عمليـات المصافحة هذه بحيث أن النصف الأول من خطوط البوابة C وهى PC0 إلـى PC3 تستخدم كخطوط حوار تابعة للبوابة B ولذلك تسمى البوابـة B والنصـف

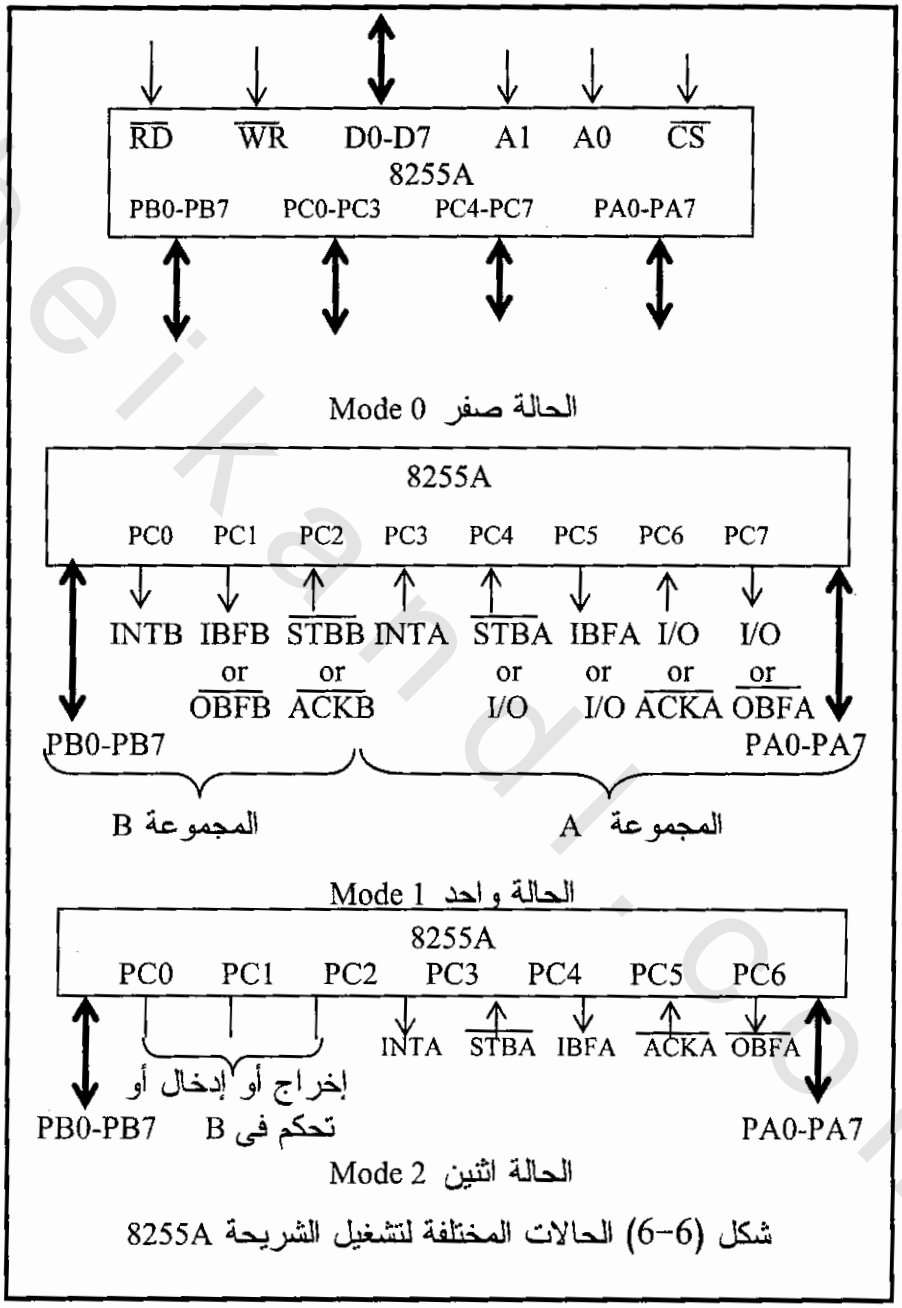
الأول من البوابة C بالمجموعة B أو Group B . وأما النصف الثانى من خطوط البوابة C فيستخدم كخطوط مصافحة أو حوار تابعة للبوابة A ولذلك تسمى البوابة A والخطوط PC4 إلى PC7 بالمجموعة A . لاحظ أن البوابة C بأكملها لا يمكن استخدامها هنا فى الإخراج أو الإدخال ولكن يمكن استخدام بعض خطوطها أحيانا كما فى شكل (6-6) . تتميز هذه الحالة بأن البيانات سواء الداخلة أو الخارجة من البوابتين A أو B تمسك latched على هذه البوابات ، كما أن هذه الحالة توفر للمستخدم خطا يمكن منه مقاطعة المعالج .

جدول 6-2 جميع حالات الإدخال والإخراج للبوابات A و B و C والشفرة الستعشرية لكل حالة .

البوابة C PC0-PC3	البوابة B	البوابة C PC4-PC7	البوابة A	الشفرة الستعشرية إلى مسجل التحكم
إخراج	إخراج	إخراج	إخراج	80
إدخال	إخراج	إخراج	إخراج	81
إخراج	إدخال	إخراج	إخراج	82
إدخال	إدخال	إخراج	إخراج	83
إخراج	إخراج	إدخال	إخراج	88
إدخال	إخراج	إدخال	إخراج	89
إخراج	إدخال	إدخال	إخراج	8A
إدخال	إدخال	إدخال	إخراج	8B
إخراج	إخراج	إخراج	إدخال	90
إدخال	إخراج	إخراج	إدخال	91
إخراج	إدخال	إخراج	إدخال	92
إدخال	إدخال	إخراج	إدخال	93
إخراج	إخراج	إدخال	إدخال	98
إدخال	إخراج	إدخال	إدخال	99
إخراج	إدخال	إدخال	إدخال	9A
إدخال	إدخال	إدخال	إدخال	9B

عمليات المقاطعة سندرسها بالتفصيل فى فصل خاص بذلك . شكل (6-7) يبين وظيفة كل خط من خطوط البوابة C كخطوط مصافحة لكل من البوابتين A و B فى الحالة 1 وذلك عندما تستخدم كل من A و B كبوابة إدخال أو إخراج . شكل (6-8) يبين وظيفة خطوط البوابة C فى حالة كون كل من البوابتين A و B بوابات إدخال فقط ويبين أيضا التزامن بين هذه الإشارات فى هذه الحالة . لاحظ أن البوابة B تستخدم الخطوط PC0, PC1, PC2 كخطوط مصافحة بينما تستخدم

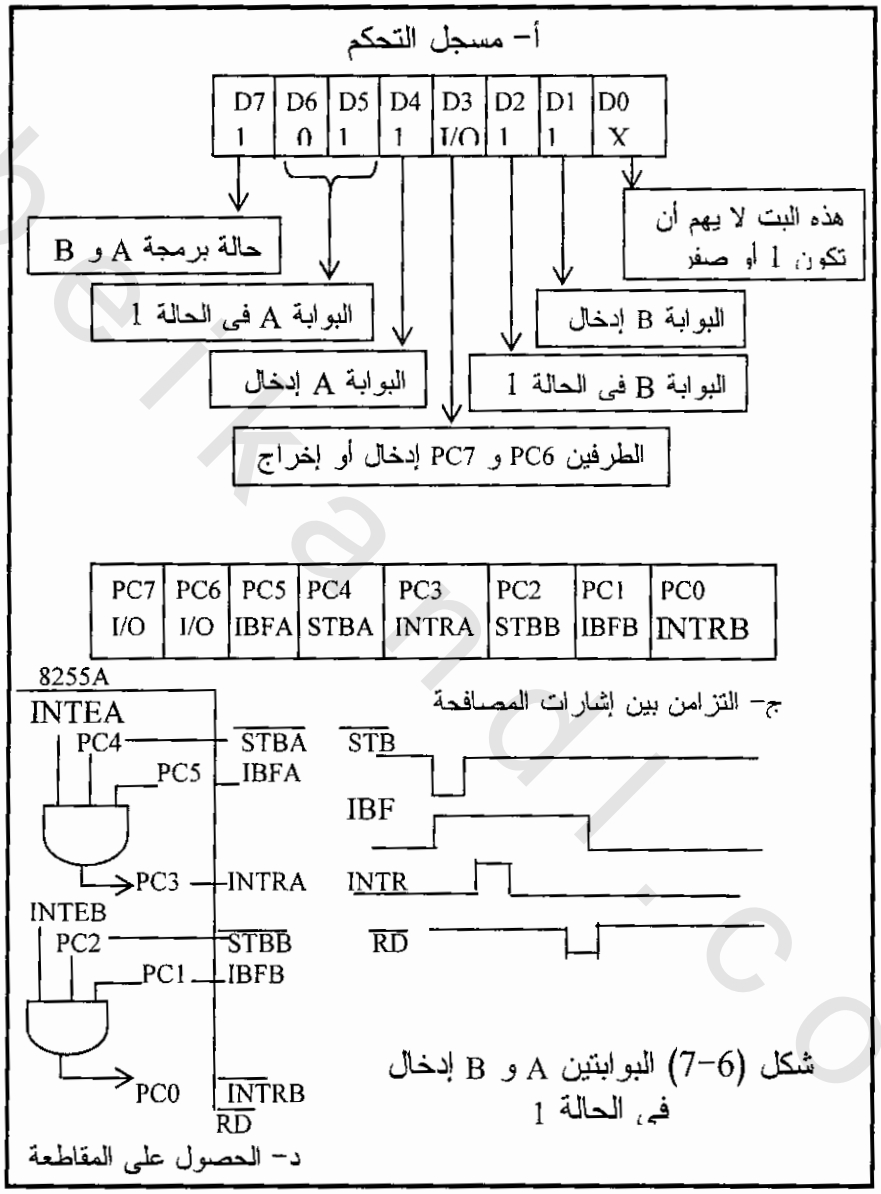
البوابة A الخطوط PC3, PC4, PC5 كخطوط مصافحة ويتبقى خطـــان وهمـــا PC6, PC7 يستخدمان كخطوط إدخال أو إخراج على حسب البت D3 فى مسجل التحكم . تتم عملية المصافحة مع الأجهزة المحيطة كما يلى :



شكل (6-6) الحالات المختلفة لتشغيل الشريحة 8255A

obeikandi.com

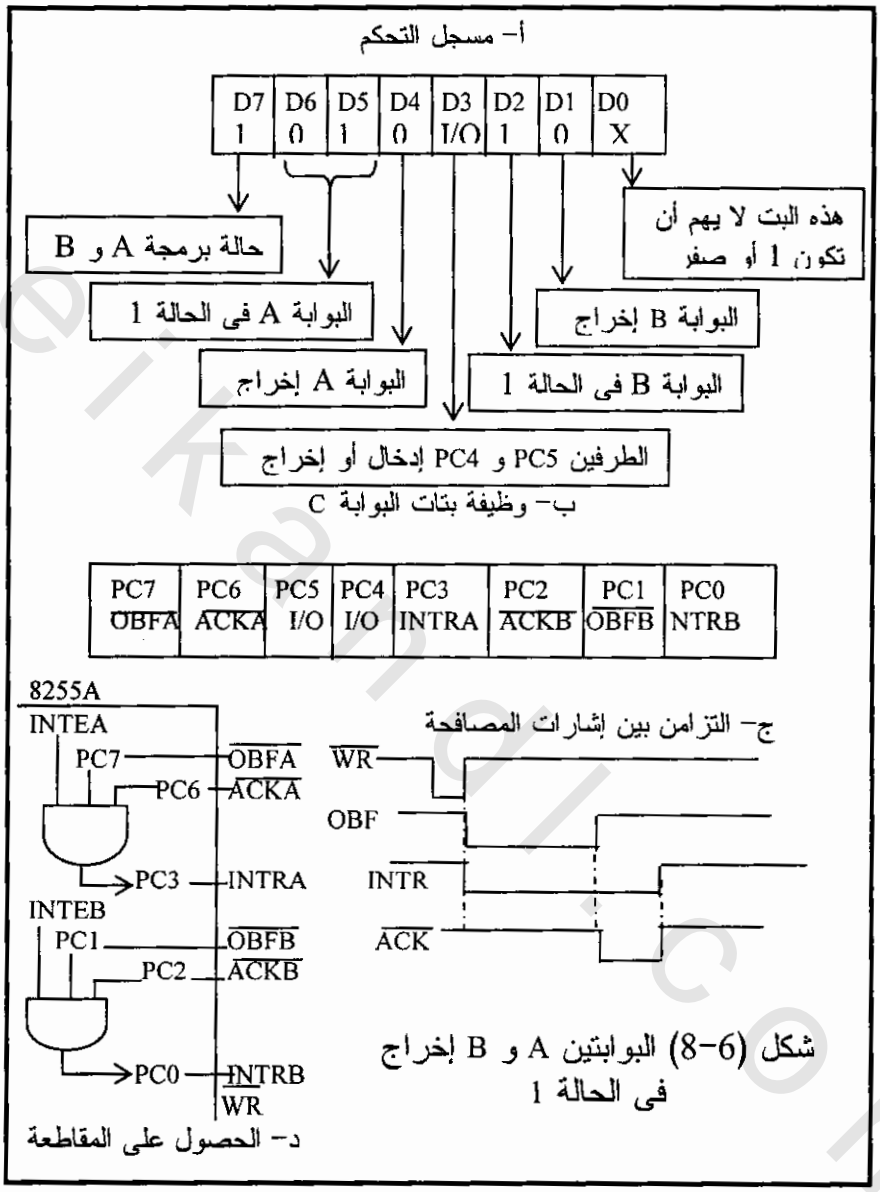
• يقوم الجهاز الخارجي بوضع البيانات على البوابة التي يتعامل معها ولـتكن البوابة A مثلا ثم يضع صفرا على الخط $\overline{STBA}$ ليخبر الشريحة 8255A أنه قد وضع بايت على البوابة A .



شكل (6-7) البوابتين A و B إدخال في الحالة 1

• ترد الشريحة 8255A على الجهاز الخارجي بأنها استقبلت المعلومة وتم مسكها على البوابة A عن طريق جعل الخط IBFA يساوى واحدا . عندما يرى الجهاز الخارجي أن الخط IBFA=1 يقوم بإرجاع الخط $\overline{STBA}$ إلى

الواحد ثانية استعدادا لإرسال بايت أخرى إن أراد . لاحظ أن الخط IBFA لا ينزل إلى الصفر ثانية إلا إذا تم قراءة المعلومة بواسطة المعالج وذلك عند الحافة الصاعدة للإشارة $\overline{RD}$ الموصلة بالشريحة 8255A طرف 5 .



شكل (6-8) البوابتين A و B إخراج فى الحالة 1

تقوم الشريحة 8255A بتوليد إشارة مقاطعة $\overline{INTRA}$ يمكن بها مقاطعة المعالج فى حالة الرغبة فى ذلك وذلك بتوصيلها إلى أى خط من خطوط المقاطعة على المعالج . لاحظ أيضا من التزامن فى شكل (6-7) أن هذا الخط يكون واحدا

إذا كان الخط $\overline{STBA}$=1 والخط IBF=1 والبت PC4=1 فى حالة التعامل مع البوابة A وأما فى حالة البوابة B فالبت PC2=1 . البتات PC4, PC2 يمكن جعلها واحدا باستخدام ال ب س ر كما ذكرنا سابقا وتذكر أن ذلك ليس له تأثير على وضع البوابات .

شكل (6-8) يبين نفس الوظائف لخطوط البوابة C ولكن فى حالة كون A و B بوابات إخراج ويبين أيضا التزامن بين هذه الإشارات . لاحظ أن البوابة B تستخدم الخطوط PC0, PC1, PC2 كخطوط مصافحة بينما تستخدم البوابة A الخطوط PC3, PC6, PC7 كخطوط مصافحة ويتبقى خطان وهما PC4, PC5 يستخدمان كخطوط إدخال أو إخراج على حسب البت D3 فى مسجل التحكم .

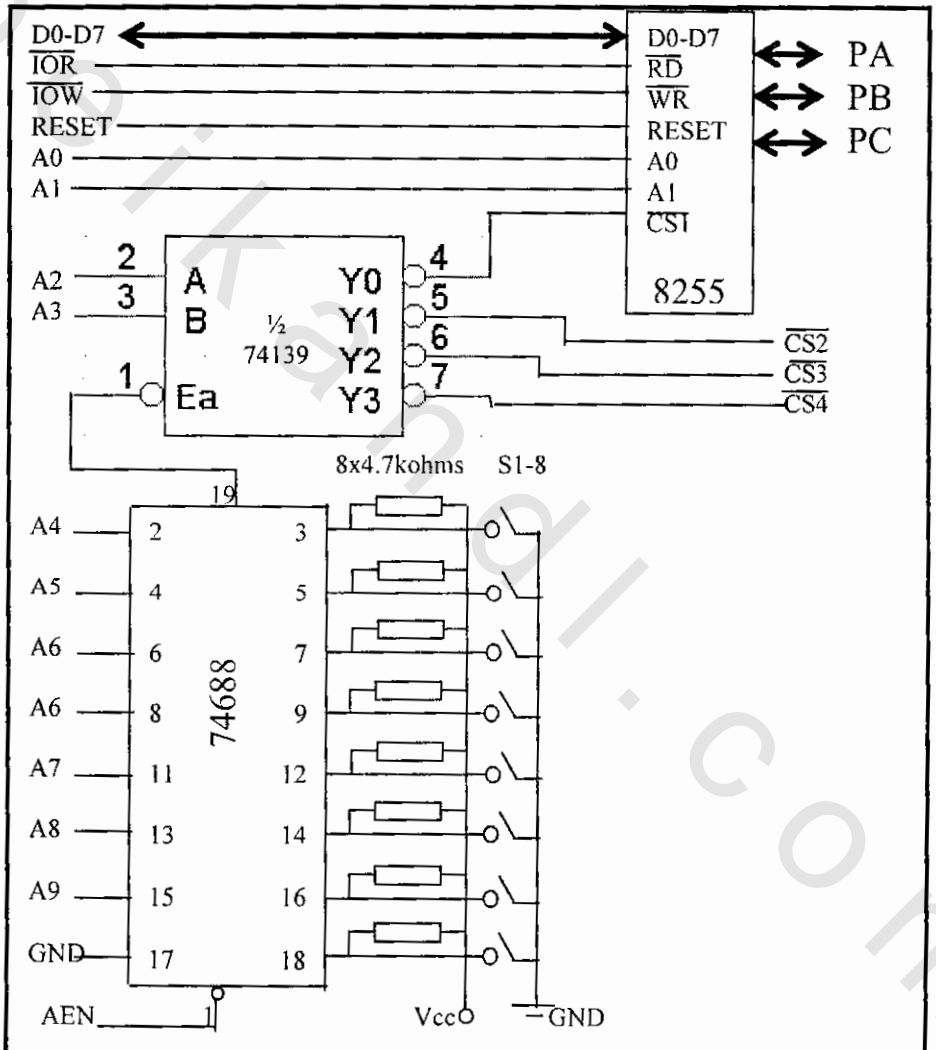
تتم عملية المصافحة كما يلى :

- عندما يقوم المعالج بكتابة أى بايت إلى أى من البوابتين A أو B فإنه عند الحافة الصاعدة للإشارة $\overline{WR}$ تقوم الشريحة 8255A بجعل الخط $\overline{OBFA}$ يساوى صفرا دلالة للمعالج أن هذه المعلومة قد تم مسكها كما فى التزامن الموضح فى شكل (6-8) وعلى المعالج ألا يرسل معلومات أخرى إلا بعد صعود هذا الخط للواحد مرة أخرى .
- عندما يرى الجهاز الخارجى أن الخط $\overline{OBF}$ يساوى صفرا يعرف أن هناك بايت على البوابة وعليه قراءتها فيقوم بجعل الخط $\overline{ACK}$ يساوى صفرا وإرجاعه مرة أخرى للواحد لكى يخبر الشريحة 8255A أنه قد قرأ المعلومة. لاحظ من التزامن أن الحافة النازلة للخط $\overline{ACK}$ تتسبب فى إرجاع الخط $\overline{OBF}$ إلى الواحد مرة أخرى .
- تقوم الشريحة 8255A بتوليد إشارة مقاطعة $\overline{INTRA}$ يمكن بها مقاطعة المعالج فى حالة الرغبة فى ذلك وذلك بتوصيلها إلى أى خط من خطوط المقاطعة على المعالج بغرض طلب بايت جديدة منه . لاحظ أيضا من التزامن فى شكل (6-8) أن هذا الخط ينزل إلى الصفر مع الحافة الصاعدة للخط $\overline{WR}$ ويرجع إلى الواحد مرة ثانية عندما يكون كل من الخطين $\overline{ACK}$ و $\overline{OBF}$ يساوى واحدا والبت PC6 فى حالة التعامل مع البوابة A والبت PC2 فى حالة البوابة B تساوى واحدا أيضا . البتات PC6, PC2 يمكن جعلها واحدة باستخدام ال ب س ر كما ذكرنا سابقا وتذكر أن ذلك ليس له تأثير على وضع البوابات .

الحالة اثنان Mode two

البوابة A فقط هى التى يمكنها أن تستخدم فى هذه الحالة وأما البوابة B فتكون إما فى الحالة صفر mode 0 أو فى الحالة واحد mode 1 . عندما تشتغل البوابة

A فى هذا الحالة فإنها تسلك مسلك مسار بيانات بمعنى أنها تكون بوابة إخراج إذا كانت المعلومات خارجة وتكون بوابة إدخال إذا كانت المعلومات داخلة وذلك دون استخدام أى أمر أو اللجوء إلى مسجل التحكم لعمل ذلك . لذلك فإن البوابة A عندما تكون فى هذه الحالة فإنها تستخدم خمسا من خطوط البوابة C فـــى نظام المصافحة أو الحوار وهذه الخطوط هى PC3 إلى PC7 . إن هذه الحالـــة هى أعقد الحالات التى تستخدم مع الشريحة 8255A وعادة يستخدم فى حالات الاتصال بين حاسبين أو بين المعالج والأقراص الصلبة ولذلك ســـنكتفى بهـــذه الإشارة عن هذه الحالة .



شكل (6-9) توصيل الشريحة 8255

فى كثير من التطبيقات نحتاج لأكثر من شريحة 8255 تشغل أكثر من عنـــوان متتالية لإدخال وإخراج الكثير من الإشارات . شكل (6-9) يبـــين توصـــيل 4 شرائح تشغل العناوين من 0300H إلى 030FH بحيث يكون كل 4 منها خاصـــة بأحد هذه الشرائح . هذه العناوين ستكون موزعة على الشرائح الأربعة كما يلى:

الشريحة الأولى
PA=0300H, PB=0301H
PC=0302H, CR=0303H

الشريحة الثانية
PA=0304H, PB=0305H
PC=0306H, CR=0307H

الشريحة الثالثة
PA=0308H, PB=0309H
PC=030AH, CR=030BH

الشريحة الرابعة
PA=030CH, PB=030DH
PC=030EH, CR=030FH

obeikandl.com