الفصل العاشر 10

الإدخال والإخراج
Input and Output

obeikandl.com

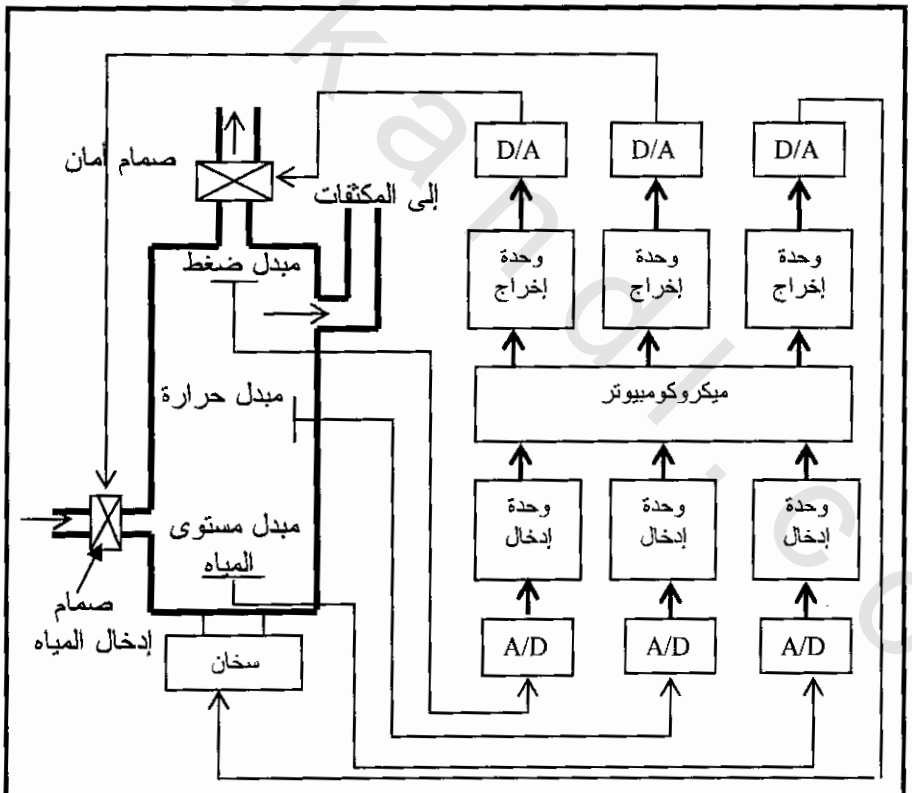
10-1 مقدمة

بالإضافة إلى وحدة التحكم المركزى cpu والذاكرة بأنواعها فإن الكومبيوتر ودوائر التحكم التى تستخدم المعالجات أو الكومبيوتر لابد أن تحتوى على وحدات لإدخال وإخراج البيانات التى من شأنها تسهيل عملية تبادل البيانات بين الأجهزة المحيطة والمعالج . الأجهزة المحيطة مثل الطابعات والشاشات والمحولات من رقمى إلى تماثلى (انسيابى) والعكس وأى أجهزة خارجية يقوم المعالج بالتحكم فيها أو التعامل معها . لقد رأينا فى الفصل السابق كيفية توصيل المعالج على شرائح الذاكرة سواء كانت RAM أو ROM وسنقوم فى هذا الفصل بعرض كيفية بناء وتوصيل المعالج على بوابات الإخراج والإدخال ، ونؤكد هنا أيضا أن محتويات هذا الفصل ليست خاصة بمعالج بعينه دون الآخر ولكنها صالحة للاستخدام مع أى واحد من المعالجات التى نستخدمها فى هذا الكتاب وبالذات بعد أن رأينا فى الفصل الثامن كيفية الحصول على المسارات المختلفة للمعالجات وتهيئتها . لكى ننمى الإحساس لدينا بأهمية الحاجة إلى بوابات الإخراج والإدخال وأين ومتى تكون الحاجة إليها ماسة سنعرض الآتى :

إن وجود شريحة المعالج كوحدة عمليات مركزية داخل الميكروكومبيوتر ليست الوظيفة الوحيدة لمثل هذا النوع من الشرائح . هناك مجال واسع من الاستخدامات والتطبيقات لهذه الشرائح وهو استخدامها كعنصر أساسى من عناصر أنظمة التحكم ، فمثلا التحكم فى أى عملية كيماوية يمكن لشرائح المعالجات أن تلعب دورا مهما فيه ، التحكم فى عمليات خلط البنزين والهواء داخل السيارة مجال من المجالات التى استخدمت هذه الشرائح . إن هذه مجرد أمثلة بسيطة ولكن مجمل القول هو أن شرائح المعالجات تلعب فى الوقت الحالى دورا مهما جدا فى معظم العمليات الصناعية بل وفى الكثير من الأجهزة والآلات التى نستخدمها فى حياتنا اليومية .

شكل (10-1) يبين نظاما بسيطا لتقطير المياه وقد استخدم الكومبيوتر كعنصر أساسى من عناصر التحكم فيه . إن المياه المطلوب تقطيرها يتم تسخينها باستخدام سخان إلى أن يتحول الماء إلى بخار فى أعلى التنك حيث يتم سحب هذا البخار فى أنبوبة يمين أعلى التنك حيث يتم تكثيف البخار إلى مياه نقية . إن السخان يجب أن يتوقف عندما تصل درجة حرارة المياه إلى درجة قصوى ويعاد تشغيله إذا وصلت الحرارة إلى حد أدنى ، ويتم ذلك عن طريق ميكروكومبيوتر مخزن فيه كل من الدرجتين العظمى والصغرى ويقوم الكومبيوتر بقراءة درجة حرارة التنك من خرج مبدل (Transducer) لدرجة الحرارة على فترات زمنية محددة ويقارنها بالدرجتين العظمى والصغرى ويقرر إذا كان سيشغل السخان أم يوقفه . بنفس الطريقة يقرأ الكومبيوتر مبدل مستوى المياه فى التنك ويقارنها بأعلى وأقل قيمة لمستوى المياه حيث هاتان القيمتان

مخزنتان فى الذاكرة ويقرر بناء على ذلك إذا كان سيتم فتح أو غلق صمام إدخال المياه . إن ضغط بخار الماء الموجود فى أعلى التنك من الممكن أن يزيد إلى درجة الخطورة ، لذلك فقد تم وضع مبدل للضغط فى هذا الجزء من التنك حيث يقوم الميكروكومبيوتر من وقت لآخر بقراءة خرج هذا المبدل ومقارنتها بقيمتين عظمى وصغرى وعلى ضوء هذه المقارنة يقرر إذا كان سيترك صمام الأمان مغلقا أم يفتحه لفترة محددة من الزمن لتقليل الضغط فى أعلى التنك . من ذلك نرى أن مهمة الميكروكومبيوتر هى الاحتفاظ بدرجة حرارة التنك ومستوى المياه فيه وكذلك مستوى الضغط فى أعلاه عند القيمة المثلى لكل منها. إن عدد المتغيرات التى يتم التحكم فيها بواسطة الميكروكومبيوتر من الممكن أن يكون أكثر من ذلك بكثير . بل وعادة ما تكون عملية التحكم فى متغيرات تنك المياه هذه عبارة عن جزء بسيط من عمليات تحكم أخرى يقوم الكومبيوتر بالتحكم فيها داخل أحد المصانع .



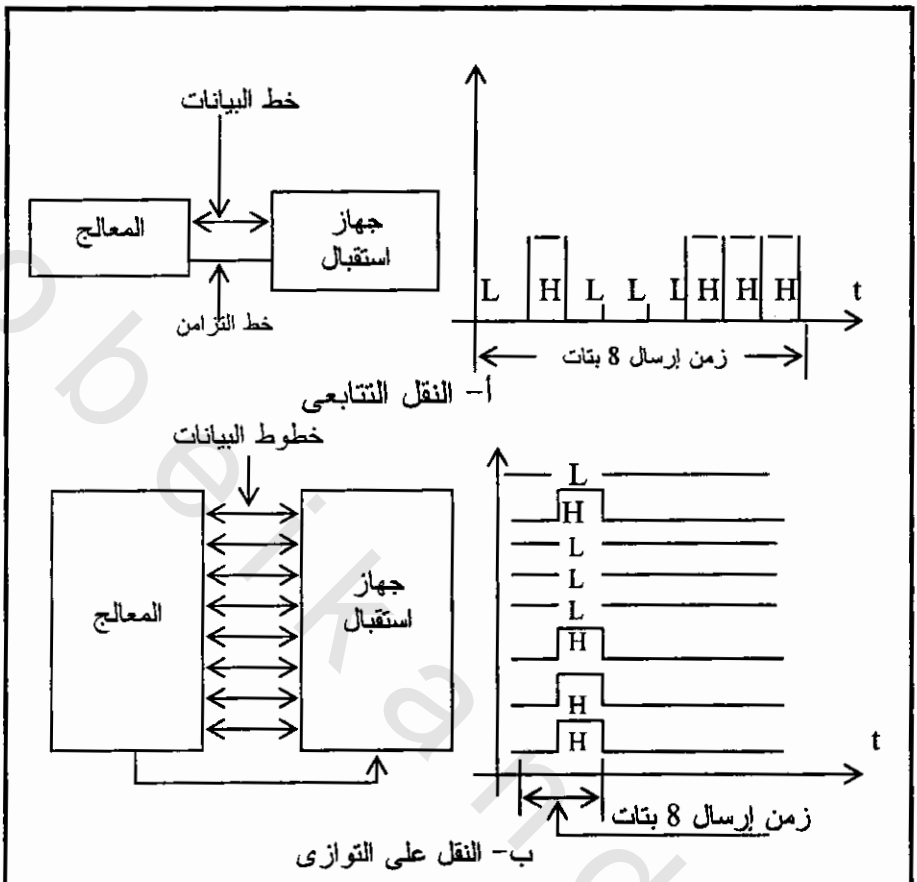
شكل (10-1) استخدام الكومبيوتر فى العمليات الصناعية

obeikandl.com

إن أهم ما يجب ملاحظته فى هذا المثال الموجود فى شكل (10-1) هو عملية الربط بين عالم الرقميات المتمثل فى الكومبيوتر حيث تكون جميع الإشارات الموجودة رقمية فقط (Digital) ، وعالم التناظريات أو التماثليات المتمثل فى تنك المياه وإشارات التحكم فيه حيث تكون جميع هذه الإشارات تماثلية (Analog) . فمثلا لكى يعمل السخان لابد من توصيله بجهد عال (220 فولت مثلا) ، وكذلك لكى تفتح أو تغلق أيا من الصمامات لابد من استخدام هذا الجهد العالى ، إذن كيف يتم هذا الربط ؟ أو بمعنى آخر كيف تحول الإشارات الرقمية الخارجة من الكومبيوتر إلى إشارات تماثلية أو جهد عال يتم به تشغيل السخان مثلا؟ وكيف يتم أخذ الإشارة الخارجة من أى من المبدلات وهى إشارة تماثلية غالبا ما تكون ضعيفة ، كيف يتم تحويلها إلى إشارة رقمية يمكن للكومبيوتر أن يتعامل معها ؟ جميع هذه الأسئلة وغيرها سيتم الإجابة عنها فى هذا الفصل والفصول القادمة . قبل الإجابة عن هذه الأسئلة سنبذل بعض الوقت فى التعرف على كيفية إدخال وإخراج المعلومات إلى ومن الكومبيوتر بافتراض أن هذه المعلومات موجودة فى الصورة الرقمية .

10-2 طرق إرسال واستقبال البيانات الرقمية

إن البيانات التى يتم إدخالها أو إخراجها من أو إلى الكومبيوتر تكون إما فى صورة تتابعيه Serial data أو فى صورة متوازية Parallel data وكل من الصورتين له مميزاته والاستخدامات الخاصة التى تحتاج إليه بالضرورة . فى الطريقة التتابعية يتم إرسال المعلومات من وإلى الأجهزة الخارجية على خط واحد فقط ولا يرسل على هذا الخط إلا بت bit واحدة فقط فى نفس وحدة الزمن وهى ال Clock ، بحيث أنه لكى يتم إرسال معلومة من ثمانية بتات مثلا فإننا نحتاج إلى زمن مقداره ثمانى نبضات تزامن لكى نرسل هذه المعلومة . أما فى الطريقة المتوازية فإن المعلومات يتم إرسالها من وإلى الكومبيوتر على أكثر من خط واحد ، وعادة ما يكون عدد هذه الخطوط يساوى عدد الخطوط فى مسار البيانات للكومبيوتر الذى يتم التعامل معه وفى هذه الحالة فإننا لكى نرسل معلومة من ثمانى بتات مثلا سنحتاج إلى ثمانية خطوط متوازية بحيث ترسل كل بت على خط منفصل من هذه الخطوط وبالطبع فإنه فى هذه الحالة سترسل جميع هذه البتات فى خلال نبضة تزامن Clock واحدة فقط ، لذلك فإن هذه الطريقة أسرع بكثير فى إرسال البيانات من الطريقة التتابعية السابقة . شكل (10-2) يبين رسما توضيحيا لطرق إرسال البيانات بالطريقتين التتابعية والمتوازية .



شكل (10-2) النقل التوالى والتوازى للبيانات الرقمية

إن عملية إدخال أو إخراج بيانات من أو إلى الكومبيوتر تتكون من جزأين ، الجزء الأول منها هو برنامج Software يقوم الكومبيوتر بتنفيذه ، والجزء الثانى هو دائرة Hardware يتم بناؤها لكى تقوم بدور الوسيط بين الكومبيوتر والأجهزة الخارجية . لكتابة برنامج يقوم بإدخال أو إخراج بيانات من أو إلى الكومبيوتر فإن هناك أيضا طريقتين : الطريقة الأولى يتم فيها استخدام الأمر IN لإدخال البيانات والأمر OUT لإخراجها والتى تسمى بطريقة خريطة الإدخال والإخراج للإدخال والإخراج Input Output mapped I/O أو الإدخال والإخراج المنفصل Isolated input output . الطريقة الثانية وفيها يتم استخدام خريطة ذاكرة الكومبيوتر ولذلك تسمى هذه الطريقة Memory mapped I/O حيث يعامل الجهاز الخارجى كما لو كان بايت Byte من بايتات الذاكرة ولذلك يمكن مع هذه الطريقة استخدام أوامر المعالج العادية مثل الأوامر STA, LDA, MOV, وذلك على العكس من الطريقة الأولى والتى لا يستخدم معها إلا الأمرين IN, OUT فقط .

سيأتى شرح هذه الطريقة فيما بعد وكذلك سنرى أن الدائرة أو ال Hardware الذى يستخدم مع كل من الطريقتين لا يختلف كثيرا .

3-10 الطريقة الأولى من طرق الإدخال والإخراج باستخدام الأمرين OUT و IN

هذه الطريقة من طرق الإدخال والإخراج لا تستعمل مع المعالج MC6800 على الإطلاق حيث لا تحتوى قائمة أوامر هذا المعالج على الأمرين IN و OUT ولكن تستخدم معه طريقة خرائط الذاكرة التى سنشرحها فى الجزء القادم إن شاء الله .

كما نعلم فإن الأمرين OUT, IN يتكون كل منهما من 2 بايت ، البايت الأولى هى شفرة الأمر ، أما البايت الثانية فتحتوى على رقم بوابة الإخراج أو الإدخال التى سيتم التعامل معها . كما نعلم أيضا فإن البايت تتكون من ثمانى بتات ولذلك فإنه يمكن تشفير عدد من بوابات الإدخال أو الإخراج يصل إلى 256 بوابة (2^8) . عندما يقوم المعالج بتنفيذ الأمر OUT أو الأمر IN فإن رقم البوابة يتم وضعه على الثمانية خطوط الأولى من مسار العناوين ، فمثلا عند تنفيذ الأمر OUT 05 حيث 05 هى رقم أو عنوان بوابة الإخراج فإن المعالج يضع الرقم 05 على مسار العناوين كالتالى :

A7	A6	A5	A4	A3	A2	A1	A0
0	0	0	0	0	1	0	1

أما محتويات مسجل التراكم وهى البيانات المطلوب إخراجها فيتم وضعها على مسار البيانات تمهيدا لالتقاطها بواسطة بوابة الإخراج فى اللحظة المناسبة . كذلك الحال بالنسبة للأمر IN فمثلا عند تنفيذ الأمر IN 3F فإن رقم بوابة الإدخال وهو 3F يقوم المعالج بوضعه على مسار العناوين كالتالى :

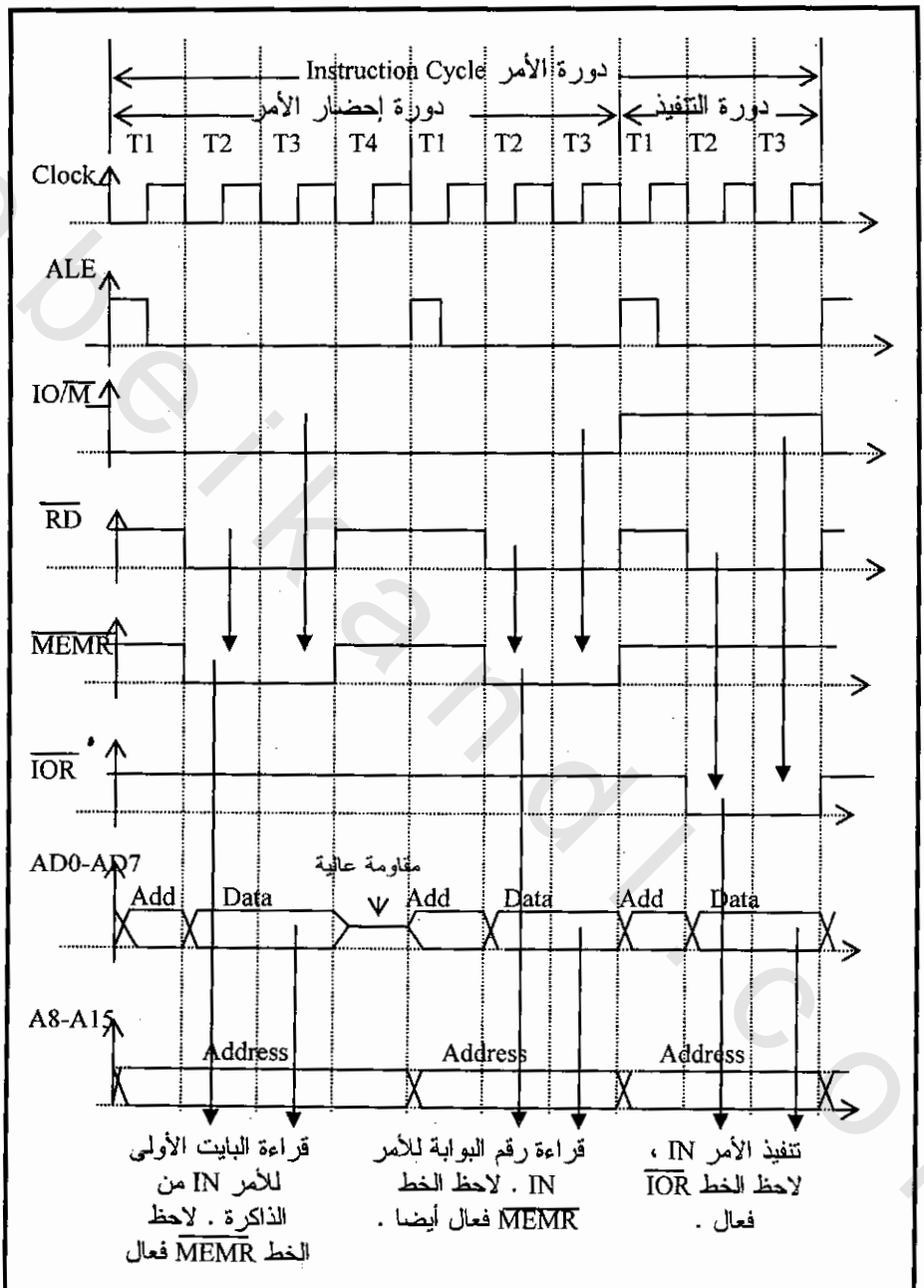
A7	A6	A5	A4	A3	A2	A1	A0
0	0	1	1	1	1	1	1

أما البيانات المراد إدخالها فتنتقل من مسار البيانات الذى يكون متصلا ببوابة الإدخال فى هذه اللحظة إلى مسجل التراكم . يجب التأكيد هنا على أنه فى أثناء تنفيذ الأمر OUT فإن الخط $\overline{IOW}$ من مسار التحكم يكون فعالا أى صفرا ، وكذلك فى أثناء تنفيذ الأمر IN فإن الخط $\overline{IOR}$ من مسار التحكم يكون فعالا ويساوى أيضا صفرا . لذلك فإن الخطين $\overline{IOW}$ و $\overline{IOR}$ مهمان جدا فى بناء كل من دائرتى الإدخال والإخراج كما سنرى ، ولقد رأينا فى فصل سابق كيفية الحصول على هذه الخطوط مع كل معالج نقوم بدراسته فى هذا الكتاب .

الشكلان (10-3) و (10-4) يبينان التزامن الموجود على جميع خطوط التحكم التى تتأثر بالأمرين IN و OUT فى حالة المعالج 8085 . هذان الشكلان يستحقان التأمل والتدقيق من قبل أى قارئ حيث أنه يمكن منهما ملاحظة وفهم الكثير من طريقة تنفيذ المعالج لأى أمر والتزامن الذى يحدث بين إشارات التحكم المختلفة . شكلا (10-5) و (10-6) يبينان التزامن الموجود على جميع خطوط التحكم التى تتأثر بالأمرين IN و OUT فى حالة المعالج Z80 وهذان الشكلان يستحقان التدقيق أيضا من جميع القراء لملاحظة مدى التشابه بين معظم هذه الإشارات .

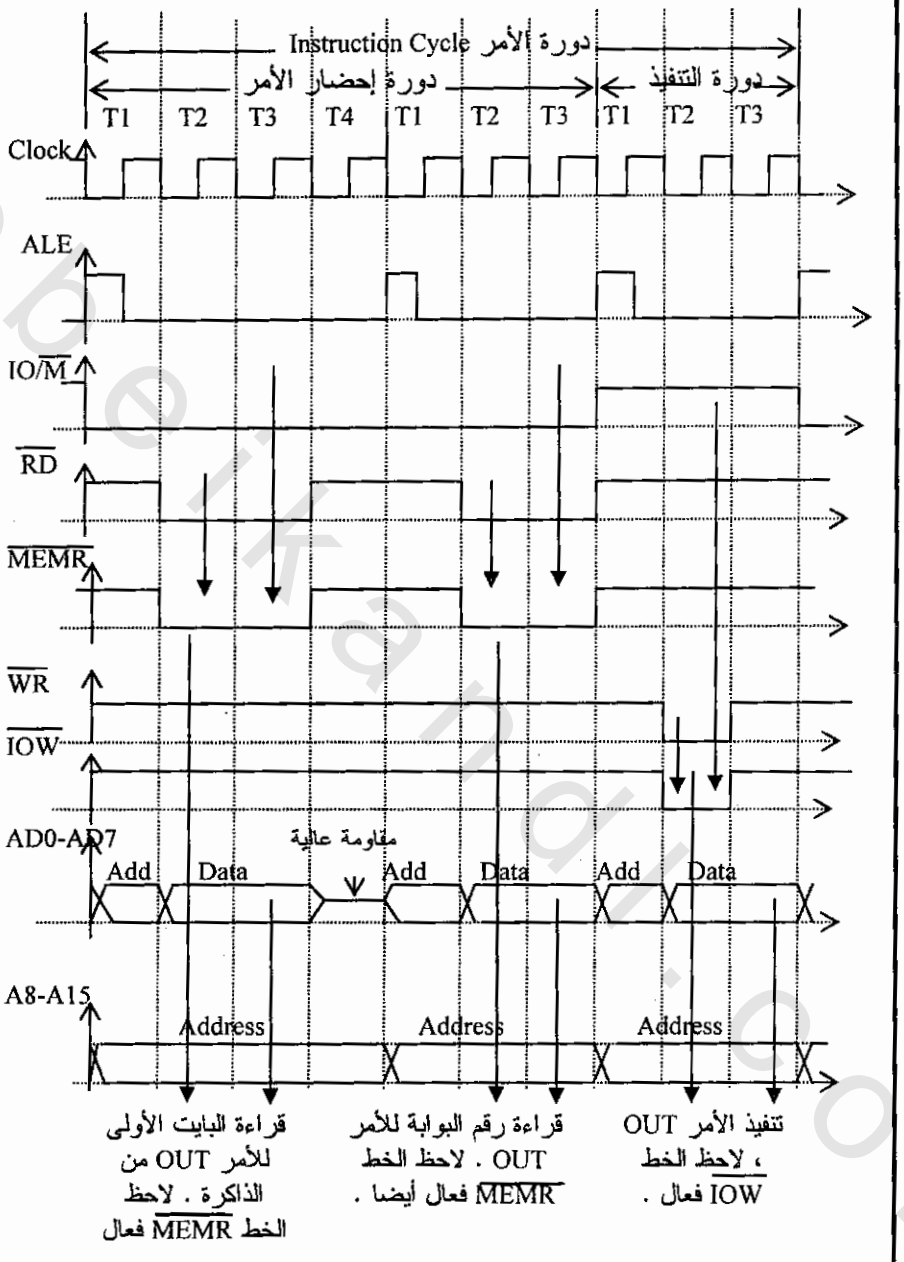
10-3-1 دائرة بوابة الإخراج Output port

شكل (10-7) يبين رسما تخطيطيا لبوابة إخراج . كما رأينا فإن كلا من الشريحة Intel8085 و Z80 يمكنها التعامل مع 256 بوابة إخراج يمكن ترقيمها من البوابة رقم صفر إلى البوابة رقم 255 . لذلك فقد خصصت المفاتيح S1 إلى S8 لاختيار رقم للبوابة ووضعه فى الصورة الثنائية باستخدام هذه المفاتيح . عند تنفيذ الأمر OUT فإن رقم البوابة كما ذكرنا من قبل يظهر على الثمانية خطوط الأولى من مسار العناوين A0 إلى A7 . هنا تكون مهمة مقارن العناوين Address Comparator حيث يقارن الرقم الموجود على مسار العناوين مع الرقم الموضوع بالمفاتيح ، فإذا تطابق الرقمان يقوم مقارن العناوين بإعطاء إشارة خرج تدل على ذلك ، وإذا لم يتطابقا يظل خرجه خاملا دون تغيير . تستخدم إشارة الخرج القادمة من مقارن العناوين لتشغيل ماسك الخرج Output latch ذى الثمانية بتات كما هو مبين بشكل (10-7) . لاحظ أن دخل ماسك الخرج متصل بمسار البيانات والذى توضع عليه المعلومة المراد إخراجها فى أثناء تنفيذ الأمر OUT ، وفى حالة وجود إشارة الخرج القادمة من مقارن العناوين يقوم ماسك الخرج بنقل البيانات الموجودة على دخله إلى خرجه حيث يمكن إظهارها على شاشة أو مظهرات أو الاستفادة منها فى أى غرض من الأغراض . الذى يهمنا الآن هو أن المعلومة الموجودة داخل المعالج وبالتحديد فى مسجل التراكم تم إخراجها على ماسك حيث من هنا تبدأ الاستفادة بها . لاحظ أيضا أن الخط $\overline{IOW}$ تم استخدامه كخط تشغيل مع مقارن العناوين بحيث لا يعمل مقارن العناوين إلا إذا كان هذا الخط فعالا أى يساوى صفرا .

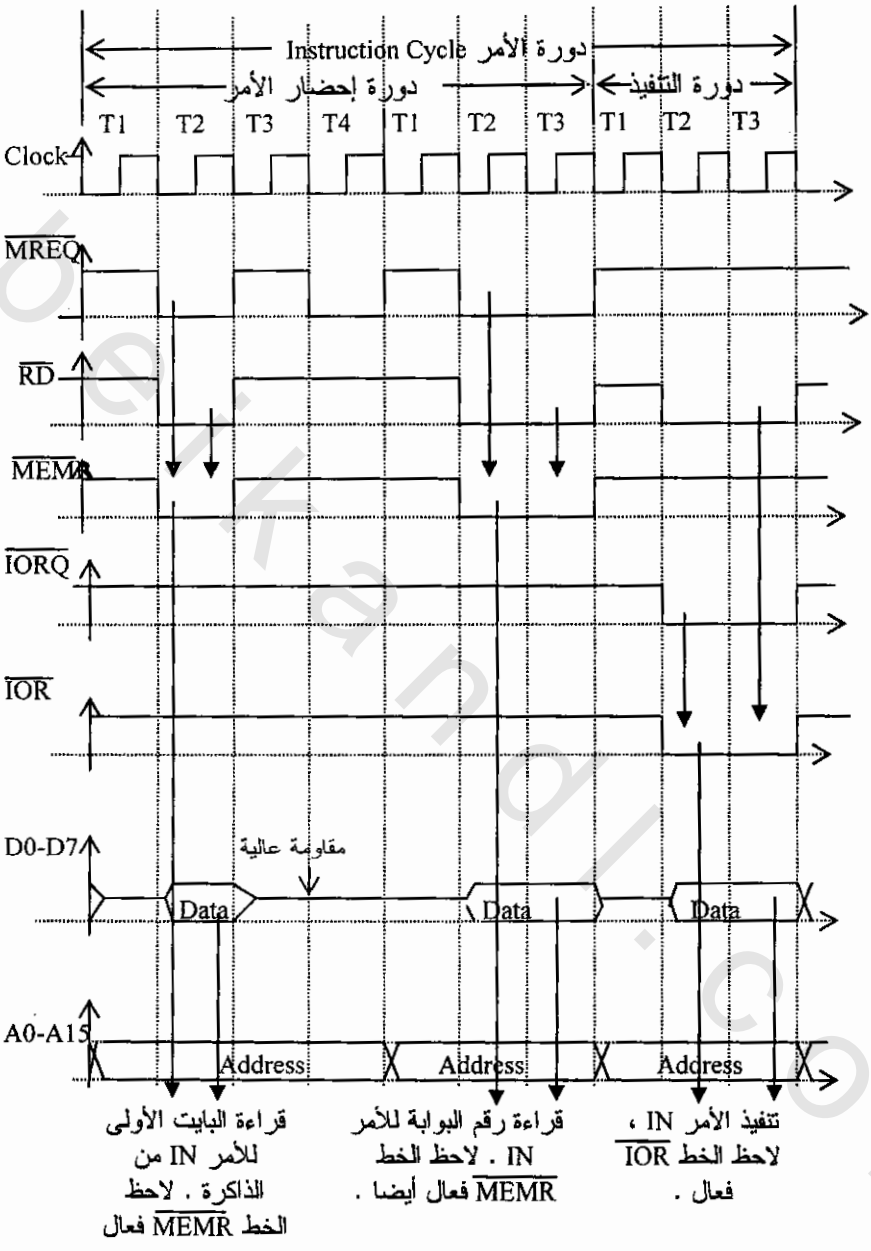


شكل (10-3) التزامن الحادث عند تنفيذ الأمر IN فى المعالج 8085

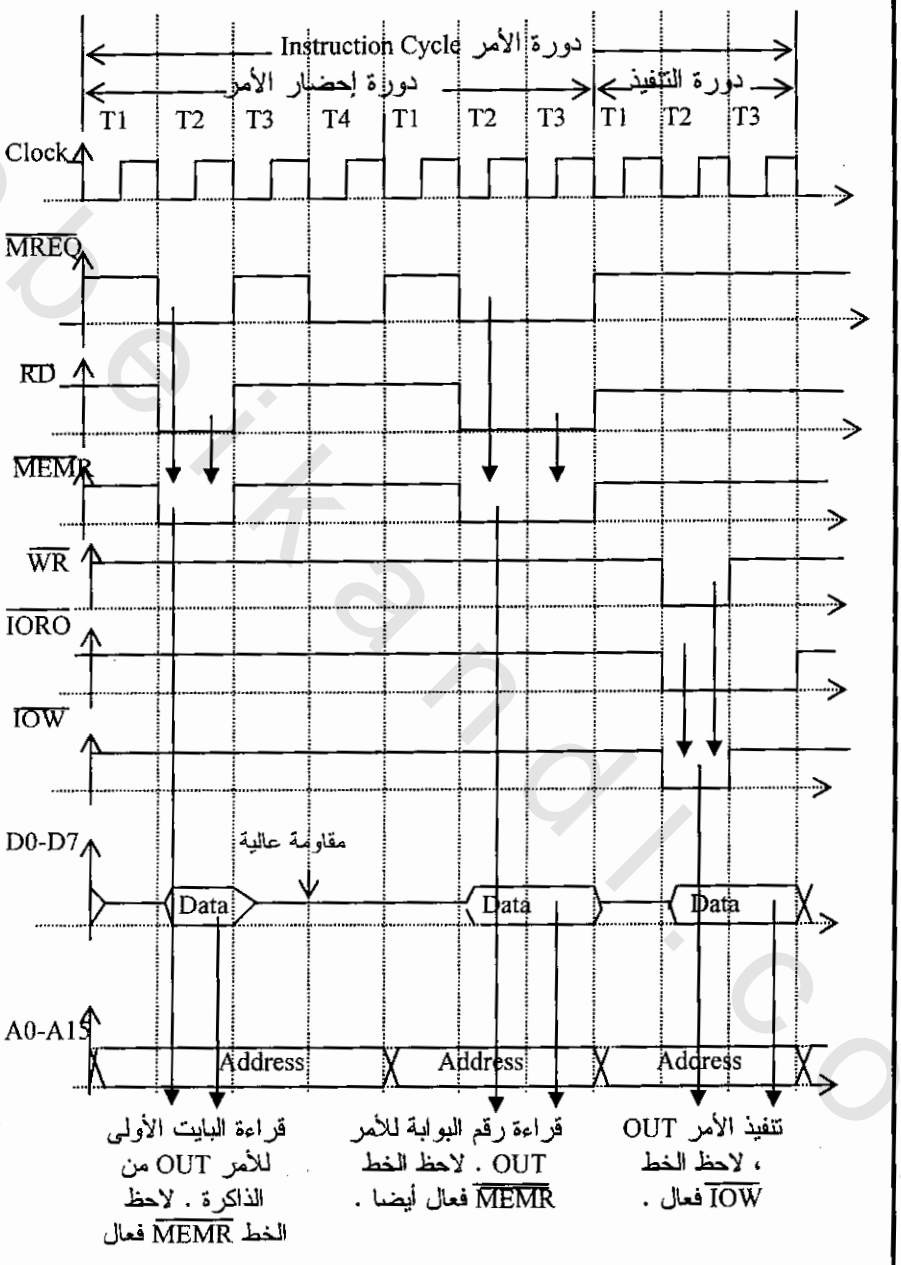
obeikandl.com



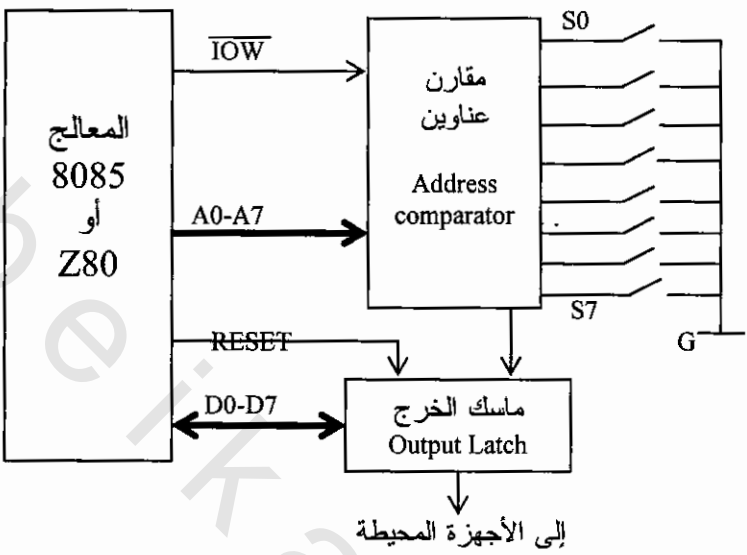
شكل (10-4) التزامن الحادث عند تنفيذ الأمر OUT فى المعالج 8085



شكل (10-5) التزامن الحادث عند تنفيذ الأمر IN فى المعالج Z80



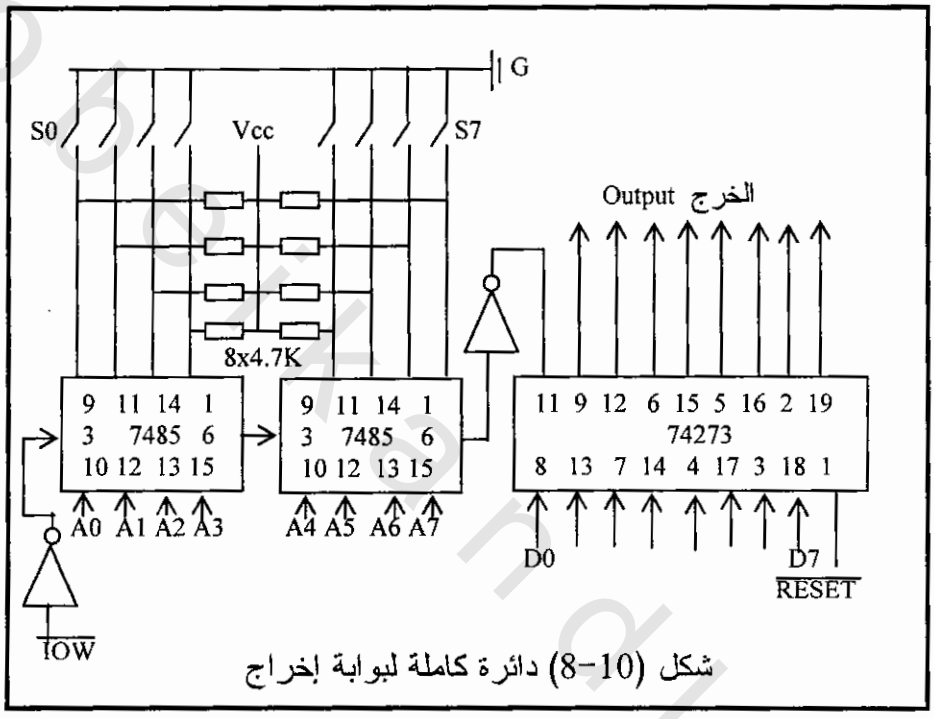
شكل (10-6) التزامن الحادث عند تنفيذ الأمر OUT فى المعالج Z80



شكل (10-7) رسم تخطيطي لبوابة إخراج ذات ثماني بتات

شكل (10-8) يبين الدائرة الكاملة لبوابة الإخراج . الشريحتان 7485 كل منهما عبارة عن مقارن ذى أربع بتات حيث يكون خرج الشريحة على الطرف 6 يساوى High إذا كانت كل بت من الدخل A تساوى نظيرتها من الدخل B وكان دخل الشريحة على الطرف 3 يساوى High أيضا . لذلك فإن الإشارة $\overline{IOW}$ تم إدخالها على الطرف 3 للشريحة الأولى وتم توصيل خرج هذه الشريحة (الطرف 6) إلى دخل الشريحة الثانية (الطرف3) ، بذلك تعمل الشريحتان كمقارن ذى ثماني بتات يؤخذ خرجه من الطرف 6 للشريحة الثانية . هذا الخرج من الشريحة الثانية يستخدم كنبضات تزامن Clock للشريحة 74273 وهى الماسك وذلك بعد عكسه . الشريحة 74273 عبارة عن ماسك ذى ثماني بتات وعند عبور التزامن (الطرف 11) من Low إلى High تنتقل الإشارة الموجودة على الدخل إلى الخرج . الطرف 1 للشريحة 74273 خاص بالتصفير Clear أو CLR بحيث عندما يكون هذا الطرف Low يصبح كل خرج الشريحة يساوى صفر ولذلك فقد تم توصيل هذا الطرف على ال RESET لضمان أن يكون خرج الماسك يساوى صفرا عند بداية التشغيل . لاحظ أن الاستفادة من الخرج تبدأ من

هنا حيث يمكن توصيل خرج الماسك على محول رقمى/تماثلى أو على مظهر وذلك على حسب التطبيق الذى ستستخدم فيه هذه البوابة . لقد كان من الممكن استخدام منتخب decoder بدلا من مقارن العناوين ولكن ميزة استخدام المقارن أنه يمكن تغيير رقم أو عنوان البوابة على حسب الطلب باستخدام المفاتيح S0 إلى S7 .

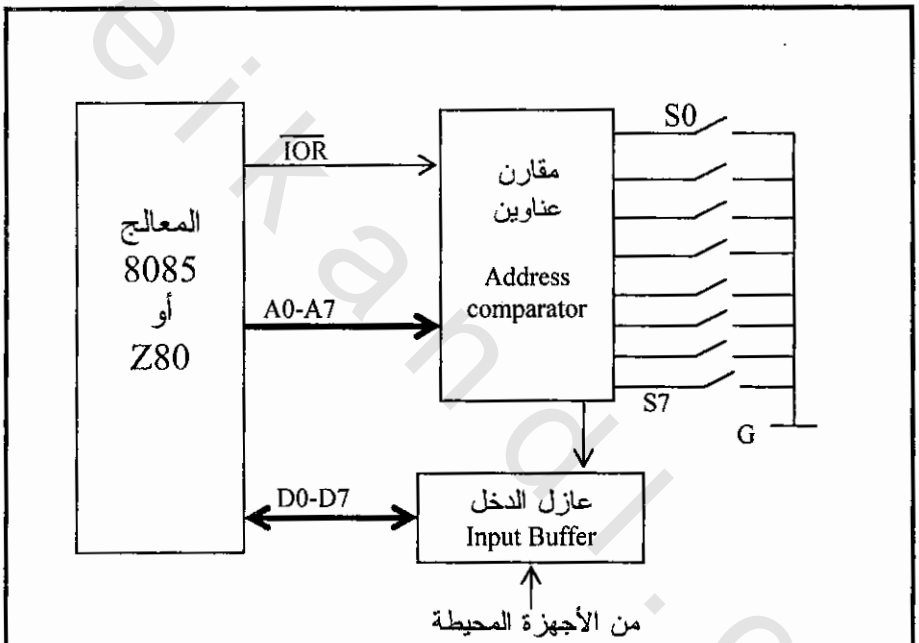


شكل (10-8) دائرة كاملة لبوابة إخراج

10-3-2 دائرة بوابة الإدخال Input port

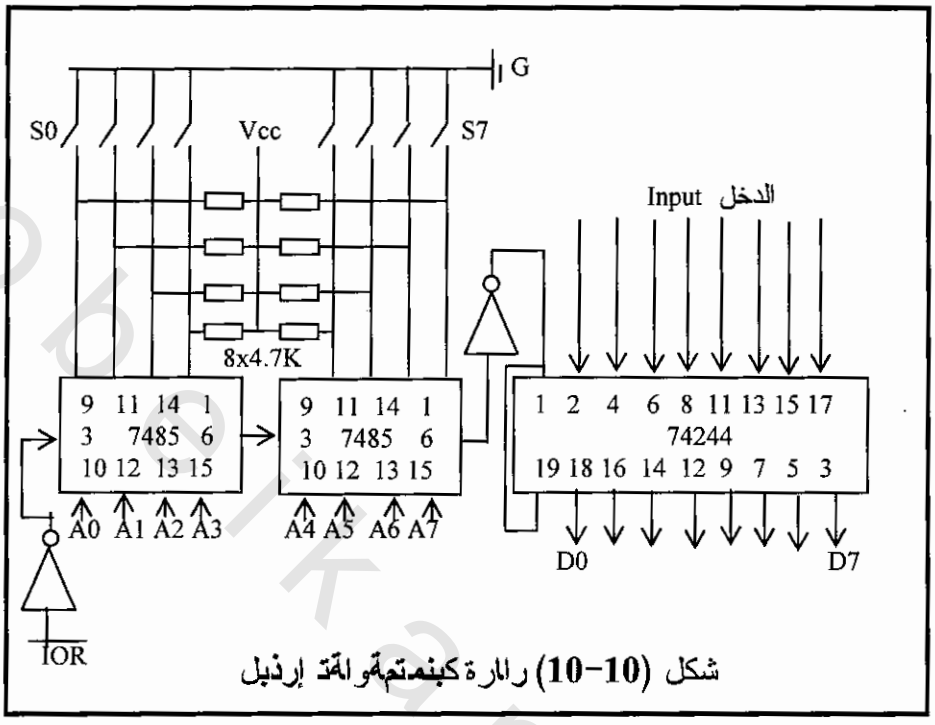
شكل (10-9) يبين رسما تخطيطيا لبوابة إدخال . كما علمنا فإن كلا من الشريحة Intel8085 و Z80 يمكنهما التعامل مع 256 بوابة إدخال والتى يمكن ترقيمها أو عنونتها من البوابة رقم صفر حتى البوابة رقم 255. لذلك فقد خصصت المفاتيح S1 حتى S8 لاختيار رقم للبوابة ووضعه فى الصورة الثنائية باستخدام هذه المفاتيح . عند تنفيذ الأمر IN فإن رقم البوابة كما ذكرنا من قبل يظهر على الثمانية خطوط الأولى من مسار العناوين A0 إلى A7 ، لذلك فإن مهمة مقارن العناوين تكون هى مقارنة الرقم الموجود على مسار العناوين مع الرقم الموضوع بالمفاتيح ، فإذا تطابق الرقمان يعطى إشارة خرج وإذا لم يتطابقا يظل الخرج خاملا أى غير فعال . تستخدم إشارة الخرج القادمة من

مقارن العناوين لتشغيل عازل Buffer ذى ثمانى بتات الـذى رقمـه 74244 ، انظر إلى محتويات هذه الشريحة فى الفصل الثامن . إن دخل العـازل متصـل بالمصدر الذى تأتى منه المعلومة المراد إدخالها إلى المعالج ، لاحظ أنه عنـدما يكون مقارن العناوين خاملا أى أن خرجه غير فعال فإن العازل أيضا سـيكون غير فعال وسيكون خرجه عبارة عن مقاومة عالية حتى لا يسبب تحميلا لمسار البيانات Short circuit فى حالة اتصال مسار البيانات بأى جهاز آخر ولقد عرفنا ذلك فى دراستنا لبوابات المنطق الثلاثى . لقد تم استخدام الخـط $\overline{IOR}$ كخـط تشغيل مع مقارن العناوين بحيث لا يعمل مقارن العناوين إلا إذا كان هذا الخط فعالا أى يساوى صفرا .



شكل (10-9) رسم تخطيطى لبوابة إدخال ذات ثمانى بتات

شكل (10-10) يبين الدائرة الكاملة لبوابة إدخال . لاحظ مدى التناظر بين هذه الدائرة ودائرة بوابة الإخراج . الفرق الأساسى هو استخدام ماسك للخرج فـى حالة بوابة الإخراج لمسك المعلومة التى سيتم إخراجها أما فـى حالـة بوابـة الإدخال فيستخدم عازل Buffer لعزل مسار البيانات عن المصدر الذى تـدخل منه المعلومة .



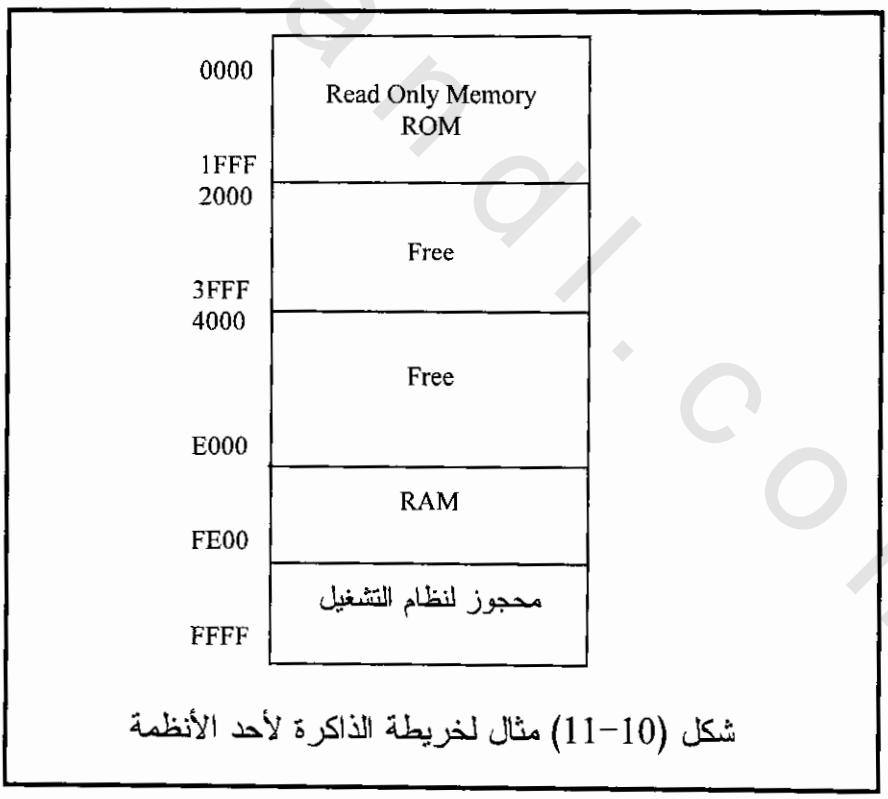
شكل (10-10) رارة كبنمتمةوالمة إرذبل

10-4 الطريقة الثانية من طرق الإخراج والإدخال
باستخدام خريطة الذاكرة Memory mapped I/O

إن ذريطة امذاكرة لإى حبسة وى عةبرة عن رسن ثذطيطى يةين قىينب ثستذرن كل ةبيت نن ةبيثبت امذاكرة المةثراء نن أول ةبيت إمى آذر ةبيتةقى امذاكرة . قىنئ ذريطة امذاكرة امذبصتة بمنيكروكونةيوثر امذى نستذرنه نع أنثمت وذا امكثبة وامنوضحتقى شكل (10-11) قى يهبامة بيثبت المةثراء نن 0000 إمى 1FFF نشغومة ذاكرة قراءةقى كط Read only memory , EPROM , أنبنظين امثشغيل امذبص ةهذا امنيكروكونةيوثر قى يشغل امذاكرة المةثراء نن امة بيت FC00 إمى FFFF. انظر إمى شكل (10-11) م ثثعرف قى ينب ثستذرن ةبقى امذاكرة . ينكن كنب سنرى استذران طريكة ذرا اط امذاكرة م لإرذبل والإذراج نع أى نعبمج ومكن نع امنعبمج MC6800 قى إن وذه امطريكة وى امو حيرة امثى ينكن استذرانهب نعه وذم لإن وذا امنعبمج م يس م ريه أوانر إرذبل وإذراج نثل أةنبء جيمه 8085 و Z80 . قى وذه امطريكة نن طرق الإرذبل والإذراج ثعبنل ةوالمة الإرذبل أو الإذراج كنب م و كبنت ةبيت نن ةبيثبت امذاكرة وم ذم لق إن جنيع أوانر امنعبمج امذبصت

بالتعامل مع الذاكرة يمكن استخدامها فى هذه الحالة . لكى نستخدم بايت من بايتات الذاكرة فى هذا الغرض فإنه يجب التأكد من أن هذه البايت غير مستخدمة فى أى غرض من أغراض التخزين الأخرى ويمكن معرفة ذلك طبعا بعد النظر فى خريطة الذاكرة وانتقاء البايت المناسبة لذلك بحرص شديد . بالنظر فى خريطة الذاكرة فإننا سنبتعد عن مساحات الذاكرة المستخدمة لنظام التشغيل والمستخدمة كذاكرة قراءة فقط وكذلك المستخدمة كذاكرة تخزين Read/Write memory وسنلجأ للمساحة المحددة بالعنوانين A000 إلى BFFF وسوف نستخدم أى مكانين فى هذه المساحة أحدهما كبوابة إدخال والآخر كبوابة إخراج .

إنه فى هذا المجال يجب أن نذكر جيدا أنه عندما تقوم شريحة المعالج بتنفيذ أى أمر من الأوامر التى تتعامل مع الذاكرة فإن عنوان المكان الذى سيتم التعامل معه يوضع على مسار العناوين (16 خطا) وفى هذه الحالة فإن خطى التحكم $\overline{MEMR}$ و $\overline{MEMW}$ يوضحان ما إذا كان هذا التعامل سيكون بغرض القراءة من الذاكرة أو الكتابة فيها على حسب ما سيكون أى من الخطين فعالا . لذلك فإن كلا من هذين الخطين سيلعبان دورا مهما فى عملية التشفير الخاصة ببوابة الإدخال أو بوابة الإخراج كما سنرى فيما يلى :



شكل (10-11) مثال لخريطة الذاكرة لأحد الأنظمة

10-4-1 دائرة بوابة إخراج باستخدام خريطة الذاكرة

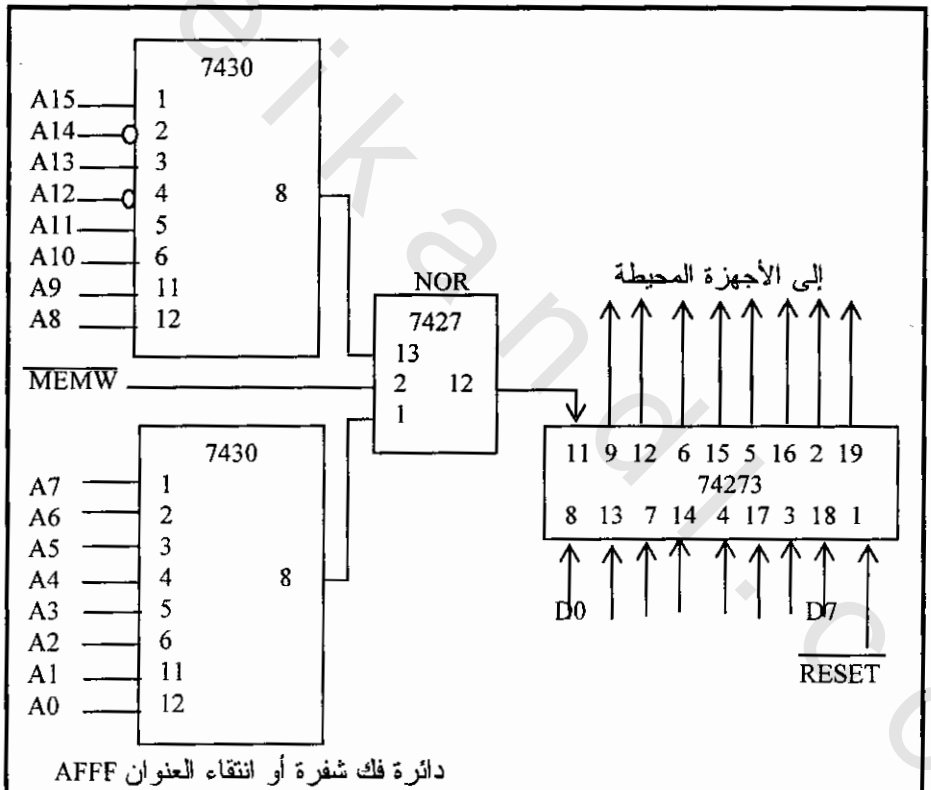
افترض مثلا أنه بالنظر فى خريطة الذاكرة الخاصة بـالميكروكومبيوتر الـذى نستخدمه وجدنا أن مساحة الذاكرة التى تبدأ من المكـان **A000** إلـى المكـان BFFF غير مستخدمة لأى غرض من أغراض التخزين ، لذلك فإننا سنستخدم أحد أماكن هذه المساحة كبوابة إخراج وليكن مثلا المكان رقـم AFFF . شـكل **(10-12)** يبين دائرة مقترحـة لهذه البـوابة . عند تنفيذ الأمرين :

```
MVI A,05
STA AFFF
```

8085

```
LD A,05
LD AFFF,A
```

Z80



شكل **(10-12)** دائرة بوابة إخراج باستخدام خريطة الذاكرة

بواسطة المعالج فإن الأمر الأول سيضع الرقم 05 فى مسجل التراكم والأمر الثانى سيتسبب فى وضع العنوان AFFF على مسار العناوين (A0 إلى A15) وسيجعل الخط $\overline{MEMW}$ فعالا ، ثم يضع محتويات مسجل التراكم على مسار البيانات ، لذلك فإنه بالنظر إلى شكل (10-12) فإن خرج فاكك الشفرة سيكون فعالا مما يسبب نبضة تزامن Clock pulse للماسك (الشريحة 74273) الذى يقوم بإخراج محتويات مسار البيانات على الخرج وذلك هو المطلوب من أى بوابة إخراج حيث يمكن فى هذه الحالة الاستفادة من الخرج أو إظهاره على شاشة أو مظهر من أى نوع كما فعلنا مع بوابة الإخراج سابقا . لاحظ أنه يمكن استخدام مقارن للعناوين كما فى الأجزاء السابقة بدلا من فاكك الشفرة أو منتقى العنوان AFFF الموجود فى شكل (10-12) .

10-4-2 دائرة بوابة إدخال باستخدام خريطة الذاكرة

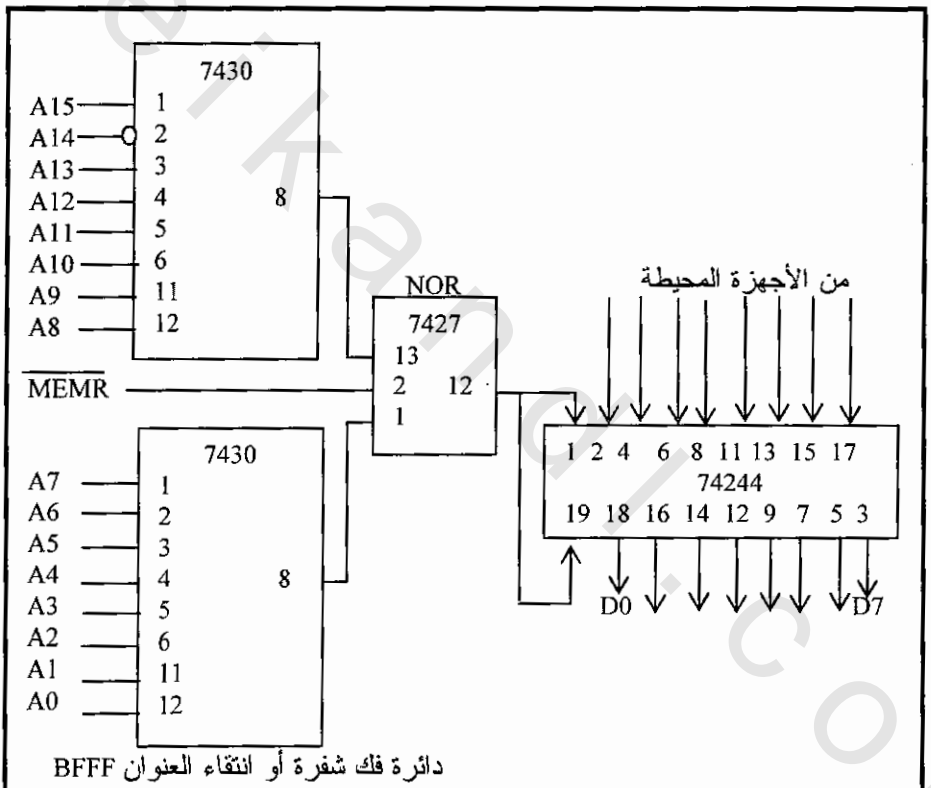
افترض أننا سنستخدم المكان BFFF من أماكن الذاكرة كبوابة إدخال . شكل (10-13) يبين الدائرة المقترحة لذلك . عندما تقوم شريحة المعالج بتنفيذ الأمر:

LDA BFFF (8085) LD A,BFFF (Z80)

فإن العنوان BFFF سيوضع على مسار العناوين (A0 إلى A15) وسيكون الخط $\overline{MEMR}$ فى هذه المرة فعالا ، لذلك فإنه فى هذه الحالة سيكون خرج فاكك الشفرة أو المنتقى فعالا كما فى شكل (10-13) مما سيسبب نبضة تزامن لشريحة العازل Buffer والتى بسببها يقوم العازل بنقل المعلومة الموجودة على دخله وهى المعلومة القادمة من الخارج ويضعها على مسار البيانات حيث يقوم المعالج بنقل هذه المعلومة إلى مسجل التراكم . لاحظ أن العازل Buffer لابد وأن يكون من النوع ثلاثى المنطق .

بالنظر إلى دوائر الإدخال والإخراج باستخدام خريطة الذاكرة وباستخدام الأمرين IN و OU نلاحظ مدى التناظر بينهما ، ففى أى من الطريقتين لابد وأن يكون هناك فاكك شفرة أو منتقى لرقم البوابة ، الاختلاف هو أنه فى حالة استخدام خريطة الذاكرة فإننا نشفر مسار العناوين بالكامل (16 خطا) وذلك فى حالة التشفير الكامل ، أما فى حالة استخدام الأمرين IN و OUT فإننا نشفر الثمانية خطوط الأولى فقط من مسار العناوين وذلك أيضا فى حالة التشفير الكامل . هناك أيضا فرق أساسى وهو أننا مع طريقة خريطة الذاكرة نستخدم خطى التحكم $\overline{MEMR}$ و $\overline{MEMW}$ أما مع الطريقة الأخرى فإننا نستخدم الخطين $\overline{IOR}$ و $\overline{IOW}$. فيما عدا ذلك فإن الماسك Latch أو العازل Buffer

يستخدمان فى كل من الطريقتين إما لمسك معلومة الخـرج فـى حالـة بوابـة الإخراج أو لعزل مصدر المعلومة عن مسار البيانات فى حالة بوابة الإدخال .
لقد راعينا فى جميع الدوائر السابقة استخدام عملية التشفير الكاملة للبوابات فـى الحالتين سواء باستخدام الأمرين IN و OU أو باستخدام خرائط الذاكرة ، ونعنى بالتشفير الكامل Full decoding أن جميع خطوط العناوين (الثمانيـة أو السـتة عشر على حسب الطريقة المستخدمة) تستخدم فى عملية التشفير ، فمع خـرائط الذاكرة مثلا استخدمنا جميع خطوط مسار العناوين (A0 إلى A15) وفى حالـة الأمرين IN و OUT استخدمنا ال 8 خطوط الأولى من مسار العنـاوين . فـى الحقيقة فإن دائرة التشفير من الممكن أن تكون أبسط من الدوائر السابقة بكثيـر لو أننا استخدمنا عددا أقل من خطوط العناوين .

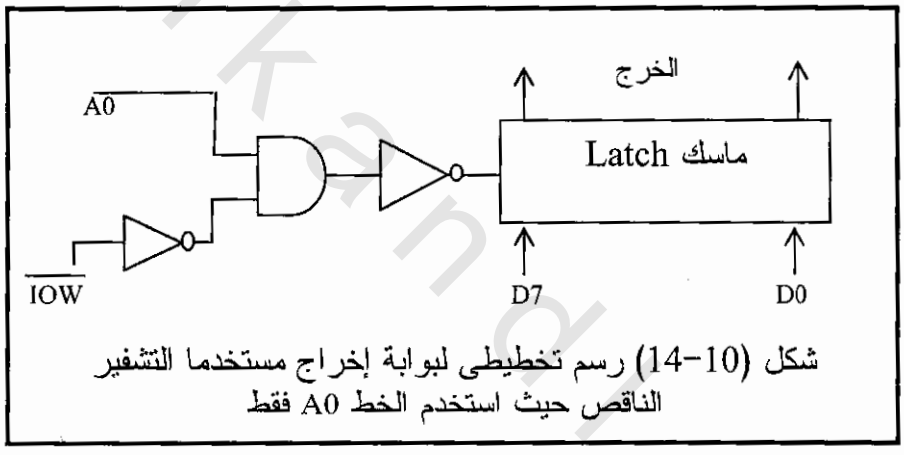


شكل (10-13) دائرة بوابة إدخال باستخدام خريطة الذاكرة

شكل (10-14) يبين عملية تشفير لبوابة إخراج باستعمال الأمر OUT وباستخدام خط واحد من مسار العناوين وهو الخط A0 . المشكلة مع مثل هذه البوابة هى أن أى رقم أو عنوان تكون فيه البت A0 تساوى واحدا سيتسبب فى تشغيلها . فمثلا جميع الأوامر التالية تصلح لتشغيل هذه البوابة :

OUT 01
OUT 03
OUT FF

وهكذا فإن أى رقم يبدأ بواحد فى البت A0 سيشغل هذه البوابة . فى الحقيقة فإن بناء مثل هذه البوابات الناقصة التشفير Partial decoding ليس به أى عيب طالما أنه ليست هناك بوابات تحمل هذه الأرقام المتكررة ويجب أن يراعى ذلك فى عملية التصميم . نفس الكلام يمكن تطبيقه على عمليات تشفير البوابات التى تستخدم خرائط الذاكرة .



شكل (10-14) رسم تخطيطى لبوابة إخراج مستخدما التشفير الناقص حيث استخدم الخط A0 فقط

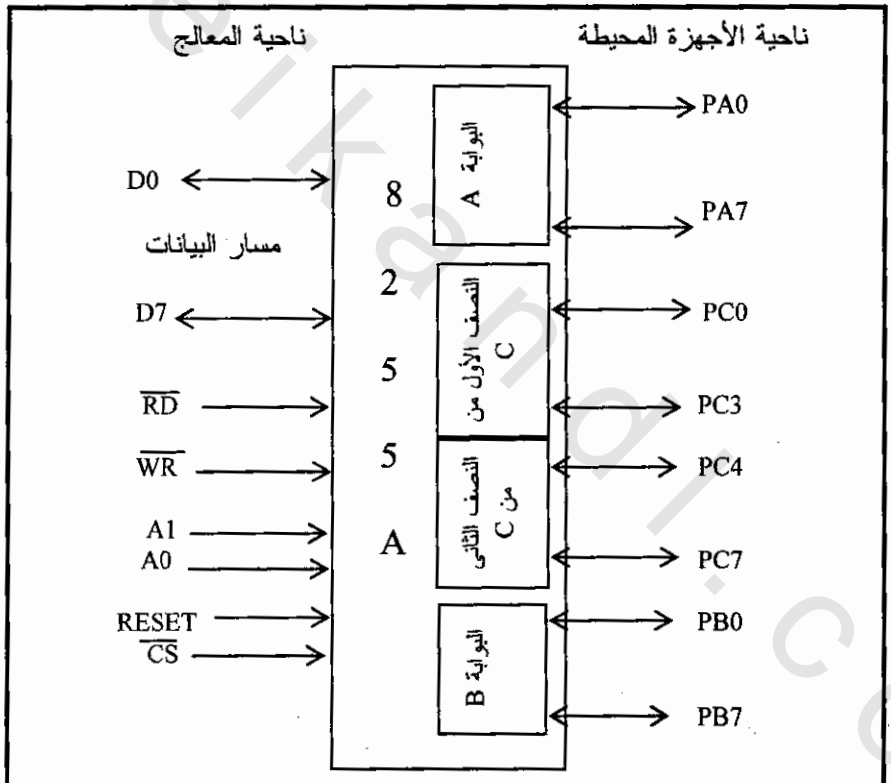
10-5 البوابات القابلة للبرمجة
Programmable Peripheral Interface, PPI

الشريحة Intel8255A هى إحدى الشرائح المهمة التى تصاحب دائما وفى الكثير من التطبيقات شرائح المعالج . 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 أمرين فقط من أوامر لغة الأسمبلى 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 .

10-5-1 تركيب الشريحة 8255A

هذه الشريحة يمكن تقسيمها إلى جزأين رئيسيين ، جزء يواجه شريحة المعالج والجزء الآخر يواجه العالم الخارجى . شكل (10-15) يبين رسما تخطيطيا لهذه الشريحة محتويا هذين الجزأين . الجزء المقابل للمعالج يحتوى الخطوط التالية :



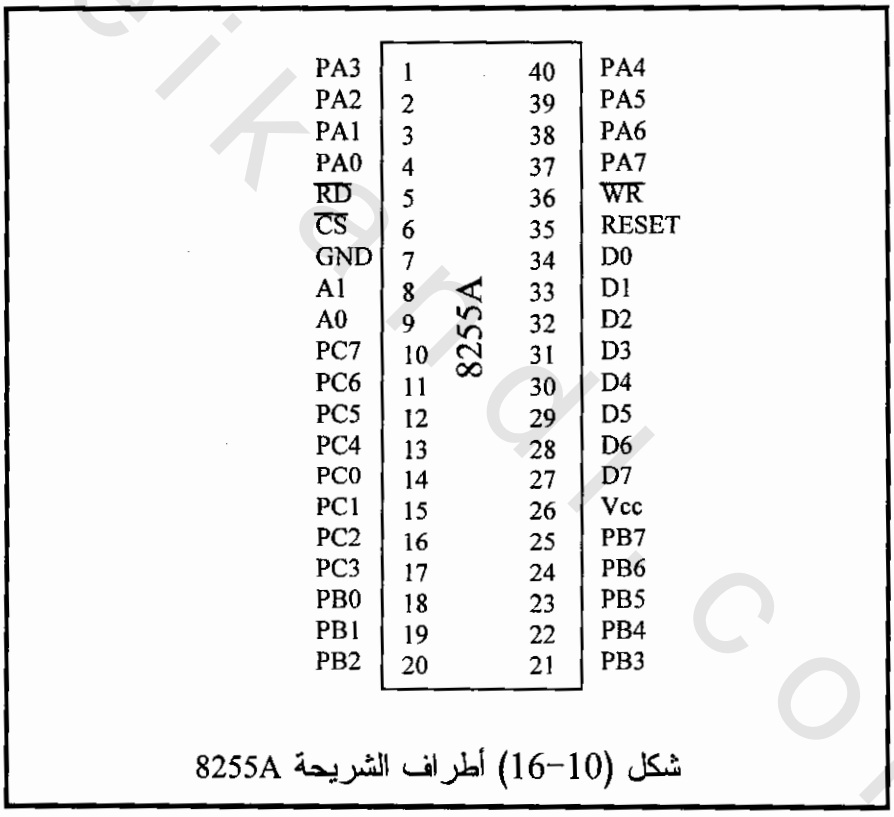
شكل (10-15) أطراف الشريحة 8255A مقسمة وظيفيا

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

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 رجلا . لاحظ أن البوابة C لها خاصية منفردة عن البوابتين B, A وذلك لأنها يمكن برمجتها كبوابة 8 بتات أو كبوابتين كل منهما 4 بتات أو أنها تستخدم كخطوط تحكم للبوابتين B, A كما أنه يمكن عمل Set أو Reset لأى طرف من أطراف هذه البوابة بالذات كما سنرى فيما بعد . شكل (10-16) يبين الرسم الطرفى لهذه الشريحة .



شكل (10-16) أطراف الشريحة 8255A

من وجهة نظر المعالج فإن الشريحة 8255 تحتوى 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 C, B, A وهى التى تستخدم لإدخال أو

إخراج البيانات وهى الثلاث بوابات التى فى شكل (10-15) ، أما المسجل الرابع فهو مسجل تحكم Control register والذى عن طريقه يتم التحكم فى المسجلات C, B, A لجعلها إما بوابات إدخال أو إخراج والتحكم أيضا فى طريقة تشغيل الشريحة ككل .

العملية	$\overline{CS}$	$\overline{WR}$	$\overline{RD}$	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

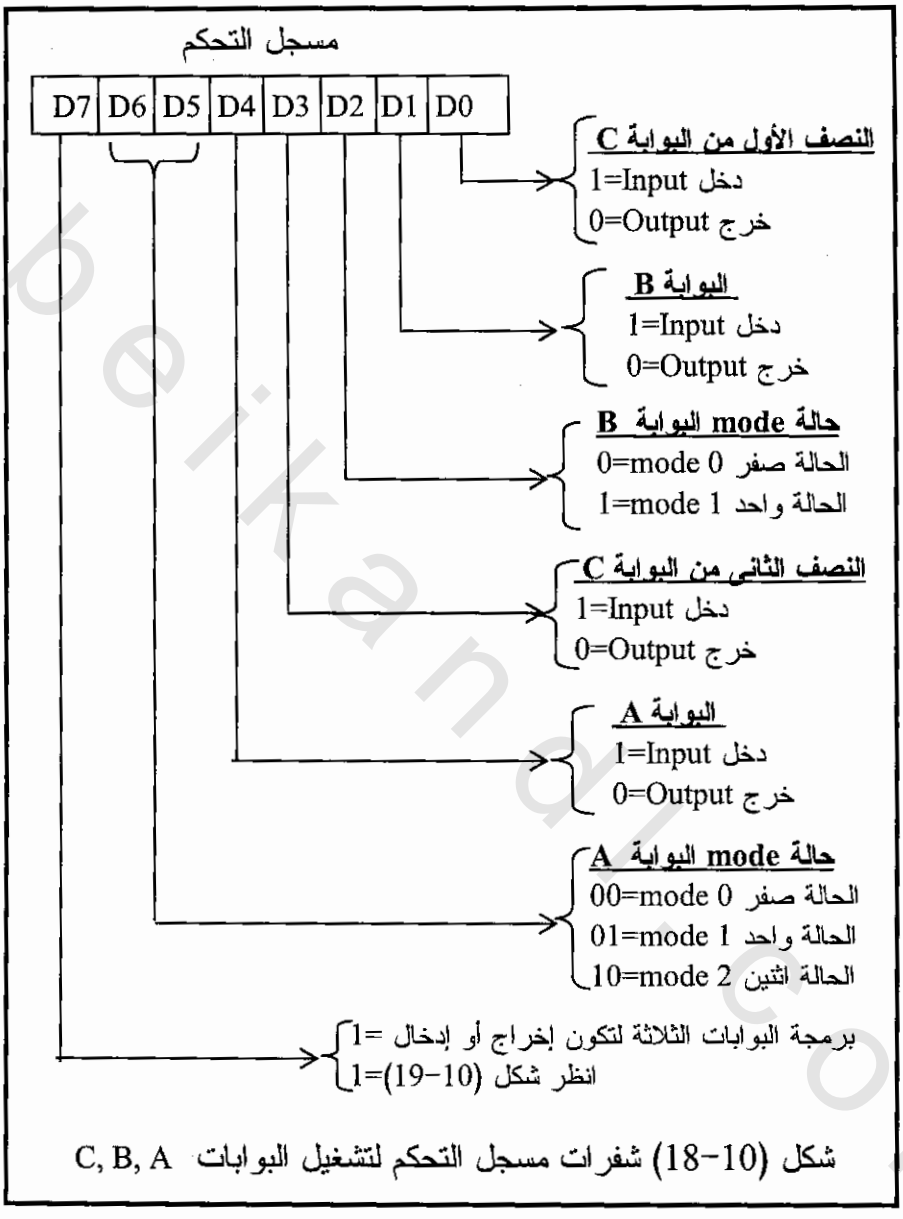
شكل (10-17) عنونة المسجلات فى الشريحة 8255A . (x تعنى لا يهم)

شكل (10-17) يبين كيفية عنونة كل واحد من المسجلات C, B, A 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 شكل (10-17) . 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 .

10-5-2 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

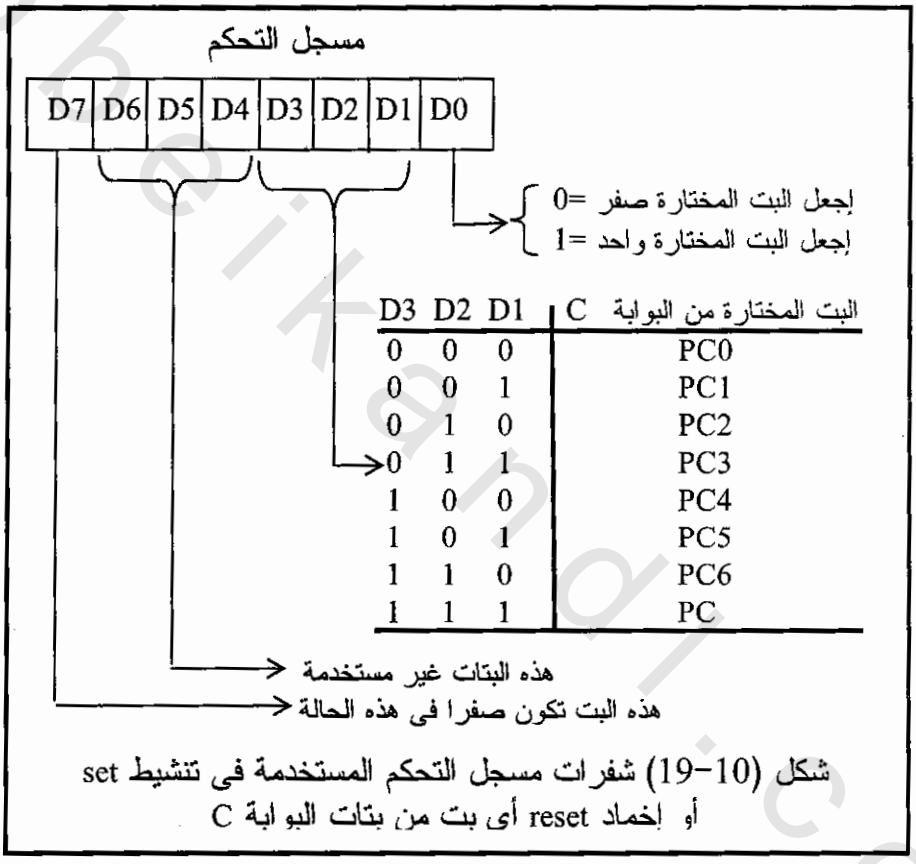
(10-18) وشكل (10-19) يبينان وظيفة مسجل التحكم على ضـــوء الشـــفرة المخزنة فيه .



شكل (10-18) شفرات مسجل التحكم لتشغيل البوابات C, B, A

يهمنا هنا محتويات البت رقم 7 من مسجل التحكم فإذا كانت هذه البت تســاوى واحدا فإن ذلك يعنى أن باقى محتويات مسجل التحكم وهى البت رقم صفر إلى

البت رقم 6 خاصة بتحديد الوظائف المختلفة للبوابات C, B, A على ضوء ما هو مبين فى شكل (10-18) ، 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 (10-19) وتسمى حالة تنشيط/إخماد البت Bit Set Reset واختصارا تكتب BSR وسنتعارف عليها بالعربى هكذا (ب س ر) .



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	PC

شكل (10-19) شفرات مسجل التحكم المستخدمة فى تنشيط set
أو إخماد reset أى بت من بتات البوابة C

مثال 10-1

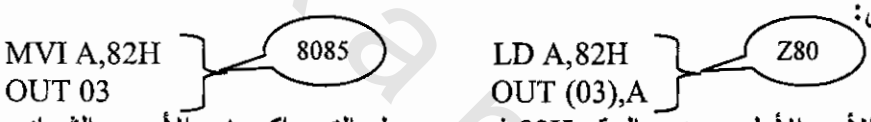
ما هى الشفرة أو البايت التى نكتبها فى مسجل التحكم للشريحة 8255A للحصول على الآتى :

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 (10-18) 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. بذلك تصبح محتويات البايت المطلوبة هى :

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

بالنظام الستعشرى فإن هذه البايت تكون 82H وال H تستخدم للدلالة على أن الرقم المجاور لها يكون فى النظام الستعشرى . المطلوب الآن هو كتابة أو إرسال هذا الرقم إلى مسجل التحكم فى الشريحة 8255A . لإرسال هذا الرقم إلى مسجل التحكم فى الشريحة 8255A فإنه كما نعلم أن خطى العناوين A1, A0 للشريحة 8255A موصلان بخطى العناوين A1, A0 القادمين من شريحة المعالج ولقد رأينا فى شكل (10-17) أن عنوان مسجل التحكم هو A1A0= 11 لذلك فإنه لكى نرسل الرقم المطلوب إلى مسجل التحكم يكفى أن نكتب الأمرين التاليين:



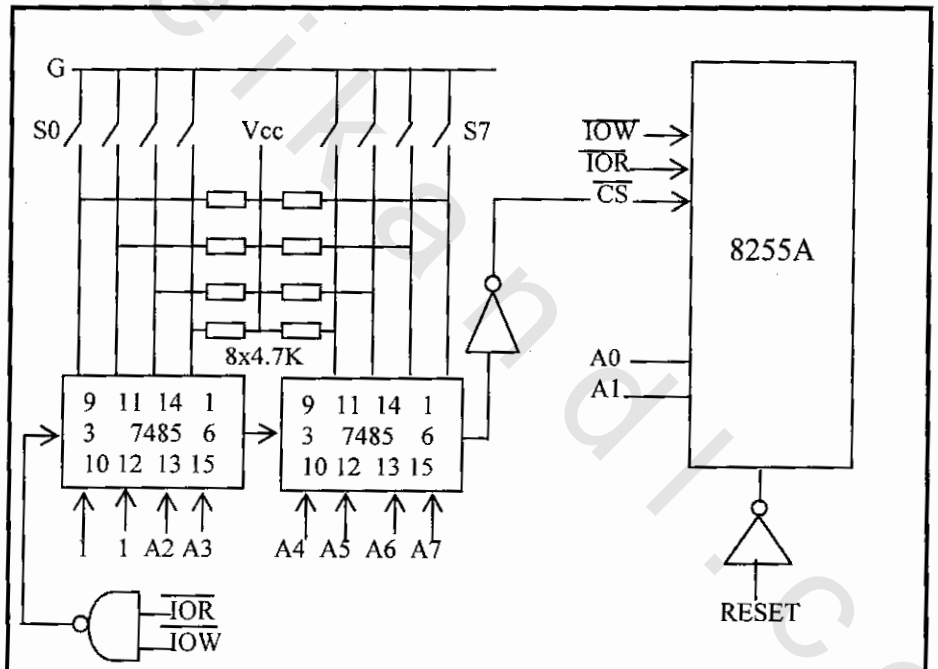
حيث الأمر الأول سيضع الرقم 82H فى مسجل التراكم A والأمر الثانى سيخرج محتويات مسجل التراكم إلى البوابة رقم 3 وهى مسجل التحكم فى الشريحة 8255A لأن الرقم 3 سيجعل خطى العناوين A1, A0 يساويان 11 وهذا هو عنوان مسجل التحكم .

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 (10-20) يبين الشريحة 8255A وقد استخدمت مع عملية تشفير كاملة للثمانية خطوط الأولى

من مسار العناوين . لاحظ عدم استخدام الخطين A1, A0 فى عمليـــة التشـــفير ولكنهما يوصلان مباشرة إلى الشريحة 8255A .

من شكل (10-20) نتبين العناوين التالية للمسجلات الأربعة :

العنوان ستعشرى	A7	A6	A5	A4	A3	A2	A1	A0	
0C	0	0	0	0	1	1	0	0	**A**
0D	0	0	0	0	1	1	0	1	**B**
0E	0	0	0	0	1	1	1	0	**C**
0F	0	0	0	0	1	1	1	1	CR مسجل التحكم



شكل (10-20) طريقة تشفير كاملة للشريحة 8255A

10-5-3 حالات Modes تشغيل الشريحة 8255A

الشريحة 8255A لها ثلاث حالات modes لتشغيلها وهى كالتالى :

10-5-3-1 الحالة صفر Mode zero

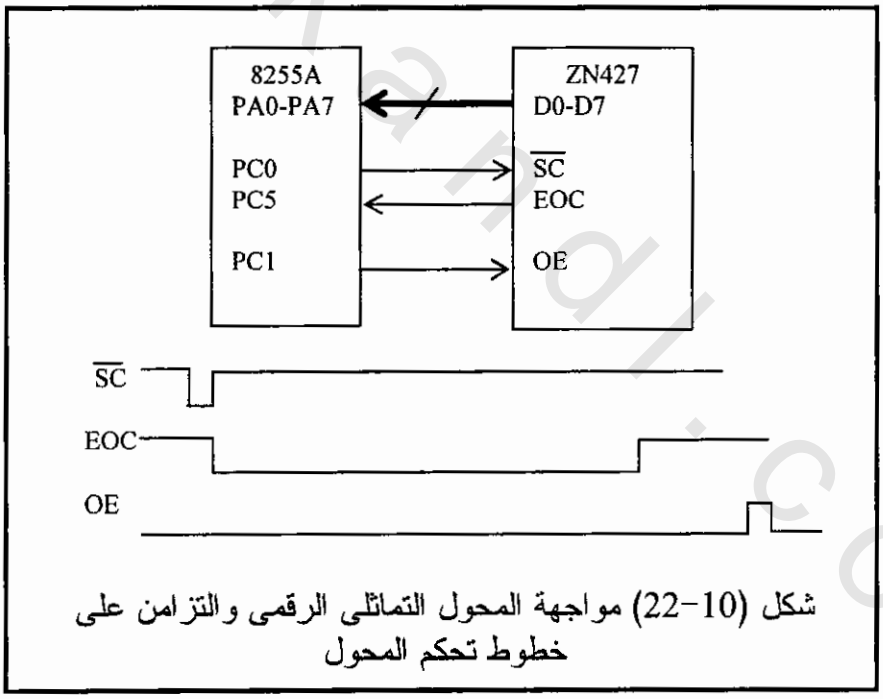
تتميز هذه الحالة بعمليات الإخراج والإدخال البسيطة التى لا تتطلب حـــوارا أو نظام مصافحة handshaking بين الشريحة والمعالج ، ففى هذه الحالـــة يمكـــن برمجة كل من البوابة A أو B أو C لتكون بوابة إخراج أو إدخال فى أى مكان فى البرنامج وعن طريق أمرين اثنين فقط كما سنرى بعد قليل . لاحظ أنه فـــى هذه الحالة 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 ترســـل إلـــى مســـجل التحكم على ضوء ما رأينا فى شكل (10-18) . شكل (10-21) يبين جميـــع هذه الحالات والشفرة الستعشرية التى ترسل إلى مسجل التحكم للحصول علـــى كل 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

شكل (10-21) جميع حالات الإدخال والإخراج للبوابات A و B و C والشفرة الستعشرية لكل حالة .

مثال 10-2

شكل (10-22) يبين رسما صندوقيا لدائرة مواجهة مع المحول التماثلى الرقمى ZN427 مستخدما الشريحة 8255A فى الحالة 0 . المحول ZN427 لـه ثلاثة خطوط تحكم ، أحدها هو خط بداية التحويل $\overline{SC}$; Start Conversion وهذا الخط يجب أن يكون صفرا لفترة زمنية وجيزة بحيث يبدأ المحول عملية التحويل عند الحافة الصاعدة لهذه الإشارة . بعد أن ينتهى المحول من عملية التحويل فإنه يعطى نبضة واحد على خط نهاية التحويل End Of Conversion; EOC ولكنه لا يعطى البيانات على خطوط الخرج الثمانية إلا إذا تم إعطاؤه نبضة واحد على خط تنشيط الخرج Output Enable; OE الذى يقوم بتنشيط البوابات الثلاثية الموجودة فى خرج المحول . شكل (10-22) يبين أيضا التزامن الموجود بين هذه الإشارات الثلاثة . لقد تم توصيل خرج المحول على البوابة A للشريحة 8255A ، أى أن البوابة A ستعمل كبوابة إدخال يقوم المعالج من خلالها بقراءة خرج المحول .



شكل (10-22) مواجهة المحول التماثلى الرقمى والتزامن على خطوط تحكم المحول

مطلوب أيضا من المعالج أن يعطى للمحول نبضة بدأ التحويل $\overline{SC}$ وسيكون ذلك من خلال الخط رقم 0 فى البوابة C وسيكون عن طريق استخدام الحالة (ب س ر) التى سنستخدمها لتنشيط الخط PC0 كما رأينا فى شكل (10-19) . بعد أن

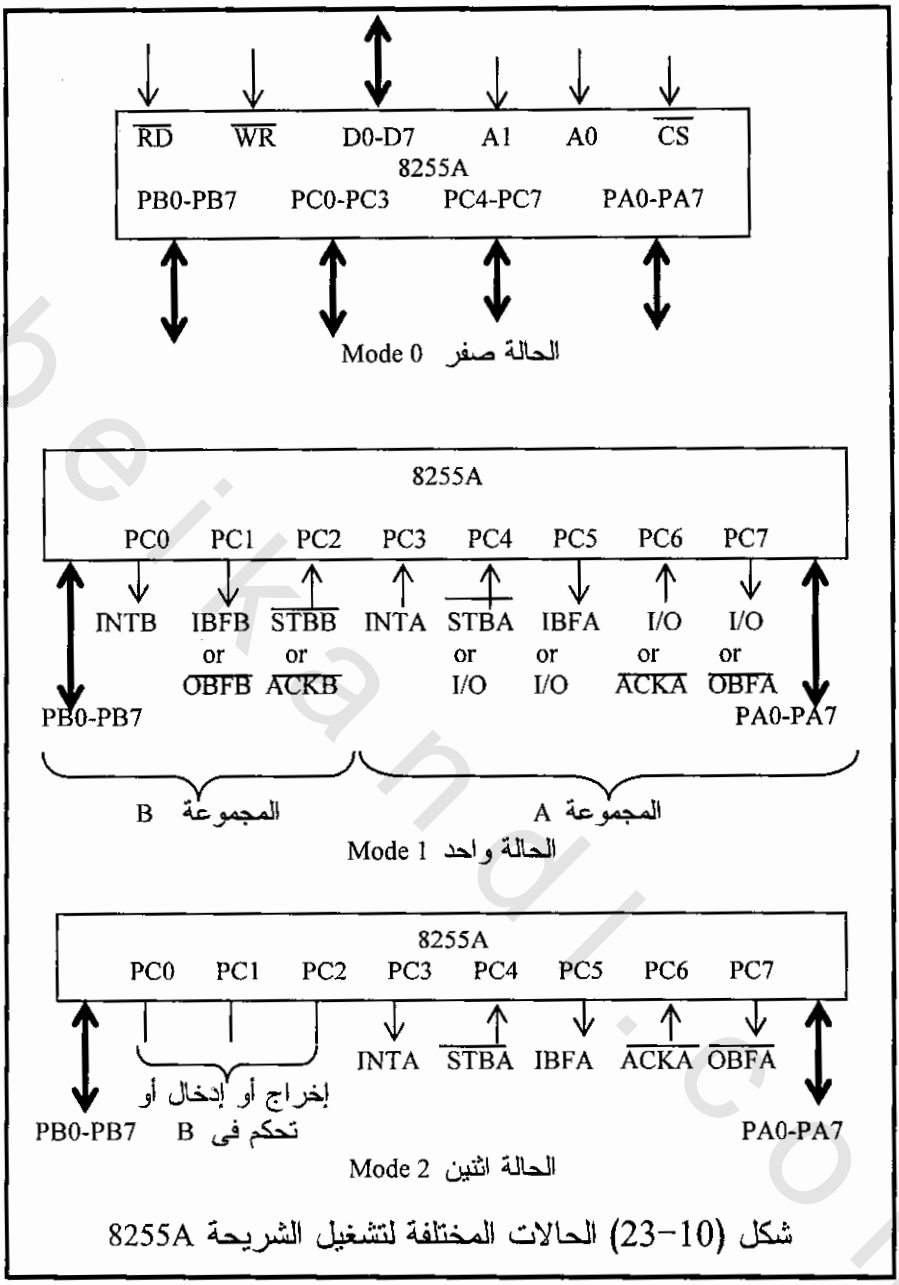
يعطى المعالج نبضة بداية التحويل يبدأ فى مراقبة خط نهاية التحويل القادم من المحول إلى الخط PC5 بحيث عندما يجد المعالج أن هذا الخط صعد إلى الواحد يفهم من ذلك أن المحول انتهى من عملية التحويل فيعطى لـه إشـارة تنشـيط الخرج بجعل الخط OE الموصل على PC1 يساوى واحد وذلك أيضا باسـتخدام طريقة ال (ب س ر) . لذلك فإن النصف الأول من البوابة C سيعمل كبوابـة إخراج وأما النصف الثانى فسيعمل كبوابة إدخـال . البرنـامج التـالى يمكـن استخدامه لقراءة خرج مثل هذا المحول . ملاحظة مهمة يجب أن نتذكرها مـن هذا البرنامج وهى أن إرسال أى شفرة إلى مسجل التحكم لتنشيط أو إخمـاد أى بت من بتات البوابة C لا يؤثر على الإطلاق على الحالة التى عليها كل مـن البوابة A أو B أو C ، أى أن كل واحدة منها تبقى على الحالة التـى عليهـا سواء كانت إدخالا فستبقى إدخالا أو كانت إخراجا فستبقى كذلك أيضا .

```
        MVI A,98H ;  هذا الرقم يجعل PC0-PC3 إخراج والبوابة B إخراج
                  ;  (B غير مستخدمة فى هذا المثال) و PC4-PC7 إدخال والبوابة A إدخال
                  ;  راجع شكل (10-18).
        OUT 03H   ;  إخراج الرقم 98H إلى مسجل التحكم
START:  MVI A,01
                  ;  تنشيط الخط PC0 عن طريق ب س ر راجع شكل (10. 19)
        OUT 03H   ;  إخراج إلى مسجل التحكم
        MVI A,00  ;  عمل إخماد للخط PC0
        OUT 03H   ;  إخراج إلى مسجل التحكم
        MVI A,01  ;  عمل ست للخط PC0
        OUT 03H   ; بذلك يكون الخط نزل من 1 إلى 0 ثم صعد وبذلك تتم نبضة SC.
    xx: IN 02     ;  قراءة البوابة C
        ANA 20H   ;  هذا لاختبار الخط PC5 لمعرفة إذا كان واحد أم صفر
        JZ xx     ;  قفز إلى xx لمعاودة القراءة طالما أن PC5 يساوى 0 .
        MVI A,03H ;  تنشيط للخط PC1 لتنشيط الخط OE .
        OUT 03H   ;  إخراج إلى مسجل التحكم
        MVI A,02H ; إرجاع الخط OE=PC1 إلى الصفر ثانية.
        OUT 03H   ;  إخراج إلى مسجل التحكم
        IN 00     ;  قراءة البوابة A
        JMP START ;  لإعطاء نبضة بدأ تحويل جديدة
```

10-5-3-2 الحالة واحد Mode one

فى هذه الحالة يتم الإدخال أو الإخراج عن طريق البوابتين A و B فقط ويتم ذلك عن طريق نظام مصافحة Handshaking أو حوار بين الأجهزة المحيطة والمعالج من خلال الشريحة 8255A وتستخدم خطوط البوابة C فى عمليات المصافحة هذه بحيث أن النصف الأول من خطوط البوابة C وهى PC0 إلى PC3 تستخدم كخطوط حوار تابعة للبوابة B ولذلك تسمى البوابة B والنصف 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 (10-23) . 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 . عمليات المقاطعة سندرسها بالتفصيل فى فصل خاص بذلك . شكل (10-23) 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 (10-24) 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 خطان وهما PC6, PC7 يستخدمان كخطوط إدخال أو إخراج على حسب البت D3 فى مسجل التحكم . تتم عملية المصافحة مع الأجهزة المحيطة كما يلى :

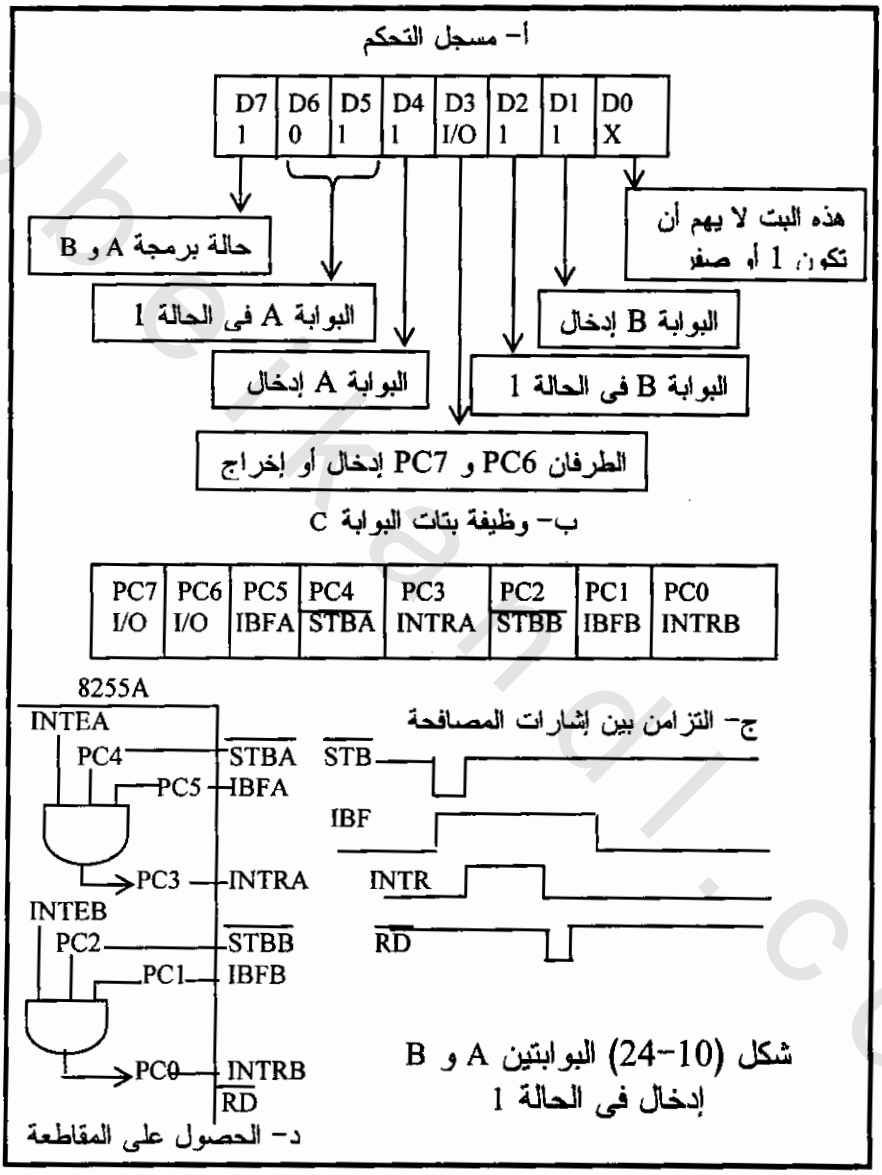
- يقوم الجهاز الخارجى بوضع البيانات على البوابة التى يتعامل معها ولتكن البوابة A مثلا ثم يضع صفرا على الخط $\overline{STBA}$ ليخبر الشريحة 8255A أنه قد وضع بايت على البوابة A .
- ترد الشريحة 8255A على الجهاز الخارجى بأنها استقبلت المعلومة وتم مسكها على البوابة A عن طريق جعل الخط IBFA يساوى واحدا . عندما يرى الجهاز الخارجى 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 (10–23) الحالات المختلفة لتشغيل الشريحة 8255A

- 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 (10–24) أن هذا الخط يكون واحدا إذا كان الخط $\overline{STBA}$=1 والخط IBFA=1 والبت PC4=1

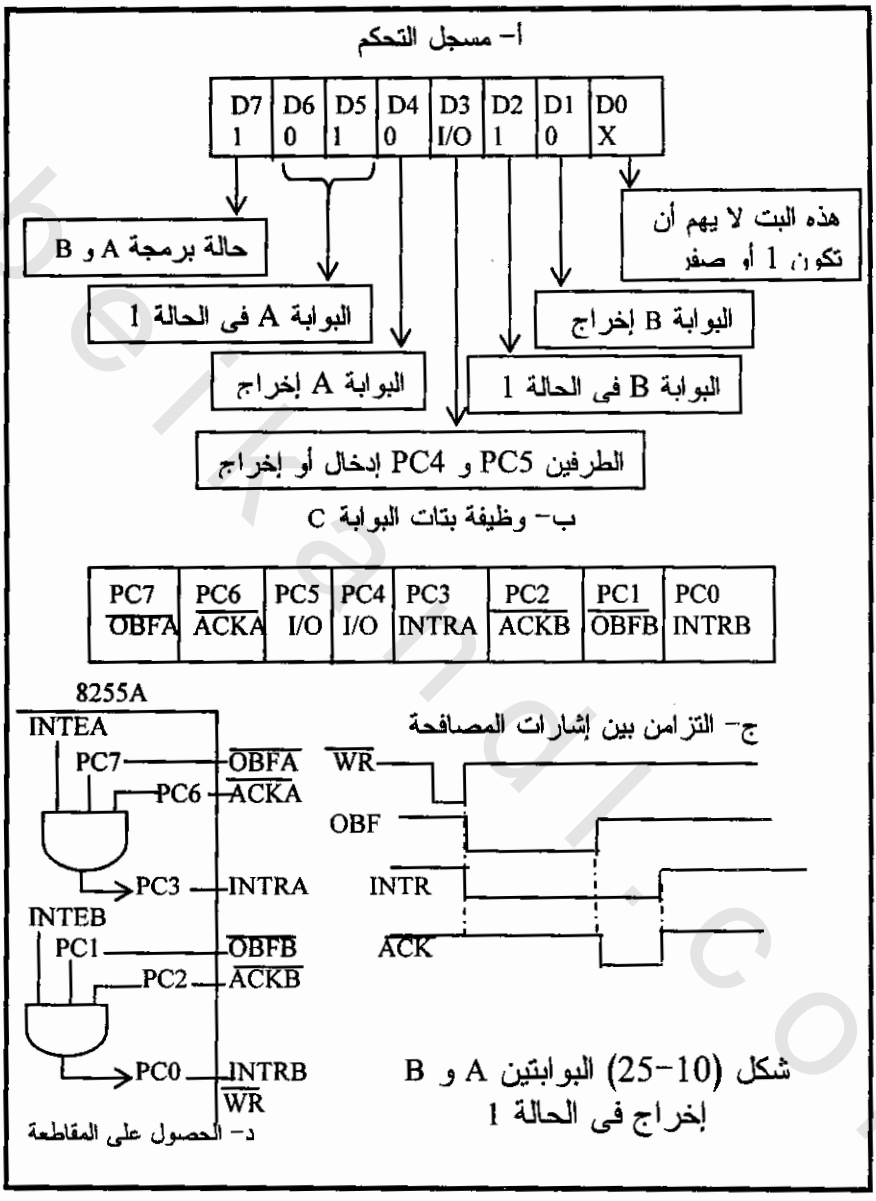
فى حالة التعامل مع البوابة A وأما فى حالـــة البوابـــة B فالبـــت PC2=1 . البتات PC4, PC2 يمكن جعلها واحدا باستخدام ال ب س ر كما ذكرنا سابقا وتذكر أن ذلك ليس له تأثير على وضع البوابات .



شكل (10-24) البوابتين A و B إدخال فى الحالة 1

شكل (10-25) يبين نفس الوظائف لخطوط البوابة C ولكن فى حالة كـــون A و B بوابات إخراج ويبين أيضا التزامن بين هذه الإشارات . لاحظ أن البوابـــة 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 :



شكل (10-25) البوابتين A و B إخراج فى الحالة 1

- 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 (10-25) وعلى المعالج ألا يرسل معلومات أخرى إلا بعد صعود هذا الخط للواحد مرة أخرى .

- عندما يرى الجهاز الخارجى أن الخط $\overline{OBFA}$ 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 $\overline{OBFA}$ 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 (10-25) 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 $\overline{OBFA}$ يساوى واحدا والبت PC6 فى حالة التعامل مع البوابة A والبت PC2 فى حالة البوابة B تساوى واحدا أيضا . البتات PC6, PC2 يمكن جعلها واحد باستخدام ال ب س ر كما ذكرنا سابقا وتذكر أن ذلك ليس له تأثير على وضع البوابات .

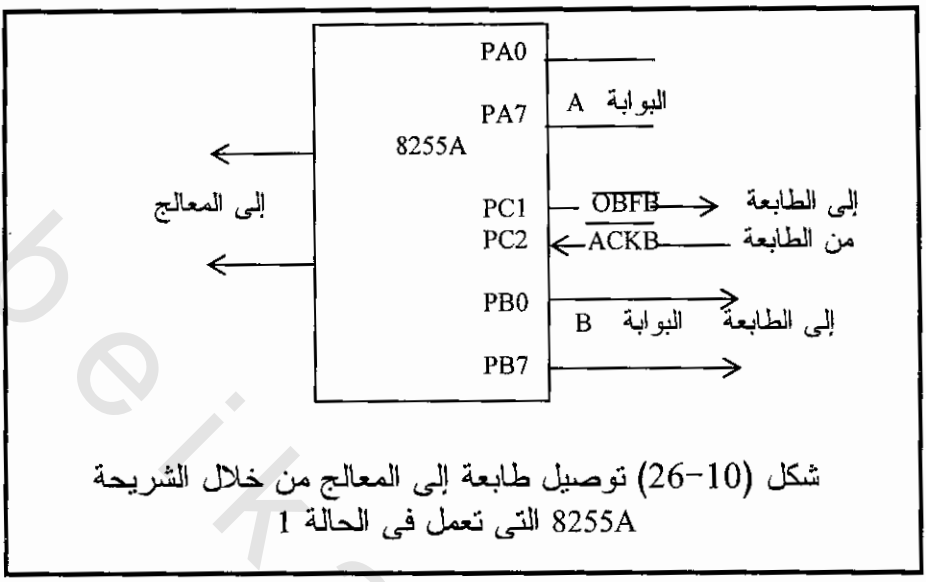
مثال 10-3

شكل (10-26) يبين عملية توصيل طابعة مع المعالج من خلال البوابة B للشريحة 8255A وشكل (10-27) يبين البرنامج الذى يقرأ محتويات الذاكرة ابتداء من المكان E100H وانتهاء بالمكان E150H ويرسلها إلى الطابعة للطباعة. إن عملية تشفير البوابات الثلاث ، أى عنونتها سنتركها للقارئ يختار ما يشاء من عناوين للبوابات الثلاثة وسنفترض هنا أن هذه البوابات معنونة كالتالى :

00H البوابة A
01H البوابة B
02H البوابة C
03H مسجل التحكم

فى هذا المثال تم استخدام البوابة B فقط وفى الحالة mode واحد وأما البوابة A وباقى البوابة C فيمكن استخدامها لأى أغراض أخرى . السؤال هو : ما هى الشفرة التى سنرسلها إلى مسجل التحكم لنجعل البوابة B إخراج وفى الحالة 1 وأما البوابة A وباقى البوابة C فسنفترضها إخراج فى الحالة 0 وذلك مع العلم

أنها لن تستخدم ؟ الإجابة هى أن هذه الشفرة ستكون كالتالى كما تعلمنا من شكل (10-18) :



شكل (10-26) توصيل طابعة إلى المعالج من خلال الشريحة 8255A التى تعمل فى الحالة 1

D7 D6 D5 D4 D3 D2 D1 D0
1 0 0 0 0 1 0 0 = 84H

- النصف الأول من البوابة C لا يهم أن يكون إخراجا أو إدخالا وبفرضه إخراجا تم وضع D0=0 .
- بما أن البوابة B ستكون إخراجا لذلك تم وضع D1=0 .
- بما أن B ستعمل فى الحالة 1 لذلك تم وضع D2=1 .
- النصف الثانى من البوابة C لا يهم أن يكون إدخالا أو إخراجا وبفرضه إخراجا تم وضع D3=0 .
- بما أن البوابة A فرضت إخراجا لذلك فإن D4=0 .
- بما أن البوابة A فرضت فى الحالة 0 لذلك كان D6D5 = 00 .
- بما أن هذه الشفرة تستخدم لتوظيف البوابات فإن D7=1 .

بالنظر إلى شكل (10-27) نجد أن البرنامج بدأ بإرسال الشفرة 84H كما سبق إلى مسجل التحكم ثم استخدم المسجلين HL كمؤشر إلى الحرف الجاهز للطباعة والمسجل B كعداد تنازلى للأحرف التى سيتم طباعتها بحيث تقف عملية الطباعة عندما يصل هذا العداد إلى الصفر لأن البرنامج ينقص هذا العداد بمقدار واحد كلما تمت طباعة حرف . تبدأ حلقة الطباعة من العلامة NEXT والتى عندها يتم قراءة البوابة C وحجب جميع بتاتها بالقيمة 02H لمعرفة إذا

كان الخط $\overline{OBF}$ يساوى صفرا أم لا ، لأن صفرا على هذا الخط معناه أن هناك حرف مازال ممسوكا على البوابة فى انتظار الطابعة لاستلامه . بمجرد أن يصبح الخط $\overline{OBF}$ =1 أى غير فعال يخرج المعالج من هذه الحلقة ويقوم بإرسال حرف جديد إلى الطابعة والدخول فى نفس حلقة قراءة البوابة C مرة أخرى . تتكرر هذه العملية إلى أن ينتهى المعالج من جميع الأحرف المطلوب طباعتها عندما يصل المسجل B إلى الصفر .

10-5-3-3 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 فى نظام المصافحة أو الحوار وهذه الخطوط هى PC3 إلى PC7 . إن هذه الحالة هى أعقد الحالات التى تستخدم مع الشريحة 8255A وعادة يستخدم فى حالات الاتصال بين حاسبين أو بين المعالج والأقراص الصلبة ولذلك سنكتفى بهذه الإشارة عن هذه الحالة .

```
        MVI A,84H  ; البوابة B إخراج فى الحالة 1 و A و C إخراج فى الحالة 0
        OUT 03H    ;                    إرسال إلى مسجل التحكم
        LXI H,E100 ;              إشارة لبداية الأحرف المطلوب طباعتها
        MVI B,50H  ;                  المسجل B عداد لهذه الأحرف
NEXT:   IN 02      ; PC1 قراءة البوابة C لمعرفة حالة الخط OBF وهو الخط
        ANI 02H    ;                    PC1 حجب لجميع البتات ما عدا
        JZ NEXT    ;              PC1=OBF=0 دوران فى الحلقة طالما أن
        MOV A,M    ;                  إحضار حرف ووضعه فى المركم
        OUT 01H    ;                  إخراج على البوابة B (الطابعة)
        INX H      ;                        إشارة إلى الحرف التالى
        DCR B      ;                        إنقاص العداد بمقدار 1
        JNZ NEXT   ;                        قفز لطباعة الحرف التالى
```

شكل (10-27) برنامج الطابعة الموصلة فى شكل (10-26)

6-10 تمارين

1. ما هو المقصود بالإدخال والإخراج ؟
2. ما هو الفرق بين الإدخال والإخراج والكتابة والقراءة من الذاكرة ؟
3. أيهما أسرع ، إرسال واستقبال البيانات على التوالى , أم على التوازى ؟ اذكر بعض التطبيقات التى تستخدم كل نوع ؟
4. عند تنفيذ المعالج للأمر OUT 00 مثلا ، فإنه يقوم بالتأثير على المسارات الثلاثة ، اذكر هذه التأثيرات ؟
5. عند تنفيذ المعالج للأمر IN 00 مثلا ، فإنه يقوم بالتأثير على المسارات الثلاثة ، اذكر هذه التأثيرات ؟
6. أعد رسم شكلى (10-7 و 10-8) مستخدما فاكك شفرة decoder بدلا من مقارن العناوين ؟
7. أعد رسم شكلى (10-9 و 10-10) مستخدما فاكك شفرة decoder بدلا من مقارن العناوين ؟
8. مطلوب توصيل بوابة إخراج واحدة فقط وأخرى إدخال على المعالج ، ارسم أبسط دائرة للتوصيل ؟
9. ما هو المقصود بالتشفير الكامل والتشفير الناقص ؟ من أى أنواع التشفير تكون الدائرة التى وصلتها فى السؤال الثامن ؟
10. عند تنفيذ المعالج للأمر STA adr فى المعالج 8085 ، أو LD addr,A فى المعالج Z80 يقوم بالتأثير على المسارات الثلاثة ، اذكر هذه التأثيرات ؟ كيف يمكن استغلال هذه التأثيرات لبناء بوابة إخراج؟
11. عند تنفيذ المعالج للأمر LDA adr فى المعالج 8085 ، أو LD A,Addr فى المعالج Z80 يقوم بالتأثير على المسارات الثلاثة ، اذكر هذه التأثيرات ؟ كيف يمكن استغلال هذه التأثيرات لبناء بوابة إدخال؟
12. ماذا تعنى خريطة الذاكرة لأى ميكروكومبيوتر ؟ ارسم خريطة الذاكرة للميكروكومبيوتر الذى تستخدمه وادرسها جيدا ؟
13. أعد رسم شكلى (10-12 و 10-13) مستخدما مقارن عناوين بدلا من فاكك الشفرة decoder ؟
14. هل يمكن بناء بوابة إخراج تأخذ نفس عنوان أحد أماكن الذاكرة الموجودة فعلا ؟
15. هل يمكن بناء بوابة إدخال تأخذ نفس عنوان أحد أماكن الذاكرة الموجودة فعلا؟

obeikandl.com

16. من وجهة نظر المعالج فإن الشريحة 8255A تتكون من 4 مسجلات يمكـن القراءة منها والكتابة فيها ، هل هذه العبارة صح أم خطأ ؟
17. هل من الضرورى أن تكون عناوين البوابات A و B و C متتابعة أى 5A و 5B و 5C مثلا وذلك فى الشريحة 8255A ؟
18. هل يمكن استخدام الشريحة 8255A وعنونتها بطريقة خرائط الذاكرة ؟ أم أنه لابد من استخدامها مع الأمرين IN و OUT ؟
19. اشرح مع التبسيط الحالات modes الثلاثة لتشغيل الشريحة 8255A ؟

obeikandl.com