الفصل الثالث عشر 13

المقاطعة
Interrupt

obeikandl.com

13-1 مقدمة

لقد رأينا فى الفصول السابقة كيفية مواجهة المعالج مع الأجهزة المحيطة سواء كانت ذاكرة أو بوابات إدخال وإخراج . فى العادة يقوم المبرمج بكتابة برنامج على أساسه يقوم المعالج بخدمة هذه الأجهزة المحيطة . هناك طريقتان يمكن للمعالج أن يخدم بهما هذه الأجهزة المحيطة وهما :

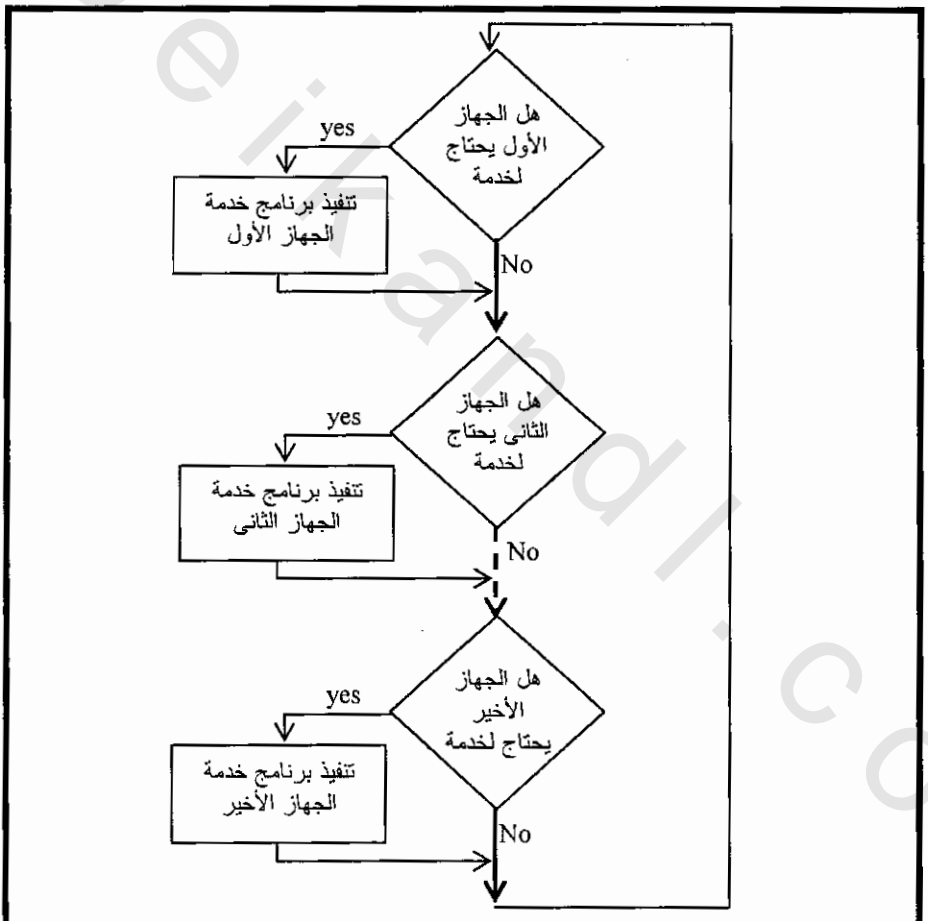
1. الطريقة الأولى سنسميها "خدمة طرق الأبواب" التى عرفت فى المراجع الإنجليزية بكلمة polling والتى لها نفس المعنى كما سنرى ولكن الترجمة ليست حرفية .
2. الطريقة الثانية هى طريقة المقاطعة interrupt وهى الطريقة التى سنشرحها بالتفصيل فى هذا الفصل ، ولكن لا مانع من القاء نظرة سريعة على الطريقة الأولى حتى يختار القارىء أى الطريقتين يحب أن يستخدم .

13-2 طريقة طرق الأبواب لخدمة الأجهزة المحيطة
Polling service

تعتمد هذه الطريقة على أن المعالج يقوم بطرق أبواب جميع الأجهزة المحيطة بالتتابع ويسأل كل منها هل تريد خدمة أقوم بأدائها ؟ فإذا كانت إجابة الجهاز بنعم ، يقوم المعالج بتنفيذ هذه الخدمة له وفى الحال دون أى إنتظار ، أما إذا كانت إجابة الجهاز بالنفى فإن المعالج ينتقل إلى الجهاز التالى له ويسأله نفس السؤال ، وهكذا إلى أن يصل المعالج إلى آخر جهاز فإما أن يخدمه أو لا على حسب إجابته . بعد آخر جهاز يرجع المعالج إلى أول جهاز ويعيد الكرة من جديد إلى مالانهاية . أى أن الوظيفة الوحيدة للمعالج فى هذه الحالة هى الدوران إلى مالانهاية على الأجهزة المحيطة وتقديم الخدمة لمن يجيبه . شكل (13-1) يبين مخطط سير لوظيفة المعالج فى هذه الحالة . لقد استخدمنا هذه الطريقة إلى حد ما فى مثال إشارات المرور الذى سبق شرحه فى الفصل الثانى عشر حيث كان المعالج دائما يسأل بوابة الإدخال ، أى يقرأها ، فإذا كانت واحدا يقوم بتنفيذ برنامج معين ، وإذا كانت صفرا يقوم بتنفيذ برنامج آخر وبعد الانتهاء من أى من البرنامجين يرجع ويقرأ بوابة الإدخال مرة ثانية وهكذا إلى مالانهاية .

إن من مميزات طريقة طرق الأبواب لخدمة الأجهزة المحيطة أنها سهلة البرمجة ولا تحتاج إلى الكثير من التجهيزات hardwar . ومن عيوبها ، أن المعالج يكون مخصصا لوظيفة خدمة هذه الأجهزة ولا يستطيع الفكاك منها وأنت كمبرمج لا تستطيع الاستفادة منه فى أى أغراض أخرى ، وبالذات إذا كان عدد الأجهزة

التى يقوم المعالج بالمرور عليها قليلا فإن ذلك يعتبر إهدارا لفعالية المعالج . أما إذا كان عدد الأجهزة التى يقوم المعالج بخدمتها بهذه الطريقة كبيرا فإن المعالج قد يتأخر على بعض الأجهزة التى تحتاج لخدمته على فترات متقاربة لأن عليها الإنتظار لحين أن يجيء دورها ، كما أنها ليس من حقها أن تقاطع المعالج وتطلب الخدمة الفورية فى حالات الضرورة ، وكما نعلم فإن هناك الكثير من المواقف التى تستلزم الخدمة من المعالج فورا كضرب جرس إنذار مثلا عند حدوث أى طارىء فى أى نظام تحكم مثل إنقطاع الكهرباء أو حريق أو إرتفاع زائد فى ضغط غاز وغيرها الكثير . لذلك فإن المعالج يقدم للمبرمج نوعا آخر من الخدمة وهى المقاطعة التى سنتكلم عنها بالتفصيل فى الجزء القادم .



شكل (13-1) خدمة الأجهزة بطريقة طرق الأبواب

obeikandl.com

3-13 المقاطعة Interrupt

فى نظام خدمة الأجهزة الخارجية عن طريق المقاطعة لا يذهب المعالج إلى الأجهزة ويطرق بابها ليعرض عليها خدماته فإن أرادت أعطى وإن أبت يذهب إلى جهاز آخر ، لا ، بل إن المعالج هنا يكون عادة مشغولا فى تنفيذ برنامج معين وعادة ما يكون هذا البرنامج لا نهائى فإذا احتاج أحد الأجهزة لخدمة من المعالج فإنه يقاطعه ويطلب منه الخدمة فيقوم المعالج بتنفيذ هذه الخدمة للجهاز المقاطع وبعد الانتهاء من هذه الخدمة يعود المعالج لتنفيذ البرنامج الأساسى من حيث انتهى قبل المقاطعة . إن ذلك تماما مثلما أنك تكون واقفا مع أحد زملائك تتحدثان ، ثم يجىء آخر ويقاطعكما ليسأل عن موعد محاضرة المعالجات ، فى هذه الحالة يقطع المتكلم محادثته ليجيب السائل عن طلبه ثم بعد الإجابة يستأنف حديثه الأول . إن البرنامج الذى يقوم المعالج بتنفيذه عند المقاطعة يسمى برنامج خدمة المقاطعة .

من مميزات هذه الطريقة أن الأجهزة المقاطعة تستطيع مقاطعة المعالج فى أى وقت تريد وليس عليها الإنتظار إلى دورها مثل الطريقة السابقة ، وإذا تصادف وتمت المقاطعة فى نفس الوقت من أكثر من جهاز فإن المعالج يخدمها حسب أولويات تحدد له من قبل المستخدم مسبقا ، فكيف يتم ذلك ؟ فى أثناء انشغال المعالج فى تنفيذ برنامج خدمة مقاطعة معينة ، هل يستطيع جهاز آخر أن يقاطعه؟ كيف نكتب برنامج خدمة المقاطعة ؟ وكيف يرجع المعالج إلى نفس مكانه فى البرنامج الأساسى بعد إنتهاء خدمة المقاطعة ؟ كل هذه الأسئلة وأكثر سنجيب عليها من خلال دراستنا للأجزاء القادمة وبعد دراستنا لتفاصيل مقاطعة كل معالج من المعالجات التى درسناها .

إن المقاطعة تكون عادة عن طريق إشارة يرسلها الجهاز المقاطع إلى المعالج على أحد أطرافه المخصصة لذلك وعندما يكتشف المعالج هذه الإشارة فإنه يقوم بتنفيذ برنامج خدمة المقاطعة وذلك يرجع لأن المعالج يقوم بقراءة جميع أطراف المقاطعة وإختبارها قبل الدخول فى تنفيذ أى أمر . وإليك بعض الأمثلة التى تستخدم فيها المقاطعة :

- الأجهزة الخارجية مثل الطابعة ولوحة المفاتيح يمكنها أن تقاطع المعالج وترسل أو تستقبل أى معلومات .
- يمكن فى أى وقت مقاطعة أى برنامج يتم تنفيذه إذا كان هذا البرنامج ينفذ بطريقة خطأ .
- يمكن للعمليات الصناعية التى يتم مراقبتها باستخدام المعالج أن تقاطعه فى أى لحظة طوارىء تحدث للعملية الصناعية .

عند إعطاء إشارة المقاطعة لأى معالج من المعالجات التى نقوم بدراستها يحدث الآتى مع بعض الإختلافات البسيطة من معالج لآخر سنشير إليها فى موضعها فى هذا الفصل .

1. الأمر الحالى يتم إكمال تنفيذه من قبل المعالج .
2. عنوان الأمر الذى عليه الدور فى التنفيذ (محتويات عداد البرنامج) تخزن فى المكدسة Stack حتى يمكن العودة إليه عند الانتهاء من خدمة المقاطعة . كما يتم تخزين محتويات أى مسجل يخشى من تغيير محتوياته فى أثناء خدمة المقاطعة ويتم ذلك عن طريق المبرمج .
3. كل إشارة مقاطعة لها عنوان خاص مصاحب لها كما سنرى ، يتم وضع هذا العنوان فى عداد البرنامج (عن طريق المعالج) حيث يقفز المعالج إلى هذا العنوان ويبدأ فى تنفيذ البرنامج الذى يكون هذا هو عنوان أول أمر فيه ويسمى هذا البرنامج ببرنامج خدمة المقاطعة وتتم كتابته عن طريق المستخدم .
4. بعد الانتهاء من برنامج خدمة المقاطعة يعود المعالج إلى البرنامج الأصلى ليستأنف تنفيذه من نفس مكان المقاطعة بالاستعانة بالعنوان الذى تم تخزينه فى المكدسة كما فى الخطوة رقم 2.

إن الجهاز المقاطع فى الكثير من الأحيان وبعد إعطاء إشارة المقاطعة وقبول المعالج لها والبدء فى برنامج الخدمة فإن الباب يظل مفتوحا للأجهزة الأخرى للمقاطعة مما قد ينشأ عنه موقف يجب الحرص منه . لو أن المعالج بدأ فى خدمة المقاطعة وما زال طرف المقاطعة الموصل على الجهاز المقاطع فعالا فإن المعالج سيبدأ فى خدمة نفس المقاطعة من جديد على الرغم من أنه لم ينته من الخدمة السابقة ، وبمجرد أن يبدأ فى خدمة المقاطعة من جديد للمرة الثانية وما زال خط المقاطعة فعالا من قبل الجهاز المقاطع فإن المعالج سيبدأ فى الخدمة من جديد أيضا ، وهكذا فإن المعالج سيدخل فى حلقة لا نهائية لن يخرج منها دون أن ينفذ برنامج خدمة المقاطعة . لتجنب هذا الموقف يجب على المبرمج أن يضع أمرا معينا فى بداية برنامج خدمة المقاطعة يمنع المعالج من خدمة أى مقاطعة إلى أن ينتهى من الخدمة الحالية التى دخل فيها . إن هذه العملية لها تفاصيل ستختلف من معالج إلى آخر لذلك سنرجىء الكلام عنها الآن .

13-4 مقاطعة المعالج 8085

شكل (13-2) يبين جدولا لجميع أطراف المقاطعة الخاصة بالشريحة 8085 وعنوان المكان الذى يتم القفز إليه عند إعطاء إشارة المقاطعة على هذا الطرف وكذلك الأولوية الخاصة بكل طرف من أطراف المقاطعة وكيفية إعطاء هذه

الإشارة على كل طرف . كما نلاحظ من هذا الشكل فإن الطرف TRAP له أعلى أولوية ثم يليه الطرف RST7.5 فالطرف RST6.5 ثم الطرف RST5.5 ثم يكون الطرف INTR له أقل أولوية . إن كلمة أولوية هنا تعنى أنه إذا جاءت إشارتان على خطين مختلفين من خطوط المقاطعة فى نفس الوقت تماما فإن الإشارة التى على الخط ذى الأولوية الأعلى هى التى تؤخذ فى الاعتبار أما الإشارة الأخرى فتهمل .

طرف المقاطعة	الأولوية	العنوان الذى يتم القفز إليه	كيفية إعطاء الإشارة على الطرف
TRAP	1	0024H	الحافة صفر إلى واحد ولابد أن يبقى واحد إلى أن يقبله المعالج
RST7.5	2	003CH	الحافة صفر إلى واحد حيث يتم مسك هذا الواحد داخل المعالج
RST6.5	3	0034H	يبقى واحد إلى أن تقبل المقاطعة
RST5.5	4	002CH	يبقى واحد إلى أن تقبل المقاطعة
INTR	5	له تفاصيل	يبقى واحد إلى أن تقبل المقاطعة

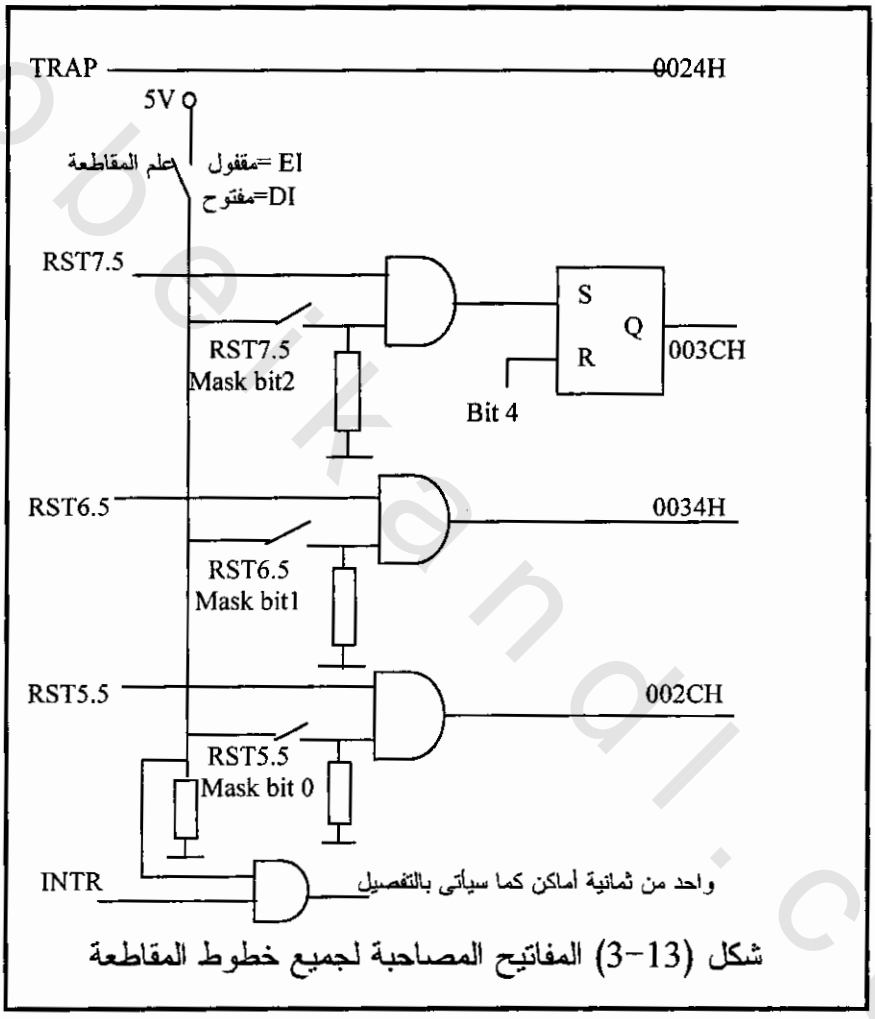
شكل (13–2) أطراف المقاطعة للشريحة 8085 وأولوياتها وعناوين القفز الخاصة بكل منها وكيفية إعطاء كل إشارة على هذه الأطراف

13–4–1 الخطوط RST5.5, RST6.5, RST7.5

بالنسبة للمعالج 8085 هناك بعض الأوامر المتعلقة بالمقاطعة والتى يجب معرفتها أولا ومن هذه الأوامر ما يلى :

- الأمر EI ومعناه تنشيط المقاطعة Enable Interrupt . هناك فى داخل شريحة المعالج قلابا flip flop يسمى قلاب تنشيط المقاطعة ، Interrupt Enable flip flop أى أن أى إشارة مقاطعة على جميع الخطوط (RST5.5, RST6.5, RST7.5, INTR) ما عدا الخط TRAP لن تنفذ إلا إذا كان خرج هذا القلاب يساوى واحدا عن طريق تنفيذ هذا الأمر . لذلك فإن هذا القلاب يعتبر بمثابة مفتاح مركب على التوالى مع هذه الخطوط مجتمعه يتم فتحه (ON) بالأمر EI . شكل (13–3) يبين وضع هذا المفتاح بالنسبة لهذه الخطوط .
- الأمر DI ومعناه إخمد أو امنع أو لا تقبل المقاطعة Interrupt Dissable وكما نرى فإن تأثيره على قلاب تنشيط المقاطعة يكون تماما عكس تأثير الأمر EI . يستخدم الأمر DI فى حجب أو إخماد المقاطعة فى بعض أجزاء من البرنامج ومن أهمها برامج خدمة المقاطعة نفسها . لذلك فإنه يجب على

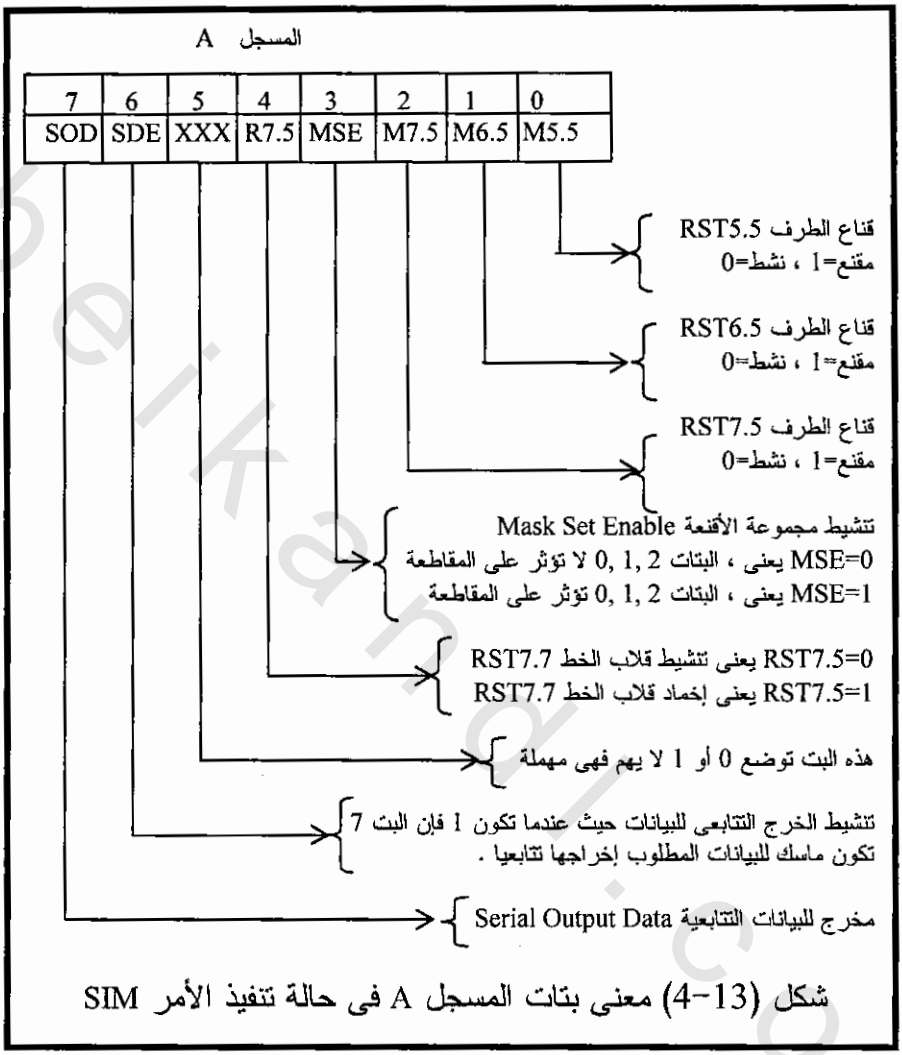
المبرمج أن يضع الأمر DI فى بداية أى برنامج لخدمة المقاطعة لحماية هذه المقاطعة من نفسها ومن الدخول فى الحلقة اللانهائية التى ذكرناها منذ قليل . فى نهاية برنامج خدمة المقاطعة يضع المبرمج الأمر EI لتنشيط المقاطعة من جديد .



شكل (13-3) المفاتيح المصاحبة لجميع خطوط المقاطعة

- مثلما أن هناك مفتاحا عموميا (علم المقاطعة) لجميع أطراف المقاطعة ما عدا الخط TRAP يمكن تنشيطها به أو حجبها به عن طريق الأمرين EI و DI فإن هناك لكل واحد من الخطوط RST7.5 و RST6.5 و RST5.5 مفتاحا خاصا به يمكن به تنشيط هذا الخط أو حجبه ، كما أن الخط RST7.5 له مفتاح أو قلاب آخر إضافى خاص به هو فقط يمكن منه حجب المقاطعة عليه حتى لو مرت من خلال المفتاح الأول وهذه ميزة للخط RST7.5 عن باقى

الخطوط الأخرى . انظر لهذه القلابات أو المفاتيح فى شكل (13-3) . هذه المفاتيح يمكن تنشيطها أو حجبها عن طريق الأمر SIM والذى يعنى "ضع أقنعة المقاطعة" Set Interrupt Masks .



شكل (13-4) معنى بتات المسجل A فى حالة تنفيذ الأمر SIM

إن هذا الأمر عند تنفيذه يتم تنشيط أو حجب أو وضع قناع على أى خط من هذه الخطوط على ضوء شفرة توضع فى مسجل التراكم قبل هذا الأمر مباشرة . شكل (13-4) يبين علاقة بتات مسجل التراكم مع هذه المفاتيح . نلاحظ من هذا الشكل مثلا أن قناع الخط RST5.5 هو البت رقم 0 فإذا كانت هذه البت تساوى صفرا فإن الخط RST5.5 يكون نشطا أى غير مقنع أو غير محجوب ،

أما إذا كانت هذه البت تساوى واحدا فإن ذلك يعنى أن الخط RST5.5 يكون مقنعا أو محجوبا .
نفس الشيء يمكن أن يقال عن الخطوط RST6.5 و RST7.5 وبتاتها المقابلة رقمى واحد وإثنين . البت D4 تمثل المفتاح الإضافى الخاص بالخط RST7.5 فإذا كانت هذه البت تساوى واحد فإن المقاطعه RST7.5 تكون مقنعة . شكل (13-3) يبين رسما توضيحيا لمفاتيح الأقنعة لكل خط مقاطعة وكيفية التحكم بهذه المفاتيح وعلاقتها ببعضها .

مثال 13-1

اكتب الأمر الذى ينشط المقاطعة RST5.5 و RST7.5 ويحجب المقاطعة RST6.5 . طالما أن RST5.5 نشط ، إذن D0=0 وكذلك طالما أن RST7.5 نشط إذن D2=0 وأيضا D4=0 وطالما أن RST6.5 مقنع أو محجوب إذن D1=1 وللحصول على ذلك الوضع لابد وأن تكون D3=1 . وأما D6 فلابد أن تكون صفرا لأننا لسنا فى حالة إخراج بيانات تتابعية وعلى ذلك فإن البت D7 لا يهم فى هذه الحالة أن تكون صفرا أو واحدا طالما أن D6=0 . كذلك فإن D5 لا يهم أن تكون صفرا أو واحد . وعلى ذلك فإن محتويات المركم ستكون كما يلى :

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

ولكى يتم ذلك ننفذ الأمرين التاليين :

```
MVI A,0AH
SIM
```

مثال 13-2

تخيل أن هناك جهاز إستقبال للبيانات التتابعية موصلا على الطرف SOD (طرف رقم 4) للشريحة 8085 ، والمطلوب هو إرسال 0 إلى هذا الجهاز كتنشيط لكى يبدأ فى الإستقبال وذلك دون التأثير على حالة أطراف المقاطعة التى تم تجهيزها فى المثال الماضى. .
من شكل (13-2) نجد أنه حتى نترك أقنعة المقاطعة على البتات D0,D1,D2,D4 كما هى يجب أن تكون D3=0 , وحتى ننشط البت D7 كبت للإخراج التتابعى فإن D6=1 ، ونضع D7=0 لكى نخرجه على الطرف SOD . لاحظ أن البتات D0,D1,D2,D4 فى هذه الحالة لا يهم أن تكون صفرا أو واحدا وسنفترضها أصفارا ، وعلى ذلك تكون محتويات المركم كالتالى :

D7 D6 D5 D4 D3 D2 D1 D0
0 1 0 0 0 0 0 0 =40H

ولكى يتم ذلك ننفذ الأمرين التاليين :

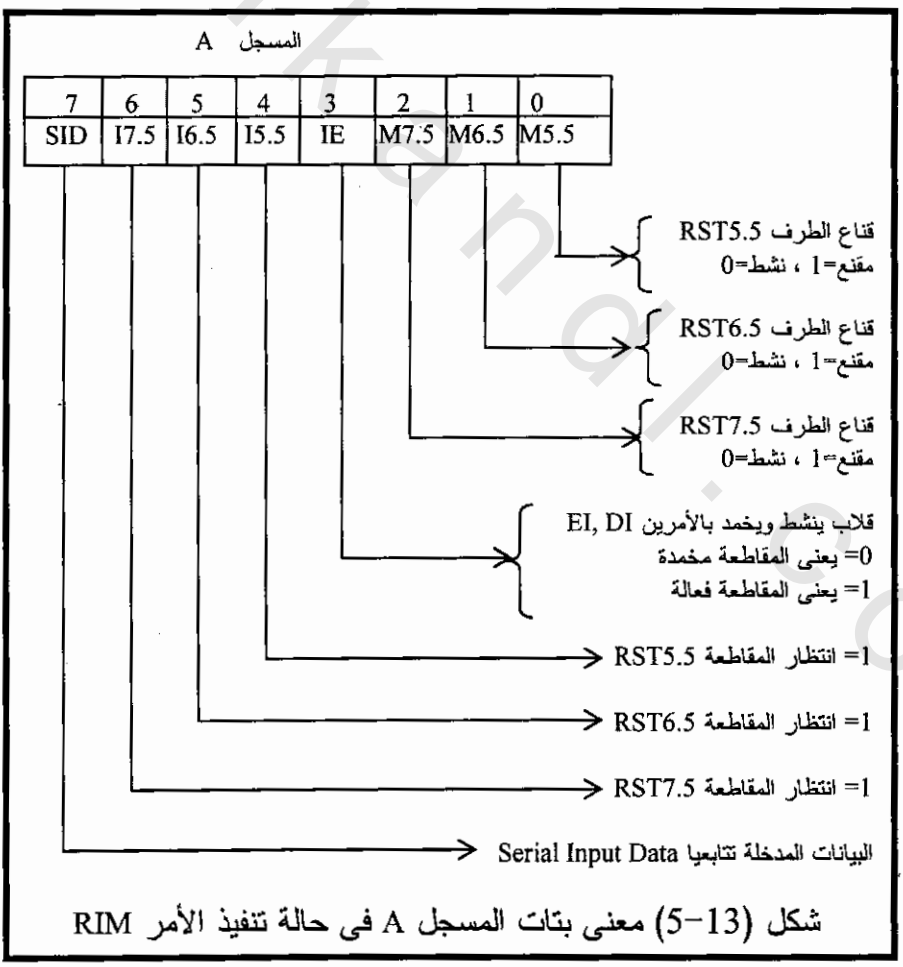
```
MVI A,40H
SIM
```

لاحظ أن الخط TRAP لا يتأثر بأى شيء من ذلك .

يمكن عمل مقارنة بين خطوط المقاطعة RST5.5 و RST6.5 و RST7.5 وثلاثة خطوط تليفونات تخرج من سنترال فى شركة معينة كالتالى: تخيل أن واحدا من هذه الخطوط هو تليفون رئيس الشركة وهو الخط RST7.5 والخط الثانى هو خط نائب الرئيس وهو الخط RST6.5 وأما الخط الثالث فهو خط مدير شئون الأفراد وهو الخط RST5.5 . هناك مكتب استقبال يرد على التليفونات القادمة للأشخاص الثلاثة ويوجهها إلى الشخص المطلوب . فى وقت الدوام (العمل) يعمل سنترال الشركة ويكون نشطا وفى غير وقت الدوام لا يعمل هذا السنترال ، ذلك يكافىء تماما تنشيط هذه الخطوط بالأمر EI وحجبها أو إخمادها بالخط DI . كل واحد من الأشخاص الثلاثة (الرئيس ونائبه ومدير شئون الأفراد) يترك خبرا فى مكتب الاستقبال عما إذا كان يريد استقبال مكالمات أم لا ، ذلك يكافىء وضع الشفرة المناسبة فى البتات 0 إلى 2 فى مسجل التراكم ثم تنفيذ الأمر SIM . إفترض أن السنترال يعمل والاستقبال موجود أيضا فإنه سيرد على المكالمات ويوصلها أو يمنعها عن الأشخاص الثلاثة على حسب الأوامر التى تركوها عنده ، إن ذلك يكافىء تماما كون البت 3 تساوى واحدا فى الشفرة الموجودة فى المسجل A . أحيانا يكون السنترال يعمل ولكن الاستقبال مشغول ، فى هذه الحالة كل المكالمات القادمة ستوصل أو لا توصل على حسب آخر قائمة أوامر من الأشخاص الثلاثة دون أى اعتبار لأى تغيير يريده أى واحد منهم وهذا يكافىء حالة المسجل A قبل آخر مرة ينفذ فيها الأمر SIM وتكون البت 3 تساوى صفرا فى هذه الحالة . هناك ميزة فريدة للرئيس وهى أن عنده مفتاحا خاصا به بحيث عندما يكون هذا المفتاح ON ترد ماكينة إجابة ذاتية تقول "المدير مشغول الآن من فضلك اتصل مرة أخرى" . هذا يكافىء تماما البت 4 التى عندما تكون صفرا فإن الخط RST7.5 يكون فعالا وإذا كانت واحدا فإن هذا الخط يكون مقنعا أو محجوبا .

هناك الأمر RIM الذى يتكون من بايت واحدة والذى يقوم تقريبا بالعملية العكسية للأمر SIM حيث يقوم بتحميل المسجل A بثمانية بتات توضح حالة أقنعة المقاطعة . لذلك فإن هذا الأمر معناه "اقرأ أقنعة المقاطعة" Read Interrupt Masks . فى حالة قراءة أقنعة المقاطعة بالأمر RIM فإن بتات المسجل A تترجم محتوياتها كما فى شكل (13-5) حيث الثلاثة بت الأولى 0 إلى 2 هى حالة أقنعة خطوط المقاطعة RST5.5 و RST6.5 و RST7.5 كما تم تسجيلها باستخدام الأمر SIM مسبقا . البت الثالثة تبين حالة قلاب أو علم المقاطعة الذى

رأينا كيف نتحكم فيه بالأمرين EI و DI . افترض أن المعالج يقوم الآن بخدمة مقاطعة للخط RST7.5 ، وفى أثناء ذلك افترض أن الخط RST6.5 طلب المقاطعة ، ماذا سيفعل المعالج ؟ إن المعالج يضع الخط RST6.5 فى حالة إنتظار Pending إلى حين الانتهاء من خدمة المقاطعة RST7.5 . فى هذه الحالة يستطيع المبرمج كتابة بعض الأوامر فى آخر برنامج خدمة مقاطعة الطرف RST7.5 يجعل المعالج يذهب إلى خدمة المقاطعة RST6.5 بدلا من العودة للبرنامج الأساسى . البت رقم 5 فى مسجل التراكم تعكس هذه الحالة ، فإذا كان الطرف RST6.5 فى حالة انتظار فإن هذه البت تكون واحدا وتكون صفرا فى غير ذلك . البت رقم 4 تمثل الانتظار لطرف المقاطعة RST5.5 والبت رقم 6 تمثل الانتظار لطرف المقاطعة RST7.5 . البت الأخيرة فى مسجل التراكم كما فى شكل (13-5) تمثل البيانات المدخلة تتابعيا إن وجدت حيث سنترك الحديث عن الإدخال والإخراج التتابعى للبيانات الآن .



شكل (13-5) معنى بتات المسجل A فى حالة تنفيذ الأمر RIM

شكل (13-6) يبين مثالا على إختبار المقاطعة RST6.5 فى نهاية برنامج مقاطعة الخط RST7.5 بحيث إذا كانت فى حالة انتظار يذهب المعالج لخدمتها قبل الرجوع للبرنامج الأساسى .

```
                    ; نهاية برنامج خدمة مقاطعة الخط RST7.5
RIM                 ;قراءة أقنعة المقاطعة
MOV B,A             ; تخزين معلومات الأقنعة فى المسجل B
ANI 20H             ; اختبار لمعرفة إذا كان الخط RST6.5
                    ; فى الإنتظار ، أى البت خمسة من A تساوى واحد
JNZ NEXT
EI                  ; RST6.5 لا ينتظر , نشط المقاطعة
RET                 ; عودة للبرنامج الأساسى
NEXT: MOV A,B       ; A أعد حالة الأقنعة للمسجل
      ANI 0DH       ; تنشيط المقاطعة RST6.5 قد تكون مقنعة
      ORI 08H       ; تنشيط البتات 0إلى 2 قد تكون خاملة
      SIM           ; سجل الصورة الجديدة للأقنعة
      JMP SERV6.5   ; RST6.5 إقفز إلى برنامج خدمة المقاطعة
```

شكل (13-6) خدمة RST6.5 من برنامج خدمة RST7.5

مثال 13-3

افترض أنه بعد تنفيذ الأمر RIM وجدت المحتويات التالية فى المسجل A :

D7 D6 D5 D4 D3 D2 D1 D0

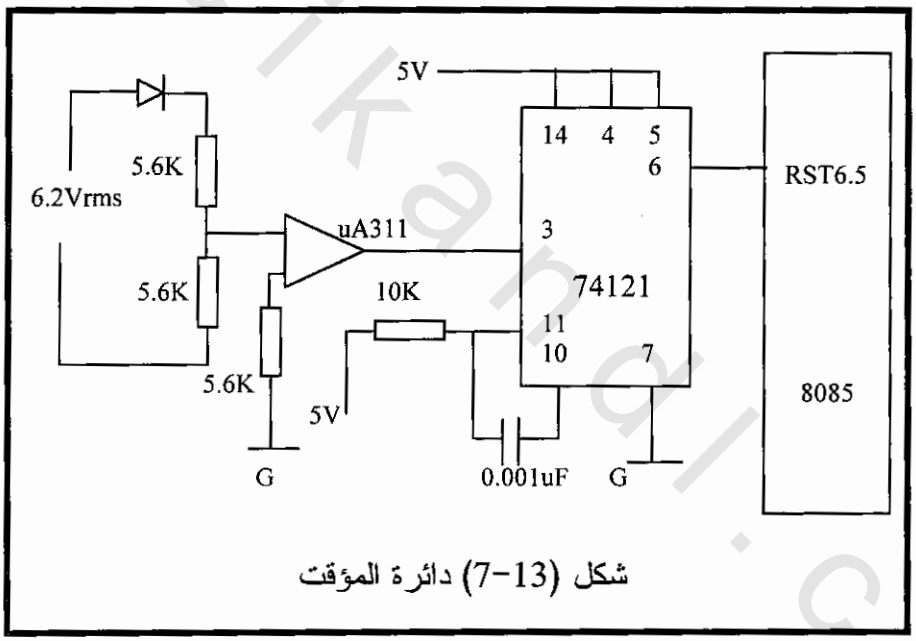
0 1 0 0 1 0 0 1 = 49H

إن ذلك يعنى أن المقاطعة RST5.5 هى المحجوبة (D0=1) وأما المقاطعة RST6.5 و RST7.5 فنشيطان (D2D1=00) ، كذلك فإن علم المقاطعة IF نشط أى أن الأمر EI مازال سارى المفعول ، والمقاطعة RST7.5 فقط هى التى فى حالة انتظار(D6D5D4=100) كما أن هناك 0 قادم من الطرف SID (D7=0) .

مثال 13-4

المطلوب عمل مؤقت timer لزمن مقداره دقيقة واحدة باستخدام التردد 60 هرتز الناتج من خط القدرة . هذا المؤقت يعرض الزمن على 3 خانات واحدة للدقائق واثنتان للثوانى بحيث تعرض خانة الدقائق واحدا (أى دقيقة واحدة) ثم يبدأ العد

التصاعدى للثوانى إلى أن تصل إلى 60 فترجع إلى الصفر مرة أخرى وتستمر خانة الدقائق تعرض واحدا وتبدأ الثوانى فى العد التصاعدى ، وهكذا .
شكل (13-7) يبين الدائرة المستخدمة لهذا الغرض وشكل (13-8) يبين البرنامج المقترح لذلك . تعتمد الدائرة المستخدمة على تحويل جهد القدرة من 110 فولت إلى 6 فولت باستخدام محول خافض للجهد ثم تقسيم هذا الجهد وإدخاله على مقارن uA311 ليحول الموجة الجيبية إلى موجة مربعة TTL . تستخدم هذه الموجة لعمل إثارة trigger للشريحة 74121 التى تخرج نبضة TTL يمكن التحكم فى عرضها باستخدام المكثف C والمقاومة R . هذه النبضة الخارجة من الشريحة 74121 توصل على الطرف RST6.5 حيث ستعطى 60 نبضة مقاطعة فى الثانية الواحدة على هذا الطرف .
لكى نفهم البرنامج سنسير معه بالخطوات التالية :



شكل (13-7) دائرة المؤقت

أولا: عندما ستجيء نبضة مقاطعة على الطرف RST6.5 من الشريحة 74121 فإن المعالج سيقفز إلى العنوان 0034H كما أوضحنا فى شكل (13-2) . هذا العنوان يقع فى أول صفحة من الذاكرة حيث كل صفحة من الذاكرة تحتوى 256 بايت (FFH) وعادة ما يكون هذا الجزء من الذاكرة مشغولا ب EPROM تحتوى بعض البرامج الخاصة بتشغيل الميكروكومبيوتر . إذا كان الأمر كذلك فإن مبرمج ال EPROM عادة يسجل فى مثل هذه الأماكن أمر قفز إلى مكان آخر بحيث يكون هذا المكان فى ال RAM . لذلك يجب عليك أن تقرأ كتالوج الجهاز

obeikandl.com

الذى تتدرب عليه وتعرف منه أمر القفز الموجود عند العنوان 0034 أين يقفز فى ال RAM . سنفترض أن هذا العنوان هو أى عنوان وسنعطيه الرمز xxxx حيث سنكتب عند هذا العنوان برنامج خدمة المقاطعة .

```
0034 JMP xxxx        ;
        ;----------Main program هذا هو البرنامج الأساسى---------
LXI SP,STCK          ; STCK تحديد بداية المكدسة بالعنوان
MVI A,1DH            ; الرقم 1D ينشط المقاطعة RST6.5 ويخمد الباقى
SIM                  ; RST6.5 تنشيط المقاطعة
LXI B,0000H          ; تصفير المسجلين C, B للدقائق والثوانى
MVI D,3CH            ; الرقم 3CH يعادل 60 وهى عدد الثوانى
EI    ; تنشيط المقاطعة قبل الدخول فى برنامج إظهار الأرقام
DSPLY: MOV A,B
       OUT 00                ; 00 إظهار الدقائق على البوابة
       MOV A,C
       OUT 01    ; 01 اظهار الثوانى على البوابة
       JMP DSPLY
xxxx: DCR D          ; RAM بداية برنامج خدمة المقاطعة فى ال
      EI             ; تنشيط المقاطعة قبل الرجوع للبرنامج الأساسى
      RNZ            ; 60 عودة طالما أن عدد المقاطعات لم يصل إلى
      DI             ; أخماد المقاطعة إذا وصل العدد إلى 60 مقاطعة
      MVI D,3CH      ; تحميل المسجل D بالرقم 60 ثانية مرة أخرى
      INC C          ; زد الثوانى بمقدار واحد
      MOV A,C
      DAA            ; وضع الثوانى فى الصورة العشرية
     MOV C,A
     CPI 60          ; هل وصل عدد الثوانى إلى 60 ثانية
     EI    ; تنشيط المقاطعة قبل العودة للبرنامج الأساسى
     RNZ   ; عودة طالما لم نصل إلى 60 ثانية
     DI    ; إخماد المقاطعة إذا وصل عدد الثوانى إلى 60 ثانية
     MVI C,00        ; تصفير عداد الثوانى
     MVI B,01        ; حمل المسجل B بدقيقة (زمن التأخير)
     EI;             تنشيط المقاطعة قبل العودة
     RET ;           عودة للبرنامج الأصلى
```

شكل (13-8) برنامج المؤقت باستخدام المقاطعة

ثانيا : أهم جزء فى البرنامج الأساسى هو حلقة لا نهائية تخرج على بوابتى الإخراج 00 و 01 قيمة الثوانى التى تتغير كل ثانية وقيمة الدقائق التى هى واحد باستمرار والتى يمكن التحكم فيها من البرنامج ، البوابات غير مبينة فى شكل (13-7) للتبسيط فقط .

ثالثا : مع كل نبضة مقاطعة على الطرف RST6.5 سيقفز المعالج من الحلقة اللانهائية إلى العنوان 0034 ومنه إلى العنوان xxxx حيث سيبدأ من هناك تنفيذ برنامج خدمة المقاطعة .

رابعا : فى برنامج خدمة المقاطعة سيكون هناك عداد تزداد محتوياته بمقدار واحد مع كل نبضة مقاطعة بحيث أنه طالما أن محتويات هذا العداد لم تصل إلى 60 فإن المعالج يرجع إلى البرنامج الأساسى فى الحلقة الانهائية حيث يستأنف عمله كما فى الخطوة (ثانيا) .

خامسا : مع تكرار المقاطعة سيصل العداد فى برنامج الخدمة إلى 60 حيث عندها يقوم برنامج الخدمة بتعديل قراءة الثوانى بزيادتها بمقدار ثانية واحدة .

سادسا : إذا وصل عدد الثوانى إلى 60 يكون قد مضى دقيقة ، عندها يرجع عداد الثوانى إلى الصفر لتبدأ العملية من جديد .

شكل (13-2) يبين كيفية استقبال المعالج لنبضات المقاطعة على الخطوط RST5.5, RST6.5, RST7.5 حيث نلاحظ من هذا الشكل أنه بالنسبة للخط RST7.5 بالذات يكفى أن تصعد النبضة من صفر low إلى واحد high لكى يستقبل المعالج هذه الإشارة وذلك لوجود ماسك فى مدخل هذا الخط ، الخطان RST5.5, RST6.5 لابد أن تبقيا واحدا high إلى أن يقبلها المعالج وإلا لو أنها نزلت إلى الصفر low قبل أن يقبلها المعالج فإن هذه المقاطعة لن تخدم بواسطة المعالج لعدم وجود ماسك فى مدخل كل خط من هذه الخطوط .

13-4-2 الخط TRAP

خط المقاطعة **TRAP** يتميز بميزة خاصة عن الخطوط السابقة وهى أن هذا الخط لا يمكن حجبه أو إخفاؤه أو تعطيله بأى واحد من الأوامر السابقه وهى SIM أو DI وكذلك لا يحتاج للأمر EI لتنشيطه . لذلك فإن هذا الخط يسمى Nonmakable interrupt أو المقاطعة التى لا يمكن حجبها . عادة يستخدم هذا الخط كما أشرنا سابقا فى عمليات المقاطعة الخطيرة مثل الحريق أو إنقطاع التيار الكهربى أو غير ذلك من العمليات الصناعية الخطيرة . هذا الخط كما هو موضـــح فى شكلى (13-2 و 13-3) لابد أن يرتفع من صفر إلى واحد ويستمر واحدا high إلى أن يقبله المعالج وإذا نزل إلى الصفر قبل أن يقبله المعالج فلن يكون له أى تأثير .

13-4-3 الخط INTR

آخر خط من خطوط المقاطعة فى المعالج 8085 هو الخط **INTR** . هذا الخط يعتبر من خطوط المقاطعة التى يمكن إخفاؤها أو وضع قناع عليها أى أنها maskable عن طريق الأمر DI ولا تقبل أو يتم خدمتها إلا إذا كان علم المقاطعة IF فعالا عن طريق الأمر EI كما فى شكل (13-3) . سنحاول فهم ما يقوم به المعالج وما يحتاج إليه من دوائر خارجية من خلال تتبعنا للخطوات التى يقوم بها المعالج عندما يشعر بأن الخط **INTR** واحد high وهذه الخطوات كما يلى :

الخطوة الأولى : فى أثناء تنفيذ كل أمر من أوامر أى برنامج يقوم المعالج باختبار الخط **INTR** هل يساوى واحدا أم صفرا ، وذلك من تلقاء نفسه وتبعا لتركيبه المنطقى .

الخطوة الثانية : إذا كان هذا الخط صفرا فإن المعالج يذهب لتنفيذ الأمر التالى وأما إذا كان واحدا high فإن ذلك يعنى طلبا للمقاطعة . عندها إذا كان علم المقاطعة يساوى واحدا عن طريق الأمر EI فإن المعالج سيقبل المقاطعة ويكمل تنفيذ الأمر الحالى ويدفع بمحتويات عداد البرنامج إلى المكدسة stack حتى يتمكن من العودة إلى نفس المكان الذى خرج منه .

الخطوة الثالثة : يقوم المعالج بجعل علم المقاطعة IF صفرا لمنع أى مقاطعة من المصادر الأخرى (بالطبع عدا المقاطعة من الخط **TRAP**) ثم يجعل الخط $\overline{INTA}$ فعالا بجعله يساوى صفرا low . الخط $\overline{INTA}$ عندما يكون فعالا يعنى أن المعالج قد قبل المقاطعة Interrupt Acknowledge وهو فى إنتظار تحديد المكان الذى سيقفز إليه ليبدأ تنفيذ برنامج خدمة المقاطعة وذلك لأنه كما هو مبين فى شكل (13-9) فإن هذا الخط ملحق به ثمانية عناوين يمكن القفز إلى أى واحد منها يتم تحديده للمعالج عند طلب المقاطعة . هذه العناوين مرقمة من صفر إلى سبعة ويتم القفز إلى أى واحد منها عن طريق تنفيذ الأمر **RST n** حيث n هى رقم العنوان . هذا الأمر يعطى للمعالج عن طريق دائرة خارجية سنعرفها بعد قليل حيث تستخدم الإشارة low على الخط $\overline{INTA}$ لتنشيط هذه الدائرة لتعطى المعالج الأمر **RST n** ورقم العنوان المطلوب القفز إليه .

الخطوة الرابعة : عندما يقرأ المعالج الأمر **RST n** من على مسار العناوين فإنه يقفز إلى العنوان المحدد بهذا الأمر ليبدأ تنفيذ برنامج خدمة المقاطعة من هناك .

الخطوة الخامسة : قبل الانتهاء من برنامج خدمة المقاطعة يجب أن نضع الأمر EI ثم الأمر **RET** فى نهايته حتى تنشط المقاطعة فيصبح المعالج جاهزا لاستقبال المقاطعات الأخرى عند عودته إلى مكانه الذى خرج منه فى البرنامج الأصلى عن طريق إسترداد محتويات عداد البرنامج التى دفعها إلى المكدسة .

13-4-4 كيف يتم تحديد العنوان الذى سيتم القفز إليه فى حالة المقاطعة INTR ؟

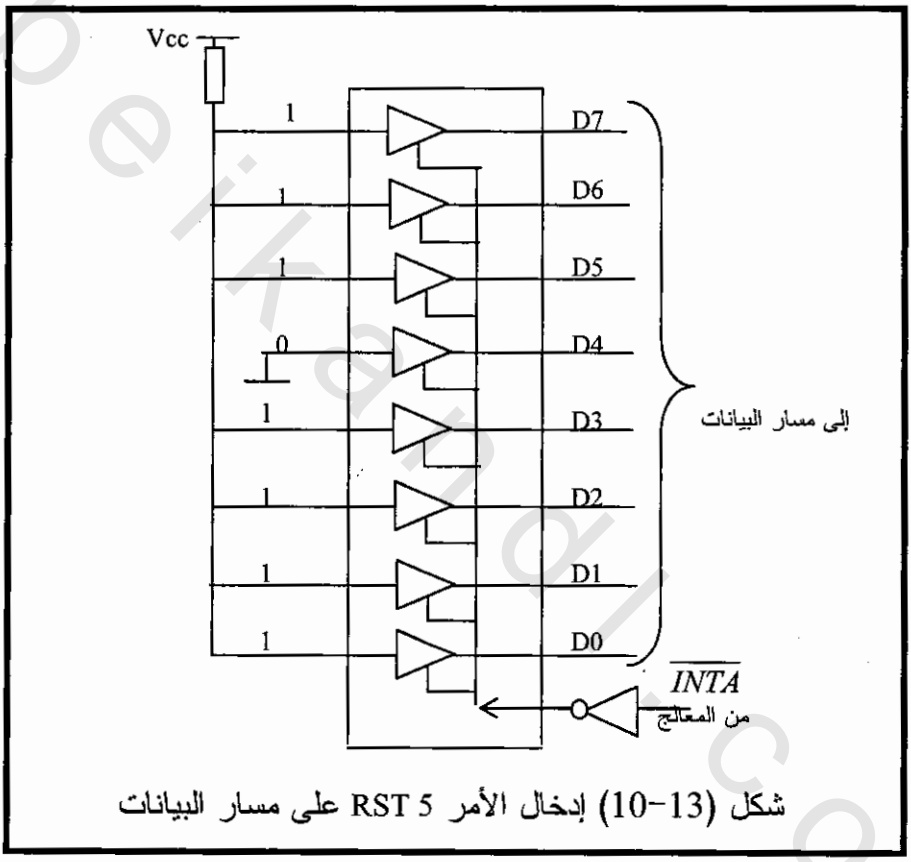
كما ذكرنا فى الخطوة الرابعة فإن المعالج بعد أن يجعل الخط $\overline{INTA}$ فعالا يكون فى إنتظار قراءة أمر معين من على مسار البيانات وهذا الأمر هو الأمر RST n الذى يتكون من بايت واحدة تحتوى شفره لرقم العنوان الذى سيتم القفز إليه . شكل (13-9) يبين جدولا لجميع حالات الأمر RST n والعنوان المصاحب لكل حالة حيث نلاحظ من هذا الجدول أن البتات D3 و D4 و D5 تمثل الرقم n فى كل حالة . شكل (13-10) يبين دائرة مقترحة لإدخال شفرة الأمر RST n على مسار البيانات فور نزول الخط $\overline{INTA}$ إلى الصفر . تتكون هذه الدائرة أساسا من أى شريحة بوابات ثلاثية المنطق ولتكن الشريحة 74244 مثلا والتى تحتوى على ثمانى بوابات من هذا النوع . يوصل خط تنشيط هذه البوابات بالخط $\overline{INTA}$ القادم من المعالج ويوصل خرج الشريحة على مسار البيانات . توصل جميع خطوط الدخل بالواحد high ما عدا الثلاثة خطوط D5, D4, D3 فتوصل على مفاتيح تضبط بحيث تعطى الشفرة المناسبة للرقم n المطلوب مع أمر المقاطعة RST n كما فى الجدول المبين فى شكل (13-9) . شكل (13-10) يبين هذه الدائرة وقد تم ضبط هذه المفاتيح الثلاثة لتعطى الأمر RST 5 .

الأمر RST n	D7D6	D5D4D3	D2D1D0	شفرة الأمر	العنوان
RST 0	1 1	0 0 0	1 1 1	C7	0000
RST 1	1 1	0 0 1	1 1 1	CF	0008
RST 2	1 1	0 1 0	1 1 1	D7	0010
RST 3	1 1	0 1 1	1 1 1	DF	0018
RST 4	1 1	1 0 0	1 1 1	E7	0020
RST 5	1 1	1 0 1	1 1 1	EF	0028
RST 6	1 1	1 1 0	1 1 1	F7	0030
RST 7	1 1	1 1 1	1 1 1	FF	0038

شكل (13-9) الأمر RST n شفرته وعناوين القفز

لاحظ أن الدائرة الموجودة فى شكل (13-10) تكافىء تماما بوابة إدخال تم الاستغناء عن عمليات تشفير عنوان لها واستخدم الخط $\overline{INTA}$ كخط فعالية لهذه البوابة بحيث أن هذه البوابة ستضع دخلها على مسار البيانات فقط عندما يكون الخط $\overline{INTA}$ فعالا .

إن الأمر RST n يمكن تنفيذه من خلال البرنامج وليس بالضرورة أن ينفذ عن طريق إدخاله على مسار البيانات كما رأينا . إنه يمكن فى أى مكان فى البرنامج أن تنفذ الأمر RST n حيث سيقفز المعالج إلى العنوان المتوافق مع الرقم n وسينفذ برنامج المقاطعه الموجود هناك تماما كما لو كان المعالج تمت مقاطعته من الخارج من على الخط INTR وهذه تسمى مقاطعة عن طريق البرمجة software interrupt . بذلك نكون قد إنتهينا من الطرق المختلفة لمقاطعة المعالج 8085 .



شكل (13-10) إدخال الأمر RST 5 على مسار البيانات

13-5 مقاطعة المعالج Z80

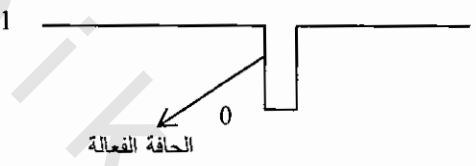
13-5-1 الخط $\overline{NMI}$

هناك خطان أساسيان لمقاطعة المعالج Z80 وهما الخط $\overline{NMI}$ على الطرف رقم 17 فى الشريحة والخط $\overline{INT}$ على الطرف رقم 16. بالنسبة للخط $\overline{NMI}$ والذى

يعنى مقاطعة غير محجوبة Nonmaskable Interrupt فإنه فعال عندما يكون صفرا low ولا يهم أن يبقى صفرا لكى يجيب المعالج على المقاطعة ولكن يكفى أن يهبط الجهد على هذا الطرف من الواحد إلى الصفر لكى يسجل المعالج طلب المقاطعة ، أى أن الحافة الهابطة هى الحافة المهمة لهذا الطرف . عندما ينتهى المعالج من تنفيذ أى أمر فإنه يختبر خط المقاطعة $\overline{NMI}$ فإذا كان فعالا يقوم فورا بعمل الآتى :

1. يقوم المعالج بدفع محتويات عداد البرنامج فى المكدسة حتى يتمكن من العودة إلى نفس المكان الذى خرج منه فى البرنامج الأساسى قبل طلب المقاطعة مثله فى ذلك مثل البرامج الفرعية subroutines.
2. القلاب IFF1 يعتبر علم المقاطعة فى المعالج Z80 بحيث لا يسمح بالمقاطعة إلا إذا كان هذا القلاب يساوى واحد . فى البرنامج الأساسى عادة يقوم المبرمج بوضع هذا القلاب إما واحد أو صفرا على حسب ظروف البرنامج إذا كان سيسمح بالمقاطعة من على الخط $\overline{INT}$ أم لا ، ولذلك فإن المعالج يقوم بتخزين قيمة هذا القلاب فى قلاب آخر IFF2 حتى إنه عندما يرجع إلى البرنامج الأساسى بعد خدمة المقاطعة يسترجع القيمة الأصلية للقلاب IFF1 من القلاب IFF2 والتى كانت قائمة قبل المقاطعة . يقوم المعالج بهذه العملية نتيجة لأنه سيغير من قيمة القلاب IFF1 كما سنرى .
3. يوضع القلاب IFF1 يساوى صفرا وبذلك تمنع أو تحجب أى مقاطعة من على الطرف $\overline{INT}$ وذلك بالطبع نتيجة لأهمية المقاطعة $\overline{NMI}$ وأولويته على المقاطعة $\overline{INT}$ ولذلك فإنه لا يسمح بالمقاطعة من على هذا الطرف إلا فى حالات الطوارىء كما ذكرنا سابقا ولذلك فإنه بمجرد أن يبدأ المعالج فى خدمة هذه المقاطعة فإنه تمنع أى مقاطعة أخرى من أى طرف آخر .
4. يقفز المعالج إلى العنوان 0066H فى الذاكرة والذى من المفروض أن يبدأ من عنده برنامج خدمة المقاطعة للطرف $\overline{NMI}$.
5. لابد أن ينتهى برنامج خدمة المقاطعة بالأمر RTI الذى يعنى عودة من مقاطعة Return from Interrupt والذى على أثره يقوم المعالج باسترجاع محتويات عداد البرنامج من المكدسة فيرجع إلى البرنامج الأساسى ولنفس المكان الذى تمت عنده المقاطعة ، كما يقوم باسترجاع محتويات القلاب IFF1 من القلاب IFF2 بذلك يعود كل شىء إلى حالته قبل المقاطعة تقريبا .
6. إذا كان برنامج خدمة المقاطعة سيغير من قيمة أى من المسجلات المهمة فى البرنامج الأساسى فإن مسئولية دفع قيم هذه المسجلات إلى المكدسة فى بداية برنامج خدمة المقاطعة ثم استرجاعها مرة أخرى فى نهايته تقع على المبرمج وذلك لأن المعالج لا يقوم بتخزين كافة المسجلات .

7. إذا بقى الخط $\overline{NMI}$ فعالا حتى عند الانتهاء من الخدمة والعودة إلى البرنامج الأساسى فإن ذلك سيسبب مقاطعة أخرى وهذه بالطبع حالة غير مرغوب فيها ، لذلك فإن إزالة طلب المقاطعة من على الخط $\overline{NMI}$ بعد الانتهاء من برنامج الخدمة تقع أيضا على عاتق المستخدم وعليه أن يأخذها فى اعتباره . أيسر الطرق لذلك هى استخدام نبضة – واحد صفر واحد – كالمبينة فى شكل (13–11) لطلب المقاطعة وذلك لأنه كما ذكرنا فإن الخط حساس للحافة الهابطة ولا فائدة من ابقاء الخط أو مسكه على حالة الصفر ، لذلك فإن استخدام مثل هذه النبضة ستغنى المستخدم عن إضافة دوائر أخرى تزيل طلب المقاطعة إذا كان سيبقى ممسوكا على الصفر .



شكل (13–11) استخدام مثل هذه النبضة لا يحتاج لإزالة طلب المقاطعة بعد خدمتها

13–5–2 الخط $\overline{INT}$

خط المقاطعة $\overline{INT}$ يدخل على الطرف رقم 16 فى المعالج Z80 . المقاطعة على هذا الخط يمكن حجبها باستخدام الأمر DI أى Disable Interrupt والذى يجعل علم المقاطعة IFF1 يساوى صفرا ، بذلك لا يمكن قبول أى مقاطعة على هذا الخط . يمكن تنشيط المقاطعة مرة ثانية باستخدام الأمر EI والذى يعنى Enable Interrupt حيث يجعل علم المقاطعة IFF1 يساوى واحدا وبذلك فإن أى مقاطعة على الخط $\overline{INT}$ تقبل ويقوم المعالج بخدمتها . الخط $\overline{INT}$ يكون فعالا عندما يكون صفرا low ولابد لكى تقبل المقاطعة من على هذا الخط أن يظل صفرا إلى أن تقبل المقاطعة ، أى أن هذا الخط ينشط أو يكون فعالا بالمستوى صفر وليس بالحافة كما رأينا فى حالة المقاطعة $\overline{INT}$. هناك ثلاثة طرق للتعامل مع الخط $\overline{INT}$ وهى الطريقة 0 والطريقة 1 والطريقة 2 ويمكن تحديد أو إختيار أى من الطرق الثلاثة باستخدام واحد من الأوامر التالية ، IM2, IM1, IM0 وذلك من داخل البرنامج الأساسى . لاحظ أن المعالج Z80 عند بداية تشغيله أو إعادة وضعة أى RESET يكون فى الطريقة 0 .

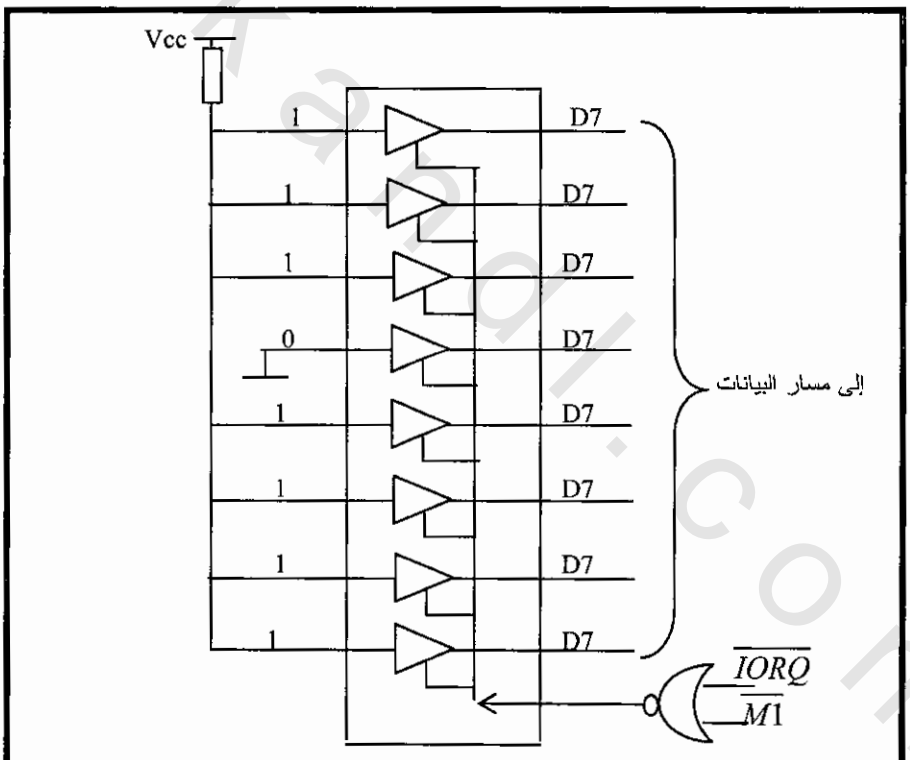
الطريقة 0 للتعامل مع الخط $\overline{INT}$: هذه الطريقة تماثل تماما طريقة مقاطعة المعالج 8085 من على الخط INTR والتى سبق شرحها بالتفصيل حيث أنه عندما يستقبل المعالج Z80 طلب مقاطعة على الخط $\overline{INT}$ (طرف 16) فإنه يقفز إلى واحد من ثمانية عناوين فى الذاكرة يقوم المستخدم بتحديده للمعالج عند طلب المقاطعة . هذه العناوين الثمانية سبق تحديدها فى شكل (13-9) ويمكن مراجعتها للتذكرة (لذلك ننصح بقراءة الجزء 13-4-3 والجزء 13-4-4) .
عندما يستقبل المعالج Z80 طلب مقاطعة على الخط $\overline{INT}$ وعندما يكون فى الطريقة 0 أى أنه سبق تنفيذ الأمر IM0 فإن المعالج يقوم بتنفيذ الخطوات التالية:

1. يقوم المعالج بتصفير علم المقاطعة IFF1 لحجب أى مقاطعات أخرى من أى أجهزة أخرى تطلب على نفس الخط $\overline{INT}$.
2. يقوم المعالج بجعل الخطين $\overline{IORQ}$ و $\overline{M1}$ فى حالة فعالية ، أى أن كل واحد من هذين الخطين يصبح صفرا low ، والحالة الوحيدة التى يصبح فيها هذان الخطان صفرا معا وفى نفس الوقت هى حالة المقاطعة على الخط $\overline{INT}$ بالطريقة 0 والتى نحن بصددها الآن . لاحظ أن الخط $\overline{IORQ}$ معناه طلب قراءة من جهاز إدخال ويقوم المعالج بتنشيط هذا الخط لأنه سيكون فى هذه الحالة فى إنتظار قراءة الأمر RST n كما شرحنا فى حالة المعالج 8085 .
وأما الخط $\overline{M1}$ فإنه يكون فعالا فقط عند قراءة شفرة أى أمر ، وحيث أن المعالج فى حالتنا هذه بالذات يقرأ شفرة الأمر RST n من على بوابة إدخال فإنه سيكون هو أيضا فعالا فى نفس اللحظة التى سيكون فيها الخط $\overline{IORQ}$ فعالا .
3. على المستخدم أن يستغل ظاهرة أن الخطين $\overline{M1}$ و $\overline{IORQ}$ يكونان صفرا معا فى هذه الحالة فقط لتشغيل بوابة إدخال يدخل عليها شفرة الأمر RST n والذى يحدد للمعالج أى واحد من عناوين القفز الثمانية سيقفز إليه . هذه البوابة موضحة فى شكل (13-12) . لاحظ أن الفرق الوحيد بين المعالج Z80 والمعالج 8085 هو فقط فى طريقة تشغيل هذه البوابة حيث كما رأينا فى حالة المعالج 8085 يستخدم الخط $\overline{INTA}$ لتشغيل هذه البوابة كما فى شكل (13-10) .
4. يقرأ المعالج بوابة الإدخال ويفك شفرة الأمر RST n ليعرف العنوان الذى سيتم القفز إليه .
5. يقوم المعالج بدفع محتويات عداد البرنامج فى المكدسة .
6. يقفز المعالج إلى برنامج خدمة المقاطعة بناء على العنوان الذى قرأه فى الخطوة 4 .

7. بعد الانتهاء من تنفيذ برنامج خدمة المقاطعة يرجع المعالج إلى نفس المكان فى البرنامج الأصلى عن طريق جلب محتويات عداد البرنامج مرة ثانية من المكدسة .

الطريقة 1 للتعامل مع الخط $\overline{INT}$: هذه الطريقة بسيطة جدا حيث أنها تشبه تماما طريقة المقاطعة من على الخط $\overline{NMI}$ حيث أن هناك عنوانا واحدا فقط وهو العنوان 0038H يتم القفز إليه فى حالة المقاطعة بهذه الطريقة . لاحظ أنه لابد من تنفيذ الأمر IM1 قبل طلب المقاطعة فى البرنامج الأساسى ، كما أن علم المقاطعة لابد أن يكون واحد ، أى أنه تم تنفيذ الأمر EI أيضا لتنشيط هذا العلم وحتى يمكن قبول المقاطعة . عند المقاطعة بهذه الطريقة أيضا يقوم المعالج بدفع محتويات عداد البرنامج إلى المكدسة وعلى المبرمج دفع باقى المسجلات إن أراد فى بداية برنامج خدمة المقاطعة حيث أن المعالج لا يقوم بذلك .

الطريقة 2 للتعامل مع الخط $\overline{INT}$: يدخل المعالج فى هذه الطريقة بناء على تنفيذه للأمر IM2 ، وعند إستقباله لطلب مقاطعة يقوم بالخطوات التالية :

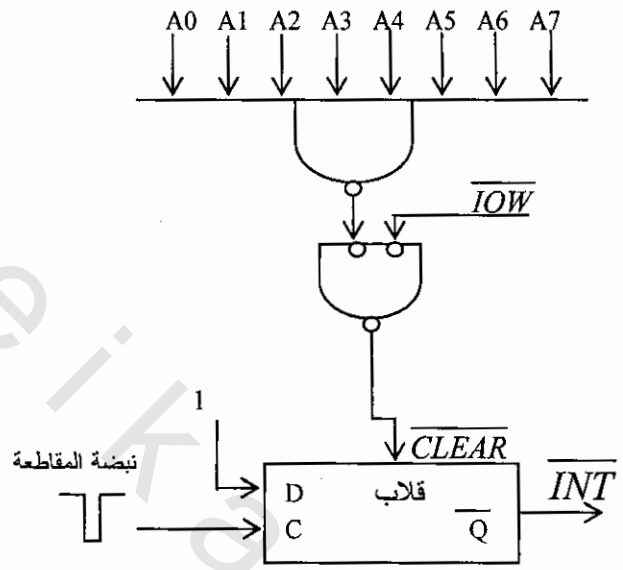


شكل (13-12) إدخال الأمر RST 5 على مسار البيانات للمعالج Z80

1. يقوم المعالج بوضع صفر فى علم المقاطعة IFF1 لمنع أى مقاطعة أخرى مثل الطرق السابقة .
2. مثل الطريقة 0 يقوم المعالج بجعل الخطين $\overline{M1}$ و $\overline{IORQ}$ فعالين بجعل كل منهما يساوى صفرا . على المبرمج مثل ما شرحنا فى حالة الطريقة 0 أن يستغل ذلك لإدخال شفرة معينة إلى مسار البيانات من على بوابة إدخال كالموضحة فى شكل (13-12) .
3. يقوم المعالج بتكوين عنوان من 16 بتا وهذا العنوان يتكون من جزأين : الجزء الأول من العنوان وهو A0 إلى A7 هو الشفرة التى تمت قراءتها من على بوابة الإدخال كما فى الخطوة 2 وأما الجزء الثانى من العنوان A8 إلى A15 فهو محتويات المسجل I الموجود فى المعالج لهذا الغرض والذى يتكون من 8 بتات . عنوان برنامج خدمة المقاطعة فى هذه الحالة يكون موجودا فى البايت المحددة بالعنوان السابق والبايت التى تليها .
4. بعد معرفة هذا العنوان يقفز إليه المعالج لينفذ برنامج خدمة المقاطعة الموجود هناك وذلك بالطبع بعد دفع محتويات عداد البرنامج إلى المكدسة حتى يستطيع العودة إلى نفس المكان فى البرنامج الأصلى بعد الانتهاء من برنامج خدمة المقاطعة .
5. يمكن أن نوضح ذلك بالمثال التالى : افترض أن محتويات المسجل I هى 10H ، وعند قراءة بوابة الإدخال المقصودة وجد بها الرقم 45H . لذلك سيكون المعالج العنوان التالى 1045H ويذهب إلى هذه البايت ليقرأ محتوياتها ولتكن مثلا 00H ثم يذهب إلى البايت التالية لها أى البايت 1046H فيقرأ محتوياتها ولتكن مثلا E1H . من محتويات هاتين البايتين يتكون لدى المعالج عنوان برنامج خدمة المقاطعة الذى يكون E100H فى هذا المثال .

كما رأينا فإنه لابد أن يبقى الخط $\overline{INT}$ ممسوكا على الصفر حتى تتم خدمته بواسطة المعالج وإلا فإنه إن رجع إلى الواحد قبل أن يتعرف المعالج عليه فلن تتم خدمته وذلك لأن الخط $\overline{INT}$ من النوع الذى يكون فعالا على المستوى صفر وليس على أى حافة . لذلك فإنه يستحسن إدخال طلب المقاطعة على الطرف $\overline{INT}$ عن طريق قلاب كما هو مبين فى شكل (13-13) . وجود مثل هذا القلاب فى مدخل المقاطعة $\overline{INT}$ ومسكه على الصفر عند طلب المقاطعة يستلزم أن يقوم المستخدم بإزالة هذا الصفر (طلب المقاطعة) عند بداية برنامج الخدمة . شكل (13-13) يبين أيضا دائرة مقترحة لهذا الشأن حيث يتم إخراج أى معلومة على بوابة الإخراج FFH مثلا التى نتيجة لتشفيرها تعطى واحد

على الخط $\overline{INT}$ أى تزيل المقاطعة . أى أنه بمجرد تنفيذ الأمر OUT FFH فى بداية برنامج خدمة المقاطعة سيزال طلب المقاطعة من على الطرف $\overline{INT}$.



شكل (13-13) دائرة مقترحة تستخدم لإزالة طلب المقاطعة فى المعالج Z80

obeikandl.com

6-13 تمارين

1. ما هو المقصود بطرق الأبواب لخدمة الأجهزة ؟
2. ما هو الفرق بين طريقة طرق الأبواب لخدمة الأجهزة والمقاطعة ؟
3. اشرح بعض التطبيقات التى تستخدم فيها المقاطعة ؟
4. ماذا يفعل أى معالج عادة حال إستقباله لأمر مقاطعة ؟
5. كم عدد خطوط المقاطعة لدى المعالج 8085 التى يمكن مقاطعته من عليها ؟
6. كم عدد خطوط المقاطعة لدى المعالج Z80 التى يمكن مقاطعته من عليها ؟
7. الخط TRAP فى المعالج 8085 ، ماذا يكافىء فى المعالج Z80 ؟
8. الأمران DI و EI للمعالج 8085 و Z80 يستخدمان عادة فى برامج خدمة المقاطعة ، ما هو الغرض من استخدامهما ؟
9. اشرح دور الأمرين SIM و RIM فى المقاطعة على الخطوط RST7.5, RST6.5, RST5.5, ؟
10. ما هو الفرق بين المقاطعة على الخط INTR والخطوط الأخرى فى المعالج 8085 والمعالج Z80 ؟
11. اشرح كيفية تحديد مكان برنامج خدمة المقاطعة للمعالج 8085 فى حالة المقاطعة على الخط INTR ؟
12. اشرح كيفية إدخال شفرة الأمر RST n إلى المعالج 8085 و Z80 ؟
13. من أوامر الشريحة Z80 الأوامر ، IM0 و IM1 و IM2 , ماذا تعنى هذه الأوامر وهل لها نظير فى المعالج 8085 ؟ قارن بين الطرق الثلاثة لمقاطعة المعالج Z80 على الخط $\overline{INT}$ وما يناظرها فى المعالج 8085 ؟
14. قارن بين الشكلين (13-10) و (13-12) ؟
15. مطلوب إستخدام المعالج للتحكم فى نظام درجة حرارة غرفة فى أحد المصانع وإظهار هذه الدرجة على شريحتين ذات 7 قطع , 7 segment إرسم هذا النظام وإكتب برنامجه مرة مستخدما نظام طرق الأبواب ومرة باستخدام المقاطعة ؟

Coolkanoon.com