

المحاضرة الأولى

الكلية التطبيقية
قسم التغذية الكهربائية
مقرر معالجات و متحكمات منطقية

مدخل إلى المعالجات الصغيرة

الدكتور المهندس
أحمد كردي

Outline

- ماهو المعالج الصغري.
- نظم المعالجة الصغرية.
- ماذا يوجد داخل المعالج.

1. ما هو المعالج الصغير:

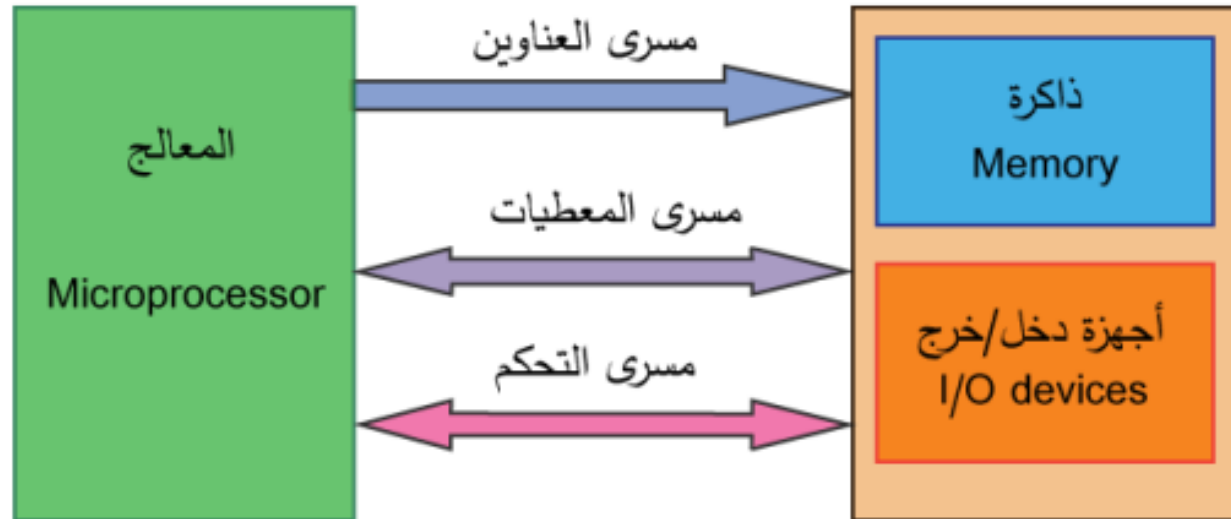
المعالج الصغير هو دائرة إلكترونية متكاملة قابلة للبرمجة تستقبل المعطيات من وحدة إدخال وتقوم بمعالجة هذه المعطيات وفق مجموعة من التعليمات الحسابية والمنطقية المخزنة في ذاكرة وتخرج النتائج من خلال وحدة إخراج. وبعبارة أخرى يقوم المعالج بتنفيذ البرنامج المخزن في الذاكرة ويتبادل المعطيات مع الوسط الخارجي من خلال بوابات دخل وخرج مختصة.



2. نظم المعالجة الحاسوبية:

يتألف أي نظام معالجة حاسوبي بشكل أساسي من ثلاثة أجزاء:

- معالج
- ذاكرة
- تجهيزات دخل/خرج



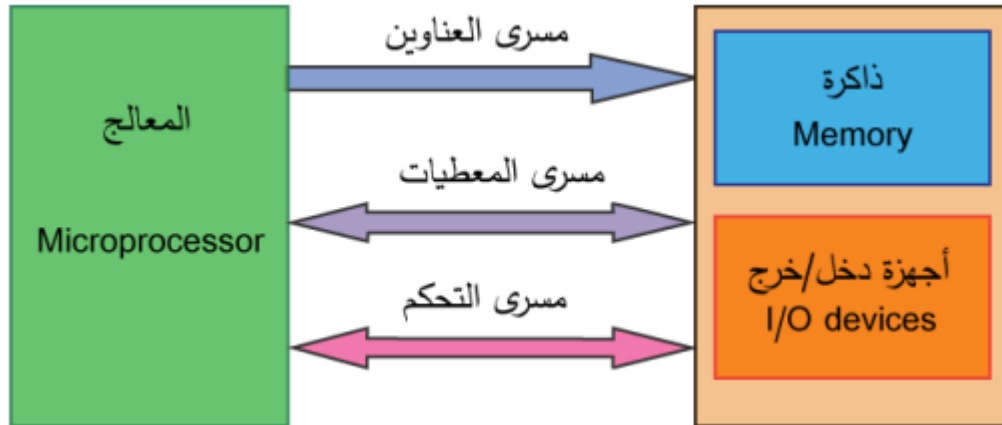
نموذج مبسط لنظام معالجة حاسوبي

2. نظم المعالجة الحاسوبية:

1.2. المعالج:

يشكل المعالج قلب النظام ويقوم بكافة العمليات بما فيها التحكم بباقي الأجزاء. حيث يقوم بتنفيذ سلسلة تعليمات البرنامج المخزن بالذاكرة الرئيسية ويستخدم أجهزة الدخل والخرج للتعامل مع الطرفيات الخارجية. تتصل الأجزاء بعضها ببعض من خلال ثلاث مساري وهي:

1. مسرى المعطيات.
2. مسرى العناوين.
3. مسرى التحكم.



2. نظم المعالجة الحاسوبية:

2.2. الذاكرة:

تستخدم لتخزين البرامج والمعطيات التي يتعامل معها البرنامج.

- ذاكرة حية RAM: قابلة للقراءة والكتابة وتزول محتوياتها بانقطاع التغذية (volatile)
- ذاكرة مينة ROM: قابلة للقراءة فقط ولا تزول محتوياتها بانقطاع التغذية (nonvolatile)
- ذواكر أخرى: أقراص صلبة، أقراص ليزرية أو مغناطيسية

3.2. تجهيزات الإدخال والإخراج (تجهيزات العبور):

تشكل تجهيزات الإدخال والإخراج (input output devices)، والتي سنسميها بتجهيزات العبور، الوسيلة التي يتفاعل فيها المعالج مع العالم الخارجي.

2. نظم المعالجة الحاسوبية:

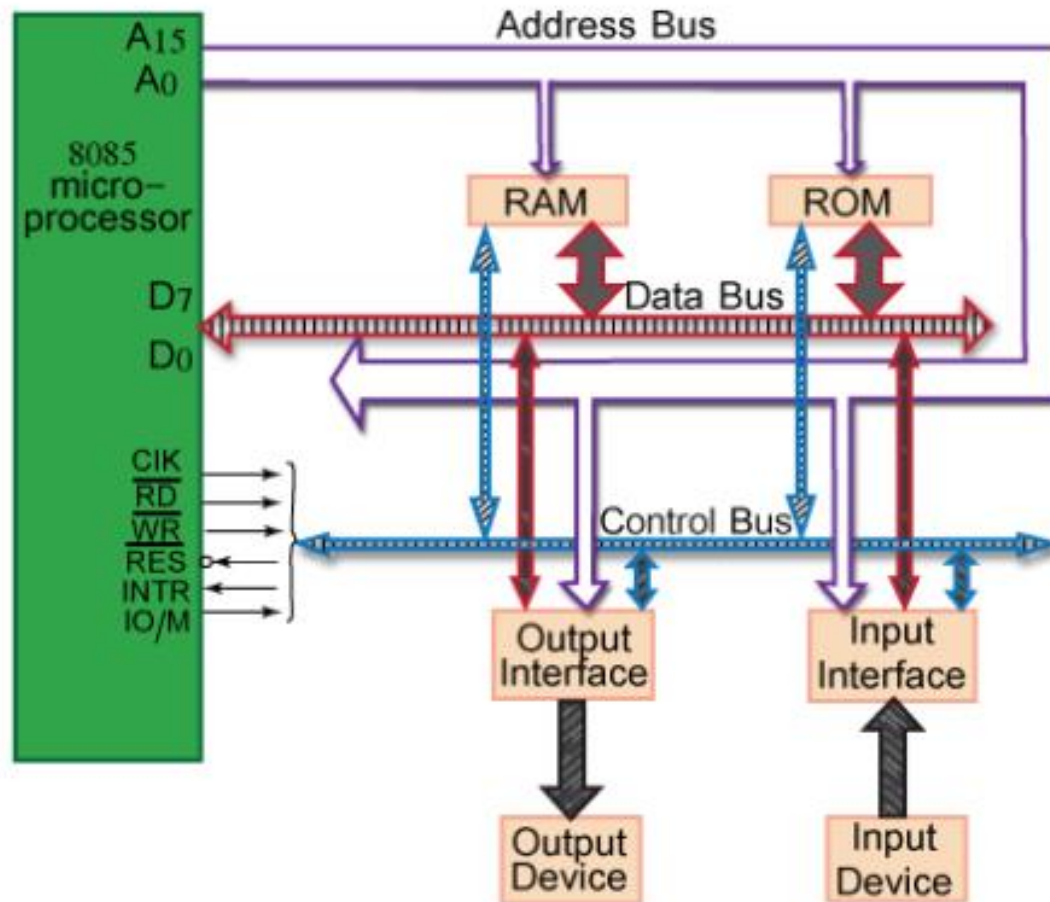
4.2. المسرى:

يعتبر المسرى (bus) بشكل أساسي وسيلة الاتصال بين وحدة المعالجة المركزية (CPU) والتجهيزات الطرفية وهو عبارة عن مجموعة من الأسلاك التي تحمل المعلومات على شكل بتات.

تتصل أجزاء نظم المعالجة الحاسوبية بعضها ببعض من خلال ثلاث مساري وهي:

1. **مسرى العناوين:** أحادي الاتجاه و يحدد عنوان الذاكرة أو بوابة الطرفية المراد النفاذ إليها.
2. **مسرى المعطيات:** ثنائي الاتجاه و يحمل المعطيات التي يكتبها المعالج أو تلك التي يقرأها.
3. **مسرى التحكم:** مجموعة الإشارات الضرورية لسير عملية النفاذ بشكل صحيح.

2. نظم المعالجة الحاسوبية:



مساري الربط بين المعالج والطرفيات

2. نظم المعالجة الحاسوبية:

1. مسرى العناوين:

وهو مسرى أحادي الاتجاه ويستخدم من قبل CPU لإرسال عنوان الذاكرة المراد النفاذ إليها أو لانتقاء بوابة دخل خرج معينة يمكن أن يتكون المسرى من 8 أو 16 أو أكثر من الخطوط المتوازية حيث يحدد عدد البتات في المسرى القيمة العظمى لعدد مواقع لذاكرة التي يمكن النفاذ إليها. مثلاً إن مسرى عناوين بعرض 16 بت يسمح بالنفاذ إلى 2^{16} موقع مختلف من المعطيات.

نرمز إلى خطوط مسرى العناوين بالرموز A_0, A_1, \dots, A_n حيث يمثل n عرض مسرى العناوين (بوحدة البت).

2. نظم المعالجة الحاسوبية:

2. مسرى المعطيات:

هو مسرى ثنائي الاتجاه تمر عبره المعطيات بين المعالج والطرفيات. إن لعرض مسرى المعطيات تأثيراً كبيراً على بنية المعالج حيث يحدد عرض هذا المسرى عدد بنات المعطيات التي يمكن التعامل معها ومعالجتها في وقت واحد.

يمكن أن يختلف عرض مسرى المعطيات الداخلي الذي يربط وحدة المعالجة لمركزية مع بقية المكونات داخل المعالج عن عرض مسرى المعطيات الخارجي الذي يربط المعالج بالذواكر والطرفيات الخارجية.

نرمز إلى خطوط مسرى العناوين بالرموز D_0, D_1, \dots, D_n حيث يمثل n عرض مسرى المطيات (بوحدّة البت).

2. نظم المعالجة الحاسوبية:

3. مسرى التحكم:

يحتوي مسرى التحكم على مجموعة من الخطوط المنفردة التي تحمل إشارات التزامن. يصل مسرى التحكم إشارات التحكم إلى الذواكر تجهيزات الدخل خرج والطرفيات الأخرى لضمان صحة تنفيذ العمليات التي يقوم بها المعالج. ويحتوي مسرى التحكم على إشارات التحكم مثل إشارة القراءة (read) وإشارة الكتابة (write) وإشارة المقاطعة (interrupt) وإشارة المسك أو الحجز (hold).
تخبر إشارة المقاطعة (interrupt) المعالج بأن طرفية خارجية تحتاج إلى أن تستخدم.
أما إشارة المسك (hold) فإنها تسمح لطرفية ما مثل متحكم النفاذ المباشر للذاكرة (DMA Direct Memory Access) بإخبار المعالج بأنها تريد استخدام مسرى العناوين ومسرى المعطيات.

2. نظم المعالجة الحاسوبية:

3. ماذا يوجد داخل المعالج:

يبين الشكل التالي مخططاً مبسطاً لمكونات المعالج، حيث يتكون من الكتل الرئيسية التالية:

1. وحدة الحساب والمنطق (Arithmetic Logic Unit) ALU: تقوم بالعمليات الحسابية والمنطقية.
2. ملف السجلات (Register File): وهو مجموعة من السجلات التي تستخدم لتخزين العناوين والمعطيات التي يتعامل معها المعالج في كل لحظة من تنفيذ البرنامج.
3. وحدة التحكم: إدارة عملية تنفيذ البرنامج من جلب للتعليمات وتفكيكها وتنفيذها بمساعدة وحدة الحساب والمنطق وملف السجلات.

2. نظم المعالجة الحاسوبية:

1.3. وحدة الحساب والمنطق:

تشكل وحدة الحساب والمنطق (Arithmetic Logic Unit) ALU قلب أي معالج. تقوم هذه الوحدة بجميع العمليات الرياضية والمنطقية في المعالج. وهي مكونة من دارات منطقية ولها مدخلين للمعطيات ومخرج للمعطيات ومخرج حالة. تأخذ هذه الوحدة معطيات الدخل من سجلات المعالج وتعالجها حسب التعليم المرغوب تنفيذها في وحدة التحكم ومن ثم تخزن النتيجة في سجلات الخرج. تستخدم كل المعالجات الحديثة المعطيات الثنائية بصيغة المتمم الثنائي.

2. نظم المعالجة الحاسوبية:

2.3. ملف السجلات:

يتكون ملف السجلات (Register File) من العديد من السجلات المستخدمة بشكل أساسي لتخزين المعطيات والعناوين ومعلومات الحالة خلال تنفيذ البرنامج. يتم بناء السجلات باستخدام دارة منطقية وقلابات (flip-flop). ومن السجلات الموجودة في معظم المعالجات:

1. عداد البرنامج:

عداد البرنامج (program counter) هو سجل يخزن عنوان التعليمة التالية التي سيتم تنفيذها وبالتالي يلعب هذا السجل دوراً مركزياً في التحكم بتسلسل التعليمات التي ينفذها المعالج. بعد قراءة التعليمة من الذاكرة يتم زيادة عداد البرنامج بشكل آلي بمقدر واحد. هذا بالطبع يفرض أن التعليمات تنفذ تباعاً.

2. سجلات التعليمة:

سجلات التعليمة (instruction registers) هي سجلات تخزن رمز التعليمة التي تنفذ حالياً. تستخرج وحدة التحكم رمز العملية من سجل التعليمة وتقوم بتوليد الإشارات الضرورية لتنفيذ لتعليمة.

2. نظم المعالجة الحاسوبية:

3. سجلات العزل:

تمثل سجلات العزل (buffer register) الواجهة البينية بين المعالج والذاكر المرتبطة به.

وسجلات العزل النظامية هي:

● سجل عنوان الذاكرة (MAR) memory address register

● سجل عزل الذاكرة (MBR) memory buffer register

يتم وصل السجل MAR مع مرابط العناوين الخارجية للمعالج ويحتوي هذا السجل على العنوان المطلق لعنوان للمعطيات أو التعليلة التي نريد النفاذ إليها. أما السجل MBR والمعروف أيضاً بسجل معطيات الذاكرة فيكون موصولاً مع مرابط المعطيات للمعالج ويخزن كل المعطيات التي يتم قراءتها أو كتابتها في الذاكرة.

2. نظم المعالجة الحاسوبية:

4. سجل الحالة:

يخزن سجل الحالة (status register) حالة الخرج كنتيجة لأي عملية تتم في وحدة المعالجة المركزية وتعطي معلومات إضافية حول النتيجة. ويدل كل بت من بتات سجل الحالة عن حصول أو عدم حصول شرط معين. ويتم تحديث قيم هذه البتات بعد نهاية كل عملية. ومن بتات الحالة الشائعة: بت الحمل (carry)، بت الفائض (overflow)، بت الصفر (zero)، بت السالب (negative) وغيرها.

2. نظم المعالجة الحاسوبية:

5. مؤشر المكس:

يستخدم سجل مؤشر المكس (stack pointer) لتخزين عنوان موقع الذاكرة التي تحتوي على آخر قيمة مخزنة في ذاكرة المكس. في الواقع فإن المكس هو كتلة من الذاكرة مخصصة لتخزين المعطيات بشكل مؤقت. حيث تستخدم لتخزين قيمة أي سجل عام خلال تنفيذ إجرائية جزئية أو عند تخديم مقاطعة ما. يتم نقل المعطيات من السجل العام إلى المكس باستخدام تعليمة PUSH في بداية الإجرائية، وفي نهاية التابع يتم استعادة المعطيات من المكس إلى السجل باستخدام التعليمة POP. يستخدم المعالج المكس كذاكرة مؤقتة لأن عملية تخزين واستعادة المعطيات باستخدام التعليمتين PUSH و POP يتم بشكل أسرع من نقل المعطيات من و إلى الذاكرة باستخدام التعليمة MOVE.

2. نظم المعالجة الحاسوبية:

6. سجلات عامة:

السجلات العامة (general-purpose registers) هي سجلات لاستخدام العام. وتستخدم بشكل صريح تخزين معومات المعطيات والعناوين. تستخدم سجلات المعطيات للعمليات الحسابية والمنطقية. أما سجلات العناوين فتستخدم للعنونة الغير مباشرة كمؤشرات ذاكرة. ويفضل هذه السجلات يتم تسريع تنفيذ الخوارزميات عن طريق النتائج المرحلية وتجنب النفاذ إلى الذاكرة الخارجية لهذا الغرض. وذلك لأن النفاذ إلى الذاكرة الخارجية يكون أبطأ من النفاذ إلى سجلات المعالج الداخلية.

7. سجلات مؤقتة:

تستخدم السجلات المؤقتة (temporary registers) لتخزين المعطيات إذا لزم الأمر خلال تنفيذ التعليمات. وهي سجلات مخفية بشكل كامل عن مستخدم المعالج.

2. نظم المعالجة الحاسوبية:

3.3. وحدة التحكم:

تقوم وحدة التحكم بتنظيم وتنسيق عمل كل أقسام المعالج والتجهيزات الطرفية.

- قراءة التعليم من الذاكرة
- فك ترميز هذه التعليم
- إرسال الإشارات المناسبة لبقية أجزاء النظام لتنفيذ التعليم

وتوضيحاً لذلك، من أجل تنفيذ تعليم ما من الذاكرة، ترسل وحدة التحكم أمر قراءة إلى الذاكرة لقراءة التعليم وتستقبل التعليم من الذاكرة من خلال مسرى المعطيات. من ثم تقوم وحدة التحكم بفك ترميز هذه التعليم وتقوم بإرسال الإشارات المناسبة لوحدة الحساب والمنطق وسجلات المعالج وغيرها من المكونات لكي يتم تنفيذ هذه التعليم بشكل صحيح. فإذا كانت التعليم مثلاً تطلب تخزين معطيات في موقع من الذاكرة فإن وحدة التحكم

سنتقوم بإرسال عنوان موقع الذاكرة على مسرى العناوين والمعطيات المراد تخزينها على مسرى المعطيات وإشارة الكتابة في مسرى التحكم.

2. نظم المعالجة الحاسوبية:

يمكن تصنيف وحدات التحكم وفقاً لطريقة بنائها إلى نمطين:

1. وحدات تحكم عتادية: (RISC(Reduced Instruction Set Computer):

- بنية هذه الوحدة صغيرة وسريعة
- لكنها صعبة التصميم

في وحدات التحكم العتادية (hard-wired control units) تتكون وحدة التحكم في هذا النمط من دارت منطقية تقوم بتوليد تسلسل الإشارات المناسبة لكل تعليمة من التعليمات. وتكون بنية هذه الوحدة صغيرة وسريعة ولكنها صعبة التصميم. يكون عدد التعليمات الممكنة في هذا التصميم قليلاً ولذلك يعرف هذا التصميم أيضاً باسم حاسب ذو مجموعة تعليمات محدودة (RISC (Reduced Instruction Set Computer).

2. نظم المعالجة الحاسوبية:

2. وحدات تحكم مرمزة (CISC(Complex Instruction Set Computer):

- تصميم وحدة التحكم من هذا النمط سهلاً
- مرونة أكثر في تنفيذ التعليمات ولكن على حساب السرعة

في وحدات التحكم المرمزة (microcoded control units)، يكون تصميم وحدة التحكم من هذا النمط سهلاً ويتم تنفيذ تعليمة ما في هذه لحالة من خلال تنفيذ سلسلة من التعليمات الجزئية الصغيرة. يقدم هذا النمط من وحدات التحكم مرونة أكثر في تنفيذ التعليمات من وحدات التحكم العنادية ولكن على حساب السرعة. ولذلك فإن عدد التعليمات الممكنة في هذا التصميم يكون كبيراً ويعرف هذا التصميم باسم معالج ذو مجموعة تعليمات معقدة (CISC (Complex Instruction Set Computer.



Thanks for
your attention

Dr. Eng. Ahmad Kurdi