الكلية التطبيقية
قسم التغذية الكهربائية
مقرر معالجات ومتحكمات منطقية

المحاضرة الرابعة

مدخل إلى المتحكمات الصغرية

الدكتور المهندس
أحمد كردي

Outline

- مقدمة حول المتحكمات الصغرية
- بنية المتحكم الصغري.
- متحكمات AVR.

المتحكمات الصغرية Microcontrollers

يعرف المتحكم المصغر بأنه "حاسب موضوع على شريحة "A Computer on a chip" وهو فعلاً دارة متكاملة Integrated Circuit تشكل حاسباً رقمياً بسيطاً كاملاً يحوي معظم العناصر الأساسية التي توجد في أي حاسب ويمكن أن يبدأ بتنفيذ التعليمات البرمجية المعدّة له دون الاعتماد إلا على عدد قليل من العناصر الخارجية المساندة وأحياناً دون أي عنصر آخر سواه على الإطلاق.

تتميز المتحكمات – باعتبارها حواسب صغيرة جداً – عادة ببنيتها البسيطة ومواردها التي تبدو محدودة مقارنة مع الحواسب الرقمية الشائعة لكنها غالباً ما تكون أكثر من كافية لتأدية المهمة الموكلة إليها، بالإضافة إلى أن بنيتها المبسطة تعود بالعديد من الفوائد: أهمها أن بساطة المتحكمات تمكن من وضعها بالكامل على شريحة واحدة وبتكلفة منخفضة جداً وهذان العاملان (صغر الحجم والتكلفة) من العوامل التي تجعلها مثالية لإدراجها في العديد من الأجهزة من حولنا: كالأجهزة الكهربائية المنزلية وأجهزة القياسات الرقمية وأنظمة التحكم والربط مع الحواسيب وفي المركبات وبعض ألعاب الأطفال وبعض أجزاء الحواسب الشخصية و محيطياته كالفأرة Mouse والعديد من التطبيقات المتنوعة.

المتحكمات الصغرية Microcontrollers

يتألف المتحكم المصغر من معالج مصغر Microprocessor بالإضافة إلى ذاكرة وبعض المحيطيات المساندة وهذا التقسيم منطقي أو وظيفي فالمتحكم فعلياً ليس سوى قطعة واحدة (شريحة دارة متكاملة) لكن هذا التقسيم يعطي رؤية أفضل عنه.

و لجعل المتحكم يقوم بإنجاز وظيفة محددة يجب أولاً شحنه ببرنامج ليقوم بتنفيذه، وهذا البرنامج يوضع في ذاكرة غير متطايرة (أي تحتفظ بمحتوياتها بشكل دائم حتى دون وجود تغذية كهربائية) وتكون هذه الذاكرة عادة أحد أنواع الذاكرة ROM (PROM, EPROM, EEPROM, Flash)، ومن هنا نجد أن المتحكم هو شريحة قابلة للبرمجة, وعادة يكتب البرنامج على حاسب شخصي PC بلغة التجميع الخاصة بالمتحكم بواسطة محرر نصوص ثم يجري تجميعه و تحويله إلى رموز تمثل تعليمات البرنامج بلغة الآلة لذلك المتحكم، كما يمكن كتابة البرنامج بلغة عالية المستوى (كـ C أو BASIC) ومن ثم استخدام مترجم خاص بذلك المتحكم يحول البرنامج من اللغة عالية المستوى المستخدمة إلى لغة الآلة الخاصة بالمتحكم.

المتحكمات الصغرية Microcontrollers

و بعد الحصول على ملف يمثل البرنامج الذي نود من المتحكم أن يقوم بتنفيذه ممثلاً بلغة الآلة الخاصة به يتم استخدام جهاز يدعى بالمبرمجة Programmer لنقل البرنامج من الحاسب وتخزينه داخل المتحكم، والمبرمجة توصل مع الحاسب عبر أحد منافذه كالمنفذ التسلسلي RS-232(والمسمى عادة COM) أو منفذ الطابعة LPT أو منفذ الـ USB ويرفق مع المبرمجة برنامج Softwareخاص بها يقوم بالتخاطب معها وقيادتها ويتيح إجراء العديد من المهام على ذاكرة المتحكم منها شحنها ببرامج معين أو عرض محتوياتها أو مسحها أو غير ذلك.

تعتبر المتحكمات ذات شهرة وانتشار كبيرين الآن، فتقدر بعض الإحصائيات أن مبيعات المتحكمات المصغرة تشكل معظم سوق المعالجات وأن أعداد مبيعاتها تعد أضعاف ما هي عليه معالجات الحواسيب على تنوعها (لكن بالمقابل فإن أرباح سوق معالجات الحواسيب هي الأعلى لارتفاع أسعارها)، وتتوفر الآن متحكمات مصغرة شديدة الصغر يتم وضعها مثلاً في البطاقات الذكية التي منها بطاقات SIM (المستخدمة في أجهزة الهاتف المحمول) وبعض بطاقات الائتمان.

المتحكمات الصغرية Microcontrollers

يتم إنتاج المتحكمات من قبل العديد من الشركات، ولها عدة أصناف منها: المتحكم 8051 وهو أول متحكم مصغر و قد اكتسب شهرة واسعة، طورته وأنتجته شركة Intel ثم توقفت عن إنتاجه، وتنتج الآن العديد من الشركات متحكمات مطورة عنه ومتوافقة معه من أشهرها العائلة AT89xxxx من إنتاج شركة Atmel, كما توجد عائلة متحكمات أخرى اكتسبت شهرة كبيرة هي متحكمات PIC والتي تنتجها شركة Microchip وتحمل التسمية PICxxxx وكذلك توجد عائلة AVR التي تنتجها شركة Atmel وقد اكتسبت هذه العائلة شهرة واسعة جداً و ذلك لسهولة استخدامها و سعرها المنخفض ولا زال هناك الكثير من شركات إنتاج المتحكمات من أشهرها Motorolla, Cypress, Phillips, Ubicom وغيرها.

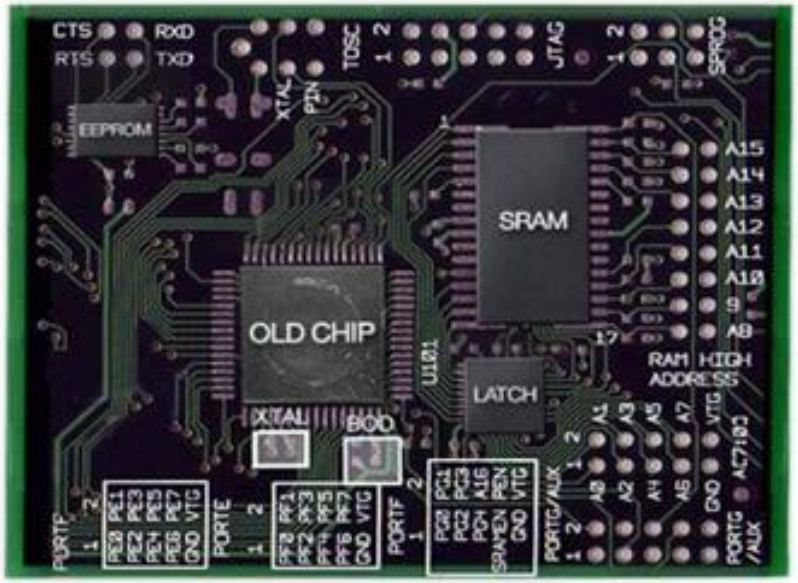
المتحكمات الصغرية Microcontrollers

مالفرق بين المعالج الصغري Microprocessor والمتحكم الصغري Microcontroller؟؟؟

ولابد هنا من تحديد الفرق بين المتحكم الصغري (Microcontroller) والمعالج المصغر (Microprocessor), فمن المعروف أن المعالج المصغر لا يمكن تركيبه في الدارات الالكترونية بدون وجود وحدات محيطية للتعامل معه, ومن هذه الوحدات وحدة الدخل/الخرج و وحدة المؤقت/العداد والذواكر بأنواعها المختلفة و وحدة التبديل التشابهي/الرقمي.....الخ, وبالتالي المعالج المصغر يتصل مع الوسط الخارجي من خلال الوحدات المحيطية الخاصة به, بينما في المتحكمات الصغرية نجد أنه قد تم تضمين جميع هذه الوحدات في شريحة واحدة و بحجم شريحة المعالج المصغر, أي أن المتحكم الصغري ليس بحاجة إلى وحدات محيطية إضافية للتعامل معه ويمكن تركيبه في الدارات الالكترونية بشكل مباشر, و يُشكّل اليوم المتحكم الصغري نواة أنظمة التحكم في معظم الأجهزة الالكترونية الحديثة.

المتحكمات الصغرية Microcontrollers

مالفرق بين المعالج الصغري Microprocessor والمتحكم الصغري Microcontroller؟؟؟



Microprocessor vs. Microcontroller

Microprocessor

- CPU is stand-alone, RAM, ROM, I/O, timer are separate
- designer can decide on the amount of ROM, RAM and I/O ports.
- expensive
- versatility
- general-purpose
- High processing power
- High power consumption
- Instruction sets focus on processing-intensive operations
- Typically 32/64 – bit
- Typically deep pipeline (5-20 stages)

Microcontroller

- CPU, RAM, ROM, I/O and timer are all on a single chip
- fixed amount of on-chip ROM, RAM, I/O ports
- for applications in which cost, power and space are critical
- single-purpose (control-oriented)
- Low processing power
- Low power consumption
- Bit-level operations
- Instruction sets focus on control and bit-level operations
- Typically 8/16 bit
- Typically single-cycle/two-stage pipeline

بنية المتحكمات الصغرية

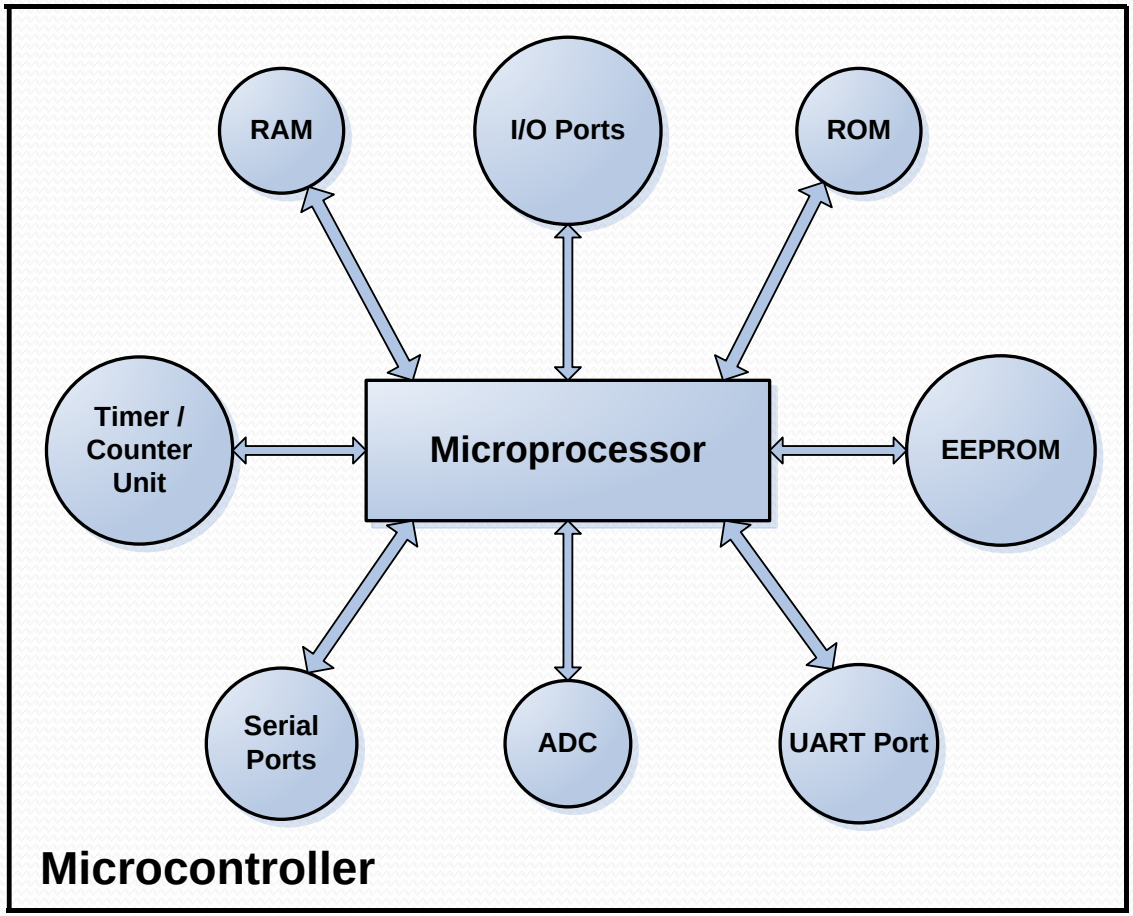
بشكل عام يتألف المتحكم الصغري من وحدات أساسية هي:

1) وحدة المعالجة المركزية.
2) ذاكرة ROM لحفظ برنامج تشغيل المتحكم (Program Memory).
3) ذاكرة RAM لحفظ البيانات والتعامل معها (Data Memory).
4) منافذ الدخل و الخرج (I/O lines).

ومن الممكن للمتحكمات أن تحتوي على وحدات أخرى نذكر أهمها:

1) العدادات والمؤقتات الزمنية (Counters and Timers).
2) المبدلات التشابهية الرقمية (Analog to Digital Converters).
3) المنافذ التسلسلية (serial ports).
4) دارات الإرسال والاستقبال (Receivers & Transmitters).

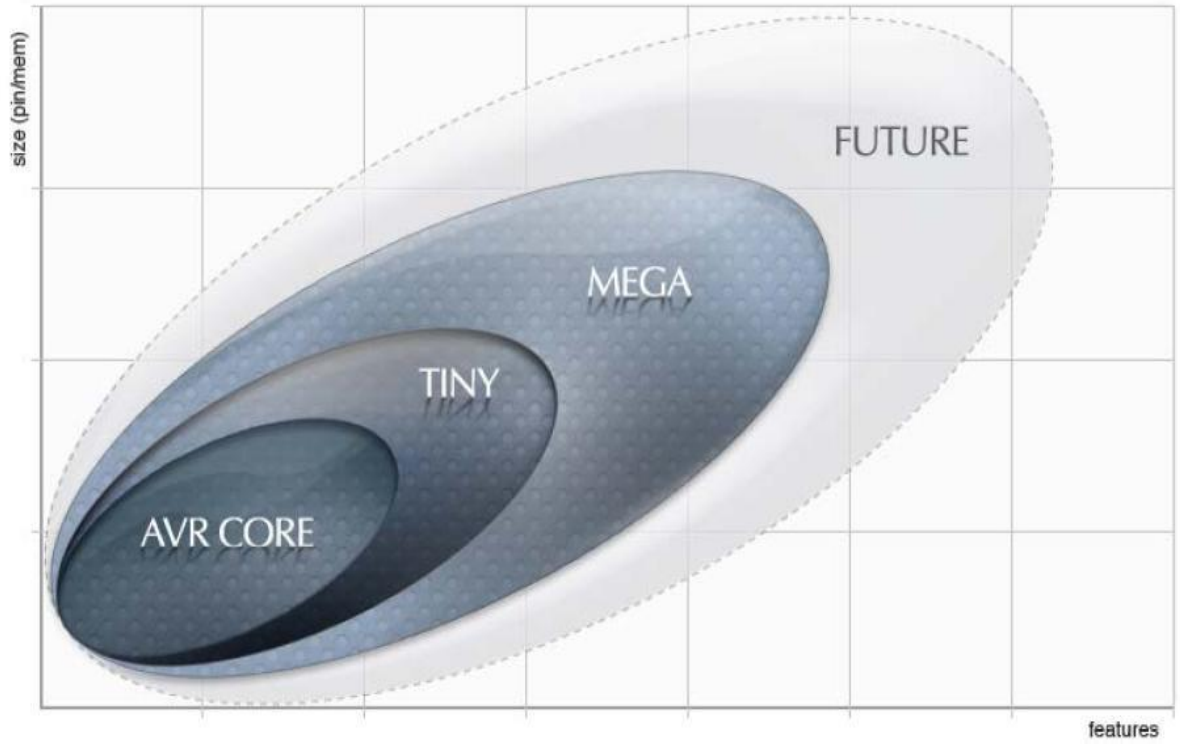
بنية المتحكمات الصغرية



متحكمات AVR

هذه المتحكمات من إنتاج شركة ATMEL الأمريكية بالرغم من أن المتحكم بذاته تم تطويره في النرويج وتعتبر تقنيات تصنيعه من أحدث التقنيات المتوفرة، وله ثلاث أنواع:

- Tiny AVR
- Mega AVR



متحكمات AVR

الفرق بين الأنواع هي الميزات المتوفرة في كل منها، فمتحكمات tiny AVR عادة ما تحوي على عدد أقطاب و مواصفات أقل من متحكمات mega AVR وهذا ما ينعكس على الحجم و السعر، و يجدر الذكر أن مجموعة التعليمات و توزع الذاكرة نفسه لكل أنواع عائلة AVR، وهذه الفروقات لا تؤثر أبداً على أدائها.

تحوي متحكمات AVR على وحدات عدة إضافية من ذواكر من النوع EEPROM، SRAM و وحدات التبديل التشابهي الرقمي (ADC)، كما تحتوي على مؤقتات عدة و وحدات للاتصال التسلسلي UART وغيرها من وحدات الدخل و الخرج.

ومن الميزات الأساسية لهذه المتحكمات أنها:

1) من النوع 8 bit : أي أن ممر المعطيات (Data bus) و توزع الحجرات الذاكرية في ذاكرة المعطيات بطول 8 bit.

متحكمات AVR

2) تم تصميمها على معمارية Harvard وتقنية RISC.

لقد تم اختيار هذه العائلة من المتحكمات لقوة أدائها وتوفرها في الأسواق المحلية و لرخص ثمنها، حيث تعتبر متحكمات AVR أسرع من متحكمات PIC16 بـ 7 مرات ومن متحكمات 8051 بـ 28 مرة.

المتحكم Atmega 16

المواصفات العامة للمتحكم Atmega 16:

1) معالج صغري (AVR 8bit) ذو 40 رجل (قطب).
2) استهلاك قليل للطاقة.
3) يعمل بتقنية مجموعة تعليمات الحاسب المخفضة (Risc) التي تمتاز بـ
   - 131 تعليمة ينفذ معظمها خلال دورة ساعة واحدة.
   - 32 مسجل أغراض عامة كل منها بسعة 8 bit.
4) تصل سرعة المعالجة إلى 16 مليون تعليمة في الثانية وذلك عند تردد 16 MHz.
5) يحتوي على ذاكرة غير متطايرة للبرنامج و أخرى للمعطيات على الشكل التالي :
   - ذاكرة البرنامج من نوع Flash بسعة 16 Kbyte بديمومة 10000 دورة كتابة/محي.
   - ذاكرة EEPROM بسعة 512 byte بديمومة 100000 دورة كتابة/محي.
   - ذاكرة SRAM بسعة 1 Kbytes.
6) أقفال برمجية لحماية كل من ذاكرة البرنامج و ذاكرة المعطيات.

Thanks for
your attention
Dr. Eng. Ahmad Kurdi