

به نام خدا

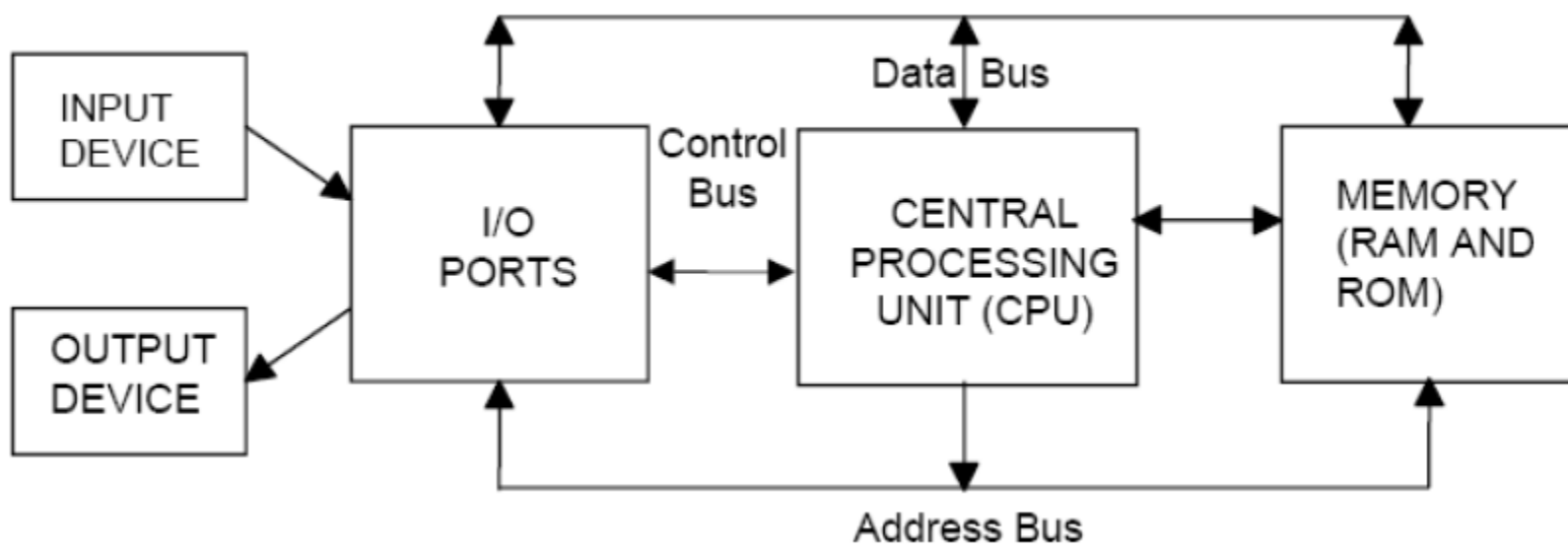
# میکروکنترلرها

خانواده AVR

Dr. Aref Karimafshar  
A.karimafshar@ec.iut.ac.ir



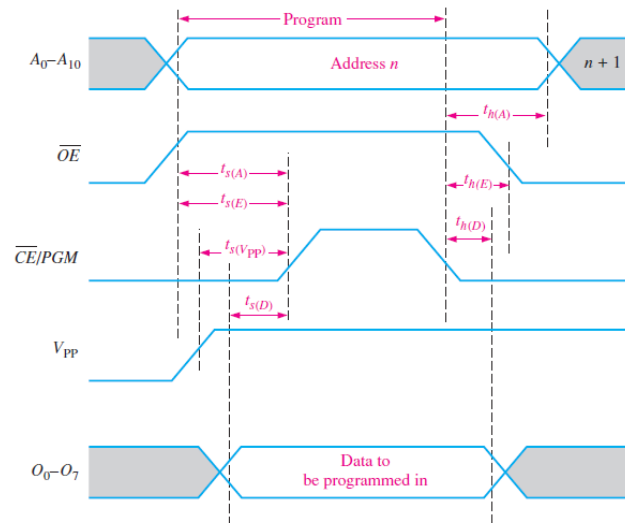
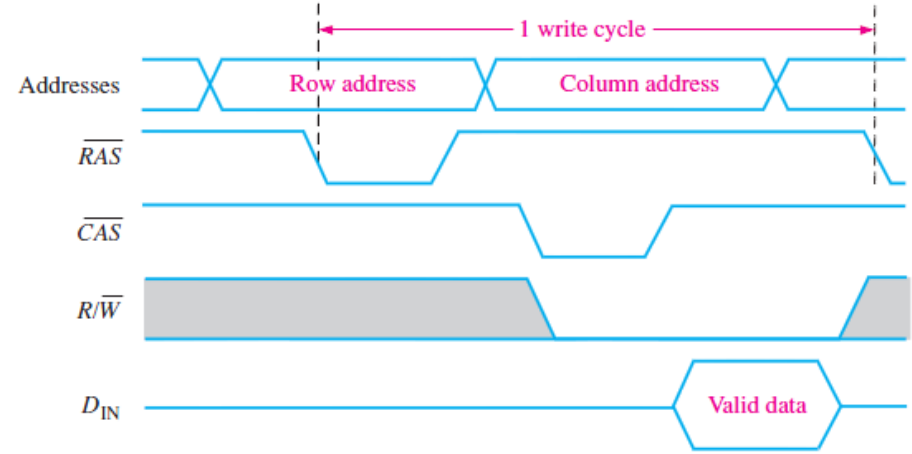
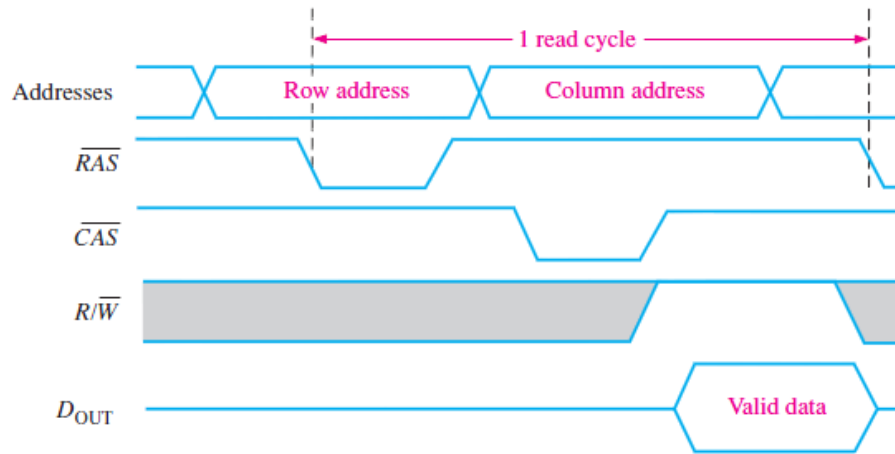
# ساختار یک سیستم کامپیوتری







# زمانبندی‌های دقیق



توی حافظه اینارو گفته که درس نداد حافظه رو

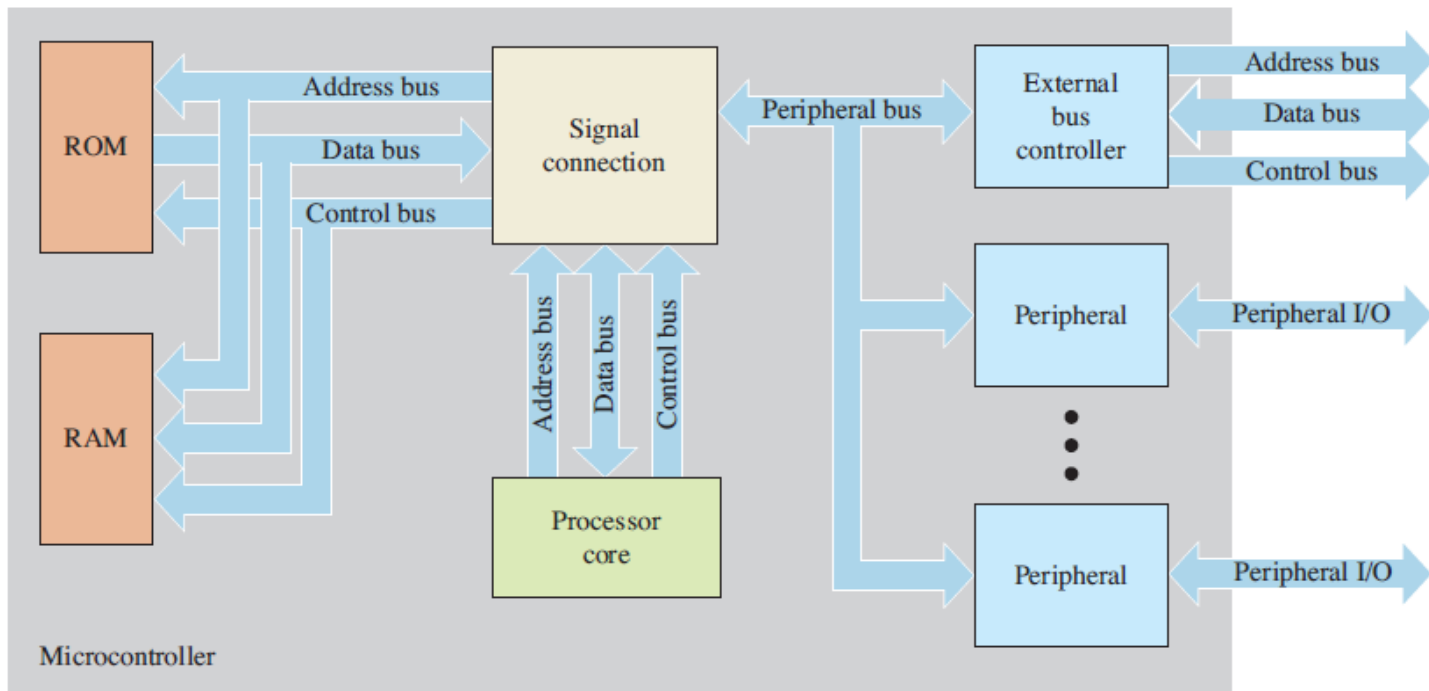
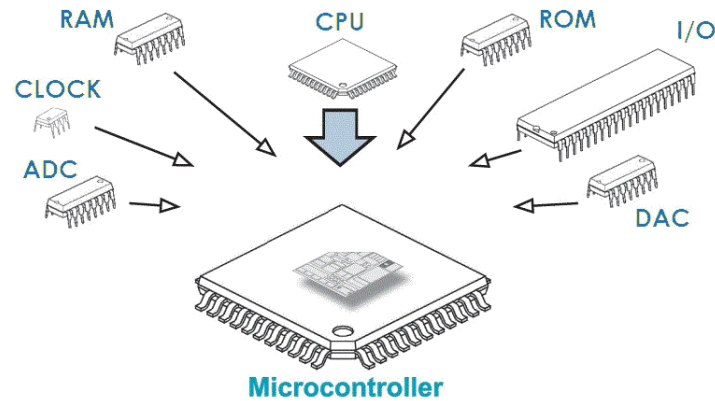
# پردازش داده‌های دنیای واقعی

- Although a general-purpose microprocessor can interface with a variety of devices over its system buses
  - Its ability to interface with the real world is limited
- To process real world information, must use
  - Analog-to-digital converters (ADCs)
  - Digital-to-analog converters (DACs)
  - Universal asynchronous receiver and transmitter (UARTs)
  - External timers
  - Peripheral interface adaptors
  - Other specialized peripherals

برای اینکه بتوانیم یک ارتباط موثر با دنیای خارجی داشته باشیم نیاز به یکسری المان ها یا واسطه هایی داریم که ارتباط بین دنیای داخل سیستم کامپیوتر و خارج از اون رو فراهم بکنه و همه این واسط ها قراره بیاد به میکروپروسسورها متصل شده و اتصال کردن این ها مستلزم سیم کشی ها و ... است که ما به عنوان طراح مسئول برطرف کردن و رفع اونها هستیم

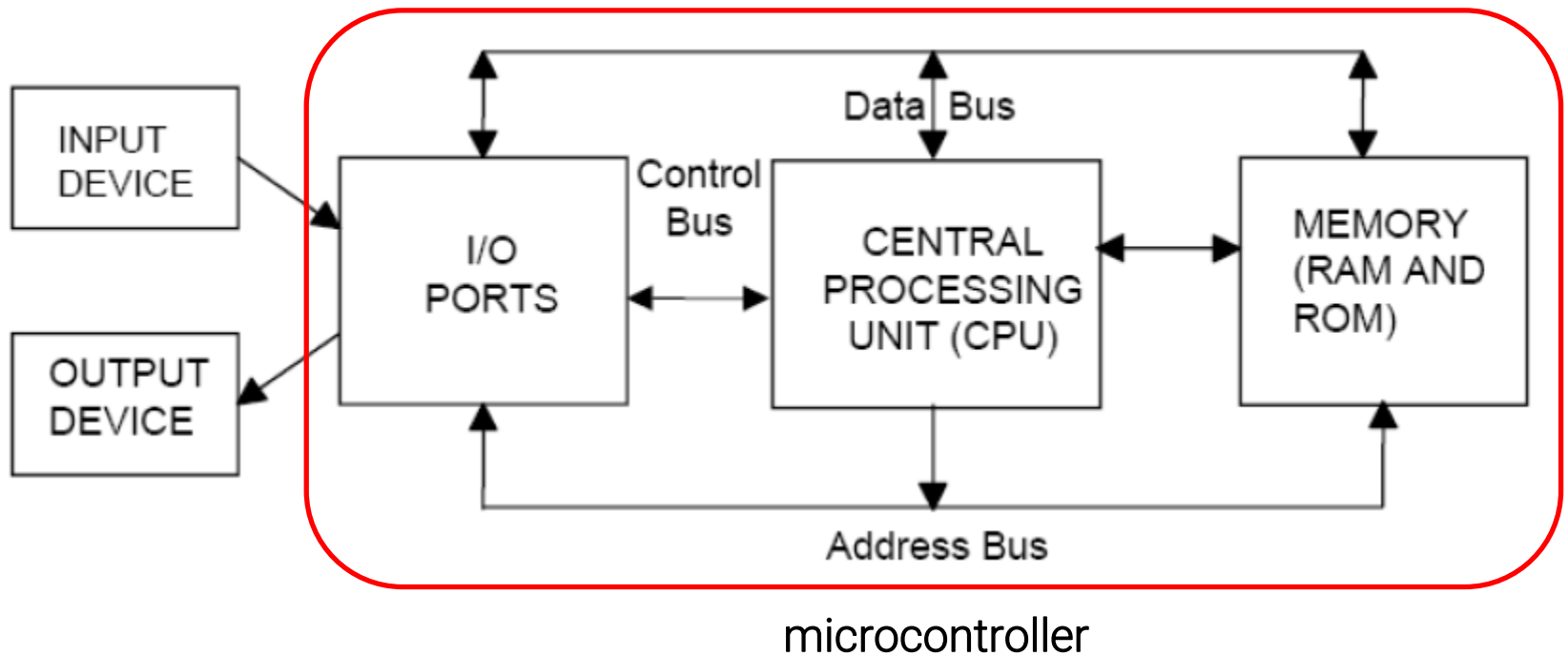


# میکروکنترلر



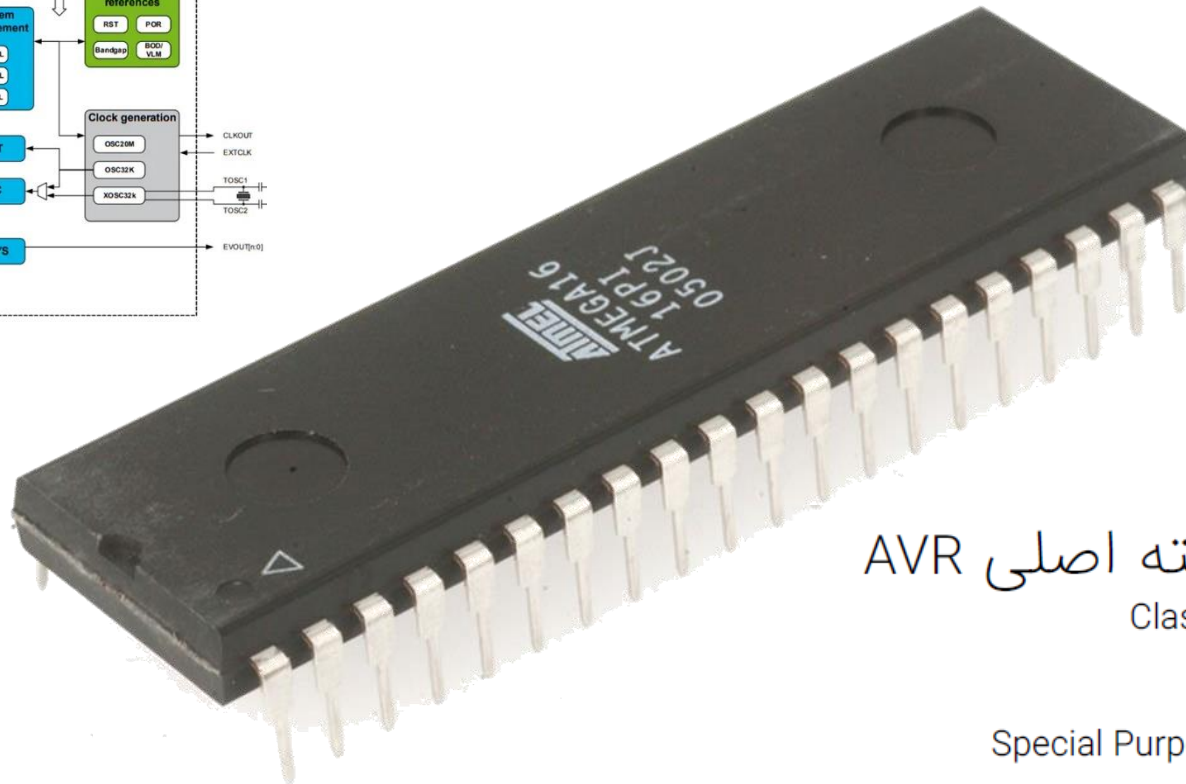
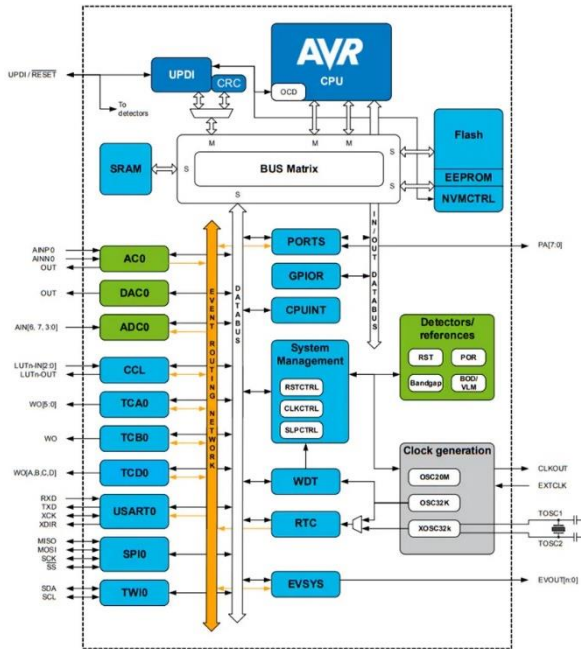
اما میکروکنترلر میاد و به این چالش ها پاسخ میده

# میکروکنٹرلر



می‌تونیم میکروکنترلر را به عنوان یک سیستم کامل با تمام المان‌هایی که گفتیم ببینیم که تحت یک تراشه خاص در اختیار ما قرار گرفته که توی صفحه بعدی نمایشش داده

# میکروکنترلر



چهار دسته اصلی AVR

- Classic AVR
- Mega
- Tiny
- Special Purpose AVR

شکلش

ما از طریق این پین های کنارش می تونیم از امکاناتی که توی تراشه وجود داره بیایم استفاده بکنیم

# خانواده‌های مختلف میکروکنترلر

• خانواده‌های:

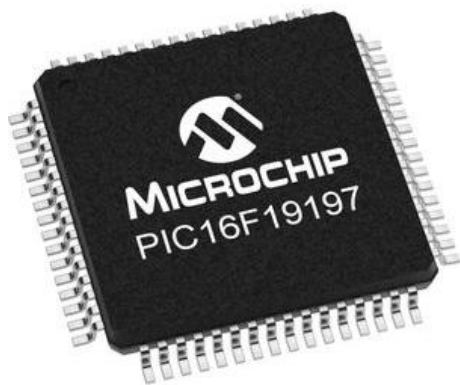
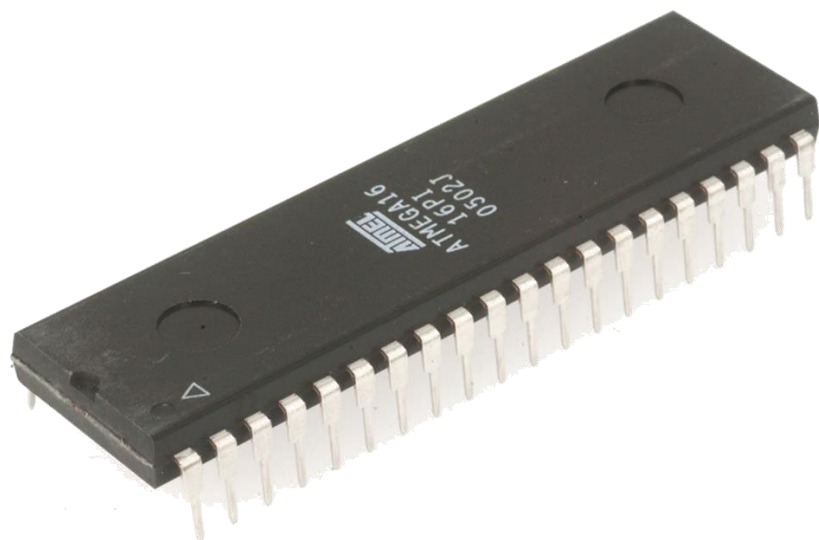
PIC •

ARM •

8051 •

AVR •

MSP •



5 دسته خانواده اصلی میکروکنترلر در صفحه روبرو نام برده شده:

8051 مدل قدیمی میکروکنترلرها هستند

توی این درس AVR رو میگیریم توی این خانواده از میکروکنترلرها ما دسته های متعددی داریم یه تراشه های میکروکنترلر متفاوتی با رنج وسیعی از امکانات داریم



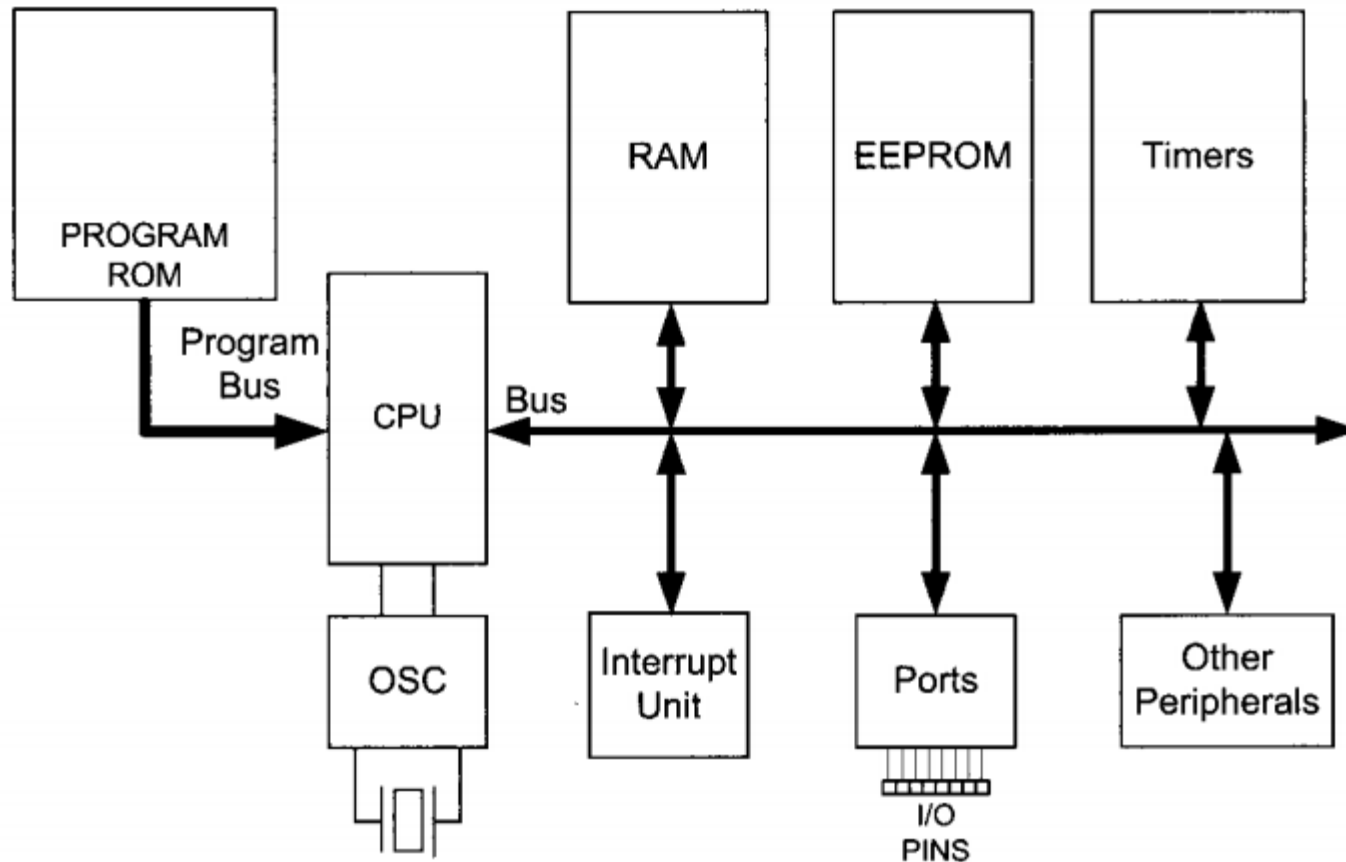
# تاریخچه میکروکنترلر AVR

- معماری اولیه AVR توسط دو دانشجوی موسسه فناوری نروژ طراحی و سپس در سال 1996 توسط شرکت Atmel خریداری و توسعه داده شد.
- به استثنای AVR32 که 32 بیتی است، بقیه AVRها همگی 8 بیتی هستند.
- یکی از مشکلات سری AVR این است که از لحاظ نرم‌افزاری از یکسری به سری دیگر سازگار نیستند.
- چهار دسته اصلی
  - Classic AVR
  - Mega
  - Tiny
  - Special Purpose AVR

# مشخصات AVR

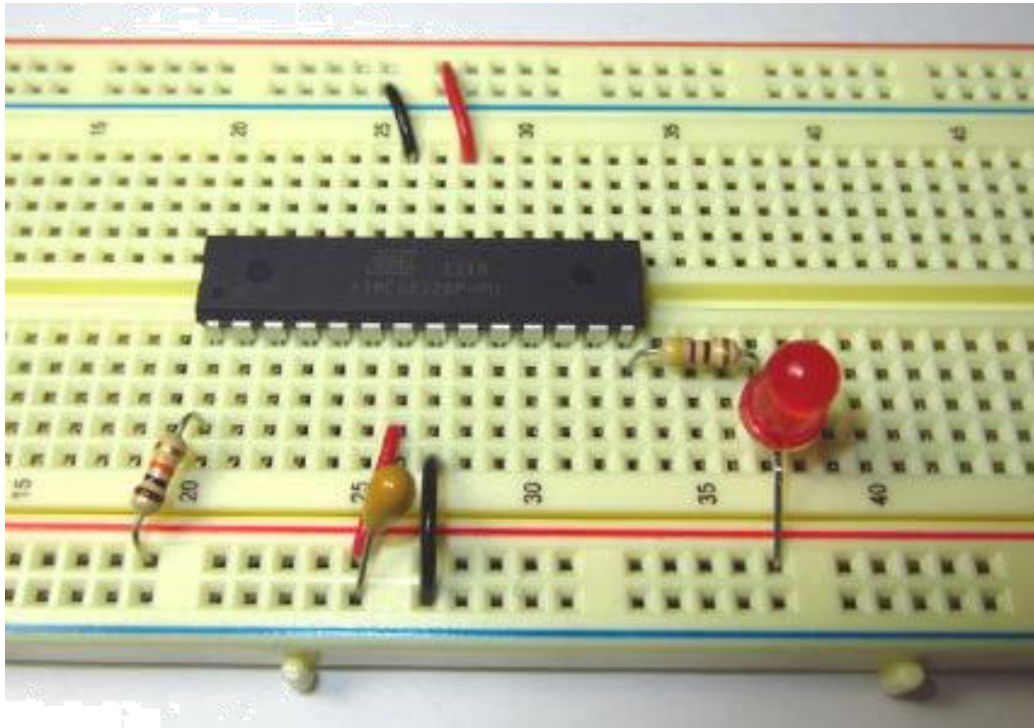
- AVR یک میکروکنترلر با معماری RISC (کامپیوتر با مجموعه دستورات کم) و از نوع هاروارد است
- امکانات استاندارد از قبیل:
  - ROM برنامه (کد)
  - RAM داده
  - EEPROM داده
  - تایمرها
  - پورت‌های I/O داخلی

# نمای ساده از AVR



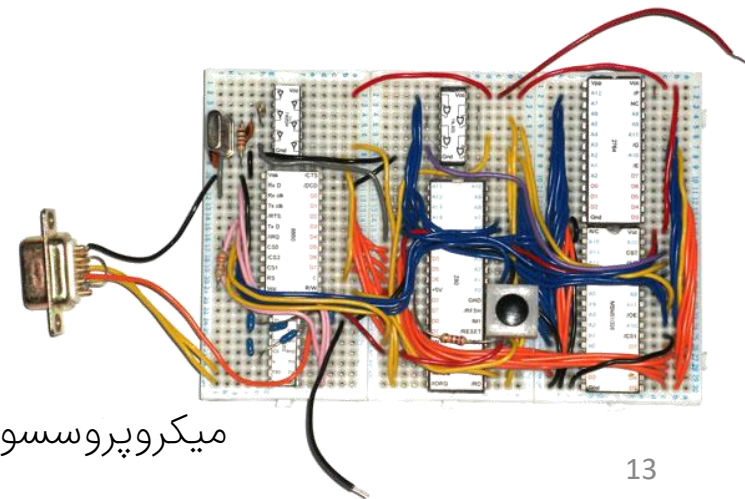
در قلب این سیستم ما پردازنده یا سی پی یو رو داریم که تمام پردازش توی این پردازنده است و باس رو داریم که المان های متعدد موجود در این میکروکنترلر از طریق این باس بهم متصل میشن و از مهمترین المان ها که اینجا وجود داره RAM , EEPROM ها است که از طریق باس به سی پی یو متصل خواهند شد  
یک OSC داریم که تحریک کننده سیستم ما هستش

# حداقل مدارات لازم برای راه اندازی AVR



میکروکنترلر

انبوه سیم‌کشی‌های لازم برای راه‌اندازی میکروپروسسور در مقابل حداقل سیم‌کشی‌های لازم برای راه‌اندازی میکروکنترلر!!

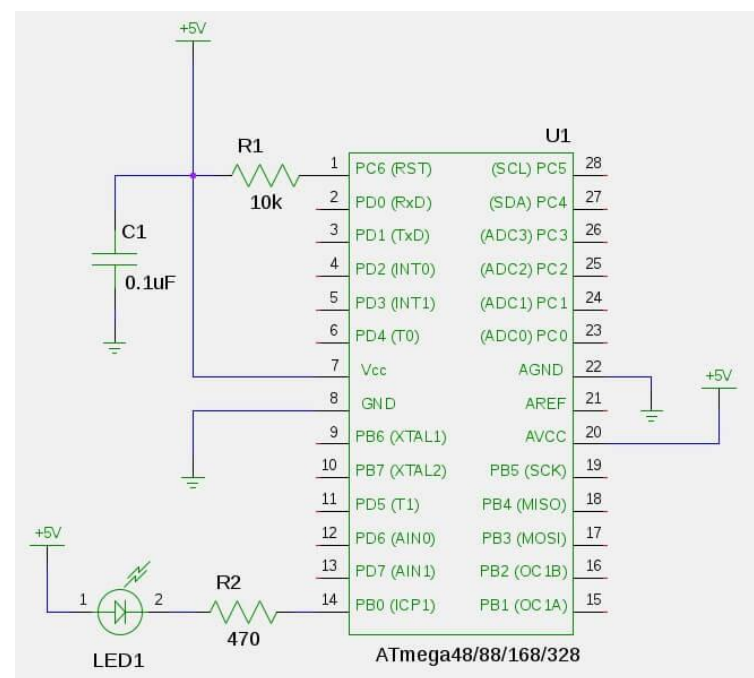


میکروپروسسور



# حداقل مدارات لازم برای راه اندازی AVR

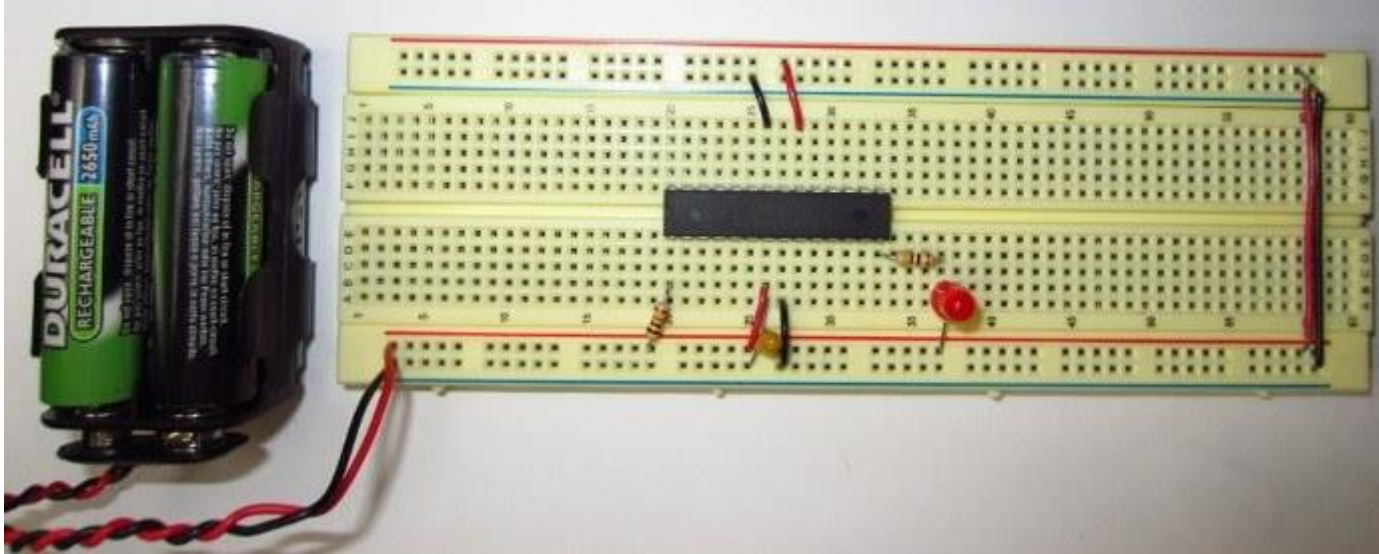
- A  $10k\Omega$  "pull-up resistor" (R1) is connected to the RESET pin to keep the pin in a digital high state
- A  $470\Omega$  resistor (R2) and an LED (LED1) are connected to pin PB0
  - The resistor is a "current limiting" resistor to limit the current (mA) passing through the LED so that it doesn't burn out
  - When PB0 goes low (0V) the LED will turn on
  - When PB0 goes high (+5V) the LED turns off
- A  $0.1\mu F$  "bypass capacitor" (C1) helps prevent noise or "ripple" on the +5V line from effecting the microcontroller



حداقل المان هایی که برای این تراشه AVR وجود داره:  
یک مقاومت نیاز داریم که ریسست اونو وصل بکنیم به یک ولتاژ بالایی که این در حالتی قرار بگیره  
که فعال نباشه  
خروجی هم به عنوان یک المان خروجی به یکی از این پورت هایی که این تراشه در اختیار ما  
گذاشته متصل میکنیم



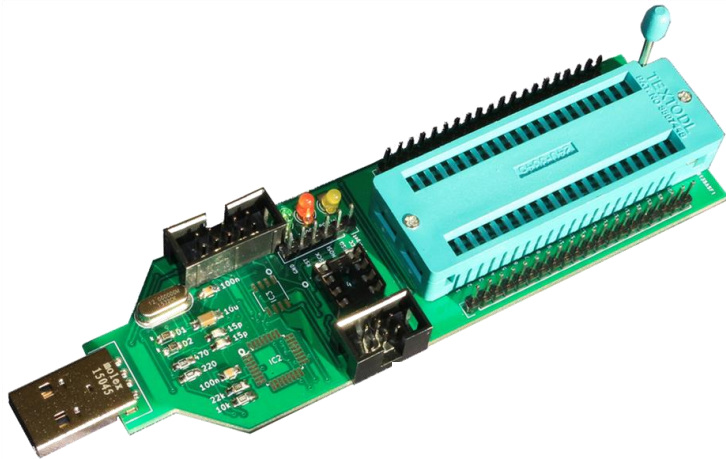
# does not work!



کد برنامه باید توسط یک پروگرامر بر روی حافظه میکروکنترلر بارگذاری شود!

حقیقت این است که اگر این مدار رو ببندیم و به یک منبع تغذیه وصل بکنیم این کار نخواهد کرد پس برای اینکه بتونیم از این تراشه استفاده بکنیم نیاز داریم اونو برنامه نویسی بکنیم ینی یک کد میاد روی این تراشه قرار می گیره و بعد باعث میشه این مدار کار بکنه ینی روی یک سیستم دیگه کدشو درست میکنیم و بعد با استفاده از یک پروگرامر اونو منتقل میکنیم به حافظه رم که بعد با روشن شدن این تراشه اون برنامه ها شروع بکنند به اجرا شدن و یک عملیاتی رخ بده

# AVR programmer





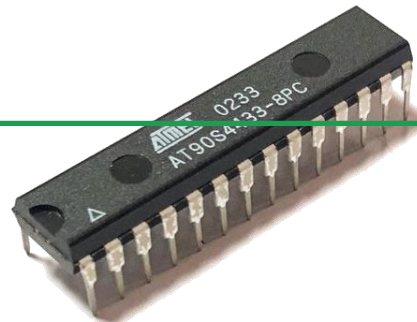
# Classic AVR

- Classic AVR (AT90Sxxxx)
  - This is the original AVR chip
    - Has been replaced by newer AVR chips
  - These are not recommended for new designs

Some Members of the Classic Family

Part Num	Code ROM	Data RAM	Data EEPROM	I/O pins pins	ADC	Timers	Pin numbers & Package
AT90S2313	2K	128	128	15	0	2	SOIC20,PDIP20
AT90S2323	2K	128	128	3	0	1	SOIC8,PDIP8
AT90S4433	4K	128	256	20	6	2	TQFP32,PDIP28

مثلا 2 کیلوبایت حافظه رام داره پس واحدش هم بایت است



خود خانواده AVR رنج وسیعی از تراشه ها رو در اختیار ما قرار میده  
از چه تراشه AVR در کجا و در چه موقعی استفاده بکنیم؟  
4 دسته اصلی تراشه AVR می خوایم اینجا بگیم:

**Classic AVR** ها اولین تراشه ای بودند که در خانواده AVR تولید میشن  
تراشه اصلی AVR هستند به طور کلی و امروز اینا با تراشه های جدید تری جایگزین شدند  
نمونه ای از این ها توی جدول نوشته شده:  
به صورت اولیه این تراشه ها در بسته بندی PDIP عرضه می شدند با تعداد پایه های متفاوت و  
بعضا SOIC , TQFP

فرق ROM با EEPROM در این است که کد ROM را حتما باید روی یک دستگاه های خاصی  
گذاشت که قابلیت رایت کردن داشته باشه ولی EEPROM رو میشه حین اجرای برنامه هم  
مقادیرشو عوض کرد  
همینطور هردوتاشون دائمی مقدار رو نگه میدارن فقط فرقتشون توی اون موردی است که بالا گفتم

# Mega AVR

- Mega AVR (ATmegaxxxx)
  - These are powerful microcontrollers with more than 120 instructions and lots of different peripheral capabilities, which can be used in different designs.
- Some of their characteristics are as follows:
  - Program memory: 4K to 256K bytes
  - Package: 28 to 100 pins
  - Extensive peripheral set
  - Extended instruction set: They have rich instruction sets.

**Mega AVR:** اینا تراشه های قدرتمند خانواده AVR هستند - عموما از مجموع دستورات متعدد و زیاد استفاده می کنند - قابلیت ها و توانایی ها و واسط های متعددی دارند و می تونن در طراحی های مختلف مورد استفاده قرار بگیرند

بعضی از مشخصات مهم این خانواده:

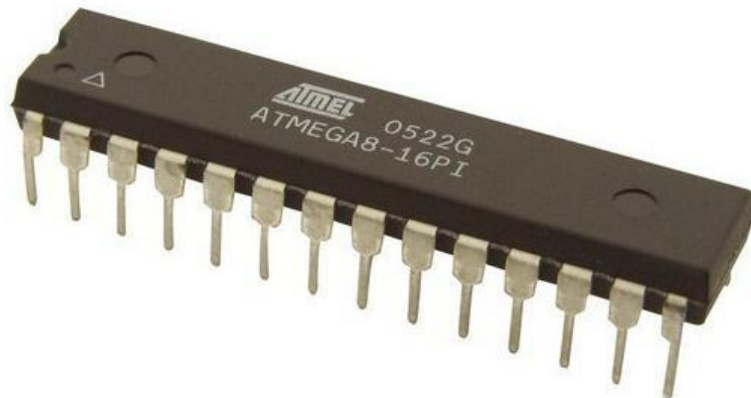
- بین 4 کیلوبایت تا 256 کیلو بایت حافظه رام دارند
- در بسته بندی های 28 تا 100 پایه عرض می شن
- واسط ها و ابزارهای جانبی متعددی فراهم شده
- مجموعه دستورات توسعه یافته نسبت به اون دسته اول - و تقریبا نمونه هایی با کارایی بالا این خانواده هستند



# Mega AVR

## Some Members of the Mega Family

Part Num	Code ROM	Data RAM	Data EEPROM	I/O pins pins	ADC	Timers	Pin numbers & Package
ATmega8	8K	1K	0.5K	23	8	3	TQFP32,PDIP28
ATmega16	16K	1K	0.5K	32	8	3	TQFP44,PDIP40
ATmega32	32K	2K	1K	32	8	3	TQFP44,PDIP40
ATmega64	64K	4K	2K	54	8	4	TQFP64,MLF64
ATmega1280	128K	8K	4K	86	16	6	TQFP100,CBGA



توی این جدول برخی از مهمترین تراشه های Mega AVR رو آورده:  
نکته: این ها پرکاربردترین دسته خانواده AVR هستند

# Tiny AVR

- Tiny AVR (ATtinyxxxx)
  - This group have less instructions and smaller packages in comparison to mega family. You can design systems with low costs and power consumptions using the Tiny AVR.
- Some of their characteristics are as follows:
  - Program memory: 1K to 8K bytes
  - Package: 8 to 28 pins
  - Limited peripheral set
  - Limited instruction set
    - For example, some of them do not have the multiply instruction

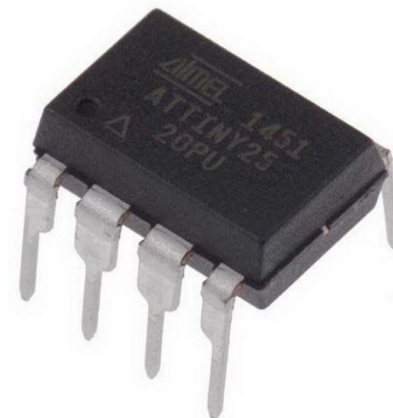
**Tiny AVR:** این ها مجموعه دستورات کمتری دارند نسبت به سری **Mega** و توی دسته بندی های کوچکتری عرضه می شن و معمولا برای جاهایی که هزینه بخواد کم باشه و توان مصرفی بخواد کاهش پیدا بکنه مورد استفاده قرار میگیرند  
برخی از ویژگی هاش:

- بین 1 کیلوبایت تا 8 کیلوبایت حافظه رام دارند
- تعداد پایه هاشون کمه بین 8 تا 28 پایه است
- واسط و ابزارهای جانبی هم که میده کمتر و محدودتره نسبت به سری **Mega**
- مجموعه دستورات کمتری داریم و توی بعضی از نمونه ها دستور ضرب هم نداریم

# Tiny AVR

## Some Members of the Tiny Family

Part Num	Code ROM	Data RAM	Data EEPROM	I/O pins pins	ADC	Timers	Pin numbers & Package
ATtiny13	1K	64	64	6	4	1	SOIC8,PDIP8
ATtiny25	2K	128	128	6	4	2	SOIC8,PDIP8
ATtiny44	4K	256	256	12	8	2	SOIC14,PDIP14
ATtiny84	8K	512	512	12	8	2	SOIC14,PDIP14



برخی از نمونه هاش:

# Special Purpose AVR

- Special purpose AVR
  - The ICs of this group can be considered as a subset of other groups
  - Their special capabilities are made for designing specific applications
  - Some of the special capabilities are:
    - USB controller
    - CAN controller
    - LCD controller
    - Zigbee
    - Ethernet controller
    - FPGA
    - Advanced PWM

**Special Purpose AVR:** این ها عموما به منظور استفاده در کاربردهای خاصی طراحی و مورد استفاده قرار میگیرند

یکسری امکانات و ابزارات جانبی بیشتر و خاص تری در اختیار دارند مثلا **usb controller** دارند یا ...



# Special Purpose AVR

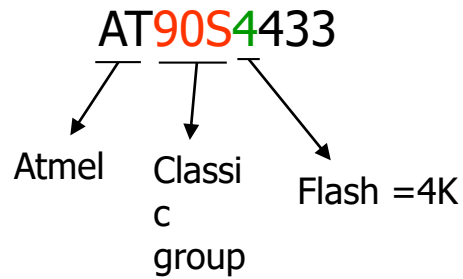
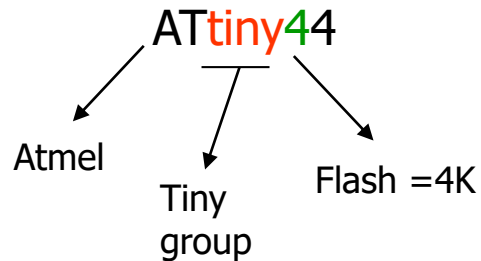
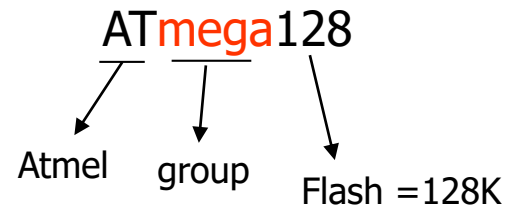
Some Members of the Special purpose Family

Part Num	Code ROM	Data RAM	Data EEPROM	Max I/O pins	Special Capabilities	Timers	Pin numbers & Package
AT90CAN128	128K	4K	4K	53	CAN	4	LQFP64
AT90USB1287	128K	8K	4K	48	USB Host	4	TQFP64
AT90PWM216	16K	1K	0.5K	19	Advanced PWM	2	SOIC24
ATmega169	16K	1K	0.5K	54	LCD	3	TQFP64,MLF64





# AVR part numbers



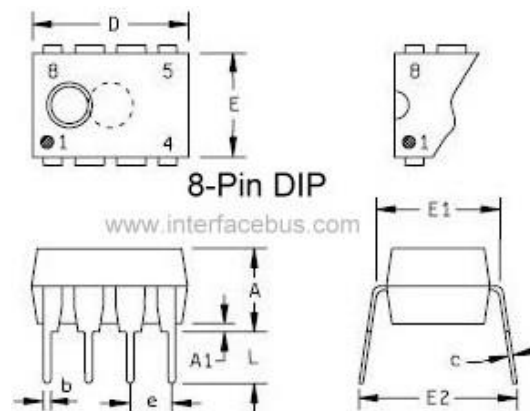
نکته توی اسم گذاری این ها:

توی نام این ها همه با AT شروع میشه و بعد نام اون دسته یا گروهی که به اونها تعلق دارند آورده میشه و بعد هم یکسری شماره هایی بعش است

و این شماره هم : بزرگترین شماره ای که توانی از 2 است مشخص کننده اون حافظه رمی است که مورد استفاده قرار گرفته

# Packages

- Dual In-line Package (DIP)
  - Plastic DIP (PDIP)
    - To keep the cost low
    - Plastic does not protect an IC from higher humidity conditions as does Ceramic packages
  - Ceramic DIP (CDIP)
    - Military designs would use ceramic packages
  - It is rectangular in shape and has leads extending from both sides along its length, thus forming two sets of in-line pins.

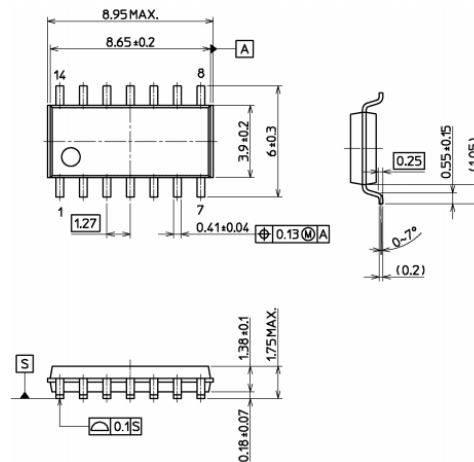


معروف ترین و شناخته شده ترین نوع بسته بندی این تراشه ها تحت عنوان DIP شناخته میشه و خود این هم به دسته بندی های متفاوت تقسیم میشه:

PDF : بسته بندی از نوعش پلاستیک است و در جاهایی استفاده میشه که بخوایم هزینه ساخت رو کم بکنند اما حافظت از رطوبت و شرایط خاصی که وجود داره توی این حالت نسبت به حالت CDIP کمتر خواهد بود بخاطر همین است که از CDIP برای کاربردهایی که نظامی حساب میشه مورد استفاده قرار میگیره و همینطور CDIP بسته بندی از نوع سرامیک است به هر حال اون چینش پایه ها به صورت خطی در دو طرف IC هستش که شکلش رو نشون داده

# Packages

- Small outline integrated circuit (SOIC)
  - Occupies an area about 30–50% less than an equivalent dual in-line package (DIP)
  - Typical thickness being 70% less
  - Generally available in the same pin-outs as their counterpart DIP ICs
  - The convention for naming the package is SOIC or SO followed by the number of pins
    - For example, 14-pin 4011 would be housed in an SOIC-14 or SO-14 package



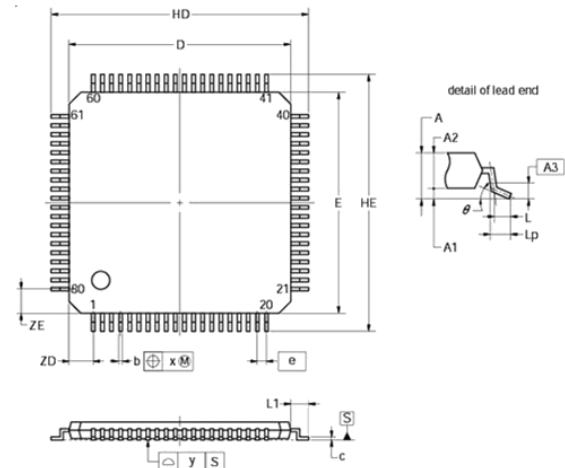
بسته بندی SOIC : این تقریبا ساختاری شبیه DIP رو داره با توجه به اینکه در این مورد سعی شده که ارتفاع و ضخامت و سطحی که اشغال میکنه کم باشه ینی IC کوچکتري باشه به صورت کلی شکل پایه های این ها هم مشابه همون چیزی است که توی DIP داریم نام گذاری هایی هم که برای SOIC می بینیم ترکیبی از تعداد پایه هاش و خود نام SOIC است مثلا اگر یک تراشه ای داشته باشیم که 14 تا پایه داریم ما معمولا اینو با SOIC-14 یا SO-14 نشون میدیم

به صورت کلی مزیت این نمونه نسبت به DIP کاهش ضخامت و مساحتی هستش که این تراشه قراره روی برد ما اشغال بکنه



# Packages

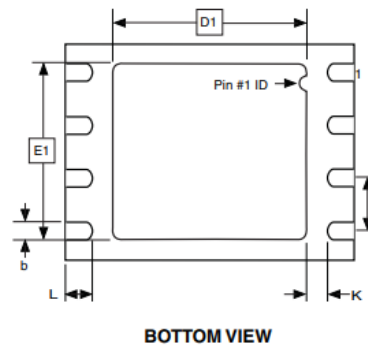
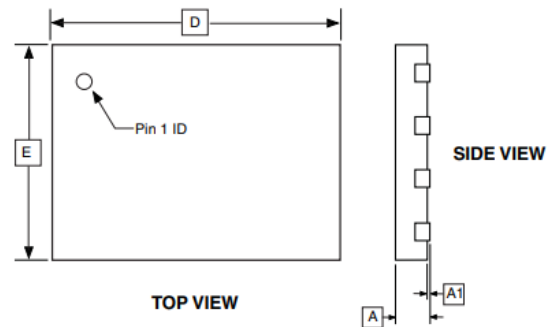
- Quad flat package (QFP)
  - Metric quad flat package (MQFP)
  - Low-profile QFP (LQFP)
  - Thin QFP (TQFP)
- consists of a rectangular package a few millimetres thick. The package may be square with the same number of pins emanating from each edge or rectangular with different numbers of pins on each pair of sides
- solve issues such as increasing board density
  - high numbers of interconnections



QFP : این هم در نمونه های مختلفی عرض شده: MQFP , LQFP , TQFP  
از پایین به بالا ضخامت ها هی کمتر میشه ینی TQFP ضخامتش نسبت به LQFP کمتر است و  
LQFP هم نسبت به MQFP کمتر است  
ساختاری هم که اینجا داریم به این صورت است که پایه ها در اطراف تراشه ینی در هر 4 طرف  
تراشه به صورت یک مربع معمولا این ها توزیع میشن و پایه ها سعی شده به صورت زاویه دار  
اطراف این تراشه قرار بگیرند که هم ضخامت و هم مساحت کمتری رو اشغال بکنه  
نکته: این تراکم connection های بیشتری رو می تونه برای ما فراهم بکنه

# Packages

- Micro lead frame (MLF)



COMMON DIMENSIONS  
(Unit of Measure = mm)

SYMBOL	MIN	NOM	MAX	NOTE
A	—	—	1.00	
A1	—	—	0.05	
b	0.35	0.40	0.48	
D	7.90	8.00	8.10	
D1	6.30	6.40	6.50	
E	5.90	6.00	6.10	
E1	4.70	4.80	4.90	
e	1.27			
L	0.45	0.50	0.55	
K	0.30 REF			

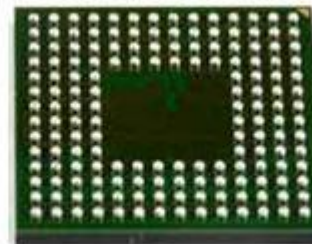
MLF: خیلی شبیه به QFP است و در چهار طرف IC پایه ها توزیع میشن ولی به صورت پایه های QFP نیستند ینی به صورت منفرد از IC خارج بشن بلکه جمع میشن توی خود تراشه که شکلش رو ببینی می فهمی :)

# Packages

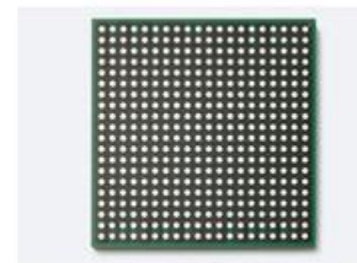
- Ceramic ball grid array (CBGA)
  - Can provide more interconnection pins than can be put on a dual in-line or flat package.
  - The whole bottom surface of the device can be used, instead of just the perimeter.



Staggered Type BGA



Peripheral Type BGA

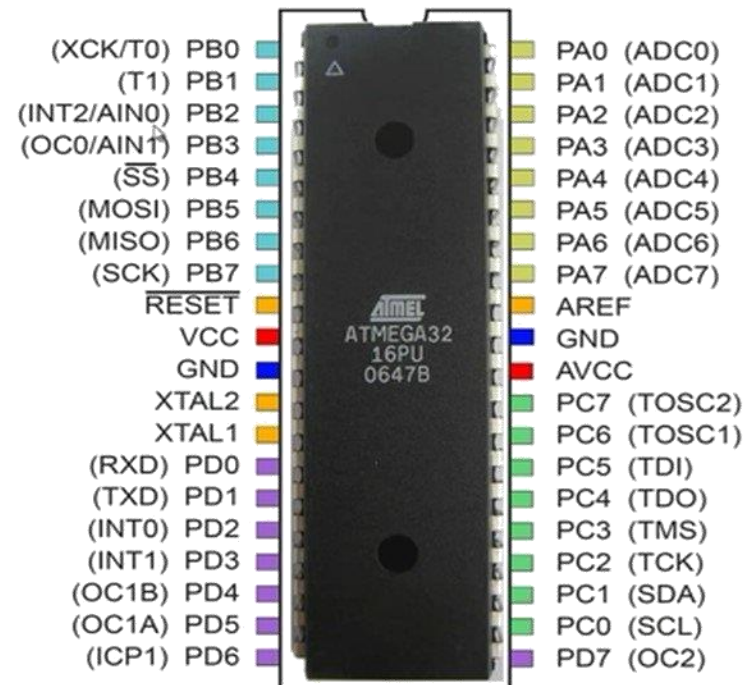
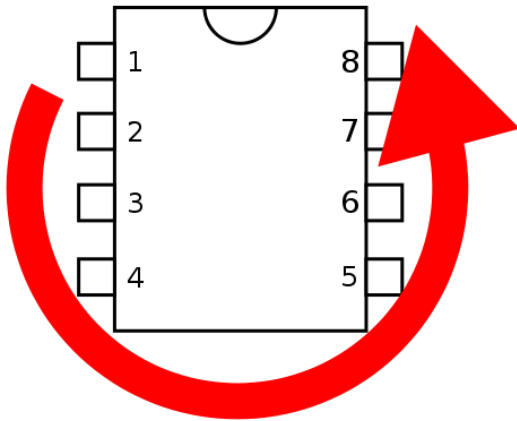


Full Array Type BGA

**CBGA :** این ها به صورت کلی خودشون یک زیر دسته ای از BGA ها هستند  
این ها مزیتی که نسبت به سری های قبلی دارند اینه که پایه ها رو از طریق سطح زیرین خودشون  
در اختیار قرار میدند  
پس توی این حالت می تونیم پایه های بیشتری داشته باشیم و استفاده موثرتری از سطوحی که در  
اختیار داریم داشته باشیم

# شماره گذاری پایه ها

- The AVR chip have a little notch at one end to designate the "top".
- The pin numbering starts at 1 on the top left, progress sequentially down the left side, and then back up the right side as shown in the schematic above.



وقتی یک تراشه رو به ما میدن چجوری میتونیم پایه هاشو تشخیص بدیم:  
معمولا روی تمامی این تراشه ها یک علامت خاصی وجود داره که این نشون دهنده شروع شماره گذاریه

معمولا توی تراشه هایی مثل ATMEGA16 یا ATMEGA32 یک notch وجود داره که این نشون دهنده پایه شماره یک و از این شروع میشه و می ره پایین و بعد به صورت خلاف عقربه های ساعت می چرخه مثل شکلی که توی صفحه روبرو است



پایان

موفق و پیروز باشید