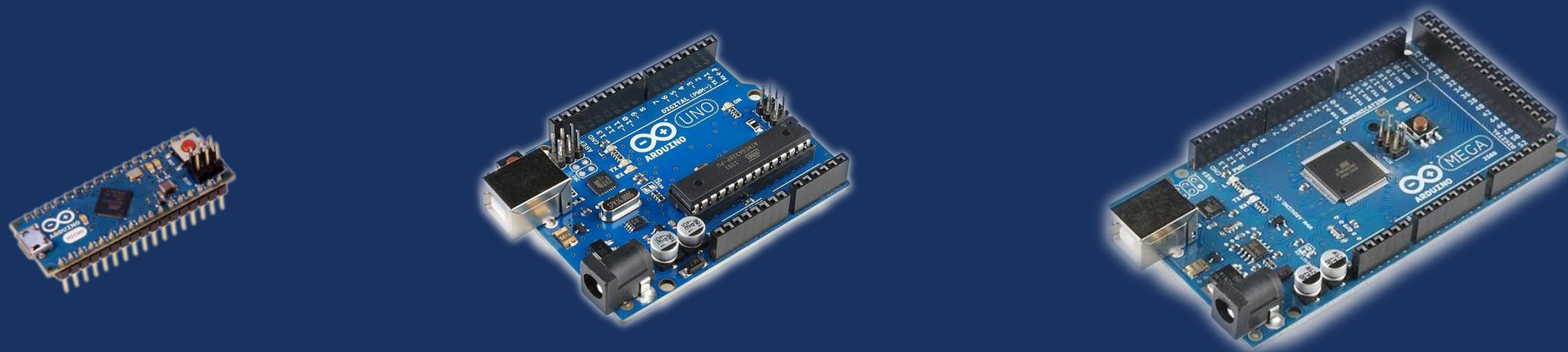


مقدمه‌ای بر میکروکنترلرها و دنیای رباتیک با استفاده از آردوینو (ARDUINO)

احمد رضا حیدری، دانشگاه کاشان - بهار ۱۴۰۴



سر فصل های دوره و زمان بندی جلسات

- آشنایی مقدماتی با میکروکنترلرها و برد آردینو (جلسه ۱ پنج شنبه ۱۴۰۴/۲/۱۸ ساعت ۱۵ به صورت مجازی)
- کد نویسی آردینو با زبان C++ (جلسه ۲ جمعه ۱۴۰۴/۲/۱۹ ساعت ۱۵ به صورت مجازی)
- مبانی کار با سخت افزار آردوینو (جلسه ۳ یکشنبه ۱۴۰۴/۲/۲۱ ساعت ۲۰ به صورت حضوری)
- راه اندازی سنسورها و ماژولها (جلسه ۴ دوشنبه ۱۴۰۴/۲/۲۲ ساعت ۲۰ به صورت حضوری)
- راه اندازی و کنترل سرعت موتور DC (جلسه ۵ یکشنبه ۱۴۰۴/۲/۲۸ ساعت ۲۰ به صورت حضوری)
- راه اندازی سروو موتور و کنترل زاویه ای (جلسه ۵ یکشنبه ۱۴۰۴/۲/۲۸ ساعت ۲۰ به صورت حضوری)
- راه اندازی LCD کاراکتری برای نمایش اطلاعات (جلسه ۶ دوشنبه ۱۴۰۴/۲/۲۹ ساعت ۲۰ به صورت حضوری)
- راه اندازی و کنترل بازوی رباتیک با آردوینو (جلسه ۶ دوشنبه ۱۴۰۴/۲/۲۹ ساعت ۲۰ به صورت حضوری)

راه های ارتباطی و لینک های مربوط به دوره

در صورت وجود هرگونه ابهام و مشکل در حین دوره میتوانید از راه های زیر با بنده در ارتباط باشید:

theheidari@gmail.com

در تلگرام و ایتا [@xheidari](https://t.me/xheidari)

<https://www.linkedin.com/in/xheidari/>

در ضمن تمامی محتوای ارائه شده دوره به تدریج در گروه تلگرامی و لینک گیت هاب دوره آپلود میشود:

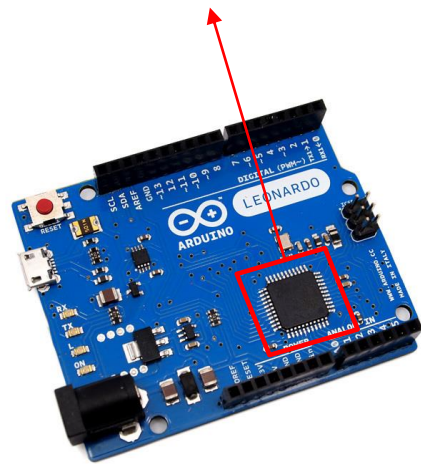
<https://github.com/xheidari/ArduinoCourse>

شبیه سازی ها در سایت Tinkercad انجام خواهد شد و در لینک زیر شبیه سازی های انجام شده در کلاس قرار میگیرد:

<https://www.tinkercad.com/joinclass/KD54P7ADW>

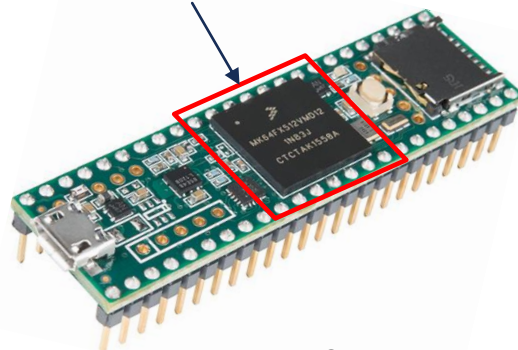
آشنایی مقدماتی با میکروکنترلرها و برد آردینو

ATmega 32U4
microcontroller



Arduino Leonardo
development board

ARM Cortex M4
microcontroller



Teensy 3.5
development board

■ میکروکنترلرها مدارهای مجتمع (IC) هستند که شامل یک واحد پردازش مرکزی (CPU)، حافظه و ورودی/خروجی‌های جانبی (GPIO) روی یک تراشه واحد می‌باشند. بیشتر میکروکنترلرها همچنین دارای مبدل آنالوگ به دیجیتال (ADC)، تایمر و وقفه (Interrupt) نیز هستند.

■ بردهای توسعه (Development Boards)، بردهای مدار چاپی (PCB) هستند که به صورت عملی و کاربردی، یک میکروکنترلر را به همراه ویژگی‌هایی مانند موارد زیر در خود جای داده‌اند:

- پین‌های GPIO یا کانکتورها
- رگولاتور ولتاژ
- LED های داخلی
- رابط USB
- ویژگی‌های خاص بسته به نوع برد

تفاوت میکروکنترلر و میکروپروسسور

میکروپروسسور چیست؟ Microprocessor

■ میکروپروسسور (Microprocessor) یک واحد پردازشی است که فراخوانی دستورات از حافظه، رمزگشایی و اجرا آن‌ها را بر عهده دارد. به عبارت دیگر، برنامه پیچیده ما به دستورات جزئی تر و قابل فهم برای میکروپروسسور، مانند جمع دو عدد و... شکسته شده، برای پردازش به Microprocessor ارائه می‌شود، آنگاه از نتیجه پردازش استفاده می‌کنیم. میکروپروسسور به اختصار μP ، up یا CPU نامیده می‌شود و معادل فارسی آن ریزپردازنده است.

میکروکنترلر چیست؟ Microcontroller

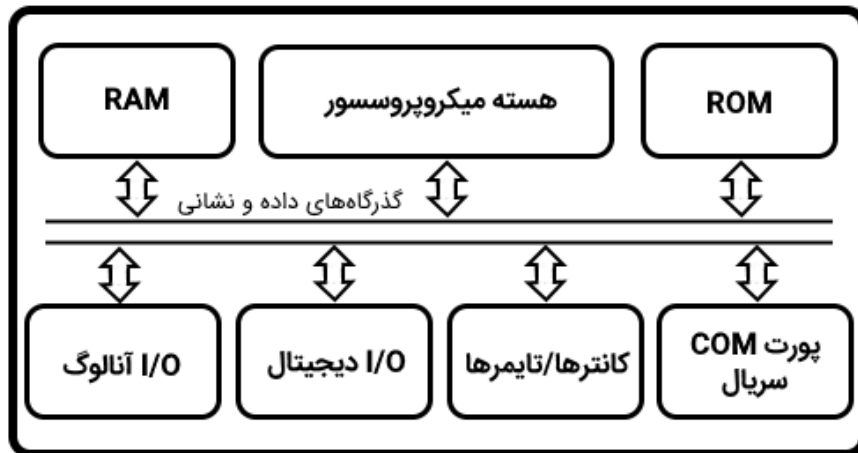
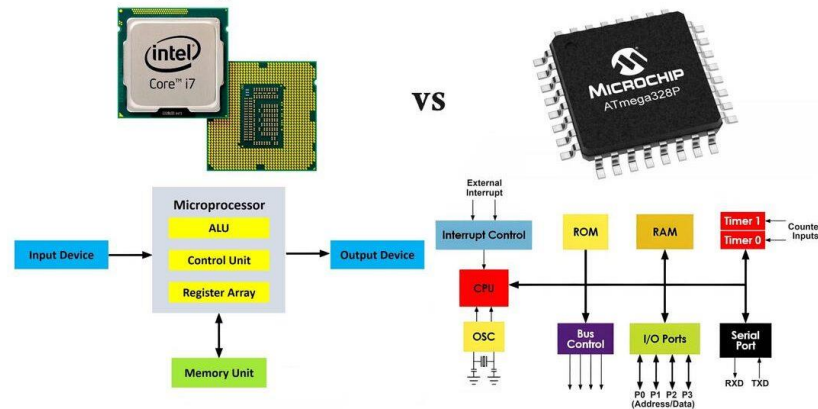
■ میکروکنترلر Microcontroller واحدی کنترلی برای کنترل یک عملیات خاص در یک سیستم خاص است. به زبان ساده‌تر، میکروکنترلر قطعه‌ای است که با برنامه‌ریزی آن توسط افراد، می‌تواند یک عملیات (مانند کنترل دما) را در یک سیستم خاص (مانند بخاری) کنترل کند.

microcontroller شامل میکروپروسسور CPU، حافظه جانبی Memory، لوازم جانبی Peripheral است که در یک تراشه Chip گنجانده شده و به راحتی قابل استفاده و برنامه‌ریزی است. میکروکنترلر به اختصار μC ، MC، UC یا MCU نامیده می‌شود و معادل فارسی آن ریزکنترل‌گر است. در صنعت الکترونیک ایران، استفاده از واژه «میکرو» مرسوم است.

Microprocessor

Microcontroller

VS



میکروکنترلر

تفاوت میکروکنترلر و میکروپروسسور

| ویژگی مورد بررسی | اجزای جانبی Peripheral | توان مصرفی Power consumption | حافظه و قابلیت ارتقاء Memory | سرعت پردازشی Clock speed | کاربرد Usage |
|------------------|---|---------------------------------|--|-----------------------------|--|
| میکروپروسسور | به صورت داخلی وجود ندارد اما امکان اتصال خارجی فراهم است. | زیاد | حافظه جانبی وجود ندارد اما امکان اتصال خارجی انواع حافظه در صورت سازگاری، فراهم است. | زیاد | سیستم‌هایی که نیاز به قدرت پردازشی بالا دارند مانند کامپیوتر، تلفن هوشمند و ... |
| میکروکنترلر | درون چیپ پرفیفرال‌های خاص و ثابتی قرار داده شده است. | کم | درون چیپ حافظه پرسرعت وجود دارد. امکان اتصال حافظه خارجی کم سرعت | کم | سیستم‌هایی که نیاز به توان مصرفی پایین با وجود قدرت پردازشی پایین دارند. مانند انواع سیستم کنترل دما محیط، خانه هوشمند و ... |

تفاوت ROM و RAM (آشنایی با انواع حافظه و سلسله مراتب حافظه)

ROM یا حافظه فقط خواندنی (Read Only Memory)

- با قطع برق پاک نمی شود و غیر فرار است Non-volatile

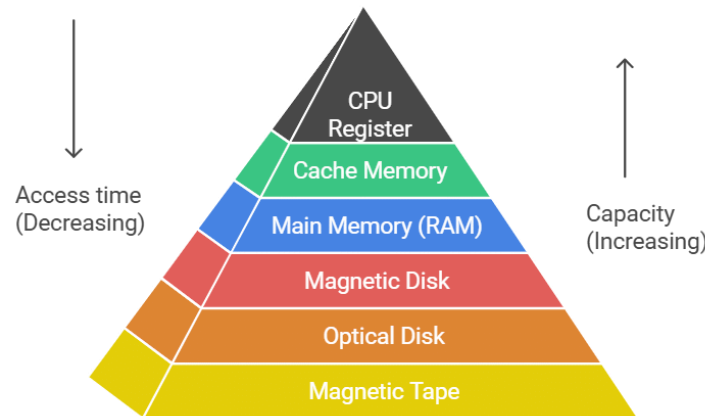
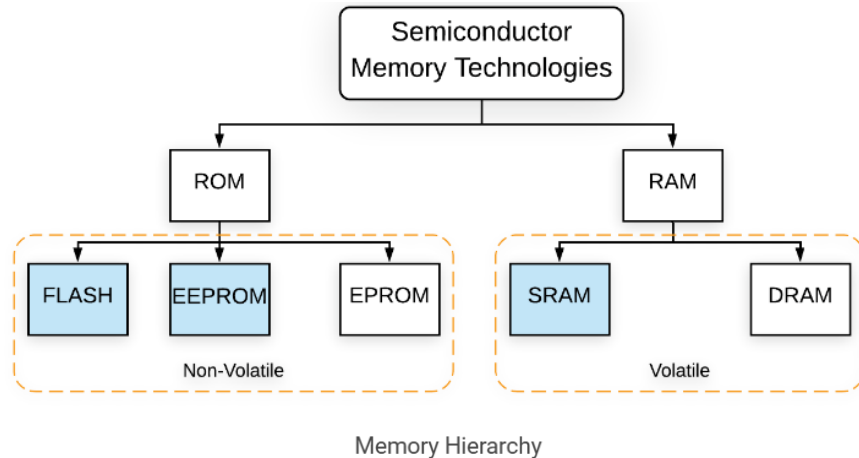
- کاربرد: ذخیره سازی برنامه (بخصوص برنامه راه انداز) و ذخیره سازی داده های ثابت

RAM یا حافظه دسترسی تصادفی RAM

- با قطع برق پاک می شود و فرار است Volatile

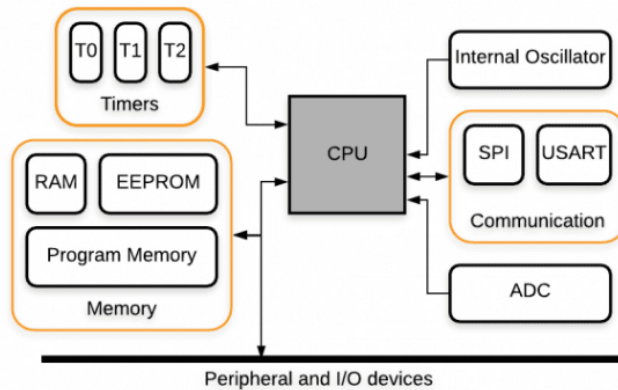
- موقع روشن شدن دارای داده های تصادفی (نامعلوم)

- کاربرد: ذخیره سازی موقت داده های متغیر

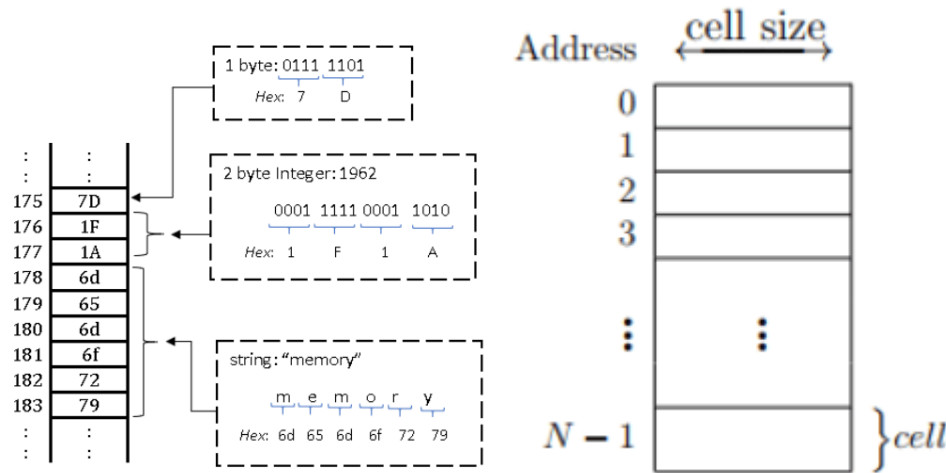


| حافظه غیر فرار | حافظه فرار |
|---------------------------------------|---------------------------------------|
| وقتی برق قطع میشود اطلاعات حفظ میشوند | وقتی برق قطع میشود اطلاعات حذف میشوند |
| هارد، حافظه FLASH، حافظه EEPROM | کش، رجیستر، حافظه SRAM و حافظه DRAM |
| نگهداری دائم داده ها | نگهداری موقت داده ها |

تفاوت RAM و ROM (آشنایی با انواع حافظه و سلسله مراتب حافظه)



حافظه یک منبع ضروری برای هر سیستم محاسباتی به خصوص در سیستم های امبدد است. حافظه یکی از مجموعه های متعدد درون یک میکروکنترلر است. در شکل روبه رو ، یک باس ماژول حافظه را به CPU و دستگاه های ورودی/خروجی متصل می کند. هدف بلوک حافظه این است که بسته به نیاز برنامه، داده ها یا اطلاعات زمان اجرا را به طور موقت یا دائم ذخیره کند.



در زمینه سیستم های محاسباتی، حافظه به دستگاه های نیمه هادی اکسید فلزی اطلاق می شود که اطلاعات یا داده ها را برای پردازش بیشتر توسط CPU ذخیره و بازیابی می کنند. همانطور که در نمودار رو به رو نشان داده شده است، می توانیم حافظه را به عنوان یک آرایه جدولی از سلول ها در نظر بگیریم. هر سلول این اطلاعات را در قالب ۸ بیت ذخیره می کند. هر بیت میتواند ۱ یا ۰ باشد و مجموعه ۸ بیت یک بایت را تشکیل میدهد.

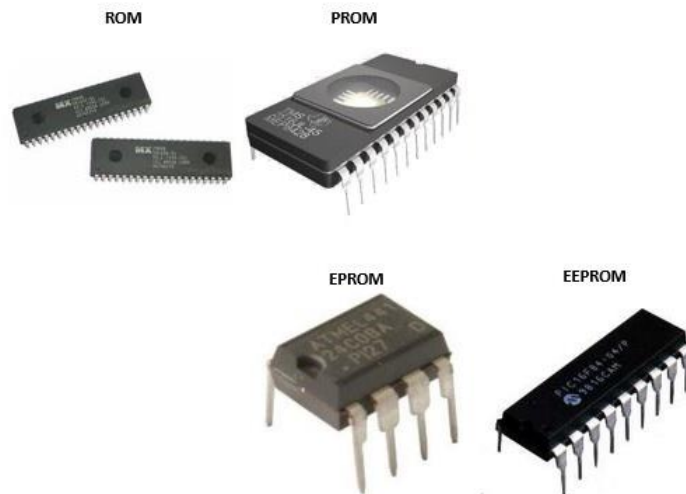
حافظه فلش و EEPROM در میکروکنترلر و آردوینو

| Microcontroller | Arduino | FLASH |
|-------------------------|--|-------|
| Atmega 328, Atmega 328p | Uno Rev3 SMD, Uno Wifi Rev2, Duemilanove, Nano, Bluetooth, Fio | 32K |
| Atmega 32u4 | Micro, Yun, Leonardo, Flora | 32K |
| Atmega 2560 | Mega | 256K |
| 32 bit ARM Cortex M3 | SAM Boards: Due | 512K |
| 32 bit ARM Cortex M0+ | SAMD Boards: Nano 33 IoT, MKR Fox 1200, Tian. | 256K |
| nRF52 | Nano 33 BLE, Sense. | 1M |

حافظه فلش که به عنوان حافظه برنامه نیز شناخته می شود، جایی است که آردوینو کد را در آن ذخیره و اجرا می کند. از آنجایی که فلش مموری غیرفرار است، کد آردوینو زمانی برق قطع شود نیز باقی میماند. با این حال، هنگامی که کد شروع به اجرا کرد، دیگر نمی توان اطلاعات موجود در حافظه فلش را تغییر داد.

جدول روبه رو میزان حافظه فلش موجود بر روی بردهای مختلف آردوینو را نشان می دهد.

در بخش برنامه نویسی به حافظه فلش اشاره خواهیم کرد.



حافظه فقط خواندنی قابل برنامه ریزی با قابلیت پاک شدن الکتریکی (EEPROM) یک نوع حافظه ارزان قیمت و غیر فرار است. این نوع حافظه برای ذخیره مقادیری استفاده میشود که نوشته میشوند و نیاز است در آینده باز هم خوانده شوند. یک سلول حافظه EEPROM از نظر معماری تقریباً مشابه سلول حافظه فلش است.

در برخی موارد، ممکن است نیاز داشته باشیم که وضعیت دستگاه های ورودی و خروجی خاصی را برای مدت طولانی در آردوینو ذخیره کنیم. برای این کار، با کمک کتابخانه های آردوینو یا کتابخانه های EEPROM، داده ها را در حافظه EEPROM ذخیره می کنیم. این به ما کمک می کند تا زمانی که آردوینو را دوباره روشن می کنیم، اطلاعات را قبلی را بازیابی کنیم. توابع زیر به ما کمک می کنند تا با حافظه EEPROM در آردوینو تعامل داشته باشیم.

معیارهای انتخاب میکروکنترلر

■ معماری و مجموعه دستورات:

کامپیوتر با مجموعه دستورات پیچیده (CISC) Complex Instruction Set Computer

کامپیوتر با مجموعه دستورات کاهش یافته (RISC) Reduced Instruction Set Computer

اکثر میکروها و کامپیوترهای نهفته امروزی معماری RISC هستند.

■ داشتن مشخصات فنی لازم و قیمت مناسب

- Speed, the amount of ROM and RAM, the number of I/O ports and timers, size, packaging, power consumption , Easy to upgrade , Cost per unit

■ در دسترس بودن ابزارهای توسعه نرم افزاری (Software Development Tools)

Assemblers / C Compilers

Simulator

Technical support

■ فراوانی میکروکنترلر انتخابی در بازار و سهولت دسترسی

انواع میکروکنترلر

■ دسته بندی از نظر طول کلمه

۴ بیتی / ۸ بیتی / ۱۶ بیتی / ۳۲ بیتی / ۶۴ بیتی

■ دسته بندی از نظر ساختار فنی و معماری

خانواده ۸۰۵۱ / خانواده PIC / خانواده AVR

خانواده ARM / MC68000 خانواده

■ از نظر شرکت های سازنده

Motorola / Microchip / Intel / Atmel

Texas Instruments

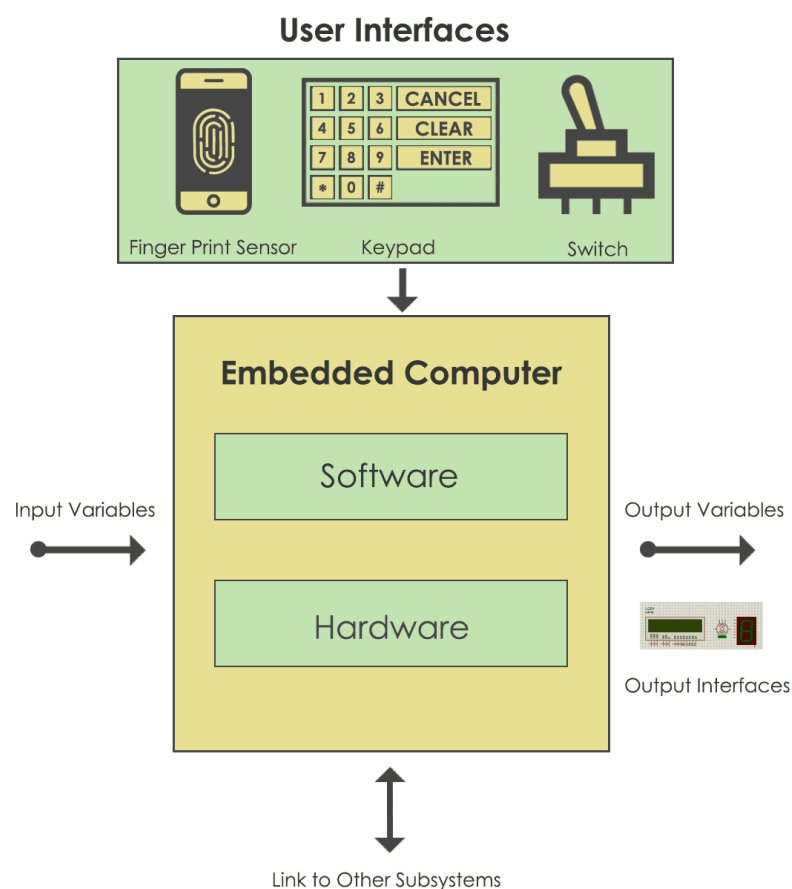
ST Microelectronic

چرا آردوینو؟

- آردوینو یک پلتفرم متن باز الکترونیکی بر پایه میکرو کنترلر است که برای انجام انواع پروژه های الکترونیکی توسط میلیون ها نفر در جهان مورد استفاده قرار می گیرد. شما می توانید با نوشتن چند خط برنامه ساده بدون اینکه دانش زیادی در مورد الکترونیک داشته باشید از آردوینو در پروژه های خود استفاده کنید.
- وقتی از پلتفرم صحبت می کنیم منظورمان تلفیقی از سخت افزار و نرم افزار است. آردوینو شامل مجموعه ای از بردهای الکترونیکی قابل برنامه ریزی است که به یک نرم افزار یا واسط کاربری متصل شده است. این واسط کاربری با نام محیط یک پارچه توسعه نرم افزار یا همان IDE Integrated Development Environment شناخته می شود. در حقیقت پلتفرم آردوینو برای استفاده سریع و آسان از میکروکنترلرها طراحی شده است.
- حال آردوینو یعنی چه؟
- پیش از اینکه به این سوال جواب بدهیم باید تاریخچه ساخت آن را بدانیم. ایده ساخت آردوینو در سال ۲۰۰۳ در جریان پروژه کارشناسی ارشد Hernando Barragán زیر نظر Massimo Banzi در دانشگاه IDII ایتالیا جرقه خورد. در این پروژه هدف ساخت یک پلتفرم توسعه یافته پردازی با کاربری آسان و قیمت ارزان برای مهندسان غیرالکترونیک بود. تا پیش از این مهندسان اغلب از برد گران قیمت BASIC Stamp استفاده می کردند ولی به دلیل عدم وجود محیط نرم افزاری و کتابخانه ها و البته قیمت زیاد برای دانشجویان محبوبیت زیادی نداشت. در ادامه ی این پروژه هسته اصلی آردوینو توسط Massimo Banzi, David Cuartielles, Tom Igoe, Gianluca Martino, and David Mellis شکل گرفت. نام آردوینو از کافه ای در شهر Ivrea که جلسات گروه داخل آن برگزار می شد اقتباس شده است. البته نام این کافه نیز از Arduin یکی از اشراف ایتالیا گرفته شده که در سال های ۱۰۰۲ تا ۱۰۱۴ حکومت می کرد.

- <https://thecaferobot.com/learn/arduino-buying-guide-how-to-choose-right-arduino-board/>

سیستم امبدد چیست؟


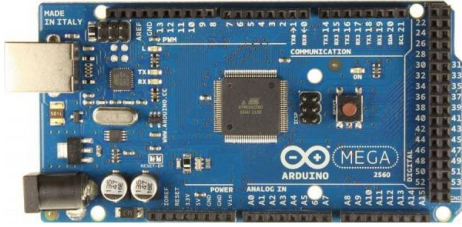
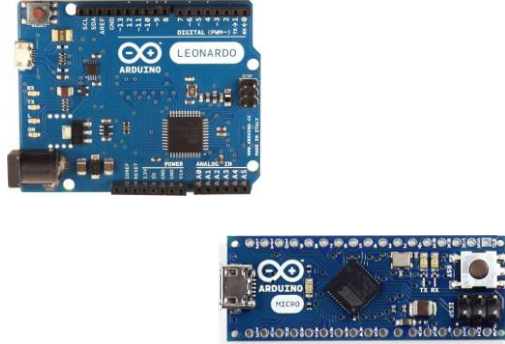

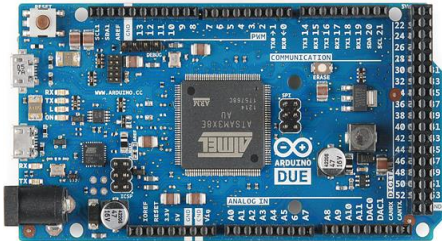





سیستم امبدد (Embedded system) مجموعه از سخت افزار و نرم افزار است که به هدف انجام عملی خاص طراحی و پیاده سازی شده است. به طور مثال سیستم ردیاب خودرو و یا ماشین لباسشویی، ماشین ظرفشویی، میکروویو هر کدام به تنهایی یک امبدد سیستم هستند.

به طور کلی می توان گفت امبدد سیستم (سیستم نهفته یا تعبیه شده) در تقابل با رایانه های عمومی است. رایانه ها قابلیت انجام کارهای مختلفی را دارند و کاربر با توجه به نیازش این فعالیت ها را از کامپیوتر طلب می کند. اما در امبدد سیستم ها تنها یک عملکرد به خصوص مد نظر است و سیستم بر پایه آن طرح ریزی می گردد.

نحوه عملکرد در سیستم امبدد چگونه است؟

یک سیستم امبدد در واقع نوعی رایانه است که برای کنترل یک عمل مشخص طراحی شده است. اما این کنترل توسط هسته های پردازشی تعبیه شده در سیستم قابل انجام می باشد. این هسته می تواند نوعی میکروکنترلر و یا پردازنده سیگنال های دیجیتال (DSP) باشد. اما مهم ترین مشخصه در این سیستم ها، طراحی آن برای انجام یک کار به خصوص است که توسط قلب سیستم یا همان پردازنده صورت می پذیرد. به همین دلیل توسعه دهندگان می توانند ابعاد و هزینه هایی امبدد سیستم را بهینه سازی کنند.

| | | | | |
|----------------------------|--|--|---|---|
| 8 bits - 5V logic level | <p>Arduino Uno R3 ATmega 328P</p>  | <p>Arduino Mega ATmega 2560</p>  | <p>Arduino Leonardo/Micro ATmega 32U4</p>  | <p>Teensy 2.0 ATmega 32U4</p>  |
| 32 bits - 3.3V logic level | <p>Arduino Due ARM Cortex M3</p>  | <p>Teensy 3.x ARM Cortex M4</p>  | <p>NodeMCU ESP2866 Wi-Fi chip / Microcontroller</p>  | <p>Adafruit ESP32 ESP32 Wi-Fi / Bluetooth / Microcontroller</p>  |

شروع کار با آردوینو

آردوینو یک شرکت، پروژه و جامعه کاربری متن باز در زمینه سخت افزار و نرم افزار کامپیوتری است که کیت هایی مبتنی بر میکروکنترلر طراحی و تولید می کند. این کیت ها برای ساخت دستگاه های دیجیتال و اشیای تعاملی استفاده می شوند که توانایی حس کردن و کنترل اشیای موجود در دنیای فیزیکی را دارند. محصولات این پروژه به صورت متن باز هم در بخش سخت افزار و هم در بخش نرم افزار عرضه می شوند. ([ویکی پدیا](#))

منابع آردوینو در وبسایت رسمی آردوینو arduino.cc:

■ [Getting started guide](#)

■ [Arduino introduction](#)

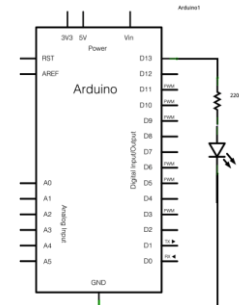
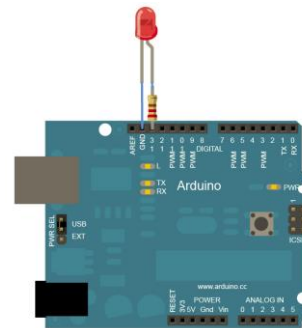
■ [Arduino tutorials](#)

■ How it works: [Foundations](#)

■ [Language reference](#)

■ [Arduino Hardware](#)

■ [Arduino IDE](#)



```
// the setup function runs once when you press reset or power the board
void setup() {
  // initialize digital pin LED_BUILTIN as an output.
  pinMode(LED_BUILTIN, OUTPUT);
}

// the loop function runs over and over again forever
void loop() {
  digitalWrite(LED_BUILTIN, HIGH); // turn the LED on (HIGH is the voltage level)
  delay(1000); // wait for a second
  digitalWrite(LED_BUILTIN, LOW); // turn the LED off by making the voltage LOW
  delay(1000); // wait for a second
}
```

موارد پیشنهادی برای شروع

برد آردوینو

■ UNO : پرتفدارترین برد چندمنظوره

■ Mega : دارای ورودی/خروجی های بیشتر و وقفه های بیشتر نسبت UNO

■ Nano : مشابه UNO ولی در قالبی کوچک تر

■ بردهای UNO و Leonardo از نظر شکل ظاهری یکسان هستند و با انواع شیلدهای شخص ثالث سازگارند

■ برد Nano ارزان و جمع و جور است، مناسب برای پروژه های دائمی. برای استفاده روی بردبرد، معمولاً نیاز به لحیم کاری پین هدر دارد.

■ هر سه برد UNO، Mega و Nano از سطح منطقی ۵ ولت استفاده می کنند.

سایر تجهیزات مورد نیاز:

کابل USB A to B (کابل پرینتری)

برد برد

سیم های جامپر

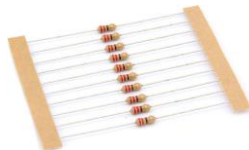
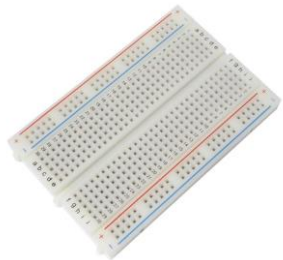
LED

مقاومت ها (۲۲۰ اهم، ۱۰ کیلو اهم)

پتانسیومتر (مقاومت متغیر، ۱۰ کیلو اهم)

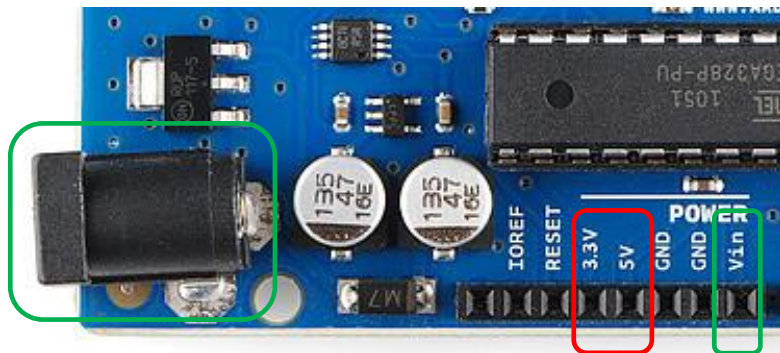
شستی (Pushbutton)

منبع تغذیه یا باتری



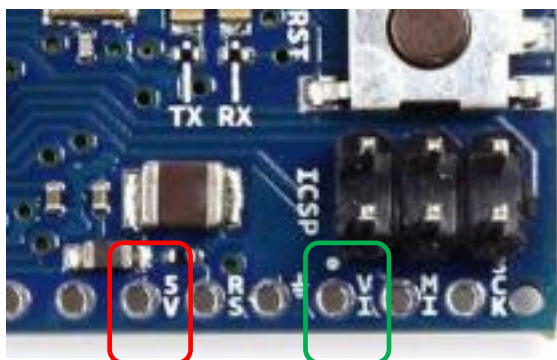
تغذیه و توان آردوینو

Adruino Uno / Leonardo



In Out

Adruino Micro



تأمین توان برای آردوینو (بردهای ۵ ولتی):

- توان از طریق USB : توان کافی برای خود آردوینو و وسایل جانبی با جریان پایین (مثل یک LED ساده) را فراهم می‌کند.
- پین Vin / آداپتور نری (Barrel Plug) : ورودی ۷ تا ۱۲ ولت برای تغذیه رگولاتور ولتاژ داخلی برد.
- انتخاب منبع تغذیه به صورت خودکار انجام می‌شود.

تأمین توان برای وسایل جانبی:

- پین ۵ ولت: خروجی رگولاتور ولتاژ داخلی برد، حداکثر جریان حدود ۲۵۰ میلی‌آمپر.
 - پین ۳٫۳ ولت: خروجی تنظیم‌شده، حداکثر ۵۰ میلی‌آمپر.
 - پین‌های GPIO : حداکثر جریان قابل تحمل برای هر پین ۲۰ میلی‌آمپر است.
- نکته: اگر وسایل جانبی در مجموع بیش از ۲۵۰ میلی‌آمپر جریان نیاز دارند، استفاده از منبع تغذیه خارجی توصیه می‌شود. موتورهای و سرووها باید حتماً از منبع تغذیه خارجی (مثل آداپتور یا باتری) تغذیه شوند.

دیاگرام پین‌های آردوینو (PIN MAPPING / PINOUT)

دیاگرام پین‌های آردوینو (PINOUT) اطلاعات مربوط به عملکردهای مختلف هر پین از میکروکنترلر را ارائه می‌دهند.

■ مبدل آنالوگ به دیجیتال (ADC): مشخص‌کننده‌ی پین‌های آنالوگ.

■ پین‌های دارای قابلیت (PWM): برای تولید سیگنال‌های مدولاسیون پهنای پالس.

■ پین‌های ارتباط سریال: شامل (TX/RX) ارتباط SDA/SCL، I²C و SPI.

■ وقفه‌ها و وقفه‌های تغییر پین (INT / PCINT): برای پاسخ سریع به رویدادهای خارجی.

■ شماره پورت و بیت در ATmega برای دسترسی مستقیم و سطح پایین‌تر به پین‌ها.

نقشه‌های پین برای هر مدل برد در صفحه محصولات آردوینو و یا اگر از میکروکنترلر

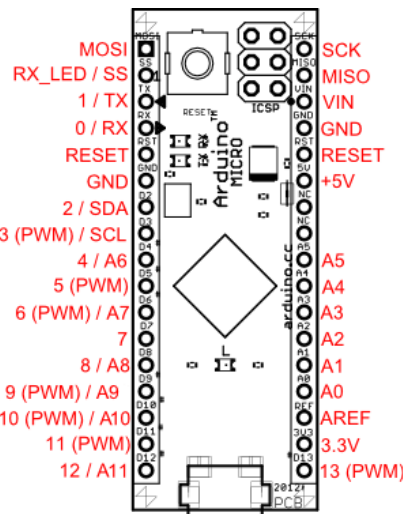
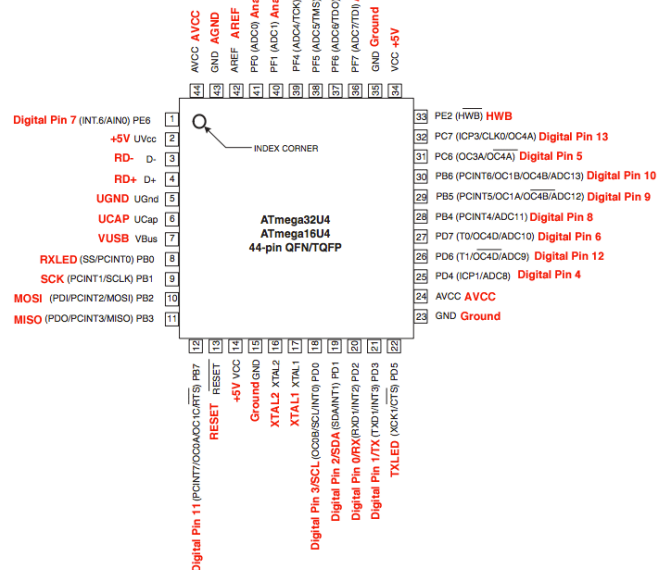
دیگری استفاده می‌کنید در صفحات محصولات آن شرکت یافت می‌شود.

Atmega168 Pin Mapping

| Arduino function | | | | | Arduino function | |
|---------------------|----------------------|-----|----|------|------------------------|----------------------|
| reset | (PCINT14/RESET) | PC6 | 1 | 26 | PC5 (ADC5/SCL/PCINT13) | analog input 5 |
| digital pin 0 (RX) | (PCINT16/RXD) | PD0 | 2 | 27 | PC4 (ADC4/SDA/PCINT12) | analog input 4 |
| digital pin 1 (TX) | (PCINT17/TXD) | PD1 | 3 | 28 | PC3 (ADC3/PCINT11) | analog input 3 |
| digital pin 2 | (PCINT18/INT0) | PD2 | 4 | 29 | PC2 (ADC2/PCINT10) | analog input 2 |
| digital pin 3 (PWM) | (PCINT19/OC2B/INT1) | PD3 | 5 | 24 | PC1 (ADC1/PCINT9) | analog input 1 |
| digital pin 4 | (PCINT20/XCK/T0) | PD4 | 6 | 25 | PC0 (ADC0/PCINT8) | analog input 0 |
| VCC | VCC | 7 | 22 | GND | | GND |
| GND | GND | 8 | 21 | AREF | | analog reference |
| crystal | (PCINT6/XTAL1/TOSC1) | PB6 | 9 | 20 | AVCC | VCC |
| crystal | (PCINT7/XTAL2/TOSC2) | PB7 | 10 | 19 | PB5 (SCK/PCINT5) | digital pin 13 |
| digital pin 5 (PWM) | (PCINT21/OC0B/T1) | PD5 | 11 | 18 | PB4 (MISO/PCINT4) | digital pin 12 |
| digital pin 6 (PWM) | (PCINT22/OC0A/AIN0) | PD6 | 12 | 17 | PB3 (MOSI/OC2A/PCINT3) | digital pin 11(PWM) |
| digital pin 7 | (PCINT23/AIN1) | PD7 | 13 | 16 | PB2 (SS/OC1B/PCINT2) | digital pin 10 (PWM) |
| digital pin 8 | (PCINT0/CLKO/ICP1) | PB0 | 14 | 15 | PB1 (OC1A/PCINT1) | digital pin 9 (PWM) |

Digital Pins 11, 12 & 13 are used by the ICSP header for MOSI, MISO, SCK connections (Atmega168 pins 17, 18 & 19). Avoid low-impedance loads on these pins when using the ICSP header.

Arduino functions in red



فروشگاه های آنلاین پیشنهادی برای خرید تجهیزات

■ روبوایکیو (Roboeq) <https://roboeq.ir>

■ کافه ربات <https://thecaferobot.com>

■ دانشجو کیت <https://daneshjookit.com/>

■ لیون الکترونیک <https://lionelectronic.ir>

■ فروشگاه الکترونیک ECA <https://eshop.ea.ir>

لیست خرید برای شروع کار با آردوینو در گروه قرار گرفته خواهد شد، سعی کنید با داشتن سخت افزار آردوینو یادگیری خود را شروع کنید.

با تشکر از توجه شما!