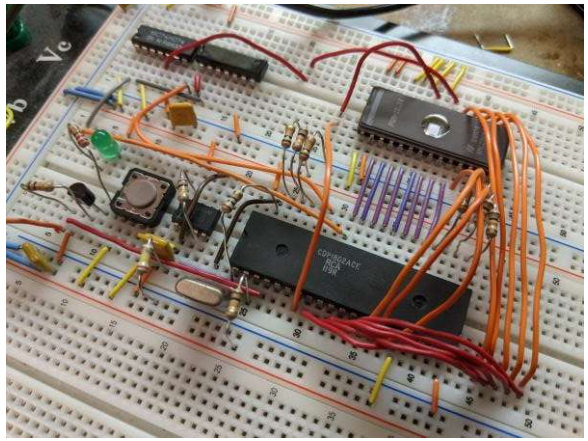
Módulo 3:
Hardware y Software

Agenda

- Componentes Hardware
- Componentes Software
- Sistemas Operativos (OS)

Combinación de HW y SW

- Para diseñar un dispositivo IoT
  - Diseño HW
  - Diseño SW
  - Diseño para que HW y SW trabajen juntos
- Uso de Fichas técnicas
  - Dimensiones, pines I/O, parámetros electricos
  - Ejemplo: rectificador KBPC3506

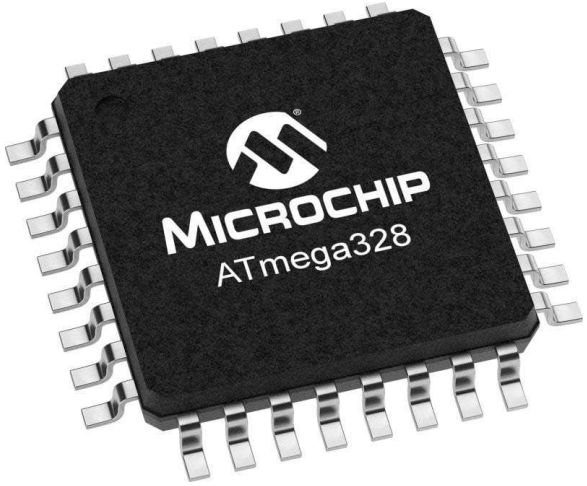


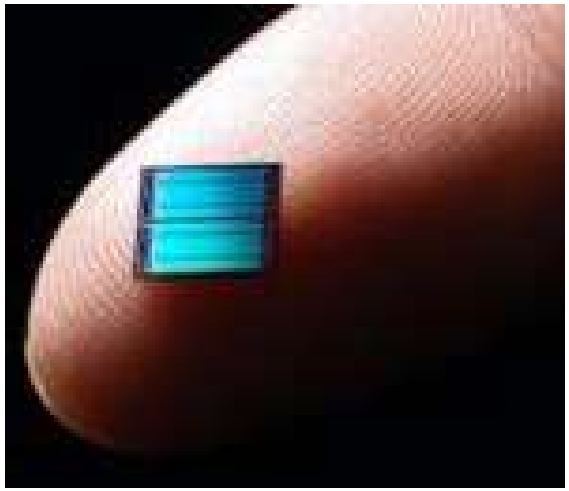
```
void setup() {
  // initialize digital pin LED_BUILTIN as an output
  pinMode(LED_BUILTIN, OUTPUT);
}

// the loop function runs over and over again forever
void loop() {
  digitalWrite(LED_BUILTIN, HIGH);   // turn the LED
  delay(1000);                       // wait for a
  digitalWrite(LED_BUILTIN, LOW);    // turn the LED
  delay(1000);                       // wait for a
```

Componentes Hardware

Circuitos integrados

- Fabricados de material semiconductor (silicona)
- Protegidos por un paquete con un set de pines para acceder al chip
- Fichas técnicas complejas (+100 paginas)



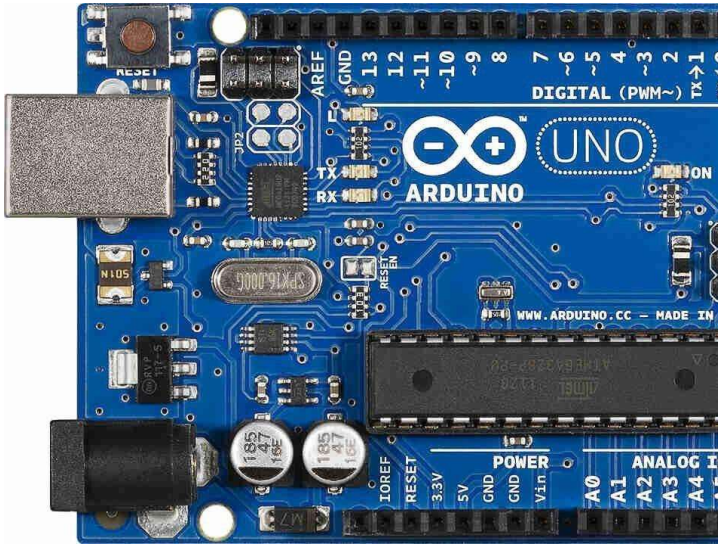


Componentes Hardware

Microcontroladores: Características

Pregunta: ¿Qué microcontrolador debemos escoger?

- Ancho de banda del datapath:
  - Numero de bits en un registro --> más bits más precisión
  - Arduino --> 8-bits
- Numero de pines I/O
- Rendimiento
  - Frequencia del clock más lenta que un computador tradicional
  - Velocidad del procesador no siempre importante
- Temporizadores (Timers)
  - Para aplicaciones en tiempo real
  - La precisión es importante

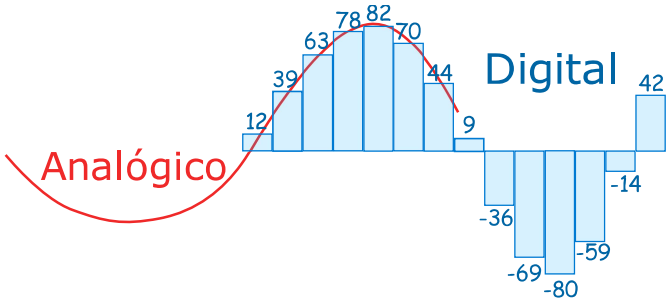


Componentes Hardware

Microcontroladores: Propiedades

Pregunta: ¿Qué microcontrolador debemos escoger?

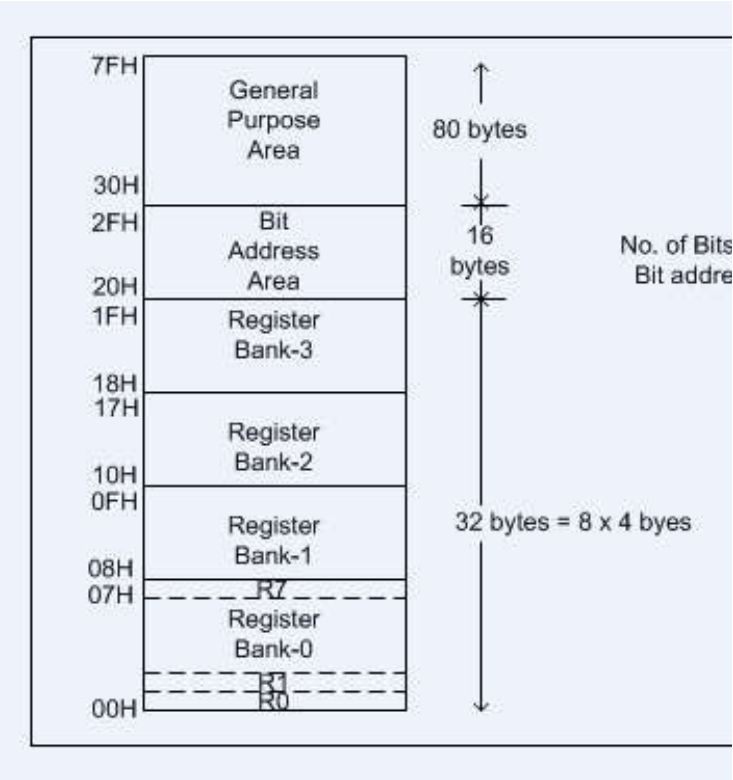
- ADC
  - Convierten señales análogas a digitales
- Modos de alimentación
  - Ahorro energético es clave
- Soporte de protocolos de comunicación
  - Interface con otros circuitos integrados I2C, UART, SPI etc



Componentes Software

Almacenamiento de datos en Microcontroladores

- Registros
  - Elemento más básico de almacenamiento
  - Espacio único en la memoria, guarda un solo valor
  - Son muy rápidos (tiempo de acceso menor a un clock cycle),
  - Cuestan mucho procesamiento
- Registros de propósito especial
  - Usados internamente por el microcontrolador
- Registros de propósito general
  - Registros que el programa puede usar
- Archivo de registros
  - Grupo de registros, cada uno con una dirección, actuan como una memoria
  - Solo se puede acceder uno o dos registros al mismo tiempo
  - Son muy rápidos (tiempo de acceso menor a un clock cycle), pero cuestan mucho procesamiento
  - Operadores de instrucciones (egg. ADD, registros de destinacion)
  - Usualmente de 32 registros



Componentes Software

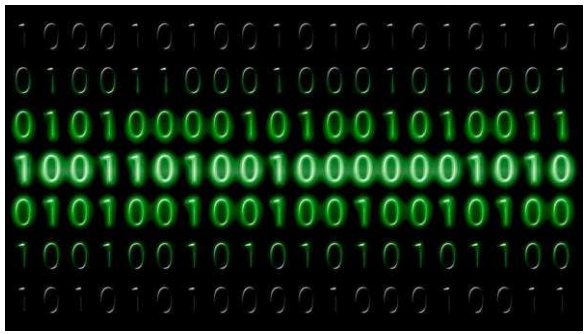
Almacenamiento de datos en Microcontroladores

- Memoria cache
  - Mucho más grandes que un archivo de registros (1Mb)
  - Mas lentos que un archivo de registro (1 full clock cycle)
  - Cache de datos --> guarda los datos del programa
  - Cache de instrucciones --> guarda las instrucciones del programa (código)
- Memoria principal
  - Como un cache pero más grande, más lento y menor costo de procesado (Gb)
  - No está en el CPU (conectada vía system bus)
- Cuello de BotellaVon Neumman
  - Memoria es más lenta que el CPU
  - Ejemplo: sumas dos variables (memoria 100 ciclos, ADD 1 ciclo)

Componentes Software

Traduccion del SW

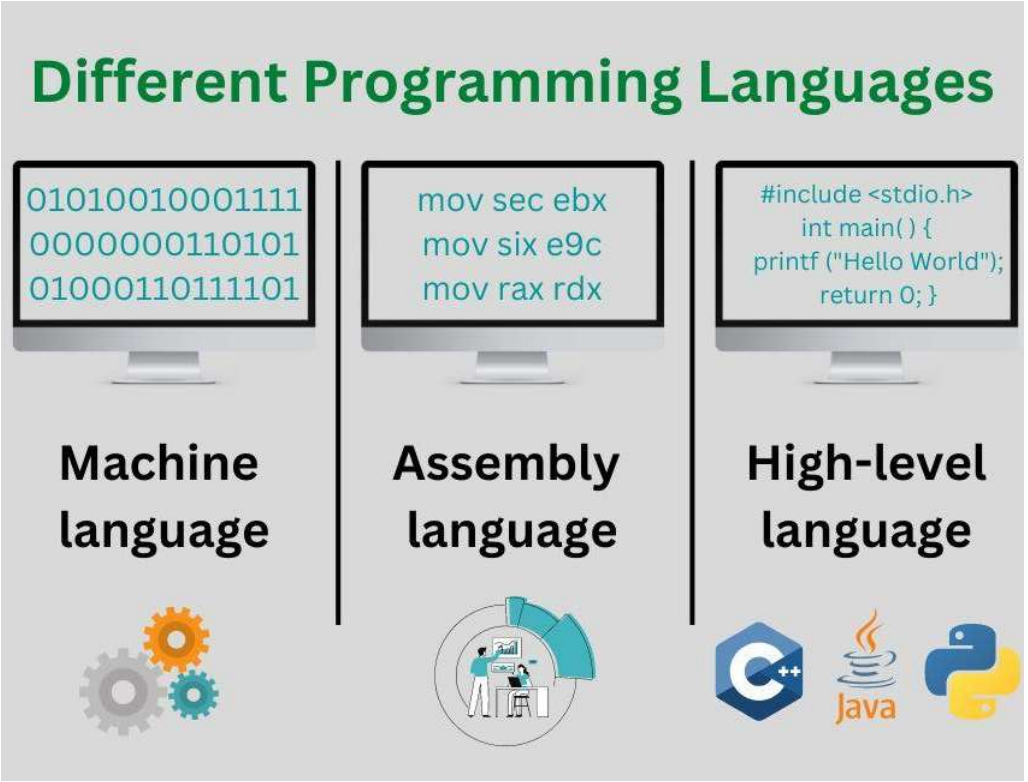
- Lenguaje de Maquina (Machine Language)
  - Conjunto de instrucciones simples en binario (1 y 0)
  - Microcontrolador no entiende directamente C, C++, JAVA
  - Ejemplo: procesador Intel entiende lenguaje de maquina Intel x86
  - No se puede leer (facilmente)
- Lenguaje Ensamblador (Assembly Languaje)
  - Se puede leer (entender)
  - Instrucciones basicas como ADD, R1, R2
  - No insturcciones complejas (e.g. for loops)
  - Una instrucción de ensamblador es una instrucción de maquina (mapeados)
- Lenguajes de Alto Nivel
  - C/C++, JAVA, etc.
  - Facil de usar, leer y entender

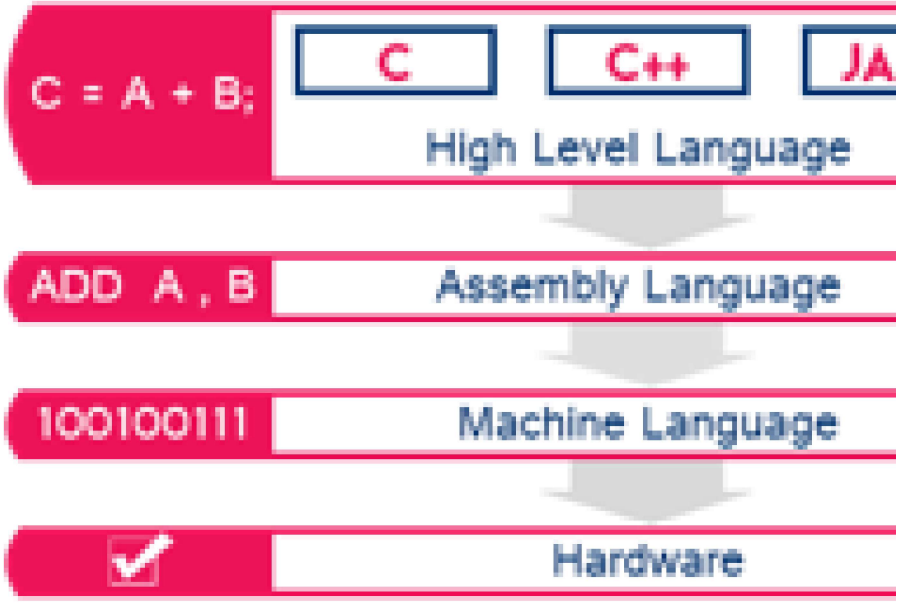


```
1   section .text
2      global _start
3
4   _start:
5      mov  edx,len
6      mov  ecx,msg
7      mov  ebx,1
8      mov  eax,4
9      int  0x80
10
11     mov  eax,1
12     int  0x80
13
14  section .data
15  msg db 'Hola, mundo!', 0xa
16  len equ $ - msg
```

Componentes Software

Traducción del SW





Componentes Software

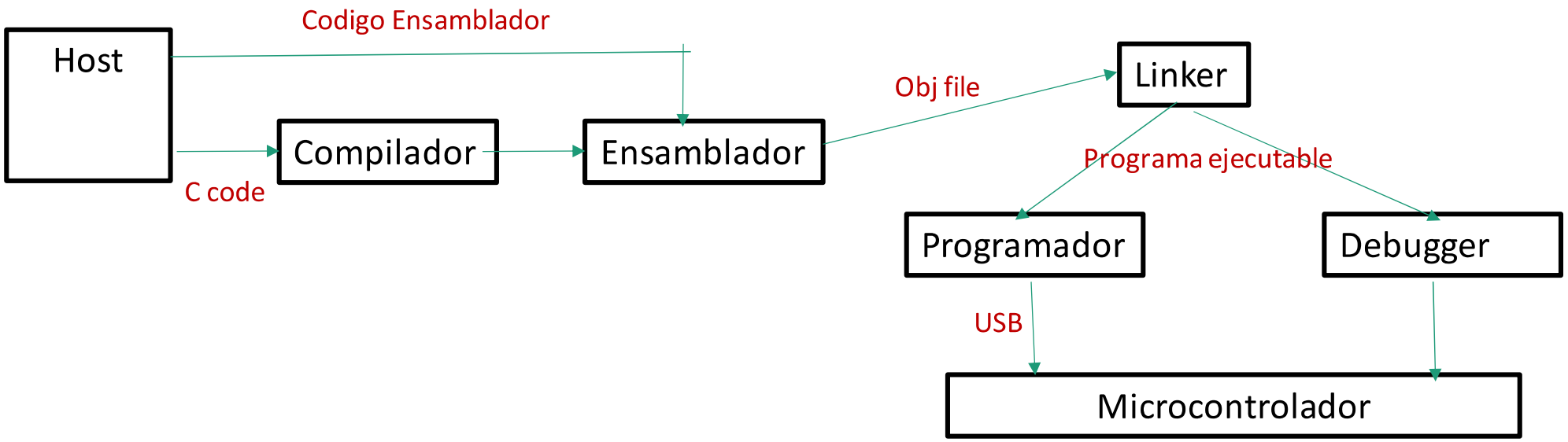
Dos formas de traducción: Compilación vs Interpretación

- Compilación (C/C++) (Arduino)
  - Traduce las instrucciones una vez antes de correr el código (ahorra tiempo)
  - El resultado es un ejecutable (,exe) --> lenguaje de maquina
    - No hay necesidad de compilar de nuevo
  - El programador se encarga de los detalles
- Interpretación (Python)
  - Traducción ocurre en cada ejecución (lento)
  - Mas amigable con el programador
  - El interpretador no es perfecto

- Ejemplo
  - En C se debe declarar variables para que el compilador entienda que tipo de variable está usando, en Python no se ne el Interpretador se encarga de averiguar a que tipo de variable se refiere el programador

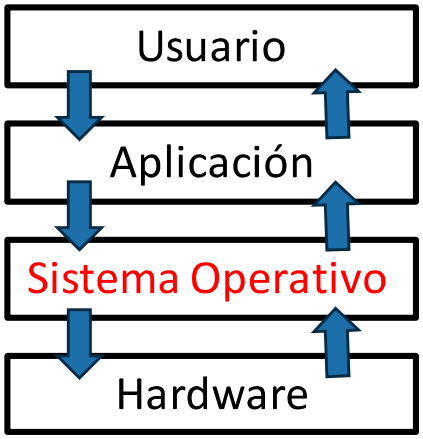
Componentes Software

Cadena de herramientas SW (toolchain)



Sistemas Operativos

- Es una capa extra entre el programa y el HW



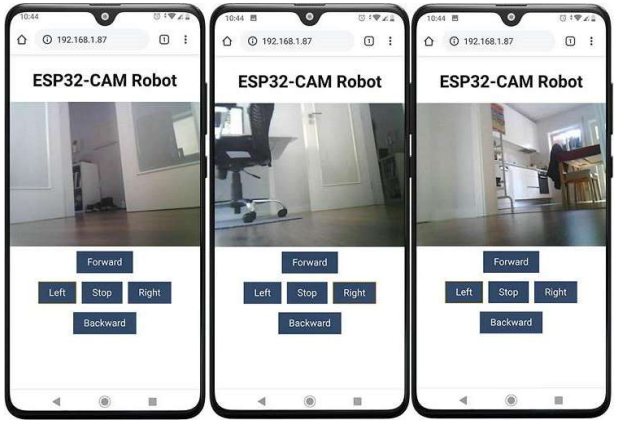
- No siempre presentes en los dispositivos IoT.
  - Arduino no tiene OS

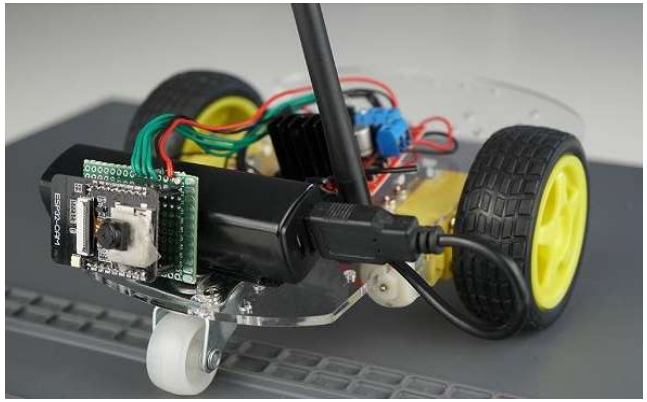
Sistemas Operativos

- Se encarga de los detalles de interactuar con el hardware, maneja otros programas
- Permite correr muchas aplicaciones al mismo tiempo
  - En realidad, no están corriendo al mismo tiempo, están alternando muy rápido
- En su mayoria tienen una interface amigable
  - Ejemplos: Windows, iOS
- Los OS del IoT no tienen interfaz amigable
  - Linea de comandos

Sistemas Operativos

- Ejemplo:
  - Video streaming
  - Joystick
  - Detección de obstáculos
  - Frenado automático





Laboratorio 3:
Lab de Wowki: Microcontroladores 1

Lab 2: Recapitulación

$$V = I \times R$$

Circuitos en Serie y Paralelo

Ley de Ohm

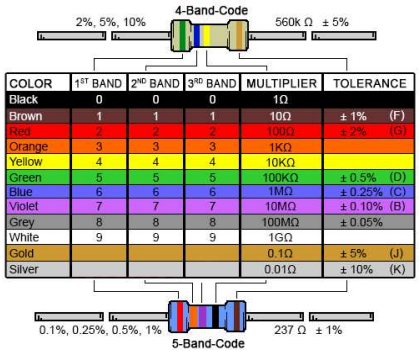
Medir Resistencia

Leer señales de voltaje

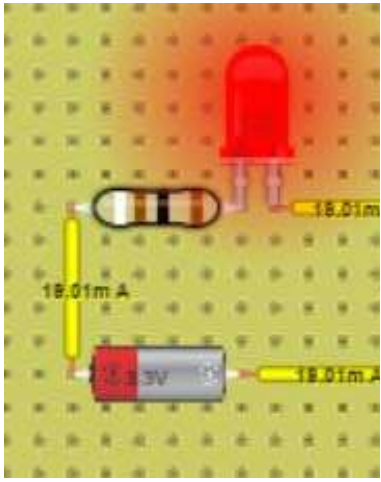
Como encender un LED

$$V_2 = \frac{R_2 \times V_{Total}}{R_1 + R_2}$$

$$R = \frac{V_{total} - V_F}{I_F}$$



COLOR	1ST BAND	2ND BAND	3RD BAND	MULTIPLIER	TOLERANCE
Black	0	0	0	1Ω	
Brown	1	1	1	10Ω	± 1% (F)
Red	2	2	2	100Ω	± 2% (G)
Orange	3	3	3	1KΩ	
Yellow	4	4	4	10KΩ	
Green	5	5	5	100KΩ	± 0.5% (D)
Blue	6	6	6	1MΩ	± 0.25% (C)
Violet	7	7	7	10MΩ	± 0.10% (B)
Grey	8	8	8	100MΩ	± 0.05%
White	9	9	9	1GΩ	
Gold				0.1Ω	± 5% (J)
Silver				0.01Ω	± 10% (K)



Microcontrolador: Arduino Uno

6 Pines Análogos de entrada Microcontrolador

11 Pines Digitales I/O (5V o 0V)

6 Pines PWM de los Pines digitales

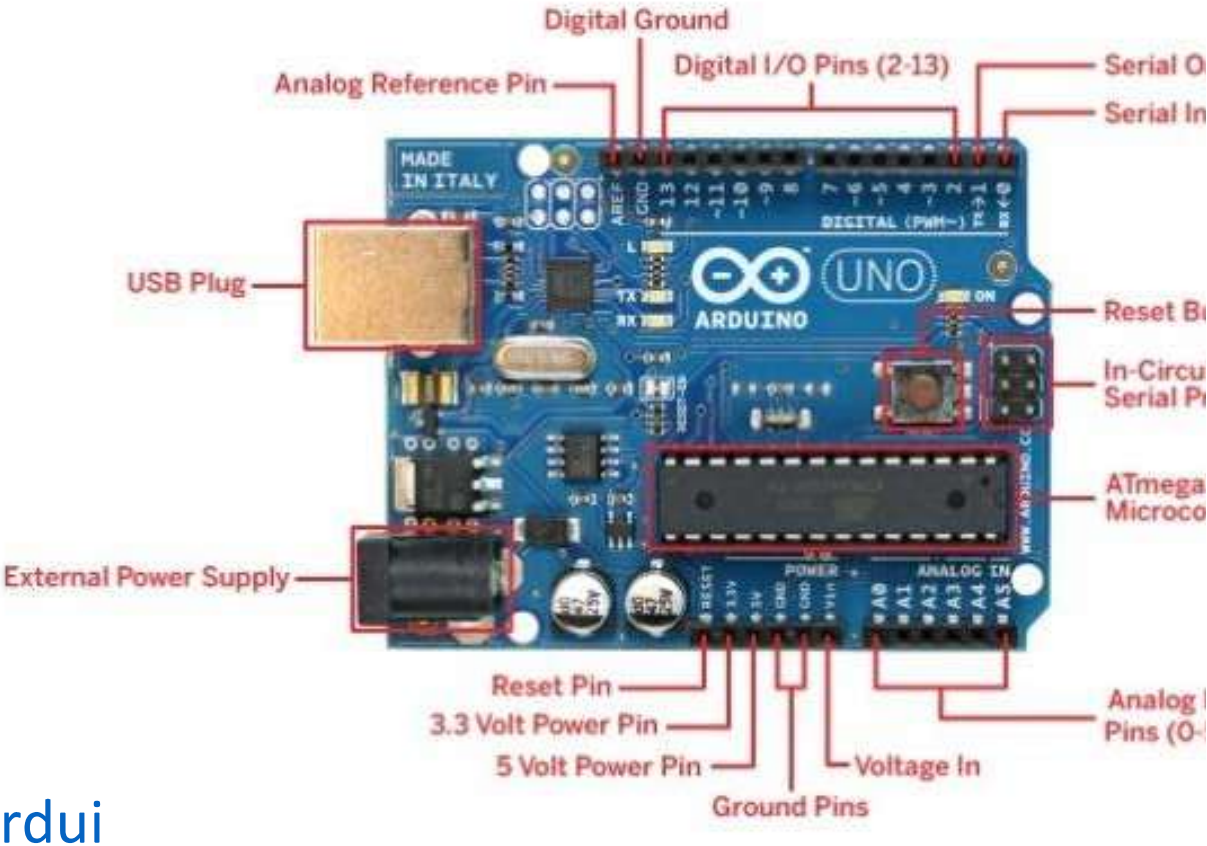
2 Pines de comunicación serial

3.3 V Pin de Poder

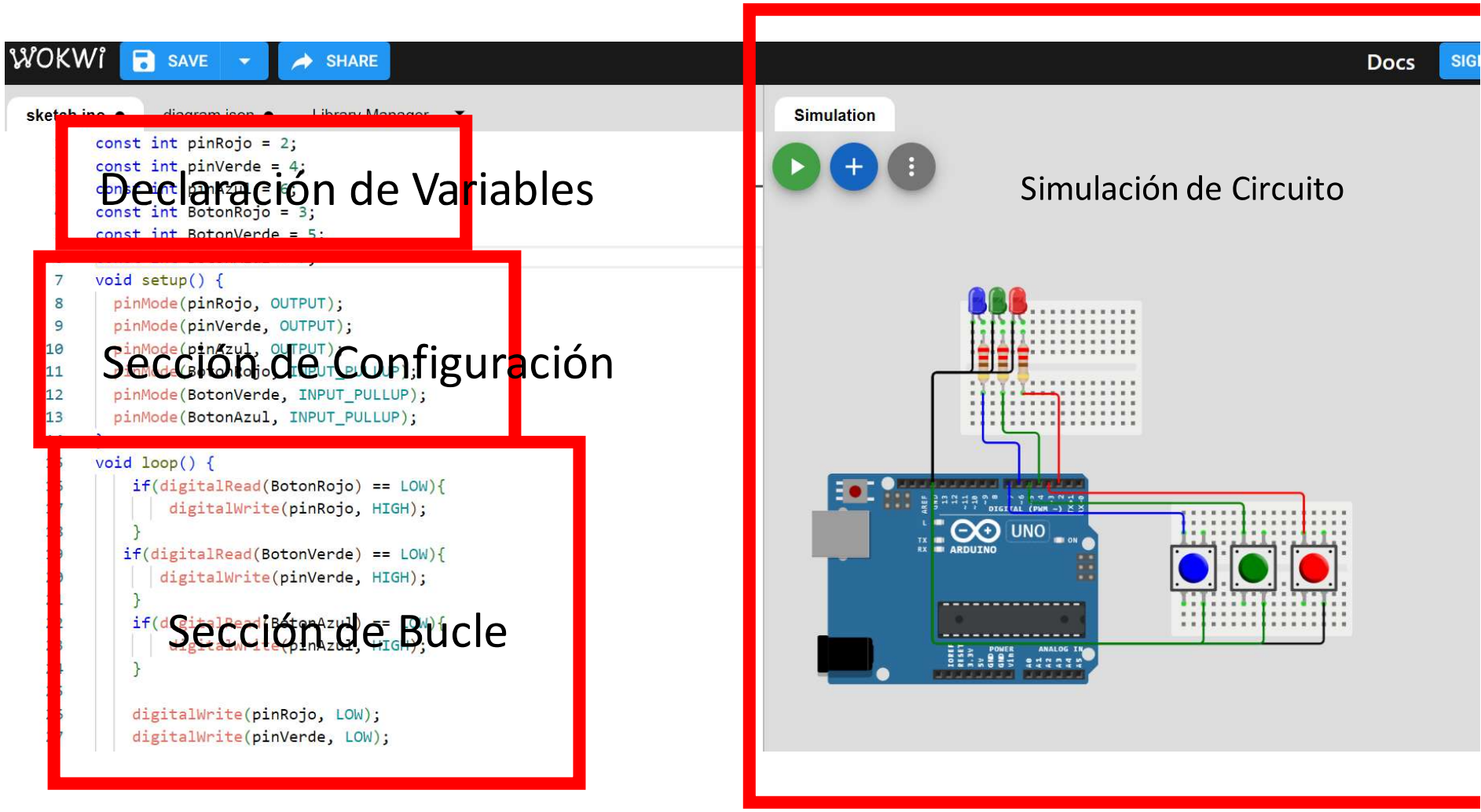
5 V Pin de Poder Otros Sensores

Simulación en plataforma Wowki:

https://wokwi.com/projects/new/arduino-uno



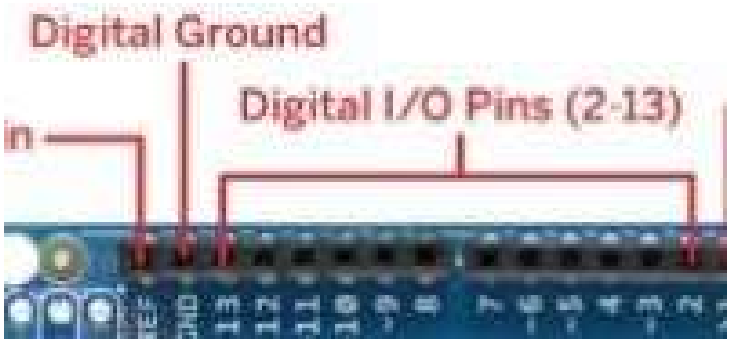
Microcontrolador: Programación

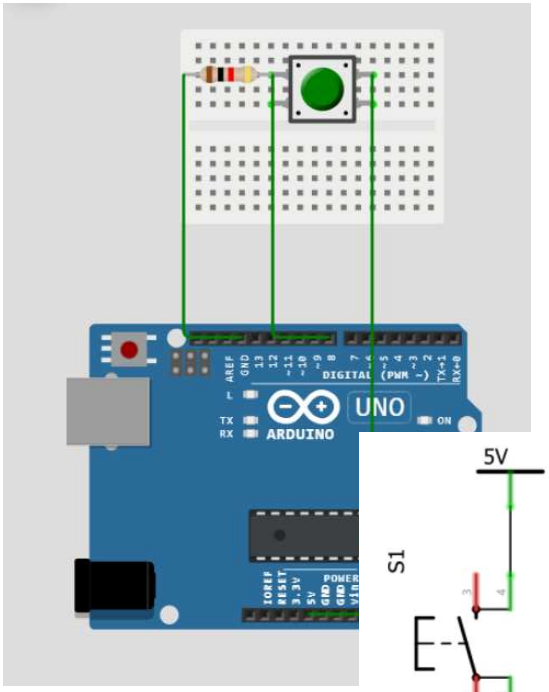


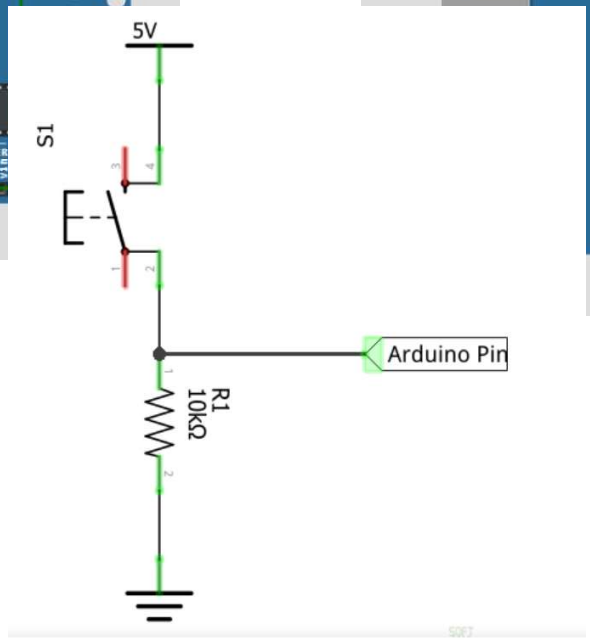
Microcontrolador: Pines Digitales (entrada y salida)

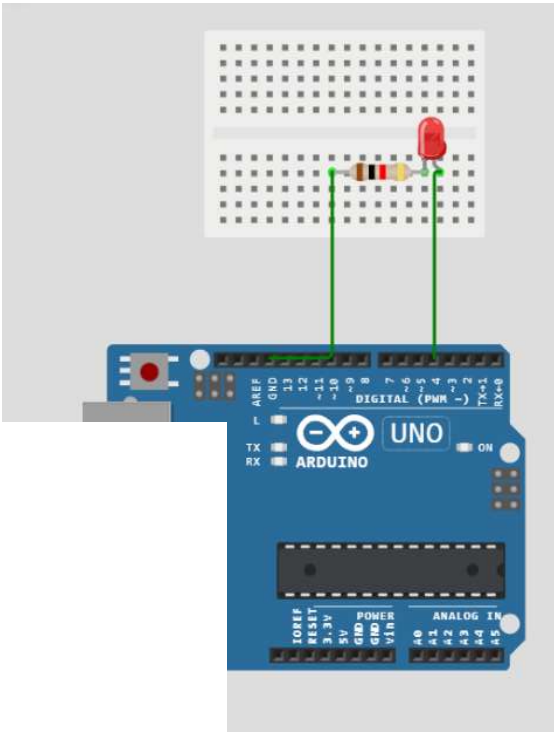
11 Pines Digitales I/O (5V o 0V)

Pines de entrada o salida





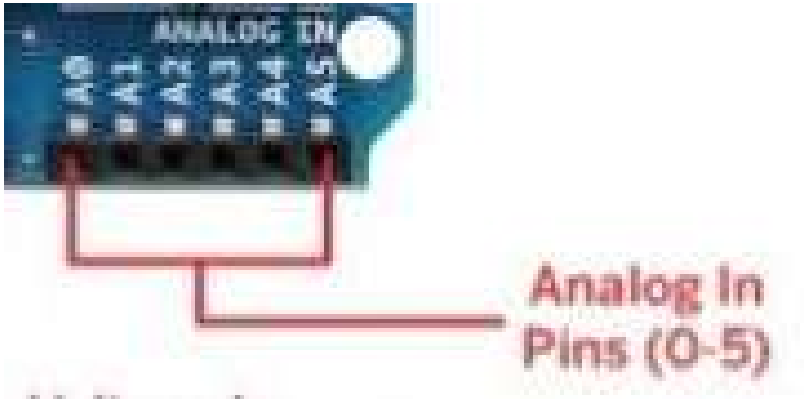


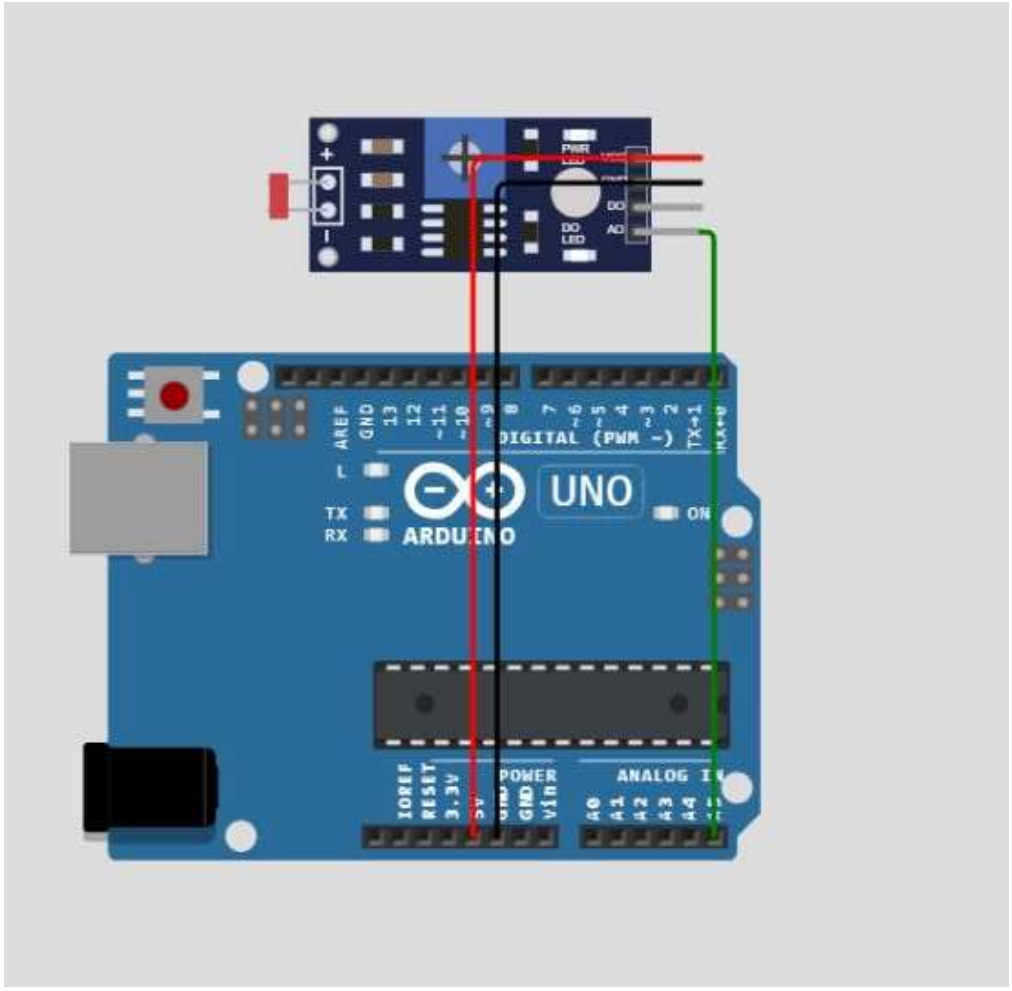


Microcontrolador: Pines Análogos (entrada y salida)

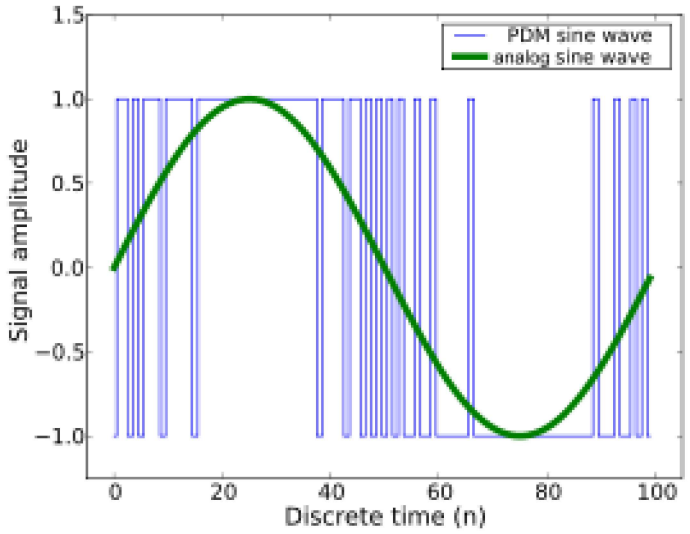
6 Pines Análogos I/O (5V o 0V)

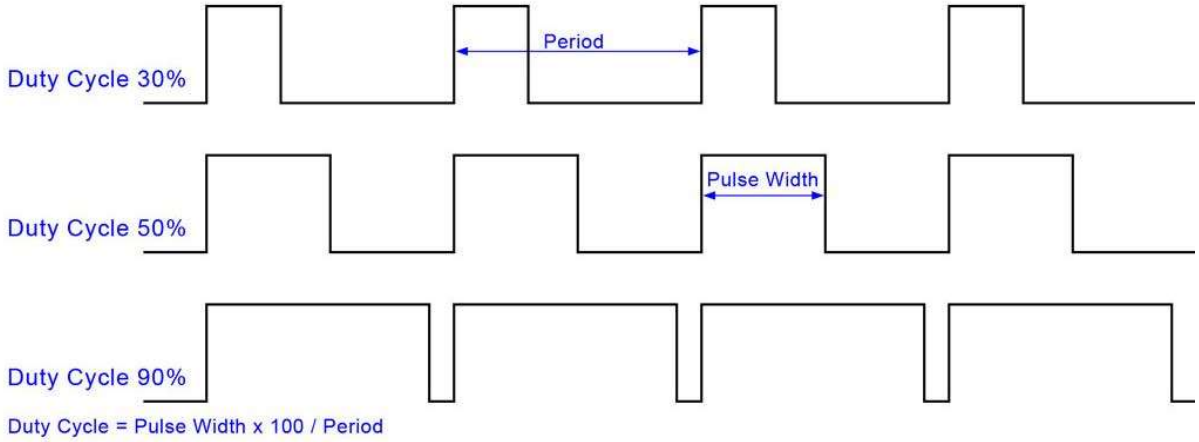
Pines de entrada o salida





Microcontrolador: Pines PWM (salida)





6 Pines PWM de los Pines digitales