

Arduino, Micro:Bit, Raspberry (Junio de 2020) Chanchay Randy

rfchanchay@espe.edu.ec

Zurita Dilan

dezurita4@espe.edu.ec

Lema Erick

ejlema2@espe.edu.ec

Resumen – El siguiente documento presenta datos generales y básicos acerca de Arduino, Raspberry y Micro:Bit, ¿Qué son?, Componentes y entornos de desarrollo, además se da el punto de vista de los investigadores con relación al beneficio de las 3 plataformas en la actualidad..

Palabras Clave: Arduino, Micro: Bit, Raspberry, Pines, Bloques de código, Lenguajes de programación, microcontrolador.

ABSTRACT: The following document presents general and basic data about Arduino, Raspberry and Micro: Bit, What are they ?, Components and development environments, in addition the point of view of the researchers is given in relation to the benefit of the 3 platforms at present ..

Keywords: Arduino, Micro: Bit, Raspberry, Pines, Code Blocks, Programming Languages, Microcontroller.

1. Introduccion

Para poder fomentar bien las bases de nuestra investigación debemos aclarar específicamente las dudas de conocimiento que se tenga sobre las 3 plataformas, y sobre lo que se va a trabajar, para lo cual vamos a tomar como punto de partida una vista rápida a las características y componentes de las 3 plataformas, esto nos permitirá conocer las plataformas de manera superficial.

2. Fundamentos necesarios de Arduino

¿Qué es Arduino?

Cuando hablamos de Arduino, hablamos de 3 apartados distintos:

Una placa de hardware libre: Al hablar de Arduino físicamente hablamos de una placa electrónica multipropósito de libre modificación por parte de sus usuarios, la cual tendrá distintos componentes conectados entre sí. Algunos de sus componentes son cristales, resistencias, capacitores, pines de conexión, etc. Pero el más importante de sus componentes es el microcontrolador, el cual se encargará de realizar los distintos cálculos y de procesar la información recibida para enviar respuestas dependiendo de cómo lo hayamos programado. Al hablar de hardware libre queremos decir

que su modelo o diagramas están abiertas a modificaciones por parte de los usuarios. Arduino a su vez es una placa de Hardware ya que posee componentes electrónicos conectados entre sí. Todos sus componentes electrónicos son controlados mediante un microcontrolador, en Arduino encontraremos los microcontroladores de la familia AVR. [1]

Un Software o Entorno de desarrollo libre: Arduino es también el programa que instalamos en nuestra computadora (Windows, MacOS y Linux) donde podemos desarrollar, compilar y cargar nuestro código.[1]

Un lenguaje de programación libre: Por “Lenguaje de programación ” nos referimos a un lenguaje artificial diseñado para dar instrucciones a una máquina. Arduino tiene un lenguaje de programación similar a otros lenguajes respecto a sus bloques de control y flujo, pero su sintaxis es mucho más amigable para realizar proyectos de electrónica. [1]

Una vez que conocemos los datos básicos podemos abrirnos paso para investigar más a fondo la instalación de sus respectivos nodos con sus diferentes funciones o apartados.

2.1. Componentes de Arduino.

Arduino tiene una inmensa gama de modelos lo que hace que definir todos los componentes sea complicado, por lo cual describiremos los componentes existentes en todos los modelos de manera general:

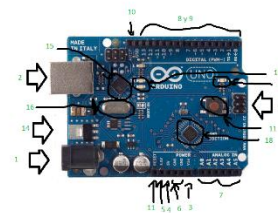


Ilustración 1 Partes Arduino

1. Jack de Potencia

Algunos modelos de Arduino cuentan con un Jack de alimentación que nos permite conectar una fuente de alimentación de forma directa, comúnmente este Jack viene en los modelos grandes o más completos.

2. Conector de comunicación tipo USB

Este componente nos permitirá la conexión con el ordenador y también la alimentación del Arduino. Cabe aclarar que existen diferentes tipos de conectores USB por lo que cada modelo de Arduino contará con su propio conector, inclusive algunos modelos de Arduino no lo incluyen, en su mayoría los modelos que no incluyen un conector serial son los modelos pequeños.

3. Pin Vin

Con este pin podemos alimentar nuestro Arduino sin la necesidad de alimentarlo mediante el Jack de potencia o el Conector USB. Este pin viene en todos los modelos de Arduino ya que en modelos pequeños no dispondremos de Jack de potencia o conector USB.

4. Pin de 5V

Este pin nos permite alimentar otros componentes electrónicos que no necesiten de una gran potencia como lo serían algunos sensores. Este pin tiene la finalidad de evitarnos el cableado de alimentación de componentes que estén cerca del Arduino y que trabajan con potencias bajas.

5. Pin de 3.3V

Al igual que el pin de 5V, este pin nos permite alimentar componentes que trabajan con voltajes de referencia bajos evitándose usar fuentes alternas de alimentación.

6. Pin de GND

El pin de GND (Tierra) es común en todos los circuitos electrónicos de corriente continua y nos permite conectar el mismo a otros componentes externos o en caso de usar el pin de alimentación Vin debemos conectar este pin directo al GND de nuestra fuente de alimentación.

7. Pines Analógicos

La placa Arduino puede leer valores de voltaje analógicos siempre y cuando estos no superen los 5V ya que valores superiores de voltaje podrían dañar nuestra placa. Con voltajes analógicos nos referimos a valores de voltaje que no son constantes con respecto al tiempo, es decir valores variables de voltaje. Cabe aclarar que Arduino es capaz únicamente de leer valores de voltaje analógicos, pero no es capaz de enviar señales analógicas. Estos pines están representados en la placa por la letra A.

8. Pines Digitales

Al trabajar con electrónica digital estamos hablando de enviar valores de voltaje de 0V o 5V (0 y 1 lógico). Estos pines pueden ser de entrada y salida es decir pueden enviar y recibir señales digitales. Estos pines van numerados del 0 hasta n, donde n dependerá del modelo de Arduino usado. Los pines de entrada analógica también pueden ser usados como pines digitales.

9. Pines PWM

Primero debemos aclarar que es una señal PWM. Esta es una señal de tipo digital sus siglas traducidas del inglés significan Modulación por Ancho de Pulso (Pulse Width Modulation) una señal digital posee 2 estados lógicos (0 o 1) si en un intervalo de tiempo dado nosotros hacemos que nuestro circuito envíe ambas señales de manera repetitiva y constante ya estamos generando una onda cuadrada la cual será una señal PWM. Las aplicaciones de una señal PWM son el envío de información y modificar la cantidad de energía que se envía a una carga.

Con respecto al modificar la cantidad de energía que se envía a una carga esta aplicación de una señal PWM es muy útil cuando trabajamos con leds o motores ya que podemos modificar su intensidad sin necesidad de trabajar con señales analógicas. Esto lo podemos realizar mediante la modificación de sus ciclos de trabajo.

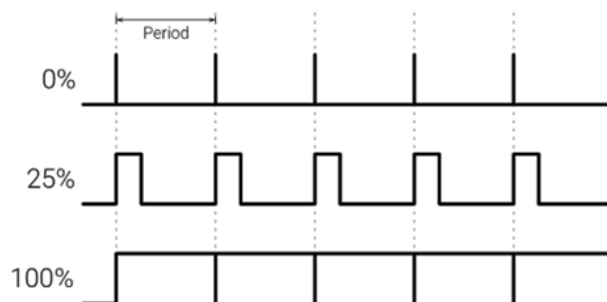


Ilustración 2 Señal PWM

El ciclo de trabajo en una señal PWM se determina en función de la siguiente fórmula:

$$C = \frac{T_a}{T} * 100$$

Donde T_a es el Tiempo en estado alto, T es el periodo de la señal y C es el ciclo de trabajo.

Si a un Led le enviamos una señal PWM con un ciclo de trabajo del %50 su intensidad será del %50 respecto a su máxima, mientras que si enviamos una señal con un ciclo de %0 el diodo estará apagado.

En Arduino tenemos pines que permiten enviar señales de este tipo y están identificados con el siguiente símbolo en su placa ~.

10. Pin Aref

Este pin nos permite tomar valores de voltaje de referencia para sensores analógicos que envíen valores al Arduino mayor a su rango de bit siempre y cuando estén en el rango de 0v a 5v.

11. Botón Reset, Pin Reset

Este botón y pin nos permiten reiniciar nuestro código desde el principio tanto en funciones como en valores es decir vuelve a iniciar el código sin información guardada y comenzando desde su primera línea de código.

12. LED de alimentación

Son 2 leds que nos indican cuando se está transmitiendo información (TX) y recibiendo información (RX) por medio de su puerto de comunicación serial.

13. Indicador RX y TX

Este componente nos permite regular la alimentación que reciba nuestro Arduino de la fuente par que el Arduino tenga 5V limpios de alimentación.

14. Regulador de Voltaje

Este circuito integrado es el encargado de la comunicación en si ya que por medio de este componente pasan todos los datos que enviemos o recibamos del ordenador y los dirige al microcontrolador de nuestro Arduino.

15. Circuito de comunicación

Este componente es el encargado de generar los pulsos de reloj de nuestro Arduino los cuales genera la velocidad de procesamiento.

16. Cristal

Este conector nos permite recibir nuestro código sin necesidad de usar la comunicación USB pero para esto es necesario el uso de programadoras externas.

17. Conector ICSP

Es un led indicador de que nuestro Arduino se encuentra alimentado y operando.

18. Microcontrolador

Este es cerebro de nuestro Arduino el encargado de procesar datos e instrucciones. Este cuenta con:

- Memoria: SRAM, Flash, EEPROM, ROM, etc..
- Buses
- UART
- Otras comunicaciones.
- CPU

En otras palabras el microcontrolador es el Arduino ya que los pines del Arduino son jacks que facilitan la conexión con los pines del microcontrolador.

Arduino usa la gama de microcontroladores AVR de Atmel pertenecientes a la familia de microcontroladores RISC. Cada microcontrolador posee diferentes características: tamaños, RAM, ROM, etc. El microcontrolador usado dependerá exclusivamente del modelo de Arduino.

2.2. Arduino y TinkerCAD

- ¿Qué es CAD?

Cuando hablamos de CAD nos referimos al diseño asistido por computadora traducido de sus siglas en inglés computer-aided design.

- ¿Qué es TinkerCAD?

TinkerCAD es un software desarrollado por Autodesk para la creación de modelos 3D basado en geometría sólida constructiva (CSG), este software tiene la particularidad que no es necesario ser un gran experto en diseño 3D ya que inclusive niños pueden crear sus modelos a manera de aprendizaje.

- ¿Cómo se relaciona TinkerCAD con Arduino?

TinkerCad tiene un emulador de circuitos electrónicos que viene incluido con un Arduino UNO para emular, incluido un editor de código de Arduino con algunas librerías y un depurador.

Todas estas características hacen que no se no haga tan complicado crear programas y circuitos dentro de este entorno ya que el software es sumamente intuitivo y sencillo de usar.

Entorno

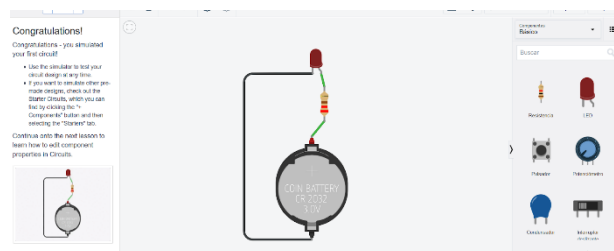


Ilustración 3 Entorno

En la parte derecha contamos con un menú desplegable con distintos componentes electrónicos que nos facilita el software. En la parte izquierda se muestra un recuadro

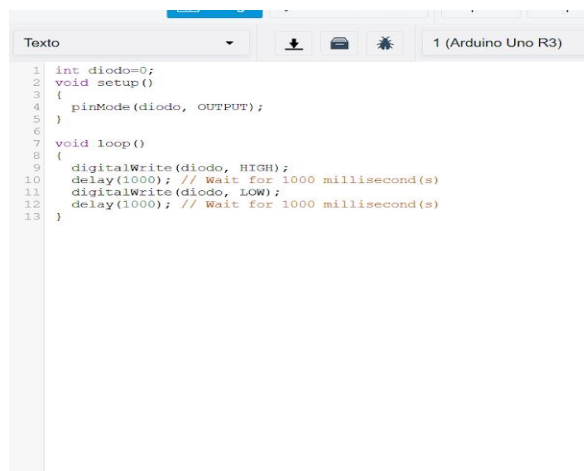
con distintos tutoriales en caso de no tener conocimientos básicos en simuladores de circuitos electrónicos.

En el menú superior contamos con distintos botones funcionales como lo son: el inicio de simulación, depurador, editor de códigos e inclusive contamos con la opción de compartir.

El principio de simulación es sencillo ya que únicamente debemos establecer puntos de conexión mediante las líneas que creamos.

Editor de código TinkerCAD

El funcionamiento de este editor de código es similar al software propio de Arduino en caso de que decidamos trabajar con texto ya que su sintaxis de programación es la misma. TinkerCAD cuenta con un generador de códigos mediante bloques el funcionamiento de este es más intuitivo ya que nos evitamos el escribir muchas líneas de código ya que al ser una herramienta visual es más sencillo. El software también nos permite crear un código mezclando bloques y texto.



```
1 int diodo=0;
2 void setup()
3 {
4   pinMode(diodo, OUTPUT);
5 }
6
7 void loop()
8 {
9   digitalWrite(diodo, HIGH);
10  delay(1000); // Wait for 1000 millisecond(s)
11  digitalWrite(diodo, LOW);
12  delay(1000); // Wait for 1000 millisecond(s)
13 }
```

Ilustración 4 Código Texto

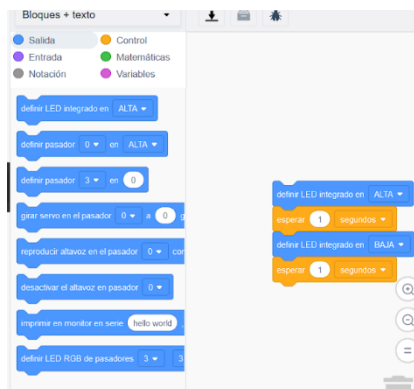


Ilustración 5 Código de Bloques

3. Micro:Bit

3.1. ¿Qué es MicroBit?

MicroBit es una tarjeta de circuitos del tamaño de la palma de una mano con una serie de 25 leds y un chip Bluetooth para conexión inalámbrica. Puede ser programada para mostrar letras, números y otros símbolos y caracteres.

Micro Bit fue diseñada para alentar a los niños a participar activamente en la creación de software para computadoras y la creación de nuevas cosas, en lugar de ser consumidores de medios. Creada para funcionar junto con otros sistemas, como Raspberry Pi[2]

¿Cuáles son las características de MicroBit?

-Incluye dos botones, un acelerómetro y una brújula, y unos anillos a los cuales pueden ser conectados otros sensores.

-En lugar de introducir el código directamente en la computadora, los usuarios deben escribirlo en una elección de cuatro lenguajes de programación basados en una PC, o en una tableta o teléfono inteligente, a través de una aplicación.

-Después deben transferir los códigos a Micro Bit, que funciona como un dispositivo independiente que puede ser usado para proyectar mensajes y registrar movimientos, entre otras tareas.

-También puede agregarse a otros dispositivos para formar el “cerebro” de un robot o desarrollar un instrumento musical.

-Una nueva función posibilita las comunicaciones entre esas máquinas, lo cual significa que una Micro Bit pueda transmitir información a otra, abriendo un nuevo espectro de posibilidades[2]

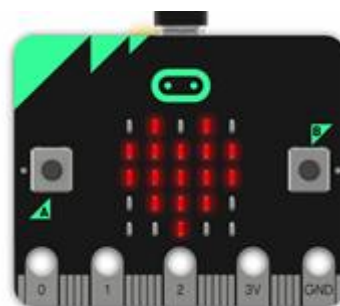


Ilustración 6 Micro:BIT

3.2.Componentes de MicroBit

- Leds

Micro:bit dispone de 25 LEDs programables individualmente que te permiten mostrar texto, números e imágenes.

- Botones

Hay dos botones en la cara frontal de micro:bit (etiquetados como A y B). Puedes detectar cuándo son pulsados de forma independiente o a la vez y ejecutar una acción en cada caso.

- Pines de entrada y salida

Micro:bit es ampliable hasta donde imagines. Dispone de 25 conectores situados en el borde inferior. A través de ellos podrás programar motores, LEDs o cualquier otro componente o sensor externo que conectes de Arduino o similares.

- Sensor de luz

Los LEDs de la placa micro:bit también pueden actuar como entrada haciendo que detecten la luz ambiente.

- Sensor de temperatura

El sensor de temperatura integrado en la placa detecta la temperatura ambiente en grados Celsius.

- Acelerómetro

El acelerómetro mide la aceleración de tu micro:bit. Se activa cuando tu placa se mueve y también puede detectar otras acciones como agitar, girar y hasta soltar tu micro:bit en caída libre!

- Brújula

La brújula detecta el campo magnético terrestre por lo que puedes saber en qué dirección está orientada tu micro:bit. (Necesita ser calibrada para asegurar un resultado preciso.)

- Radio

La radio te permite comunicar tu micro:bit con otras micro:bit. Por ejemplo, puedes conectar todas las tarjetas dentro de un aula a una misma emisora, usarla para enviar mensajes entre ellas y mucho más!.

- Bluetooth

El BLE (Bluetooth Low Energy) permite a micro:bit enviar y recibir datos vía bluetooth para comunicarse de forma inalámbrica con PCs, Teléfonos y Tablets.

- USB y conector para batería externa

La placa micro:bit puede alimentarse a través del puerto USB. También dispone de un conector específico para 2 pilas AAA o una batería.

Al igual que en Arduino, esta placa almacena en su memoria un único programa que se ejecuta en cuanto recibe alimentación (ya que carece de un conmutador de encendido y apagado).

3.3 Plataforma Micro:Bit

Esta pequeña tarjeta va de la mano con la página creada por sus desarrolladores, ya que están podemos encontrar herramientas de programación debido a que esta tarjeta tiene un entorno de programación gráfico propio la página posee el apartado MakeCode de Microsoft, un sencillo editor gráfico online muy potente y gratuito que posibilita introducirnos en el mundo de la programación de forma intuitiva a través del lenguaje de programación visual o de bloques. Con él aprendemos a pensar como un programador sin caer en los molestos errores de sintaxis. MakeCode es, sin duda, una herramienta a tener muy en cuenta por nuestros profesores.

BBC MicroBit también se puede programar con JavaScript, Python y Scratch (añadiendo una extensión).[3]

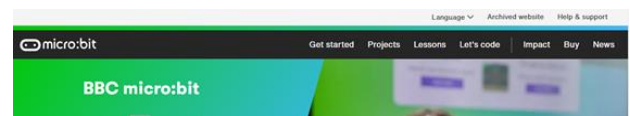


Ilustración 7 Plataforma MicroBit

4. Raspberry

¿Que es un Raspberry y para qué sirve?

Raspberry Pi, es un «es un ordenador de tamaño de tarjeta de crédito que se conecta a su televisor y un teclado». Es una placa que soporta varios componentes necesarios en un ordenador común. «Es un pequeño ordenador capaz, que puede ser utilizado por muchas de las cosas que su PC de escritorio hace, como hojas de cálculo, procesadores de texto y juegos. También reproduce vídeo de alta definición», apuntan en la página web del producto.

Este proyecto fue ideado en 2006 pero no fue lanzado al mercado febrero de 2012. Ha sido desarrollado por un grupo de la Universidad de Cambridge y su misión es fomentar la enseñanza de las ciencias de la computación los niños. De hecho, en enero de este año Google donó más de 15.000 Raspberry Pi para colegios en Reino Unido.

Es un ordenador muy funcional y debido a su tamaño puede funcionar para muchos otros propósito, claro, hay que tener algunas ideas sobre programación o de computación. Por ejemplo, el primer proyecto de un joven con Raspberry Pi fue convertir su consola NES dañada en una operativa y pudo jugar algunos viejos títulos.[4]

4.1. Componentes Raspberry

- Características de la Raspberry Pi 4 Broadcom BCM2711, Cortex núcleo cuádruple-A72 (ARM v8) 64-bit SoC @ 1.5GHz
- SDRAM LPDDR4-2400 de 1 GB, 2 GB, 4 GB y 8 GB (según el modelo)
- 2,4 GHz y 5,0 GHz IEEE 802.11ac inalámbrico, Bluetooth 5.0, BLE
- Gigabit Ethernet 2 puertos USB 3.0; 2 puertos USB 2.0.
- Cabezal GPIO estándar de 40 pines de Raspberry Pi (totalmente compatible con las placas anteriores)
- 2 × puertos micro-HDMI (soportados hasta 4kp60)
- Puerto de pantalla MIPI DSI de 2 vías
- Puerto de cámara MIPI CSI de 2 carriles
- Puerto de audio estéreo de 4 polos y de vídeo compuesto H.265 (decodificación 4kp60)
- H.264 (decodificación 1080p60, decodificación 1080p30)
- Gráficos OpenGL ES 3.0
- Ranura para tarjetas Micro-SD para cargar el sistema operativo y el almacenamiento de datos
- 5V DC a través de conector USB-C (mínimo 3A*)
- 5V DC vía cabezal GPIO (mínimo 3A*)
- Alimentación a través de Ethernet (PoE) habilitada (requiere PoE HAT separado)
- Temperatura de funcionamiento: 0 – 50 grados C ambiente

El procesador

El procesador encapsulado, que utiliza el mismo dispersor de calor para un mejor control térmico que el modelo anterior, puede tener el mismo aspecto desde el exterior. Pero mientras que el modelo de la Raspberry Pi 3 se construyó en torno al procesador Broadcom BCM2837, un ARM Cortex-A53 de cuatro núcleos a 1,4 GHz, la nueva placa se ha construido en torno al Broadcom BCM2711, un ARM Cortex-A72 de cuatro núcleos a 64 bits a 1,5 GHz. Aunque esto no parezca significativo, hay algunas grandes diferencias entre las arquitecturas centrales de estos dos procesadores.

Mientras que el A53 fue diseñado como un núcleo de rango medio, y para la eficiencia, el A72 es un núcleo de rendimiento, así que a pesar de la aparentemente pequeña diferencia en la velocidad del reloj, la diferencia de rendimiento real entre los núcleos es realmente significativa.

USB y Ethernet

La diferencia más notable con respecto a los modelos anteriores es que el Microchip LAN7515, que actuaba como hub USB y como controlador Ethernet para la Pi, no aparece en la nueva placa. En su lugar se encuentra el VLI VL805, que proporciona un concentrador USB 3.0 a través de un bus PCI Express.

Soporte Inalámbrico

El mismo chip Cypress CYW43455 que vimos en Raspberry Pi 3, modelo B+, proporciona soporte inalámbrico en un módulo apantallado por RF. Ofrece redes inalámbricas IEEE 802.11.b/g/n/ac de banda dual de 2.4GHz y 5GHz, así como Bluetooth 5.0 y Bluetooth LE.

La Memoria

Para completar todo está la LPDDR4 SDRAM para la placa, que viene en forma de un chip empaquetado en Micron FBGA, y aquí es donde aparece otra gran diferencia con respecto a los modelos anteriores de Raspberry Pi. A diferencia de cualquier placa anterior, la nueva Raspberry Pi 4 está disponible en tres modelos diferentes, cada uno de los cuales ofrece diferentes opciones de memoria. La nueva placa puede venir con 1 GB, 2 GB o 4 GB de RAM.

Alimentación de la placa

Otra gran diferencia es la toma de corriente, que se ha ido es la toma micro-USB de los modelos anteriores, y en su lugar hay una toma USB-C. Es un cambio comprensible. Las tolerancias en la fuente de alimentación para el modelo B+ de Raspberry Pi 3 ya eran bastante finas, y la nueva placa puede requerir hasta 3 amperios, eso no es algo que la anterior fuente micro-USB pudiera proporcionar. La placa también puede alimentarse a través de una fuente de alimentación de 5V DC utilizando los cabezales GPIO, y al igual que la Raspberry Pi 3, modelo B+, antes de que lo haga la nueva Raspberry Pi 4 también puede alimentarse a través de Power over Ethernet (PoE) utilizando el PoE HAT oficial que se lanzó junto con el modelo anterior el año pasado.

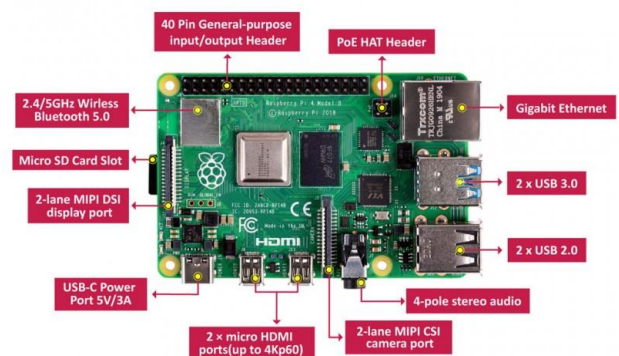


Ilustración 8 Partes Raspberry

¿Que es GPIO?

General Purpose Input Output (GPIO) es un sistema de entrada y salida de propósito general, es decir, consta de una serie de pines o conexiones que se pueden usar como entradas o salidas para múltiples usos. Estos pines están incluidos en todos los modelos de Raspberry Pi aunque con diferencias.[5]

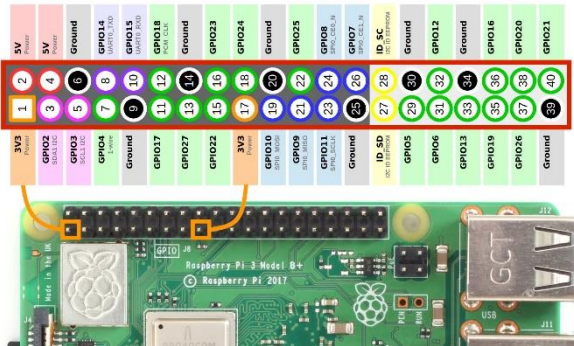


Ilustración 9 GPIO

- Amarillo (2): Alimentación a 3.3V.
- Rojo (2): Alimentación a 5V.
- Naranja (26): Entradas / salidas de propósito general. Pueden configurarse como entradas o salidas. Ten presente que el nivel alto es de 3.3V y no son tolerantes a tensiones de 5V.
- Gris (2): Reservados.
- Negro (8): Conexión a GND o masa.
- Azul (2): Comunicación mediante el protocolo I2C para comunicarse con periféricos que siguen este protocolo.
- Verde (2): Destinados a conexión para UART para puerto serie convencional.
- Morado (5): Comunicación mediante el protocolo SPI para comunicarse con periféricos que siguen este protocolo.

5. Conclusiones

Las diferentes placas con sus respectivas herramientas de programación, nos demuestran una gama de actividades con la cuales podemos trabajar y programar, y al haber analizado las tres placas junto con sus características y sus prestaciones, llegamos a la conclusión que las tres pueden diferenciarse por su nivel de complejidad, debido a que MicroBit es muy buena para un principiante en la programación y ofrece una variada gama de ejemplos, un arduino representa un punto medio ya que con este ya podemos crear cosas un poco más complejas ayudado de otro tipo de lenguajes como C# y por último Raspberry es la más completa desde sus prestaciones y las diferentes cosas que podemos crear y programar en el. Por lo que dependiendo de nuestro grado de instrucción y el tipo de cosas que queramos llevar a

cabo, ya nos podremos decantar por el tipo de placa que se ajuste a nuestros requerimientos.

6. Recomendaciones

- En TinkerCAD si deseamos realizar una simulación debemos tomar en cuenta que no podremos conectar elementos mediante nodos, es decir que únicamente se puede conectar elementos entre el inicio y final.
- De microbit.org es poco lo que hay que decir, ya que es una plataforma bastante completa para los objetivos que se han planteado, siendo una plataforma destinada para proyectos pequeños y medianos rinde bastante bien para dejar volar la mente, la única desventaja es que estamos limitados a las funciones de programación que esta plataforma posea ya que no se puede añadir más funciones, pero la verdad es que son bastante completas.

7. Bibliografía y fuentes.

- [1] J. López et al., *Diseño y construcción de una plataforma de impresión 3D robusta y flexible bajo estándares open hardware y open Source*, vol. 6, no. 06. 2016.
- [2] “Qué es micro:bit - Microes.org - Comunidad micro:bit en España.” [Online]. Available: <http://microes.org/que-es-microbit.php>. [Accessed: 23-Jun-2020].
- [3] “Micro Bit: microcomputadora de educación maker. - Hacedores.com | Maker Community.” [Online]. Available: <https://hacedores.com/micro-bit-microcomputadora-de-educacion-maker/#:~:text=MicroBit es una tarjeta de,y otros símbolos y caracteres.> [Accessed: 23-Jun-2020].
- [4] “¿Qué es Raspberry PI y para qué sirve?” [Online]. Available: <https://www.abc.es/tecnologia/informatica-hardware/20130716/abci-raspberry-como-201307151936.html>. [Accessed: 23-Jun-2020].
- [5] “¿Qué es GPIO? - Control de GPIO con Python en Raspberry Pi.” [Online]. Available: <https://www.programoergosum.com/cursos-online/raspberry-pi/238-control-de-gpio-con-python-en-raspberry-pi/que-es-gpio>. [Accessed: 23-Jun-2020].