



FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
TECNOLOGÍA SUPERIOR EN ELECTRÓNICA AUTOMOTRIZ

**“Diseño e implementación de un sistema de encendido mediante
huella digital a un motor Otto”**

Trabajo de graduación previo a la obtención del título de:
Tecnólogo Superior en Electrónica Automotriz

Autores:

Mauro Remigio Sumba Zumba
David Nicolas Criollo Yunga

Director:

Ing. Andre Mateo Chalco Orellana MSc.

Cuenca – Ecuador

2023

Resumen:

El presente trabajo de titulación tiene como objetivo el diseño e implementación de un sistema de encendido mediante huella digital a un motor otto. Siendo un avance tecnológico que combina la seguridad y comodidad en el encendido de un motor. La metodología utilizada consiste de una programación en Arduino que implica la instalación de un sensor biométrico de huella digital en un lugar accesible para que el usuario encienda el motor, captando la huella de dicho sensor. La huella se compara con huellas digitales previamente registradas, y sí existiera coincidencias automáticamente se enciende el motor. Como resultado este sistema de encendido proporciona una mayor seguridad, ya que evita que personas no autorizadas puedan encender el motor. Además, ofrece una mayor comodidad al usuario, eliminando el sistema de encendido convencional.

Palabras clave: Arduino, biométrico, encendido, huella, motor, seguridad, sensor

Abstract:

The present thesis work aims to design and implement a fingerprint-based ignition system for an Otto engine. This technological advancement combines security and convenience in engine ignition. The methodology used involves programming in Arduino and includes the installation of a biometric fingerprint sensor in an accessible location for the user to start the engine by capturing their fingerprint. The captured fingerprint is compared to previously registered fingerprints, and if there is a match, the engine is automatically ignited. As a result, this ignition system provides increased security by preventing unauthorized individuals from starting the engine. Additionally, it offers greater convenience to the user by eliminating the conventional ignition system.

Keywords: Arduino, biometric, engine, fingerprint, ignition, security, sensor



Este certificado se encuentra en el repositorio digital de la Universidad del Azuay, para verificar su autenticidad escanee el código QR

Este certificado consta de: 1 página

Índice de contenido

Resumen:	II
Abstract:.....	II
Índice de contenido.....	III
Índice de gráficos y/o imágenes	V
1. Introducción y antecedentes	1
2. Marco Teórico	1
2.1. Sistema de encendido	1
2.1.1. Historia	1
2.1.2. Concepto.....	2
2.1.3. Partes del sistema de encendido	2
2.1.4. Tipos de sistema de encendido	2
2.2. Biometría por huella digital.....	4
2.2.1. Origen.....	4
2.2.2. Concepto.....	5
2.2.3. Lector de huella digital	5
2.2.4. Tipos de lector de huella.....	5
2.3. Componentes electrónicos del circuito.....	5
2.3.1. PCB Arduino UNO R3.....	5
2.3.2. Sensor de huella As608	7
2.3.3. Relé o relevador.....	8
2.3.4. Transistor	9
2.3.5. Optoacoplador	9
2.3.6. Resistencia	11
2.3.7. Diodo	11
2.3.8. 7809 regulador de voltaje	12
2.4. Herramientas de desarrollo	13
2.4.1. Software Proteus.....	13
2.4.2. Software Arduino IDE.....	15

3. Objetivo general	16
4. Objetivos específicos	16
5. Procedimientos, herramientas y componentes electrónicos	16
5.1. Procedimientos	16
5.1.1. Programación del microcontrolador ATmega328P de la placa Arduino UNO.	16
5.1.2. Diseño del circuito eléctrico	18
5.1.3. Armado del Circuito en el protoboard	19
5.1.4. Armado del circuito en una baquelita perforada.	20
5.1.5. Implementación del sistema en el motor otto	20
5.1.6. Pruebas realizadas.....	21
5.2. Herramientas.....	23
6. Resultados y conclusiones	23
7. Lista de referencias	24

Índice de gráficos y/o imágenes

Figura 1.- Sistema de Encendido Convencional.....	3
Figura 2.- Sistema de encendido controlado por la unidad de control	4
Figura 3.- PCB Arduino UNO R3	6
Figura 4.- Especificaciones la placa Arduino UNO R3.....	7
Figura 5.- Lector de huella digital As608.....	7
Figura 6.- Relé o relevador	8
Figura 7.- Partes de un transistor	9
Figura 8.- Diagrama de un optoacoplador	10
Figura 9.- Funcionamiento de un optoacoplador	10
Figura 10.- Código de colores de una resistencia.....	11
Figura 11.- Terminales y simbología de un diodo	12
Figura 12.- Pin-out de un transistor	13
Figura 13.- Etapas de un Software Proteus.....	14
Figura 14.- Menús del software Arduino IDE	15
Figura 15.- Esquema Eléctrico	18
Figura 16.- Armado del circuito en el Protoboard.....	19
Figura 17.- Circuito en una baquelita	20
Figura 18.- Implementación del sistema en el motor	21
Figura 19.- Activación del sistema de accesorios.....	22
Figura 20.- Activación del encendido y motor de arranque.	22

1. Introducción y antecedentes

Implementar un sistema de arranque a un vehículo a través de la huella digital es un sistema moderno, pues también brinda mayor seguridad y confiabilidad al momento de adquirir un vehículo, ya que el uso de la huella dactilar aprovecha las características únicas y propias del ser humano aprovechando así una de las técnicas más utilizadas de la biometría.

Entre los beneficios que este sistema nos ofrece se encuentran:

- No tener que llevar una llave.
- Ofrecer mayor seguridad que una llave tradicional.
- Aprovechar una de las técnicas de la biometría.

Y desventajas tales como:

- La humedad podría provocar que falle el contacto del dedo con el sensor.
- En caso de emergencia, cualquier persona no podría usar este vehículo ya que únicamente el usuario registrado estará habilitado.

Nuestra propuesta de implementar este sistema de encendido en un motor otto tiene como objetivo de verificar que porcentaje de seguridad nos ofrece este sistema para así posteriormente llegar a implementar en un automóvil. Con este sistema solo el usuario que este registrado podrá encender el motor, se hará uso de un sensor de huella dactilar que permite leer y grabar 162 huellas dactilares. (*MODULO LECTOR DE HUELLA FINGER PRINT AS608*, s. f.)

2. Marco Teórico

2.1. Sistema de encendido

2.1.1. Historia

Antes de la existencia de un sistema de encendido eléctrico en los automóviles, se requería el uso de una manivela que los conductores tenían que llevar consigo. Esta manivela se colocaba en la parte delantera del vehículo para accionar el sistema de propulsión y dar arranque al automotor.

Con la introducción del encendido eléctrico, se eliminó la necesidad de la manivela, que era incómoda y un tanto peligrosa para los usuarios. Este nuevo sistema, estandarizado en la industria automotriz, fue creado por Frankling Kettering en 1912, proporcionando así una alternativa más segura para encender los vehículos.(Epifanio, 2020)

2.1.2. Concepto

El sistema de encendido del motor es responsable de suministrar la energía requerida por el motor de combustión para ejecutar los distintos pasos de su ciclo de operación, admisión, compresión, explosión y escape. Además, desempeña el papel de almacenar y generar energía eléctrica mediante la batería y el alternador.(Alemán, 2022)

2.1.3. Partes del sistema de encendido

Básicamente un sistema de encendido está compuesto por:

- La batería
- Llave de encendido
- Distribuidor (Según el sistema de encendido)
- Bobina
- Sensores (Según el sistema de encendido)
- Unidad de control de motor (ECU) (Según el sistema de encendido)
- Cables
- Bujías(Federico, 2017)

2.1.4. Tipos de sistema de encendido

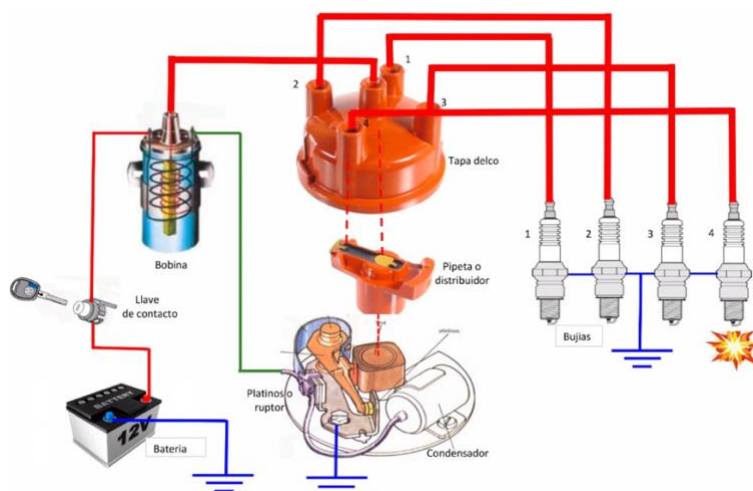
A lo largo del tiempo, ha habido avances significativos en los métodos utilizados para iniciar los motores de los automóviles. A continuación, se describirán diversas opciones de sistemas de encendido que se pueden encontrar en los vehículos con motores de ciclo Otto:

2.1.4.1.Encendido convencional

Es el método tradicional de encendido, donde se utiliza un distribuidor para distribuir la corriente de alta tensión a las bujías. Este sistema emplea un platinado para interrumpir el flujo de corriente y generar chispas en las bujías, ver figura 1.

Figura 1.-

Sistema de Encendido Convencional



Nota. - La figura muestra las partes o componentes de un sistema de encendido convencional.

Fuente: Figura extraída de (EA6SB, Alberto Cardona, 2023)

2.1.4.2. Encendido transistorizado por contactos.

Este sistema es similar al encendido convencional, pero utiliza un componente electrónico especial llamado transistor de potencia. La función principal de este transistor es interrumpir o cortar la corriente que fluye a través del bobinado primario de la bobina de encendido. (Federico, 2017)

2.1.4.3. Encendido transistorizado por efecto Hall

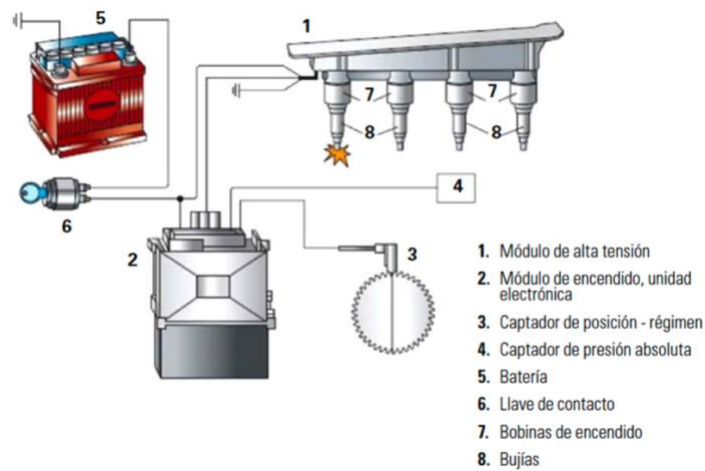
Es un sistema de encendido que utiliza un sensor de efecto Hall para detectar los cambios en el campo magnético y determinar el momento preciso de encendido. Este sistema ofrece una mayor precisión y confiabilidad en comparación con los sistemas convencionales de encendido. (Federico, 2017)

2.1.4.4. Encendido controlado por la unidad de control

Es un sistema en el que la unidad de control del motor determina el momento de encendido óptimo y lo controla electrónicamente en función de la información recopilada de varios sensores del motor. Esto resulta en un mejor rendimiento, eficiencia y control global del motor. (Federico, 2017) Ver figura 2.

Figura 2 .-

Sistema de encendido controlado por la unidad de control



Nota. - La figura representa el diagrama de funcionamiento de un sistema de encendido controlado por la unidad de control.

Fuente: Figura extraída de (Auto Crash, 2018)

2.2. Biometría por huella digital

2.2.1. Origen

El uso de las huellas digitales como marca de identidad personal tiene una larga historia. Hace 4.000 años, los babilonios ya las usaban para firmar contratos. Al menos desde el siglo XI a.C. se conocía en China, de donde se cree que llegó a Persia con la dinastía de Tamerlan, en el siglo XIV.

Aunque se conocía desde la Antigüedad, fue el británico William Herschel quien reveló la utilidad de las huellas dactilares para identificar a las personas e impedir fraudes. (*Las huellas dactilares, el arma perfecta de la policía para identificar personas*, 2018)

El espectro de las disciplinas que las utilizan abarca desde la medicina clínica, la ciencia forense, la criminología, hasta los llamados controles de seguridad formales. (Guízar-Sahagún et al., 2021)

2.2.2. Concepto

La huella dactilar es la impresión que deja la piel especializada presente en la yema de los dedos, conocida como piel con crestas epidérmicas o piel con crestas de fricción.(Guízar-Sahagún et al., 2021)

2.2.3. Lector de huella digital

Los sensores de huellas dactilares son dispositivos electrónicos que tienen la capacidad de reconocer y distinguir las características únicas presentes en nuestras yemas de los dedos. Estos dispositivos realizan un proceso que implica la lectura, el almacenamiento y la identificación de las huellas dactilares. Cada una de nuestras huellas digitales es única, distinta de las demás y también diferente a las de cualquier otra persona.(inlocrobotics, 2021)

2.2.4. Tipos de lector de huella

Sensor óptico

El sensor óptico de huella digital utiliza una iluminación LED para capturar una imagen de la huella. Es ampliamente utilizado en sistemas de control de acceso. Sin embargo, puede ser menos preciso y vulnerable a engaños en comparación con otros tipos de sensores más avanzados.(*Sensor de huella digital*, 2022)

Sensor capacitivo

El sensor capacitivo es altamente preciso y seguro. Utiliza energía eléctrica para capturar y almacenar datos de las huellas dactilares. Es popular en dispositivos móviles y ofrece una mayor capacidad de identificación de detalles.(*Sensor de huella digital*, 2022)

Sensor ultrasónico

El sensor ultrasónico utiliza ondas de alta frecuencia para crear imágenes en 3D de las huellas dactilares. Es la tecnología más nueva y avanzada en el mercado, ofreciendo un alto nivel de precisión y seguridad.(*Sensor de huella digital*, 2022)

2.3.Componentes electrónicos del circuito

2.3.1. PCB Arduino UNO R3

2.3.1.1.Concepto

Es una placa de microcontrolador de código abierto muy conocida y popular de Arduino Corporation. Ofrece un microcontrolador potente, numerosos pines de E/S, memoria

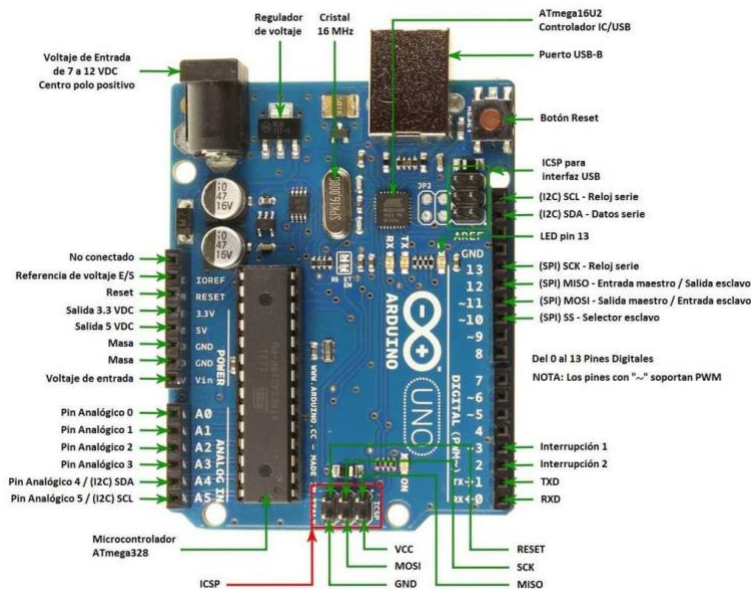
adecuada, opciones de comunicación, facilidad de programación y compatibilidad con diversos componentes. Estas características hacen que sea una opción popular y versátil para proyectos de prototipado y creación de dispositivos personalizados. (*Arduino Uno*, s. f.)

2.3.1.2. Partes.

En la figura 3 se puede identificar cada uno de los componentes que conforman una placa Arduino UNO R3.

Figura 3.-

PCB Arduino UNO R3



Nota. - La figura representa las partes o componentes que conforman una placa de Arduino UNO R3.

Fuente: Figura extraída de (Salinas Javier, 2020)

2.3.1.3. Especificaciones

Figura 4.-

Especificaciones la placa Arduino UNO R3

Microcontrolador	ATmega328P
Tensión operativa	5 V
Voltaje de entrada (recomendado)	7 – 12V
Voltaje de entrada (límite)	6 - 20V
Puertos E/S digitales	14 (de los cuales 6 proveen salida PWM)
Puertos digitales para PWM	6: pines 3, 5, 6, 9, 10 y 11. 8 bits (emulan una salida analógica, 0/5V a 490MHz, excepto pines 6 y 9 a 980 MHz).
Puertos de entrada analógicos	6 (0 – 5V ADC 10 bits)
Corriente para puertos E/S a 5 V	20 mA
Corriente para puertos E/S a 3,3 V	50 mA
Memoria FLASH (Programa)	32 KB (ATmega328P) (0,5 kB reservada para cargador de arranque (Bootloader OptiBoot))
Memoria SRAM (Datos)	2 KB (ATmega328P)
Memoria EEPROM	1 KB (ATmega328P)
Frecuencia de reloj	16 MHz
Led en placa	Pin 13
Largo	68.6 mm
Ancho	53.4 mm
Peso	25 g

Nota. – La figura muestra las especificaciones de funcionamiento de la Placa Arduino UNO R3.

Fuente: Figura extraída de (José Manuel Núñez, 2017)

2.3.2. Sensor de huella As608

Es un sensor biométrico que permite capturar y procesar imágenes de huellas dactilares con alta precisión y velocidad. También cuenta con una memoria interna que puede almacenar hasta 127 huellas digitales diferentes y realizar comparaciones rápidas con la base de datos. El lector se comunica con el Arduino mediante el protocolo UART y tiene un bajo consumo de energía. (TECmickro, s. f.)

Figura 5.-

Lector de huella digital As608



Nota. – Lector de huella digital a ser utilizada en el proyecto.

Fuente: Figura extraída de (TECmickro, s. f.)

2.3.3. Relé o relevador

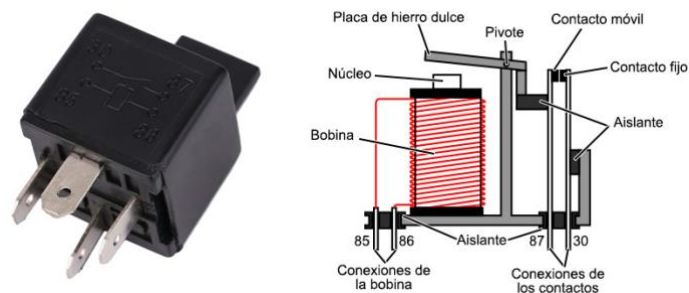
2.3.3.1. Concepto

Es un componente eléctrico que utiliza un electroimán para controlar el estado de los contactos, actuando como un interruptor controlado eléctricamente. (*El relé*, s. f.)

2.3.3.2. Partes de un relé o relevador

Figura 6.-

Relé o relevador



Nota. - La figura muestra el Relé y sus diferentes partes.

Fuente: Figura extraída de (Blog Mecánicos, 2021)

2.3.3.3. Funcionamiento

Por medio de una bobina conectada a una corriente eléctrica. Cuando se activa la bobina, se crea un campo electromagnético que cierra el contacto del relé, permitiendo el paso de la corriente por un circuito para realizar una acción específica, como arrancar un motor.

Cuando se interrumpe la corriente en la bobina, el campo electromagnético desaparece y el contacto del relé vuelve a abrirse, cortando la corriente en el circuito que alimentaba al motor u objeto en cuestión.

Los relevadores son especialmente útiles para activar circuitos de alta potencia mediante un circuito de baja potencia, como un voltaje de 12 o 24 voltios, ya que la bobina se energiza con ese voltaje y permite controlar el flujo de corriente en el circuito principal. (*Relevadores*, 2021)

2.3.4. Transistor

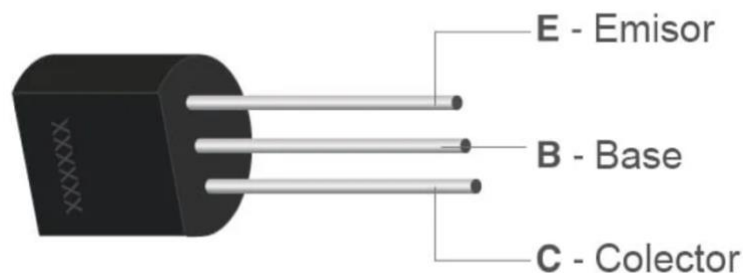
2.3.4.1. Concepto

Un transistor es un dispositivo que regula el flujo de corriente o de tensión sobre un circuito actuando como un interruptor y/o amplificador.(J.L, 2020)

2.3.4.2. Partes de un transistor

Figura 7.-

Partes de un transistor



Nota. – La figura representa el transistor y sus partes.

Fuente: Fuente extraída de (J.L, 2020)

Descripción de las partes:

- Base: Sirve para activar el transistor.
- Colector: Es el cable positivo del transistor.
- Emisor: Es el cable negativo del transistor.(J.L, 2020)

2.3.4.3. Funcionamiento

- Como amplificador, aumentar significativamente una corriente eléctrica pequeña de entrada para producir una corriente eléctrica mucho más grande de salida.
- Como interruptor, una corriente pequeña en una parte del transistor puede hacer que una corriente mucho más grande fluya en otra parte del transistor.(J.L, 2020)

2.3.5. Optoacoplador

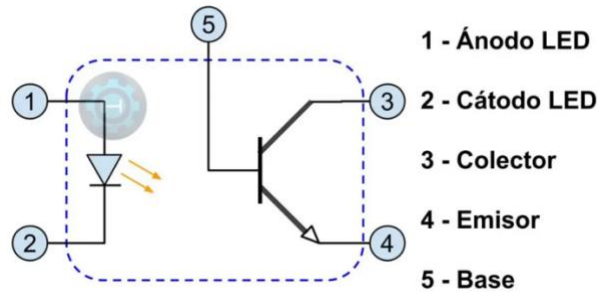
2.3.5.1. Concepto

El optoacoplador u optoaislador es un dispositivo que actúa como un interruptor y se utiliza para aislar eléctricamente dos circuitos.(Mecafenix, 2018)

2.3.5.2. Partes del optoacoplador

Figura 8.-

Diagrama de un optoacoplador



Nota. – La figura muestra las partes de un optoacoplador.

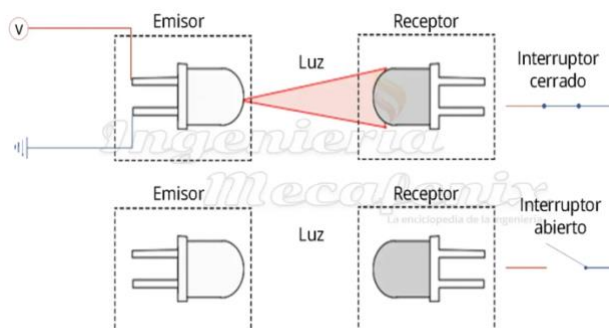
Fuente: Figura extraída de (Mecafenix, 2018)

2.3.5.3. Funcionamiento

Es relativamente sencillo: el emisor envía un haz de luz hacia el receptor. Cuando el receptor detecta la señal, actúa como un interruptor cerrado, permitiendo el flujo de corriente. Por otro lado, cuando la señal se interrumpe, el receptor actúa como un interruptor abierto, interrumpiendo el flujo de corriente. A pesar de su complejidad interna, su principio de funcionamiento se basa en la detección óptica y el control del flujo de corriente. (Mecafenix, 2018) ver figura 9.

Figura 9.-

Funcionamiento de un optoacoplador



Nota: La figura muestra el funcionamiento y partes de un optoacoplador.

Fuente: Figura extraída de (Mecafenix, 2018)

2.3.6. Resistencia

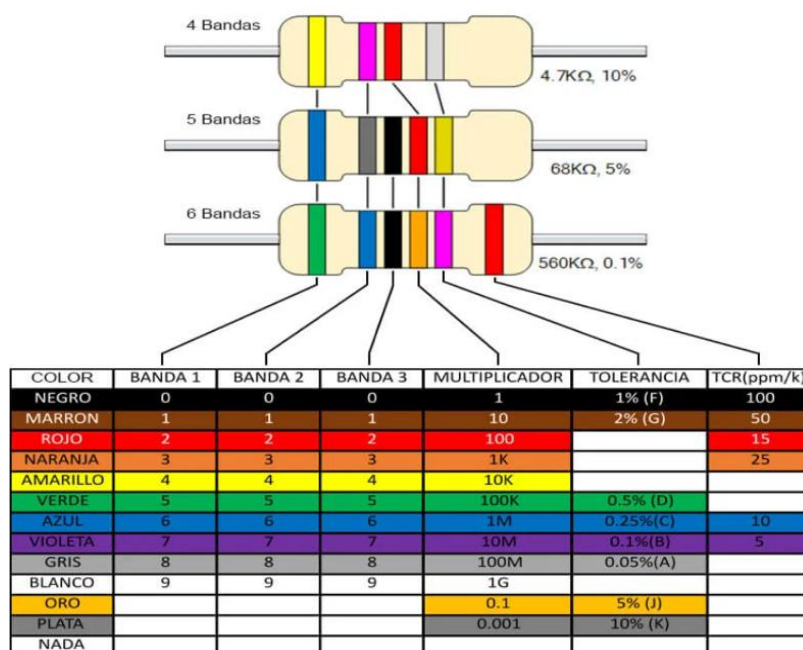
2.3.6.1. Concepto

La resistencia es un componente electrónico que provoca una reducción en la tensión eléctrica cuando la corriente fluye a través de ella. Es decir, se opone al flujo de corriente en un circuito electrónico. La magnitud de la resistencia se mide en ohmios (Ω), y determina la cantidad de oposición que ofrece al paso de la corriente. (*La Resistencia: Un componente electrónico indispensable.* - *ElectronicaPTY*, s. f.)

2.3.6.2. Código de colores de una resistencia

Figura 10.-

Código de colores de una resistencia



Nota. - Figura muestra el código de colores de una resistencia.

Fuente: Figura extraída de (J.L, 2021)

2.3.7. Diodo

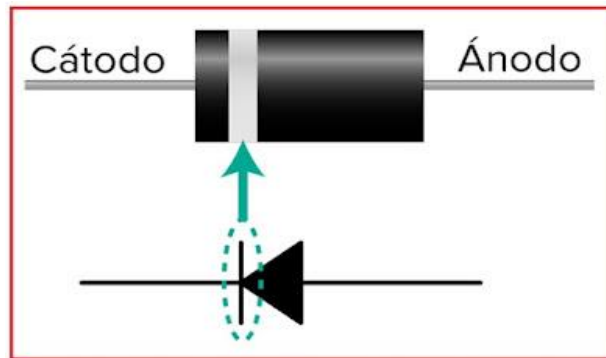
2.3.7.1. Concepto

Componente eléctrico que permite que la corriente fluya en un solo sentido (anodo-catodo). (fgarcia, 2018)

2.3.7.2.Partes del diodo

Figura 11.-

Terminales y simbología de un diodo



Nota. – La figura muestra los terminales y la simbología de un diodo.

Fuente: Figura extraída de (Alvarado Acosta Agón, s. f.)

2.3.7.3.Funcionamiento

Se comporta de dos formas:

- Como un cortocircuito, permitiendo el paso de la electricidad (polarización directa).
- Como un circuito abierto, impidiendo el paso de corriente (polarización inversa).(fgarcia, 2018)

2.3.8. 7809 regulador de voltaje

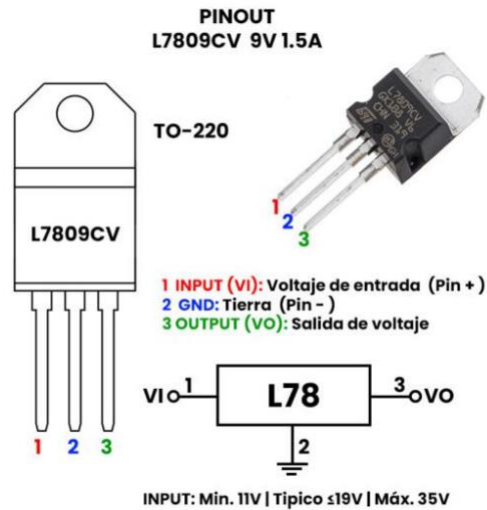
2.3.8.1.Descripción del 7809 regulador de voltaje

Es un regulador de voltaje lineal positivo con voltaje de salida de 9V DC y corriente de salida máxima 1.5A. Tiene un encapsulado de TO-220 de tres pines. Sirve para suministrar voltaje constante de 9V a partir de un voltaje de entrada mayor que puede ser mínimo 11V y máximo 35V. Ideal para utilizarlo en proyectos y prácticas de electrónica.(«L7809CV Regulador 9V 1.5A», s. f.)

2.3.8.2.Pin-out

Figura 12.-

Pin-out de un transistor



Nota. - La figura representa un Pin – out de un transistor y sus partes.

Fuente: Figura extraída de («L7809CV Regulador 9V 1.5A», s. f.)

2.4.Herramientas de desarrollo

2.4.1. Software Proteus

2.4.1.1.Concepto

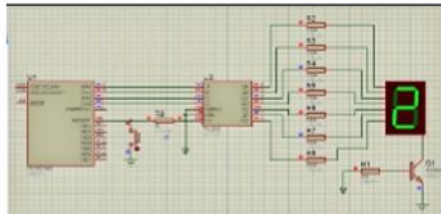
Proteus es una aplicación que facilita la ejecución de proyectos de construcción de equipos electrónicos. Ofrece diversas herramientas para todas las etapas del proceso, como el diseño del esquema electrónico, la programación del software, la construcción de la placa de circuito impreso y la simulación completa del conjunto.

Basado en un microcontrolador se compone de 5 etapas, y además al finalizar del proceso es capaz de detectar errores y problemas que exigen para ejecutar el ciclo completo.(¿*Qué es proteus?*, s. f.)

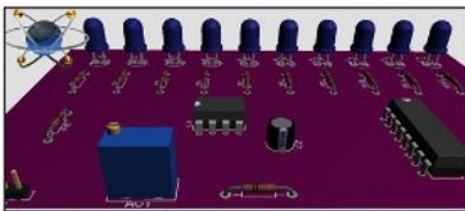
2.4.1.2.Etapas

Figura 13.-

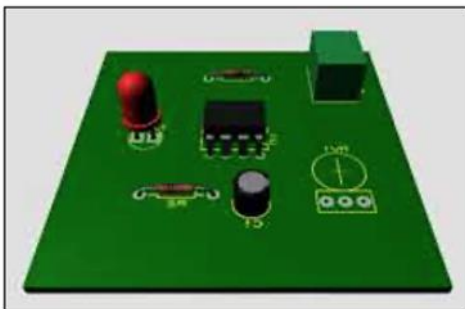
Etapas de un Software Proteus



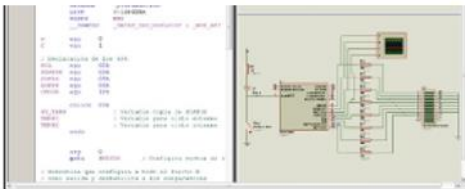
Diseño del circuito electrónico



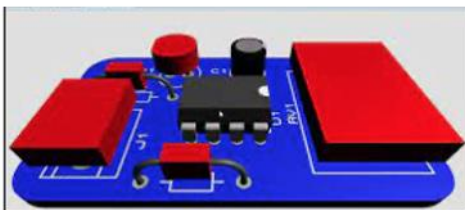
Diseño del circuito impreso



Construcción del prototipo físico



Desarrollo del software



Pruebas de funcionamiento

Nota. - La figura muestra las diferentes etapas de un software proteus.

Fuente: Elaboración propia en base a varias fuentes.

2.4.2. Software Arduino IDE

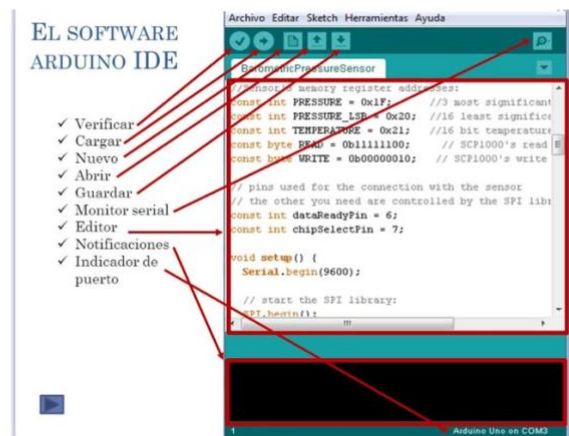
2.4.2.1.Descripción

El IDE de Arduino es un programa necesario para desarrollar y cargar programas en la placa Arduino. Está compuesto por un conjunto de herramientas de programación y puede ser utilizado para varios lenguajes. Arduino utiliza el lenguaje C y algunas funciones de C++. Los programas de Arduino se componen de un solo archivo con extensión ".ino", aunque es posible organizarlos en varios archivos. Se transfieren a la placa mediante un cable USB y el archivo principal debe estar en una carpeta con el mismo nombre.(escholarium, s. f.)







2.4.2.2.Menús principales

Figura 14.-

Menús del software Arduino IDE



Menús principales

-  Verificar: verifica si el programa tiene algún error, indica el tipo y donde está .
-  Cargar: carga el programa a la tarjeta de Arduino.
-  Nuevo: abre una nueva ventana para poder escribir un programa nuevo.
-  Abrir: abre un programa en una determinada ubicación.
-  Guardar: guarda el programa en el disco duro del ordenador.
-  Monitor Serial: abre una ventana de comunicación con la placa Arduino.]

Nota. – Figura sobre las partes y concepto de un software Arduino IDE.

Fuente: Figura extraída de (escholarium, s. f.)

3. Objetivo general

Diseñar e implementar el sistema de encendido mediante la huella digital en un motor que dispone de un sistema de encendido convencional con llave y que no brinda ningún tipo de seguridad.

4. Objetivos específicos

- Desarrollar un circuito eléctrico para el encendido de un automotor a través de la huella digital.
- Programar los microcontroladores en la plataforma Arduino, para la comunicación entre el usuario y el sistema.
- Implementar el sistema de encendido previamente diseñado, en un motor con encendido convencional que hace el uso de una llave automotriz.
- Realizar pruebas del sistema implementado.

5. Procedimientos, herramientas y componentes electrónicos

5.1.Procedimientos

La Universidad del Azuay nos facilitó un motor Otto que dispone de 4 cilindros, ocho válvulas y una cilindrada de 1.2 litros, para la realización de nuestro proyecto, dicho motor dispone de un sistema de encendido convencional con una llave. Sin embargo, se implementó el encendido mediante huella digital, siguiendo los siguientes procesos.

5.1.1. Programación del microcontrolador ATmega328P de la placa Arduino UNO.

Con la ayuda de la plataforma Arduino IDE se procedió a la programación de la placa Arduino UNO que nos facilite la interacción del sistema con el usuario.

Con el siguiente orden:

Agregamos la librería Adafruit_Fingerprint a la librería del programa y después a la hoja de programación.

```
#include <Adafruit_Fingerprint.h>
```

Declaramos las variables

```
int suma = 0; //iniciamos la variable suma en cero que nos contara las veces que se haga
lectura de una huella
```

```
int on = 100; //tiempo del destello de la luz huella
```

```
int relayaccesorios = 8; //activa accesorios
```

```
int relayencendido = 9; //activa el encendido
```

```
int relayarranque = 10; //activa el arranque
```

```
int huella = 11; //enciende el sensor de huella "Transistor Q5 NPN"
```

En void setup configuramos la placa y preparación del programa.

```
pinMode(relayaccesorios,OUTPUT);
```

```
pinMode(relayencendido,OUTPUT);
```

```
pinMode(relayarranque,OUTPUT);
```

```
pinMode(huella,OUTPUT);
```

```
digitalWrite(relayaccesorios, LOW); // iniciamos la salida relayaccesorios en OFF
```

```
digitalWrite(relayencendido, LOW); // iniciamos la salida relayencendido en OFF
```

```
digitalWrite(relayarranque, LOW); // iniciamos la salida relayarranque en OFF
```

```
digitalWrite(huella, LOW); // iniciamos la salida huella en ON Transistor Q5 Activo
```

```
Serial.begin(9600);
```

En void loop se escribirá el código que se ejecutará continuamente.

```
if(finger.fingerID==1) {
```

```
Serial.print("BIENVENIDO");
```

```
digitalWrite(8, HIGH); // Se activa la moto "RELAY 1 ON"
```

```
suma = suma + 1;
```

```
}
```

```
if(suma == 2) { // si se reconoce por segunda vez la huella registrada
```

```
digitalWrite(10, HIGH); // se activa la señal de encendido "RELAY 3"
```

```
delay(700);
```

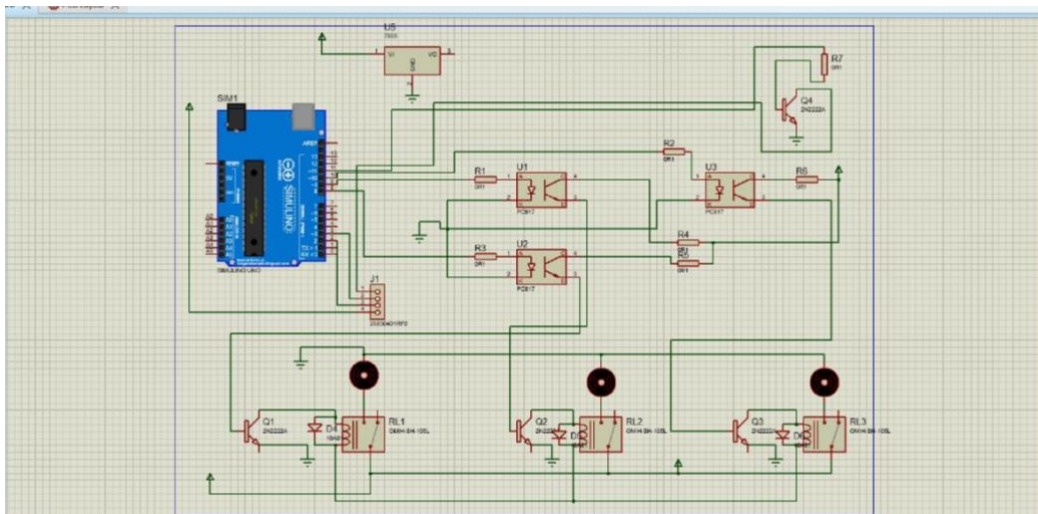
```
digitalWrite(9, HIGH); // se enciende (star) la moto "RELAY 2 ON"  
  
delay(700); // Tiempo de encendido  
  
digitalWrite(9,LOW); // "RELAY 2 OFF"  
  
digitalWrite(11,LOW); // sensor de huella OFF  
  
//on = 60000;  
  
};
```

5.1.2. Diseño del circuito eléctrico

Mediante el uso de la plataforma Proteus se procedió a realizar el circuito eléctrico acorde con las necesidades del proyecto.

Figura 15.-

Esquema Eléctrico



Nota. - La figura muestra el esquema eléctrico de la conexión de diferentes componentes.

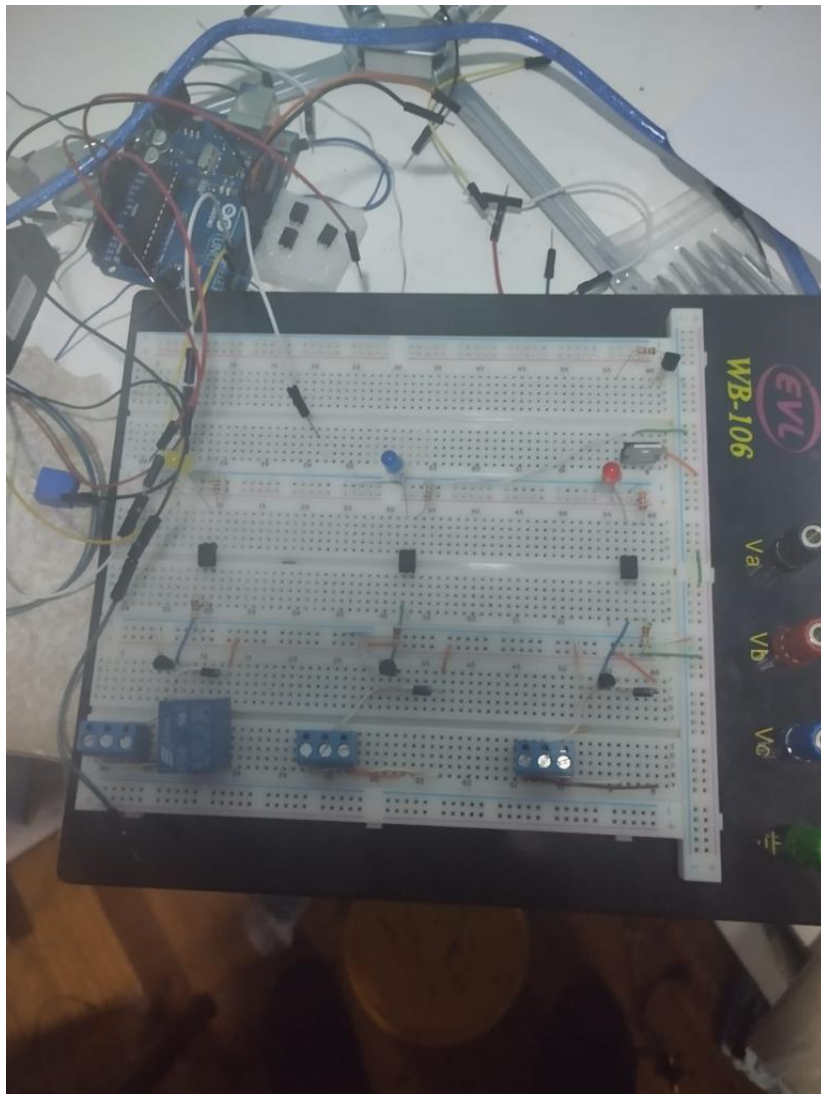
Fuente: Elaboración propia de los autores

5.1.3. Armado del Circuito en el protoboard

Una vez ya contando con un esquema eléctrico y la programación del microcontrolador se procede al armado del sistema en el protoboard para verificar la funcionalidad del sistema, logrando visualizar cada una de las señales que envía el microcontrolador al verificar que la huella ingresada es la que se encuentra registrada.

Figura 16.-

Armado del circuito en el Protoboard



Nota. - La figura muestra el resultado final del armado del circuito en el protoboard.

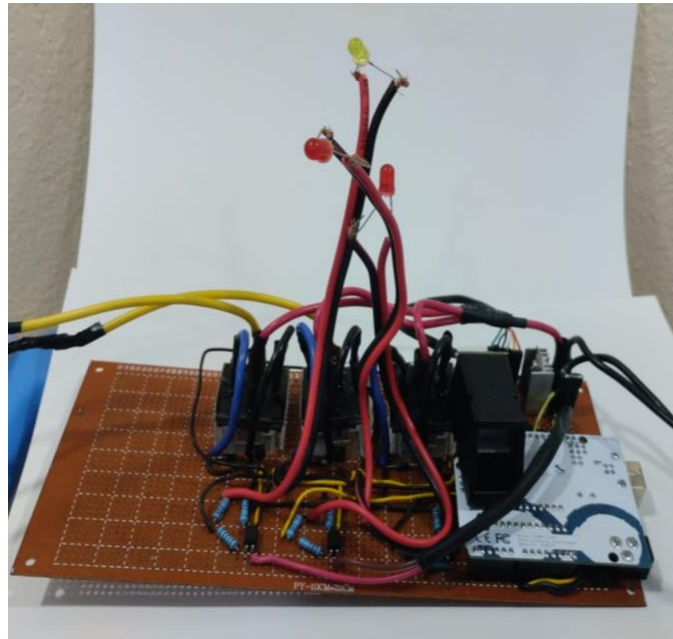
Fuente: Elaboración propia de los autores.

5.1.4. Armado del circuito en una baquelita perforada.

Una vez verificada la funcionalidad del sistema se procede a armar el circuito en la baquelita perforada incorporando relés de potencia a la salida de cada señal.

Figura 17.-

Circuito en una baquelita



Nota. - La figura muestra el armado del circuito en una baquelita perforada.

Fuente: Elaboración propia de los autores

5.1.5. Implementación del sistema en el motor otto

Se procedió a implementar este sistema en un motor Otto conectando los bornes de la batería a la alimentación del sistema y a su vez conectando las salidas de cada uno de los relés de potencia al cable de accesorios, encendido y arranque respectivamente.

Figura 18.-

Implementación del sistema en el motor



Nota. - La figura muestra el resultado de la implementación del sistema en el motor otto.

Fuente: Elaboración propia de los autores.

5.1.6. Pruebas realizadas

Teniendo como resultado el buen funcionamiento de este sistema de encendido mediante huella digital constatando que al ingresar la huella por primera vez se activa la función de accesorios e ingresando una vez más la huella se activa el motor de arranque del motor otto por uno segundos y a su vez queda activado el encendido del motor.

Figura 19.-

Activación del sistema de accesorios



Nota. - La figura muestra el resultado de la activación del sistema de accesorios implementados en el motor.

Fuente: Elaboración propia de los autores.

Figura 20.-

Activación del encendido y motor de arranque.



Nota. - La Figura muestra el resultado de la activación del encendido y motor de arranque.

Fuente: Elaboración propia de los autores

5.2.Herramientas

- Multímetro
- Cautín
- Juego de alicates
- Juego de destornilladores

6. Resultados y conclusiones

Una vez implementado este sistema de encendido mediante huella digital a un motor otto se pudo llegar a verificar que este sistema nos da un alto porcentaje de seguridad ya que al realizar las pruebas pertinentes el motor únicamente se encendía siempre y cuando el sensor de huella detectaba la huella que se encontraba registrada. También se pudo evidenciar que en cualquier automóvil se puede llegar a implementar debido a que este sistema cumple la misma función que los diferentes sistemas de encendido con la diferencia que nos brinda más seguridad.

7. Lista de referencias

- Alemán, S. (2022, julio 19). *Sistema de encendido del vehículo: Qué es y cómo funciona*. Servicio Alemán. <https://www.servicioaleman.es/articulo/general/sistema-encendido-vehiculos-como-funciona/20220718173933001838.html>
- Alvarado Acosta Agón. (s. f.). *TEORÍA DE LOS DIODOS*. Recuperado 10 de junio de 2023, de https://www.tecnologiaypedagogia.net/2009/10/cartilla-todo-sobre-los-diodos_11.html
- *Arduino Uno: Visión general de producto*. (s. f.). Arrow.com. Recuperado 9 de junio de 2023, de <https://www.arrow.com/es-mx/research-and-events/articles/arduino-uno-product-overview>
- Auto Crash, C. (2018, diciembre 21). La evolución del sistema de encendido no se detiene. *Revista Autocrash*. <https://www.revistaautocrash.com/la-evolucion-del-sistema-de-encendido-no-se-detiene/>
- Blog Mecánicos. (2021). *El relé*. <http://www.blogmecanicos.com/2021/07/el-rele.html>
- *COMO FUNCIONA EL ENCENDIDO CONVENCIONAL PARA MOTORES DE EXPLOSIÓN DE CUATRO TIEMPOS :: Ea6sb*. (2023, marzo 10). <https://www.ea6sb.es/como-funciona-el-encendido-convencional-para-motores-de-explosion-de-cuatro-tiempos/>
- *El relé*. (s. f.). Recuperado 9 de junio de 2023, de <http://www.blogmecanicos.com/2021/07/el-rele.html>
- Epifanio, S. (2020, agosto 16). *La historia del encendido eléctrico | Top Motor*. <https://topmotor.com.ar/index.php/2020/08/16/la-historia-del-encendido-electrico/>
- escholarium. (s. f.). *ROB-Tema 4. Entorno de programación de Arduino*. eScholarium. Recuperado 9 de junio de 2023, de <http://escholarium.educarex.es/lnk/2-wJD-FGNr-s>
- Federico. (2017, octubre 5). *Sistemas de encendido: Tipos y Principios de funcionamiento*. Auto y Técnica. <https://autoytecnica.com/sistemas-de-encendido-tipos/>
- fgarcia. (2018, marzo 6). *Qué es un diodo y cómo funciona*. efectoLED blog. <https://www.efectoled.com/blog/es/todo-sobre-los-diodos/>

- Guízar-Sahagún, G., Grijalva-Otero, I., & Madrazo-Navarro, I. (2021). Huellas dactilares: Origen, usos y desafíos que genera la incapacidad para su registro. *Revista Médica del Instituto Mexicano del Seguro Social*, 59(6). <https://www.redalyc.org/journal/4577/457769655019/html/>
- inlocrobotics. (2021, febrero 17). *¿Qué es un lector de huella digital?* INLOC Robotics. <https://inlocrobotics.com/es/lector-de-huella-digital/>
- J.L, B. (2020, agosto 5). *Qué es un Transistor, Para que Sirve y Cómo Funciona?* Electrónica Online. <https://electronicaonline.net/componentes-electronicos/transistor/>
- J.L, B. (2021, mayo 25). *Código de Colores de Resistencias Eléctricas (Guía 2023)*. Electrónica Online. <https://electronicaonline.net/componentes-electronicos/resistor/codigo-de-colores-de-resistencias-electricas/>
- Jose Manuel Núñez. (2017). *Tecnología -E.S.O. e Ingeniería -Bachillerato: Arduino 3. Placa ARDUINO UNO rev 3*. <https://todotecnologia-eso.blogspot.com/2017/09/arduino-3-placa-arduino-uno-rev-3.html>
- L7809CV Regulador 9V 1.5A. (s. f.). *UNIT Electronics*. Recuperado 10 de junio de 2023, de <https://uelectronics.com/producto/l7809cv-regulador-9v-1-5a/>
- *La Resistencia: Un componente electronico indispensable*. - *ElectronicaPTY*. (s. f.). Recuperado 9 de junio de 2023, de <http://www.electronicapty.com/component/k2/item/38-la-resistencia/38-la-resistencia>
- *Las huellas dactilares, el arma perfecta de la policía para identificar personas*. (2018, junio 24). [historia.nationalgeographic.com.es](https://historia.nationalgeographic.com.es/a/huellas-dactilares-arma-perfecta-policia-para-identificar-personas_12745). https://historia.nationalgeographic.com.es/a/huellas-dactilares-arma-perfecta-policia-para-identificar-personas_12745
- Mecafenix, I. (2018, octubre 17). *Que es un optoacoplador y como funciona*. *Ingeniería Mecafenix*. <https://www.ingmecafenix.com/automatizacion/sensores/optoacoplador/>
- *MODULO LECTOR DE HUELLA FINGER PRINT AS608*. (s. f.). MACTRONICA. Recuperado 7 de abril de 2023, de <https://www.mactronica.com.co/modulo-lector-de-huella-finger-print-as608>
- *¿Qué es proteus?* (s. f.). Recuperado 9 de junio de 2023, de <https://www.hubor-proteus.com/proteus-pcb/proteus-pcb/2-proteus.html>

- *Relevadores: Qué son, funcionamiento, tipos y aplicaciones.* (2021, julio 27). <https://sdindustrial.com.mx/blog/relevadores/>
- Salinas Javier,. (2020). *Partes de un Arduino UNO – A Kodigo Abierto.* <https://salinasjavi.wordpress.com/2020/01/14/partes-de-un-arduino-uno/>
- *Sensor de huella digital: Un dispositivo biométrico - Sibó Avance.* (2022, abril 19). <https://siboavance.com.co/sensor-de-huella-digital>
- TECmickro. (s. f.). *Sensor Lector de Huella Digital AS608.* TECmickro Ecuador. Recuperado 9 de junio de 2023, de <https://tecmickro.com/sensores/644-sensor-lector-de-huella-digital-as608.html>