



Facultad de Ciencia y Tecnología  
Tecnología Superior en Electrónica Automotriz

Elaboración de una maqueta del sistema limpiaparabrisas con encendido  
automático

Trabajo previo a la obtención del grado académico de Tecnólogo en  
Electrónica Automotriz

Autor:

Christian Alejandro Astudillo Alvarado

Director:

Dr. Efrén Esteban Fernández Palomeque

Cuenca – Ecuador

2023

## **Agradecimientos**

En primer lugar, agradezco a Dios por otorgarme salud y vida para llevar a cabo cada etapa de este proceso. Sin su guía divina, no habría sido posible superar los obstáculos y alcanzar este importante logro académico.

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento al Dr. Efrén Fernández, quien ha sido el director de este proyecto, por su experiencia y compromiso durante el desarrollo del mismo. Sus conocimientos han sido indispensables para lograr los objetivos planteados.

También quiero agradecer a los profesores y personal administrativo por su apoyo y orientación a lo largo de mi carrera.

No puedo pasar por alto el apoyo incondicional de mis padres, familia y amigos durante todo este proceso. Agradezco de corazón su aliento constante. Su amor y motivación fueron una fuente de inspiración que me impulsaron a superar los desafíos y alcanzar la meta.

Por último, agradezco al Ing. Cristian Jaramillo por su colaboración y orientación en áreas específicas de este proyecto. Sus conocimientos y consejos fueron de gran ayuda para su desarrollo.

### Resumen:

El presente trabajo constituye un informe técnico sobre la elaboración de una maqueta del sistema limpiaparabrisas con encendido automático, esta maqueta tiene como elemento principal un sensor de lluvia el cual se encarga de detectar la presencia de gotas de agua que caen sobre el parabrisas y según la intensidad de la lluvia activar las diferentes velocidades del motor limpiaparabrisas. Este prototipo servirá para fines didácticos, se podrá comprender de una mejor manera el funcionamiento de los componentes que constituyen el sistema de limpiaparabrisas automático y con ello tener conocimiento acerca de este avance tecnológico empleado en el campo automotriz.

**Palabras clave:** automático., limpiaparabrisas, lluvia, maqueta, sensor

### Abstract:

This work constitutes a technical report on the elaboration of a model of the windshield wiper system with automatic power on, this system has as its main element a rain sensor which is in charge of detecting the presence of drops of water that fall on the windshield and according to the rain intensity activate the different speeds of the wiper motor. This prototype will be used for didactic purposes, it will be possible to better understand the operation of the components that make up the automatic windshield wiper system and thus have knowledge about this technological advance used in the automotive field.

**Keywords:** automatic., model, rain, sensor, windshield wiper



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 contenidos

Agradecimientos.....	i
Resumen: .....	ii
Abstract: .....	ii
Índice de contenidos .....	iii
Índice de tablas .....	v
Índice de figuras .....	vi
1. Introducción.....	1
2. Marco teórico.....	2
2.1 Sistema de limpiaparabrisas .....	2
2.2 Constitución del sistema de limpiaparabrisas.....	2
2.2.1 Motor eléctrico .....	2
2.2.2 Sistema de transmisión del movimiento, transmisión por biela manivela.	4
2.2.3 Rasquetas.....	4
2.3 Tipos de limpiaparabrisas, según el modo de funcionamiento.....	4
2.4 Sistema de limpiaparabrisas automático .....	5
2.4.1 Sensor de lluvia optoelectrónico.....	5
2.4.1.1 Funcionamiento del sensor de lluvia con el parabrisas seco.....	6
2.4.1.2 Funcionamiento del sensor de lluvia con el parabrisas mojado.....	6
2.4.2 Alternativa del sensor de lluvia .....	7
2.5 Arduino.....	9
2.6 Relé.....	9
2.6.1 Relé para Arduino.....	10
2.7 Diodo .....	10

3. Objetivo general .....	11
4. Objetivos específicos .....	11
5. Procedimientos y herramientas.....	11
5.1 Construcción de una estructura para la maqueta .....	11
5.2 Identificación de los pines de conexión en el mando del limpiaparabrisas....	12
5.3 Diseño del diagrama eléctrico para la instalación de los componentes que conforman la maqueta .....	13
5.4 Montaje e instalación eléctrica de los componentes de un sistema de limpiaparabrisas convencional .....	14
5.5 Programación del sensor de lluvia MH-RD .....	14
5.6 Instalación de componentes electrónicos .....	15
5.7 Instalación de los diodos .....	16
5.8 Maqueta culminada.....	17
6. Resultados y conclusiones .....	17
7. Lista de referencias .....	20

## Índice de tablas

<b>Tabla 1</b> Pines de conexión del sensor de lluvia MH-RD.....	8
<b>Tabla 2</b> Pines identificados en el mando del limpiaparabrisas .....	13
<b>Tabla 3</b> Conectores del módulo relé SLA-05VDC-SL-C.....	15

## Índice de figuras

<b>Figura 1</b> Esquema de un motor eléctrico del limpiaparabrisas con dos velocidades .....	3
<b>Figura 2</b> Inductor o carcasa del motor limpiaparabrisas .....	3
<b>Figura 3</b> Motor eléctrico del limpiaparabrisas y el sistema de transmisión de movimiento.....	4
<b>Figura 4</b> Sensor de lluvia optoelectrónico.....	5
<b>Figura 5</b> Sensor de lluvia cuando el parabrisas está seco.....	6
<b>Figura 6</b> Sensor de lluvia con el parabrisas mojado.....	7
<b>Figura 7</b> Módulo de medición del sensor de lluvia MH-RD.....	8
<b>Figura 8</b> Placa PCB del sensor de lluvia .....	8
<b>Figura 9</b> Placa Arduino Uno.....	9
<b>Figura 10</b> Relé o relevador .....	10
<b>Figura 11</b> Diodo Rectificador.....	11
<b>Figura 12</b> Estructura para la maqueta.....	12
<b>Figura 13</b> Prueba de continuidad en los pines del mando del limpiaparabrisas.....	12
<b>Figura 14</b> Diseño de diagrama eléctrico.....	13
<b>Figura 15</b> Componentes de un sistema de limpiaparabrisas convencional .....	14
<b>Figura 16</b> Programación en Arduino del sensor de lluvia MH-RD.....	14
<b>Figura 17</b> Módulo relé SLA-05VDC-SL-C.....	15
<b>Figura 18</b> Componentes electrónicos en la maqueta .....	16
<b>Figura 19</b> Diodos 10A10 instalados en paralelo.....	16
<b>Figura 20</b> Maqueta completamente culminada.....	17
<b>Figura 21</b> Medición de voltaje cuando la placa del sensor de lluvia está seca.....	18
<b>Figura 22</b> Medición de voltaje cuando la placa del sensor de lluvia está mojada moderadamente.....	18

**Figura 23** Medición de voltaje cuando la placa del sensor de lluvia está mojada completamente..... 19



## **1. Introducción**

En el campo automotriz, la tecnología continúa evolucionando a un ritmo acelerado, y un ejemplo claro de ello es el sistema de limpiaparabrisas automático. Por esta razón, es crucial mantenernos actualizados constantemente.

Durante la década de los noventa, se introdujo en los vehículos un dispositivo conocido como sensor de lluvia, el cual se ha convertido en una parte esencial de la electrónica automotriz moderna. Inicialmente, este sensor se ubicaba en el pie del espejo retrovisor externo, pero en la actualidad se coloca en el interior del parabrisas, fuera del campo de visión. El sensor de lluvia es el componente primordial en un sistema de limpiaparabrisas automático, tiene la capacidad de detectar si está lloviendo en su área de cobertura y transmite esta información al sistema electrónico que controla los limpiaparabrisas. Esto permite que la frecuencia de limpieza de las escobillas se ajuste automáticamente según la intensidad de la lluvia.

El principal objetivo del sistema de limpiaparabrisas automático es lograr una conducción más confortable y segura. (HELLA TECH WORLD. El aliado del Taller, s.f).

El presente proyecto consiste en elaborar una maqueta del sistema limpiaparabrisas con encendido automático que tiene como elemento primordial un sensor de lluvia el cual va a ser programado en la plataforma Arduino. Además, la maqueta va a contar con elementos de un sistema de limpiaparabrisas convencional con ello obtendremos como resultado un material didáctico en el que será posible observar el funcionamiento tanto manual como automático del sistema limpiaparabrisas y reconocer sus componentes.

## **2. Marco teórico**

El sistema automático de limpiaparabrisas sirve como asistencia a la conducción ya que libera al conductor de la tarea de accionar las escobillas limpiaparabrisas, esto aumenta la seguridad y el confort a la hora de conducir. Respecto a seguridad, disminuye las distracciones del conductor mejorando la reacción del mismo en caso de presentarse algún inconveniente en la carretera.

“Peugeot fue el primer fabricante en incorporar este sistema de asistencia a la conducción en sus coches en 1994. Desde entonces, cada vez más marcas se han animado a incorporarlos a su equipamiento” (Sensor de lluvia, s.f).

### **2.1 Sistema de limpiaparabrisas**

El sistema de limpiaparabrisas sirve como un sistema auxiliar a la conducción, su función es importante para la seguridad del conductor y los demás ocupantes del vehículo ya que proporciona al conductor una adecuada visibilidad en situaciones de visibilidad adversas.

### **2.2 Constitución del sistema de limpiaparabrisas**

Está constituido por un pequeño motor eléctrico, equipado con un sistema de reducción y un mecanismo de transmisión, que transfiere el movimiento del motor a los ejes-brazos raquetas y sus correspondientes escobillas de goma, que se desplazan por delante del parabrisas, retirando el agua que se deposita en él. Este sistema de reducción de velocidad, incorporado al motor eléctrico, transforma la velocidad del rotor o inducido (de 2.500 a 3.000 rpm) en otra más adecuada para los ejes-brazos raquetas: de 50 a 70 oscilaciones por minuto. (Sánchez Fernández, 2017, p. 198).

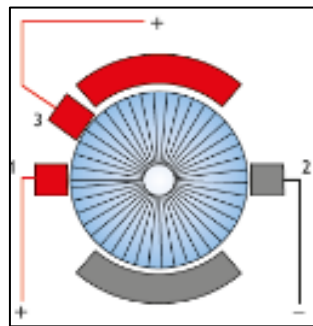
#### **2.2.1 Motor eléctrico**

El motor eléctrico transforma la energía eléctrica en una energía mecánica capaz de accionar las escobillas del limpiaparabrisas. La mayor parte de los limpiaparabrisas funcionan con un motor eléctrico denominado clásico.

El motor eléctrico es un motor de corriente continua y efectúa una rotación de 360°. Como se puede ver en la Figura 1 y Figura 2 el motor está compuesto principalmente por un cuerpo motor, unos imanes permanentes y dos o tres escobillas, según el tipo de motor. El motor eléctrico delantero se compone de tres escobillas que pertenecen a las dos velocidades de barrido posibles. Cuando las escobillas 1 y 2 están conectadas, los limpiaparabrisas realizan un barrido continuo lento; si lo están las escobillas 2 y 3, estas realizan un barrido continuo rápido. (Sánchez Fernández, 2017, p. 198).

**Figura 1**

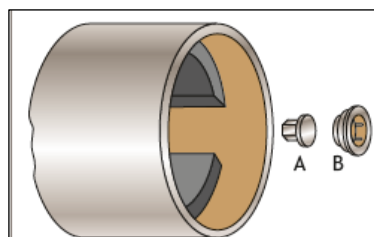
*Esquema de un motor eléctrico del limpiaparabrisas con dos velocidades*



Nota. La figura muestra las escobillas del motor del limpiaparabrisas para las diferentes velocidades. Reproducido de *Circuitos Eléctricos Auxiliares del Vehículo* (p.198), por E. Sánchez Fernández, 2017, MACMILLAN Profesional.

**Figura 2**

*Inductor o carcasa del motor limpiaparabrisas*



Nota. La figura muestra la carcasa del motor limpiaparabrisas con sus respectivos imanes permanentes. Reproducido de *Circuitos Eléctricos Auxiliares del Vehículo* (p.198), por E. Sánchez Fernández, 2017, MACMILLAN Profesional.

### 2.2.2 Sistema de transmisión del movimiento, transmisión por biela manivela.

El motor produce un movimiento circular el cual se transforma en movimiento de vaivén en los ejes de las rasquetas. Para ello, como se puede ver en la figura 4 dispone de un conjunto de bielas-manivelas que forman la cadena cinemática del sistema.

En el sistema de transmisión por biela-manivela se transforma el movimiento circular del eje del motor en movimiento alternativo de vaivén por medio de un conjunto de bielas y manivelas. El movimiento alternativo se transmite a las raquetas a través de un eje. (Domínguez y Ferrer, 2012, p. 281).

**Figura 3**

*Motor eléctrico del limpiaparabrisas y el sistema de transmisión de movimiento.*



*Nota.* El gráfico muestra el motor eléctrico del limpiaparabrisas junto con su mecanismo de transmisión por biela manivela.

### 2.2.3 Rasquetas

“Las rasquetas tienen la misión de realizar la limpieza de la superficie exterior del parabrisas. En el barrido se debe garantizar un buen contacto de la goma de la rasqueta con la superficie del parabrisas” (Domínguez y Ferrer, 2012, p. 282).

### 2.3 Tipos de limpiaparabrisas, según el modo de funcionamiento

Sánchez Fernández (2017) indica que hay dos tipos de limpiaparabrisas según el modo de funcionamiento:

**Modo manual:** en el modo manual el conductor tiene que mover el mando de los limpiaparabrisas para modificar la velocidad de barrido.

**Modo automático:** este modo está presente en los vehículos con sensor de lluvia; activa los limpiaparabrisas al detectar gotas de agua y adapta la velocidad de barrido según la intensidad de lluvia.

## 2.4 Sistema de limpiaparabrisas automático

El sistema automático de limpiaparabrisas sirve como asistencia a la conducción ya que libera al conductor de la tarea de accionar las escobillas limpiaparabrisas, esto aumenta la seguridad y el confort a la hora de conducir. Como se puede ver en la Figura 4 para la construcción de un limpiaparabrisas automático se requiere como elemento principal el sensor de lluvia.

### 2.4.1 Sensor de lluvia optoelectrónico

El funcionamiento del sensor de lluvia consiste en aprovechar los principios de reflexión y refracción que se establecen en el espesor del cristal del parabrisas.

El funcionamiento del sensor de lluvia está basado en una medición optoelectrónica: dispone de uno o varios diodos luminosos que actúan como emisores, un prisma y unos fotodiodos receptores. Los diodos emisores envían un rayo de luz infrarroja que llega al parabrisas pasando por el prisma. Allí, este rayo es reflejado varias veces por la superficie exterior del cristal y es transmitido hasta el fotodiodo. (Que es el sensor de lluvia en un coche, 2021).

#### Figura 4

*Sensor de lluvia optoelectrónico.*



*Nota.* Ubicación del sensor de lluvia en un vehículo. Reproducido de *Limpiaparabrisas Automático (Sensor de Lluvia)* [Fotografía], por D. Osorio, et al., 2021, WordPress.com

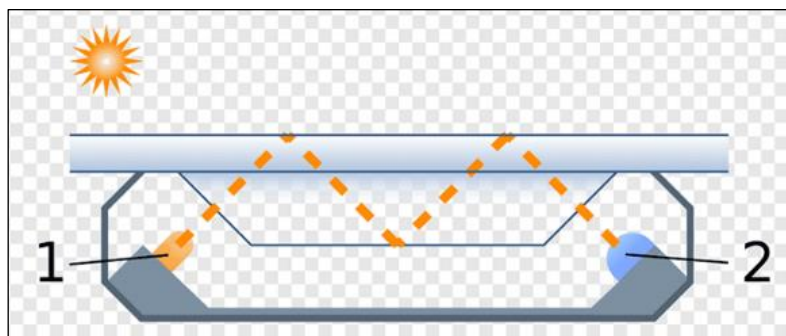
([https://mecanicaparatosblog.files.wordpress.com/2021/04/c2bfcomo-funcionan-los-sensores-de-lluvia\\_.jpg?w=768](https://mecanicaparatosblog.files.wordpress.com/2021/04/c2bfcomo-funcionan-los-sensores-de-lluvia_.jpg?w=768)).

#### 2.4.1.1 Funcionamiento del sensor de lluvia con el parabrisas seco

Como podemos ver en la Figura 5 cuando el parabrisas está seco (no hay lluvia) existe una buena comunicación entre los diodos, o sea la luz que emite el primer diodo es recibida por el segundo de manera limpia, se mantiene la intensidad de la luz entregada (no existe refracción), cosa que la unidad de control de este sensor lo interpreta como la inexistencia de agua y por lo tanto no activa el limpiaparabrisas. (Osorio Vicente et al., 2021).

**Figura 5**

*Sensor de lluvia cuando el parabrisas está seco*



*Nota.* Reproducido de *Limpiaparabrisas Automático (Sensor de Lluvia)* [Fotografía], por D. Osorio, et al., 2021, WordPress.com

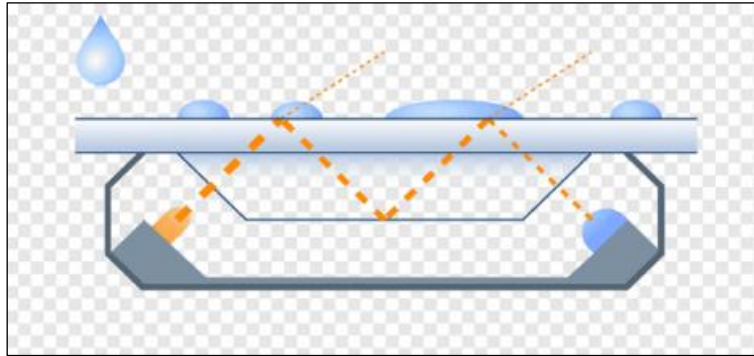
(<https://mecanicaparatosblog.files.wordpress.com/2021/04/1f.png?w=708>).

#### 2.4.1.2 Funcionamiento del sensor de lluvia con el parabrisas mojado

En la Figura 6 se puede ver que cuando hay lluvia y el parabrisas se moja, la luz recibida por el diodo receptor es mucho menos intensa que la luz enviada por el diodo emisor (varía el haz de luz reflejado respecto a un estado seco), ya que en ese caso existe refracción de la luz por las gotas de agua posadas arriba del parabrisas. (Osorio Vicente et al., 2021).

**Figura 6**

*Sensor de lluvia con el parabrisas mojado*



*Nota.* Reproducido de *Limpiaparabrisas Automático (Sensor de Lluvia)* [Fotografía], por D.

Osorio, et al., 2021, WordPress.com

(<https://mecanicaparadosblog.files.wordpress.com/2021/04/2f.png?w=1024>).

#### **2.4.2 Alternativa del sensor de lluvia**

El sensor de lluvia MH-RD o pluviómetro es un dispositivo que tiene la capacidad de detectar la presencia de las gotas de agua que caen sobre él. Este sensor se compone de dos partes, la primera parte como se puede apreciar en la Figura 7 es un módulo de medición estándar con un comparador LM393, que nos permite obtener una lectura análoga o digital y se puede regular la sensibilidad del umbral, ya que tiene potenciómetro en el circuito. La segunda parte como se puede ver en la Figura 8 es un PCB que básicamente es una resistencia variable cuyo valor varía según la cantidad de agua que se encuentra sobre su superficie.

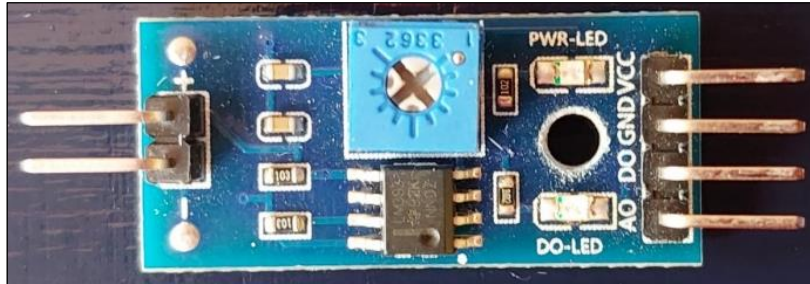
El funcionamiento del sensor es bastante simple, entre más agua se encuentre sobre la superficie de la placa la resistencia es menor, es decir la resistencia es inversamente proporcional a la cantidad de agua. (Cortés, 2021).

Constructivamente es un sensor sencillo. Se dispone de dos contactos, unidos a unas pistas conductoras entrelazadas entre sí a una pequeña distancia, sin existir contacto entre ambas. Al depositarse agua sobre la

superficie, se ponen en contacto eléctrico ambos conductores, lo que puede ser detectado por un sensor. (Llamas, 2016).

**Figura 7**

*Módulo de medición del sensor de lluvia MH-RD*



**Figura 8**

*Placa PCB del sensor de lluvia*



En la Tabla 1 se indica el pinout del módulo sensor de lluvia MH-RD.

**Tabla 1**

*Pines de conexión del sensor de lluvia MH-RD*

Pin	Función
VCC	5V alimentación
GND	conexión a tierra
A0	salida analógica
D0	salida digital
+	alimentación para placa PCB
-	negativo para placa PCB



## 2.5 Arduino

Arduino es una plataforma electrónica de código abierto basada en hardware y software de fácil manejo que se utiliza para la construcción de proyectos electrónicos. Está formado por una tarjeta o placa física de circuito programable como la mostrada en la Figura 9 (normalmente denominada microcontrolador) y un software, o IDE (Integrated Development Environment) que se instala en un ordenador, y que se utiliza para escribir y cargar código del ordenador a la tarjeta física.

En resumen, permite indicar a la placa lo que debe hacer mediante el envío de un conjunto de instrucciones al microcontrolador a través del lenguaje de programación de Arduino. (Arduino todo lo que necesitas saber, s. f.).

**Figura 9**

*Placa Arduino Uno*



## 2.6 Relé

Podríamos definir el relé como un interruptor eléctrico que permite el paso de la corriente eléctrica cuando está cerrado e interrumpirla cuando está abierto, pero que es accionado eléctricamente.

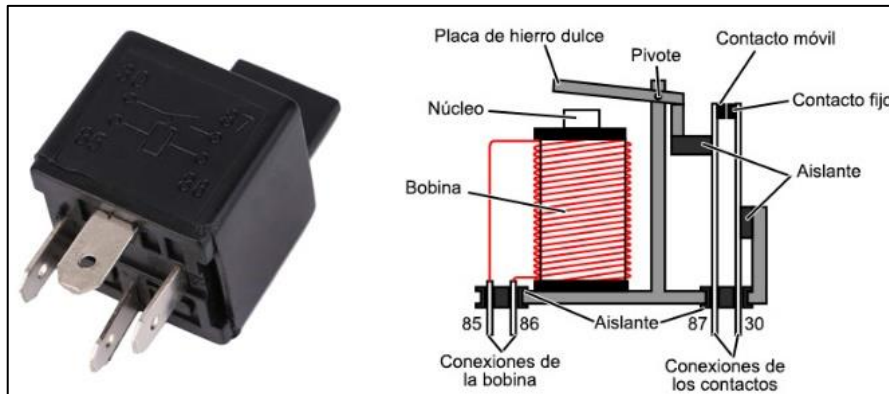
En la Figura 10 se puede ver que el relé está compuesto de una bobina conectada a una corriente. Cuando la bobina se activa produce un campo electromagnético que hace que el contacto del relé que está normalmente abierto se cierre y permita el paso de la corriente por un circuito. Cuando dejamos de suministrar corriente a la bobina, el campo electromagnético desaparece y el contacto del relé se vuelve a abrir, dejando sin corriente

el circuito eléctrico.

Los relés sirven para activar un circuito que tiene un consumo considerable de electricidad mediante un circuito de pequeña potencia que imanta la bobina. (Seas, 2019).

**Figura 10**

*Relé o relevador*



*Nota.* Reproducido de *El relé* [Fotografía], por El blog del taller de reparación del automóvil, 2021, blogmecanicos.com

([https://1.bp.blogspot.com/yZntGVibRQI/YPpi2HtRVzI/AAAAAAAAAG\\_Y/cn3H-FbISo8mzngw0YtXDNR9bbtHKgQ\\_gCNcBGAsYHQ/s791/1.jpg](https://1.bp.blogspot.com/yZntGVibRQI/YPpi2HtRVzI/AAAAAAAAAG_Y/cn3H-FbISo8mzngw0YtXDNR9bbtHKgQ_gCNcBGAsYHQ/s791/1.jpg)).

### 2.6.1 Relé para Arduino

Los relevadores son interruptores eléctricos que utilizan el principio del electromagnetismo para convertir pequeños estímulos eléctricos provenientes del Arduino en corrientes más grandes.

Estas conversiones ocurren cuando el Arduino activa el electroimán del relé para cerrar o abrir un circuito alimentado con una potencia diferente superior a 5V, bien sea en voltaje directo o en voltaje alterno. (Castaño, 2020).

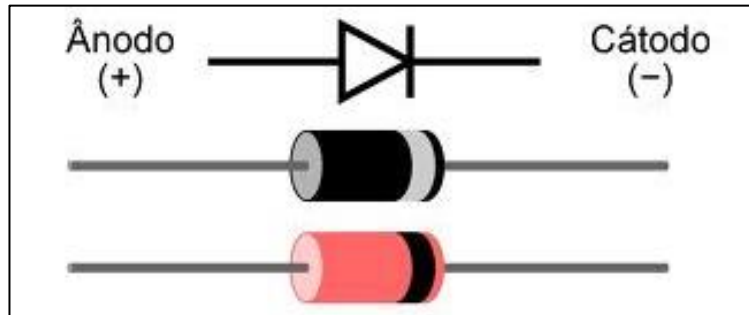
### 2.7 Diodo

Es un componente semiconductor que como se puede apreciar en la Figura 11 tiene dos terminales, un ánodo (+) y un cátodo (-) y permite el flujo de la corriente en un solo

sentido. Cuando el diodo está polarizado directamente actúa como un interruptor cerrado, permitiendo el flujo de la electricidad, mientras que al polarizar el diodo de manera inversa éste actúa como un interruptor abierto (*Diodo*, 2021).

**Figura 11**

*Diodo Rectificador*



*Nota.* Reproducido de *Diodo rectificador* [Fotografía], por E. Gómez, 2015, rinconingenieril.es (<https://www.rinconingenieril.es/wp-content/uploads/2015/05/descarga.jpg>).

### **3. Objetivo general**

Elaborar una maqueta del sistema limpiaparabrisas con encendido automático partiendo de una maqueta con encendido convencional.

### **4. Objetivos específicos**

- Elaborar una estructura para montar los componentes del sistema limpiaparabrisas.
- Reconocer e indicar los componentes que forman parte del sistema automático de limpiaparabrisas.
- Desarrollar la programación de un sensor de lluvia.
- Hacer que funcione de forma automática un sistema convencional de limpiaparabrisas.

### **5. Procedimientos y herramientas**

#### **5.1 Construcción de una estructura para la maqueta**

Para empezar a trabajar en el desarrollo del proyecto como se puede ver en la Figura 12 primeramente, se realizó la construcción de una estructura para el montaje de los respectivos componentes.

**Figura 12**

*Estructura para la maqueta*



## **5.2 Identificación de los pines de conexión en el mando del limpiaparabrisas**

Como se puede ver en la Figura 13, con la ayuda de un multímetro se hizo la prueba de continuidad para identificar los pines del mando del limpiaparabrisas y posterior a ello realizar su respectiva instalación eléctrica.

**Figura 13**

*Prueba de continuidad en los pines del mando del limpiaparabrisas*



En la Tabla 2 se muestra el resultado obtenido en la prueba de continuidad antes mencionada.

**Tabla 2**

*Pines identificados en el mando del limpiaparabrisas*

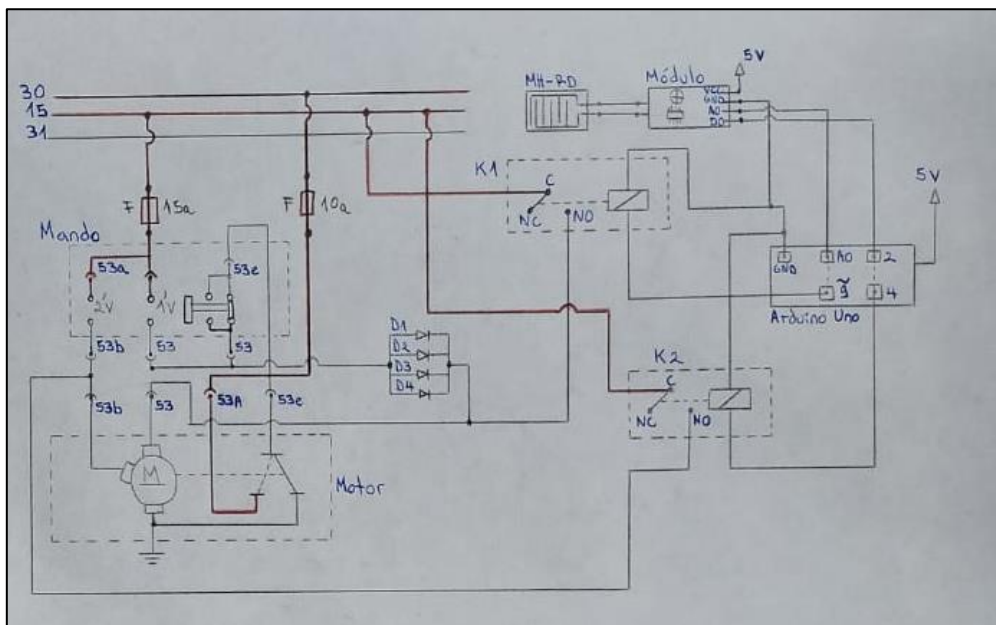
Pin	Función
53a	Entrada de corriente +12V
53	Salida de corriente hacia la velocidad lenta del motor limpiaparabrisas
53b	Salida de corriente hacia la velocidad rápida del motor limpiaparabrisas
53e	Entrada (+/-) del mecanismo de conmutación

### 5.3 Diseño del diagrama eléctrico para la instalación de los componentes que conforman la maqueta

Para realizar la instalación de los diferentes componentes tanto eléctricos como electrónicos, como se puede apreciar en la Figura 14 se diseñó un diagrama eléctrico.

**Figura 14**

*Diseño de diagrama eléctrico*



## 5.4 Montaje e instalación eléctrica de los componentes de un sistema de limpiaparabrisas convencional

Como se aprecia en la Figura 15 se realizó el montaje y la respectiva instalación eléctrica del motor limpiaparabrisas, el mando del limpiaparabrisas y un interruptor de encendido, esto con el objetivo de que la maqueta funcione de forma manual.

**Figura 15**

*Componentes de un sistema de limpiaparabrisas convencional*



## 5.5 Programación del sensor de lluvia MH-RD

En la maqueta se usó el sensor de lluvia MH-RD ya que las características de este sensor son perfectas para cumplir con el objetivo del proyecto además de su bajo costo. Como se puede ver en la Figura 16, el sensor fue programado en la plataforma Arduino.

**Figura 16**

*Programación en Arduino del sensor de lluvia MH-RD*

```
Arduino Uno
sketch_apr6a.ino
1 //SENSOR DE LLUVIA PARA SISTEMA LIMPIAPARABRISAS
2 int entradaAnalog = A0;
3 int velocidadBaja = 9;
4 int velocidadAlta = 4;
5 int entradaDig = 2;
6 int sensor;
7 int estado;
8
9 void setup()
10 {
11   pinMode(entradaDig, INPUT);
12   pinMode (velocidadAlta, OUTPUT);
13 }
14
15 void loop()
16 {
17   estado = digitalRead(entradaDig);
18   if (estado == LOW )
19     digitalWrite (velocidadAlta, HIGH);
20   else
21     digitalWrite (velocidadAlta, LOW);
22
23   {
24     sensor = analogRead (entradaAnalog);
25     sensor = map (sensor, 0,1023,0,255);
26
27   if (sensor <= 220 && sensor >=70)
28     analogWrite (velocidadBaja, 255);
29   else
30     analogWrite (velocidadBaja, 0);
31   }
32 }
```

## 5.6 Instalación de componentes electrónicos

Para lograr el funcionamiento automático del sistema limpiaparabrisas se usó el sensor de lluvia MH-RD y para poder activar las diferentes velocidades del motor limpiaparabrisas con el voltaje de 5VDC provenientes de Arduino, se usaron 2 módulos relés modelo SLA-05VDC-SL-C como el que se puede apreciar en la Figura 17.

**Figura 17**

*Módulo relé SLA-05VDC-SL-C*



En la Tabla 3 se indica la función que tiene cada conector del módulo relé.

**Tabla 3**

*Conectores del módulo relé SLA-05VDC-SL-C*

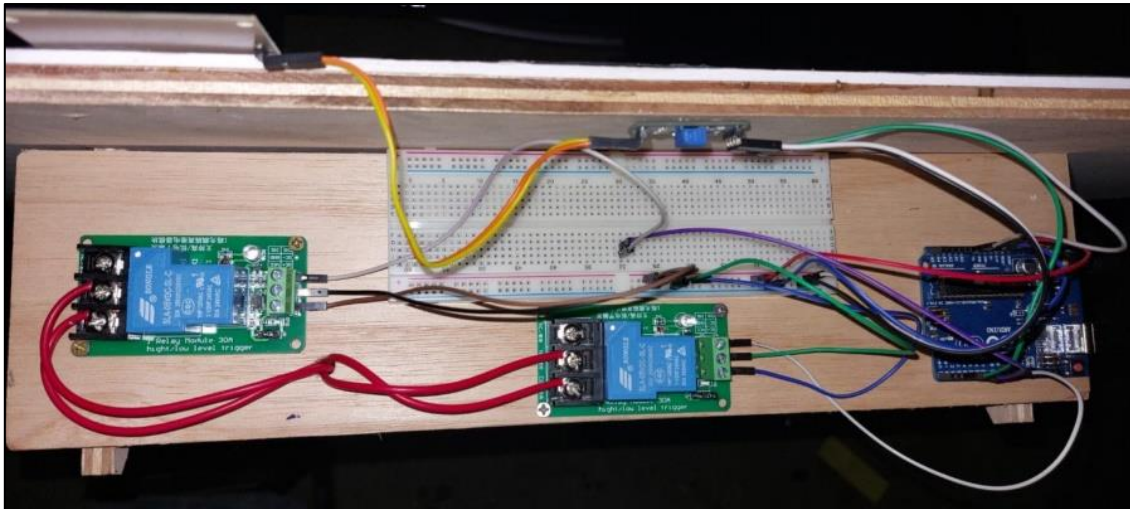
Conector	Función
DC+	positivo de la fuente de alimentación de 5VDC para el módulo
DC-	negativo de la fuente de alimentación de 5VDC para el módulo
IN	terminal de señal de activación
L, H	selección del modo de disparo de nivel alto/bajo
NC	contacto normalmente cerrado del relé
NO	contacto normalmente abierto del relé
COM	contacto común del relé



Los componentes electrónicos instalados en la maqueta se pueden ver en la Figura 18.

**Figura 18**

*Componentes electrónicos en la maqueta*

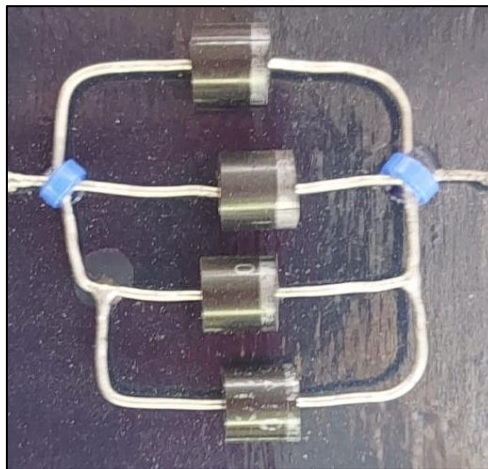


### 5.7 Instalación de los diodos

Para hacer posible el paro automático de las escobillas limpiaparabrisas es decir que siempre se detengan en su posición de reposo una vez que ya no es necesario que sigan en funcionamiento, como se puede apreciar en la Figura 19 se instalaron 4 diodos 10A10 en paralelo, polarizados directamente.

**Figura 19**

*Diodos 10A10 instalados en paralelo*





## 5.8 Maqueta culminada

En la Figura 20 se puede apreciar la maqueta totalmente culminada.

**Figura 20**

*Maqueta completamente culminada*



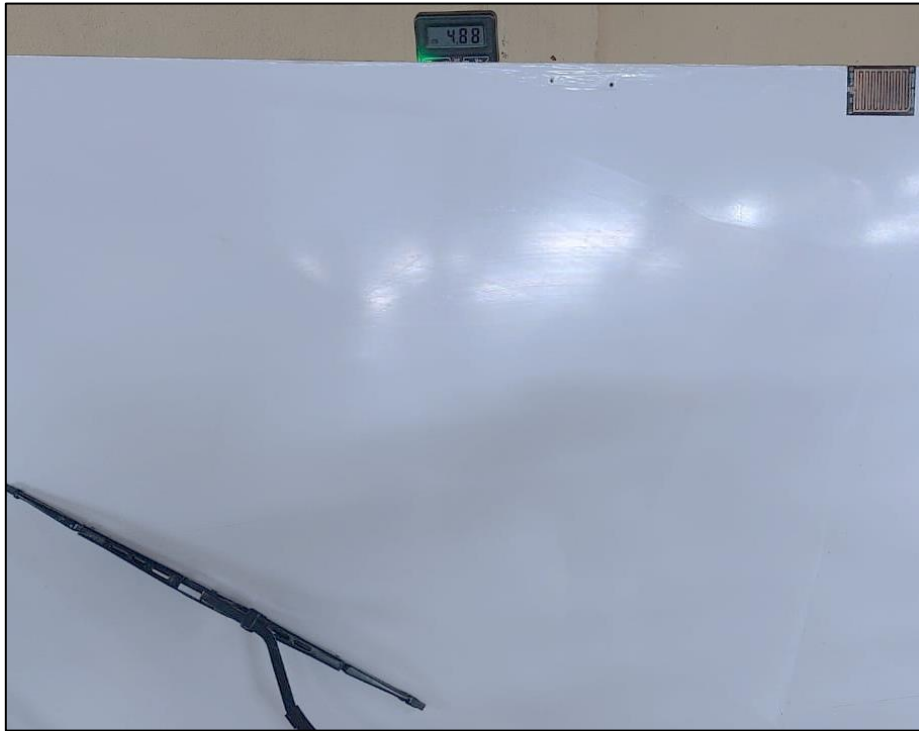
## 6. Resultados y conclusiones

Se logró cumplir con los objetivos planteados, la maqueta del sistema limpiaparabrisas funciona correctamente tanto de manera manual como también de forma automática con dos velocidades de barrido y su respectivo paro automático el cual permite que las escobillas limpiaparabrisas regresen a su posición de reposo cuando ya no es necesario que sigan en funcionamiento.

Como se puede ver en la Figura 21, Figura 22 y Figura 23, mientras más agua cae sobre la placa del sensor de lluvia el voltaje de la misma va disminuyendo lo cual permite que las diferentes velocidades del motor limpiaparabrisas se activen según sea la cantidad de agua detectada y la programación realizada.

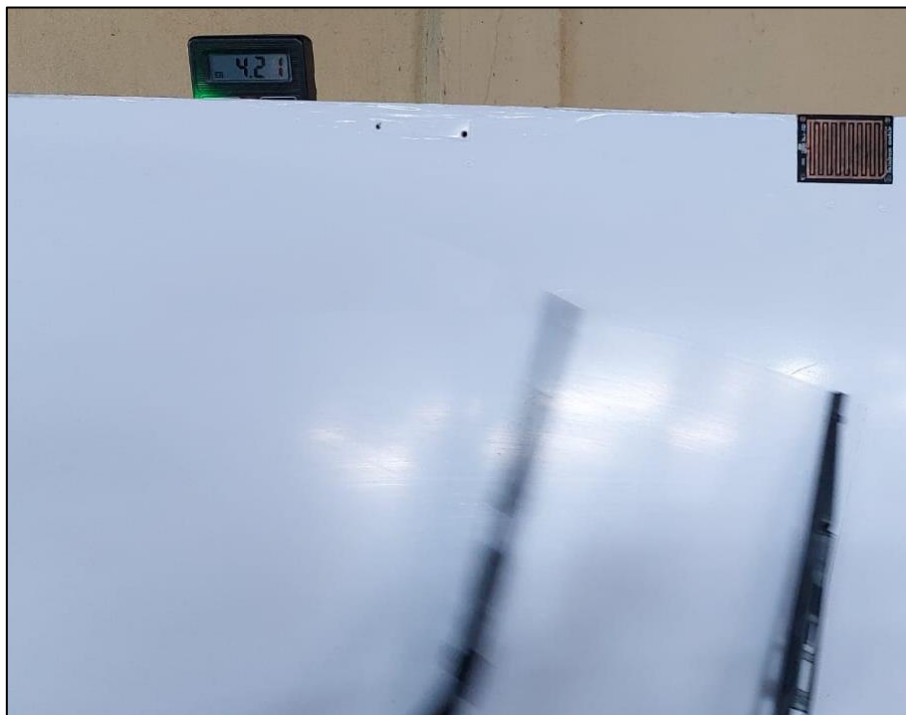
**Figura 21**

*Medición de voltaje cuando la placa del sensor de lluvia está seca*



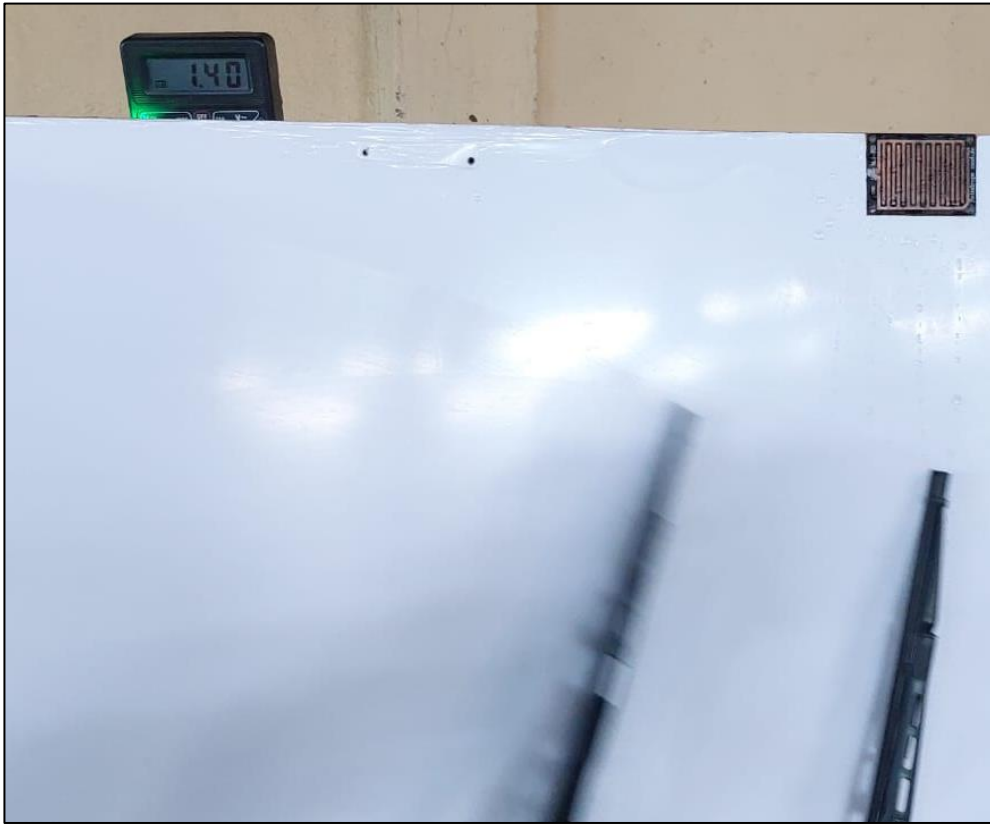
**Figura 22**

*Medición de voltaje cuando la placa del sensor de lluvia está mojada moderadamente*



### Figura 23

*Medición de voltaje cuando la placa del sensor de lluvia está mojada completamente*



## 7. Lista de referencias

- Arduino todo lo que necesitas saber. (s. f.). Aula21 Formación para la Industria. Recuperado 8 de mayo de 2023, de <https://www.cursosaula21.com/arduino-todo-lo-que-necesitas-saber/>
- Castaño Giraldo, S. A. (2020, agosto 3). Relevador con Arduino. Control Automático Educación. <https://controlautomaticoeducacion.com/arduino/relevador-con-arduino/>
- Cortés, A. (2021, mayo 15). Proyecto 26—Sensor de lluvia. Acortes Software. <https://acortes.co/proyecto-26-sensor-de-lluvia/>
- Diodo. (2021, abril 23). Mecatrónica LATAM. <https://www.mecatronicalatam.com/es/tutoriales/electronica/componentes-electronicos/diodo/>
- Domínguez, E. J., & Ferrer, J. (2012). Circuitos eléctricos auxiliares del vehículo: Transportes y mantenimiento de vehículos. Editex.
- HELLA TECH WORLD. El aliado del Taller. (s.f). Revisión del sensor de lluvia - Sensor de luz. Obtenido de HELLA: <https://www.hella.com/techworld/es/Informacion-Tecnica/Electricidad-y-electronica-del-automovil/Revision-del-sensor-de-lluvia-Sensor-de-luz-42078/>
- Llamas, L. (2016, febrero 13). Detector de lluvia con Arduino y sensor FC-37 o YL-83. Luis Llamas. <https://www.luisllamas.es/arduino-lluvia/>
- Osorio Vicente, D., Alarcón, D., Beltrán, K., & Salas, R. (2021, abril 12). LIMPIAPARABRISAS AUTOMÁTICO (SENSOR DE LLUVIA). MECANICA PARA TODOS. <https://mecanicaparatodosblog.wordpress.com/2021/04/12/limpiaparabrisas-automatico-sensor-de-lluvia/>
- Que es el sensor de lluvia en un coche. (09 de abril de 2021). AUTODOC CLUB. <https://club.autodoc.es/magazin/que-es-el-sensor-de-lluvia-en-un-coche>
- Sánchez Fernández, E. (2017). Circuitos Eléctricos Auxiliares del Vehículo.

MACMILLAN Profesional.

Seas. (2019, agosto 22). El Relé: Para qué es, para qué sirve y qué tipos existen. Blog Seas. <https://www.seas.es/blog/automatizacion/el-rele-para-que-es-para-que-sirve-y-que-tipos-existen/>

Sensor de lluvia. (s.f). RENTING FINDERS. <https://rentingfinders.com/glosario/sensor-lluvia/>