



**UNIVERSIDAD  
DEL AZUAY**

Facultad de Ciencia y Tecnología

Tecnología Superior en Electrónica Automotriz

Construcción de un Banco Didáctico para el Control del Cuerpo de  
Aceleración por Mando Electrónico.

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

Autores:

Manuel Fernando Giler Cumbe

Diego Javier Morocho Tapia

Tutor:

Ing. Cristian German Jaramillo Pesantez

Cuenca – Ecuador

2023

## **Dedicatoria**

A mis hijas, Isabella y Rafaella, siempre han sido un recordatorio constante de la importancia de la educación y del ejemplo que quiero ser para ustedes. Mi deseo es que este proyecto les inspire a seguir sus propios sueños, a nunca dejar de aprender y a enfrentar los desafíos con valentía y determinación.

También quiero dedicar este proyecto a mis tías Bernarda y Mercedes por su amor y apoyo incondicional a lo largo de mi vida. Su presencia ha sido un pilar fundamental en mi desarrollo personal y académico. Sus palabras de aliento, consejos sabios y ejemplo de perseverancia han sido una fuente de inspiración constante.

Fernando Giler

Esta tesis es el fruto del apoyo incondicional de mi Esposa y mis Padres. Agradezco su confianza, paciencia y motivación constante. Su presencia ha sido mi mayor inspiración y fortaleza en este camino académico. Este logro es también suyo, gracias por creer en mí. Con toda mi gratitud.

Diego Morocho

## **Agradecimientos**

A mi esposa Jimena, agradezco con todo mi corazón tu apoyo para lograr cumplir este proyecto. Tu amor, paciencia y aliento constante han sido mi mayor motivación. Gracias por estar siempre a mi lado, celebrar mis logros y ser mi fuerza en los momentos difíciles. Sin ti, este éxito no sería posible.

Fernando Giler

Quiero expresar mi más profundo agradecimiento a mi esposa, a mis padres y a todos mis familiares. Su apoyo incondicional y constante durante todo este proceso de investigación ha sido fundamental para alcanzar este logro. Gracias comprensión y aliento, he encontrado la fortaleza necesaria para superar obstáculos y perseverar en mi camino. Su confianza en mí y su presencia constante han sido mi mayor motivación. Agradezco de corazón el sacrificio y el tiempo que han dedicado para apoyarme en esta etapa tan importante de mi vida.

Diego Morocho

**Resumen:**

El presente trabajo constituye un informe técnico sobre la construcción de un banco didáctico para el control del cuerpo de aceleración por mando electrónico.

Los procesos que se emplearon fueron la programación de un sistema de control para la activación de un cuerpo de aceleración electrónico mediante un sensor de posición del pedal del acelerador, utilizando como controlador una placa Arduino nano. La construcción de una placa electrónica para la alimentación, regulación y salida de potencia del sistema de control. La construcción de un banco didáctico donde se montaron todos los componentes.

El proyecto concluyó con la construcción de un banco didáctico que simula el funcionamiento de un sistema de aceleración electrónico, proporcionando una representación similar al funcionamiento de dicho sistema en un vehículo real.

**Palabras clave:** aceleración electrónica, banco didáctico, controlador electrónico, mariposa de aceleración, obturador.

**Abstract:**

This work constitutes a technical report on the construction of a didactic bench for the control of the throttle body through electronic command. The processes employed included programming a control system to activate an electronic throttle body using a throttle position sensor, with an Arduino Nano board serving as the controller. Additionally, an electronic board was constructed to provide power supply, regulation, and power output for the control system. A didactic bench was also built, where all the components were mounted. The project concluded with the construction of a didactic bench that simulates the operation of an electronic throttle system, providing a representation similar to the functioning of such a system in a real vehicle.

**Keywords:** didactic bench, electronic acceleration, electronic controller, shutter, throttle body.



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

Dedicatoria.....	i
Agradecimientos.....	ii
Resumen: .....	iii
Abstract: .....	iii
Índice de contenidos .....	iv
Índice de tablas .....	vi
Índice de Figuras .....	vii
1. Introducción .....	1
2. Marco teórico .....	2
3. Objetivo General .....	7
4. Objetivos Específicos.....	7
5. Procedimientos y herramientas .....	8
5.1. Obtención de magnitudes analógicas de los componentes. ....	8
5.1.1. Pedal del acelerador.....	8
5.1.2. Cuerpo de aceleración y sensores TPS.....	10
5.2. Etapa de Alimentación y Potencia. ....	12
5.2.1. Diseño del circuito de fuente y regulación de 12v a 5v.....	12
5.2.2. Diseño del circuito de potencia para alimentar el motor DC de 12v.....	13
5.3. Programación en la placa Arduino.....	14
5.3.1. Programación de control del cuerpo de aceleración.....	14
5.3.2. Programación del Arduino para Pantalla de valores. ....	15
5.4. Elaboración de la placa del circuito electrónico. ....	15
5.5. Diseño y elaboración de la estructura para el banco didáctico. ....	16
5.5.1. Diseño de la estructura. ....	16
5.5.2. Corte y medición de la tabla para los componentes. ....	17

5.6. Diseño del esquema. ....	17
5.7. Ensamblaje del banco didáctico.....	18
6. Resultados y Conclusiones.....	20
7. Listado de referencias.....	21

## Índice de tablas

Tabla 1 Valores de tensión obtenidos de los APP .....	9
Tabla 2 Valores obtenidos de resistencia y tensión de los potenciómetros del TPS .....	11

## Índice de Figuras

Figura 1 Carburador .....	2
Figura 2 Cuerpo de aceleración con mando mecánico.....	3
Figura 3 Pedal de aceleración electrónico de efecto Hall.....	4
Figura 4 Comparación de tensión de cada APP.....	5
Figura 5 Cuerpo de aceleración electrónico.....	6
Figura 6 Medición de la tensión en APP1 y APP2 .....	8
Figura 7 Comparación de las señales entre APP1 y APP2 .....	9
Figura 8 Medición de tensión y resistencia de los TPS según porcentaje de apertura. ...	10
Figura 9 Comparación de la tensión del TPS de acuerdo al porcentaje de apertura. ....	11
Figura 10 Comparación de la resistencia del TPS de acuerdo con el porcentaje de apertura.....	12
Figura 11 Diagrama eléctrico del bloque de fuente.....	13
Figura 12 Diagrama eléctrico del bloque de potencia.....	13
Figura 13 Programación del accionamiento del cuerpo de aceleración.....	15
Figura 14 PCB para comandar el cuerpo de aceleración.....	16
Figura 15 Planos para corte de la estructura del banco didáctico.....	16
Figura 16 Proceso de armado de la estructura de la maqueta.....	17
Figura 17 Esquema eléctrico del módulo de control.....	18



## **1. Introducción**

En el mundo actual, la industria automotriz ha experimentado un rápido avance en términos de tecnología. Los vehículos modernos están equipados con sistemas de control electrónicos sofisticados que permiten un rendimiento óptimo y una mayor eficiencia en el consumo de combustible. Uno de los componentes clave en estos vehículos es el cuerpo de aceleración electrónico, que reemplaza al tradicional sistema de aceleración mecánica.

Esta tesis se enfoca en el diseño y desarrollo de un banco didáctico que simula un cuerpo de aceleración electrónico comandado por un pedal de aceleración electrónico. El banco didáctico constará de componentes electrónicos y mecánicos que permitirán simular el comportamiento de un cuerpo de aceleración electrónico de manera similar como en un vehículo. Además, se integrarán sistemas de visualización y monitoreo en tiempo real para facilitar la observación y el análisis de las señales y datos generados de los TPS y del APP.

A lo largo de esta tesis, se abordarán diferentes aspectos relacionados con el diseño y la implementación del banco didáctico, incluyendo la selección de los componentes, la creación de un sistema de control adecuado, la calibración del pedal y el cuerpo de aceleración para mejorar la experiencia con el banco didáctico.

Se espera que este banco didáctico se convierta en una herramienta valiosa tanto para la formación académica como para la investigación en el campo de la tecnología automotriz.

## 2. Marco teórico

Un motor de combustión interna necesita ingresar una mezcla de aire más combustible para poder realizar su trabajo.

En un principio el ingreso de esta mezcla era regulada por un carburador que tenía una válvula de mariposa para controlar el ingreso de aire necesario requerido por el conductor, esta válvula de mariposa era movida de forma mecánica mediante un cable o en algunos casos con una varilla desde el pedal de acelerador situado en el interior del vehículo hacia la válvula de mariposa.

**Figura 1**

*Carburador*



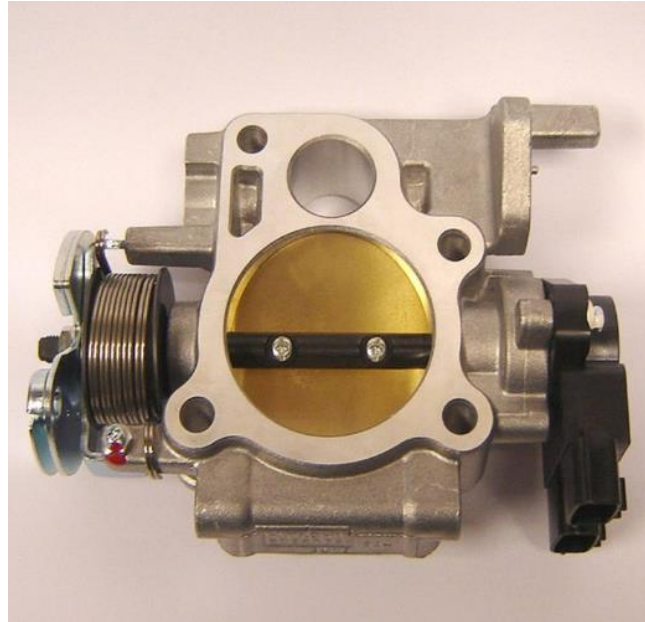
*Nota.* La imagen muestra un carburador utilizado en vehículos antiguos. *maXpeedingrods* Carburador de carbohidratos para Toyota Corolla 3K. (s. f.). Recuperado 7 de junio de 2023, de <https://www.yaesta.com/b071fh7jp2-maxpeedingrods-carburador-de-carbohidratos-para-toyota-corolla-3k-4k-1968-1978-para-suzuki-samurai-carby-carburador-2bb1-2-cilindros-carburador/p>

Con la introducción de la electrónica para gerenciar el funcionamiento del motor, se necesita medir la posición real de la válvula de mariposa para que la unidad de control pueda determinar el requerimiento de régimen del motor solicitado por el conductor y así determinar la cantidad de combustible a ser inyectado.

La válvula de mariposa seguía siendo accionada mecánicamente, pero se adiciona un sensor de posición de la mariposa (TPS), para medir el ángulo de apertura.

**Figura 2**

*Cuerpo de aceleración con mando mecánico.*



*Nota. VALVULA ACELERACION CHEVROLET D-MAX 3.0 TURBO DIESEL – Italur. (s. f.).*

Recuperado 7 de junio de 2023, de <https://www.italur.com/producto/valvula-aceleracion-chevrolet-d-max-3-0-turbo-diesel/>

El TPS, en inglés Throttle Position Sensor, es el sensor encargado de medir la posición a la cual se encuentra la mariposa de aceleración. El sensor TPS está constituido por dos potenciómetros, que varía de forma opuesta su resistencia, es decir mientras un potenciómetro va aumentando su resistencia el otro disminuye, de esta manera la unidad de control del motor pueda determinar de manera precisa la posición o ángulo de apertura de la válvula mariposa, en caso de fallar uno de sus potenciómetros la unidad de control aún podrá trabajar con la señal del otro.

Con estas señales la ECU interpreta la necesidad de aumento o disminución del régimen del motor requerido por el conductor y ajusta la mezcla de combustible y la señal de encendido para proporcionar la respuesta de aceleración adecuada.

Actualmente se ha eliminado el accionamiento mecánico de la válvula de mariposa, al introducir un sistema electrónico de aceleración que está compuesto por un pedal de aceleración con dos sensores de posición del pedal (APP1 y APP2), una unidad de control y un cuerpo de aceleración electrónico.

El pedal del acelerador electrónico, también conocido como APP, es un componente clave en los sistemas de control de aceleración de los vehículos contemporáneos. A diferencia del pedal mecánico convencional que está directamente conectado al acelerador mediante un cable, el pedal del acelerador electrónico utiliza sensores electrónicos para medir la posición y la presión ejercida por el conductor.

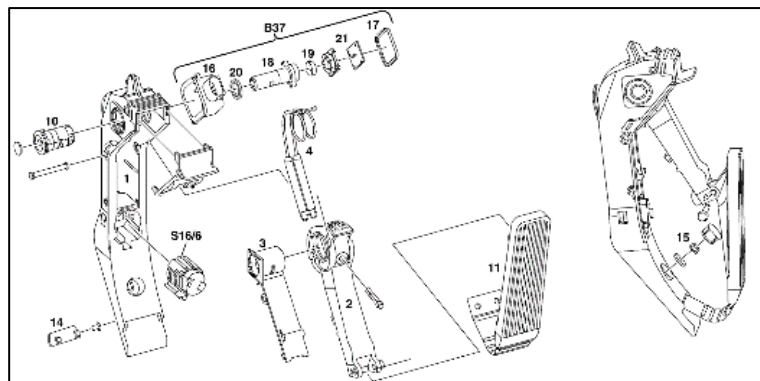
Cuando el conductor pisa el pedal del acelerador electrónico, los sensores registran la posición exacta y la fuerza aplicada.

Estos datos se envían a una unidad de control electrónica, conocida como ECU (Engine Control Unit), que interpreta la información y envía las señales adecuadas a la mariposa del acelerador electrónico. En consecuencia, se regula el flujo de aire hacia el motor y se ajusta la inyección de combustible para proporcionar una respuesta de aceleración precisa y eficiente.

El transmisor de posición del pedal con principio Hall está integrado con el eje de la palanca del pedal. Este está compuesto por un eje con un electroimán anular. Dicho eje gira en una placa de circuitos impresos con estator en los elementos Hall fijos. con ello se origina una modificación de la tensión.

**Figura 3**

*Pedal de aceleración electrónico de efecto Hall.*



*Nota.* La imagen muestra el despiece de un pedal de acelerador con sensor de posición tipo Hall.

WDB2110651A497734. (s. f.). Recuperado 31 de marzo de 2023, de

<https://retailfactory.mercedes-benz.com/iri-gui/search;0=%2Fsearch/docnumber/view?level=0&contentAlreadyFetched=true>

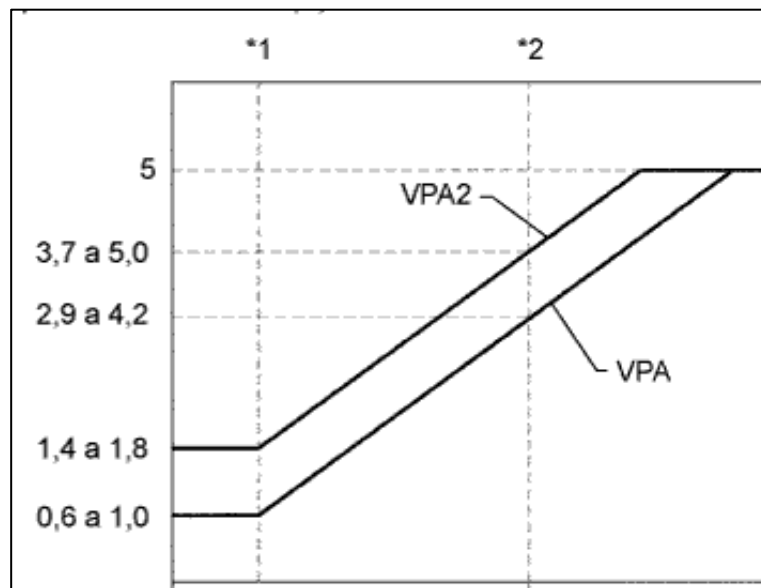
El transmisor de valor del pedal es alimentado por la unidad de control del motor. La información sobre la posición del pedal acelerador se transmite a través de dos tensiones.

APP 1: 0 v hasta 2,25v

APP 2: 0 v hasta 4,5 v

**Figura 4**

*Comparación de tensión de cada APP.*



*Nota.* Grafica de comparación de comparación de la señal del APP. GSIC - Centro mundial de información de servicio. (s. f.). Recuperado 6 de junio de 2023, de <https://manualespurdy.cisdigital.com/Toyota/FortunerHiluxOct2014/rm21k5s/MANUAL.HTM/rm21k5s/repair2/html/contents/rm0000018wx04ux.html>

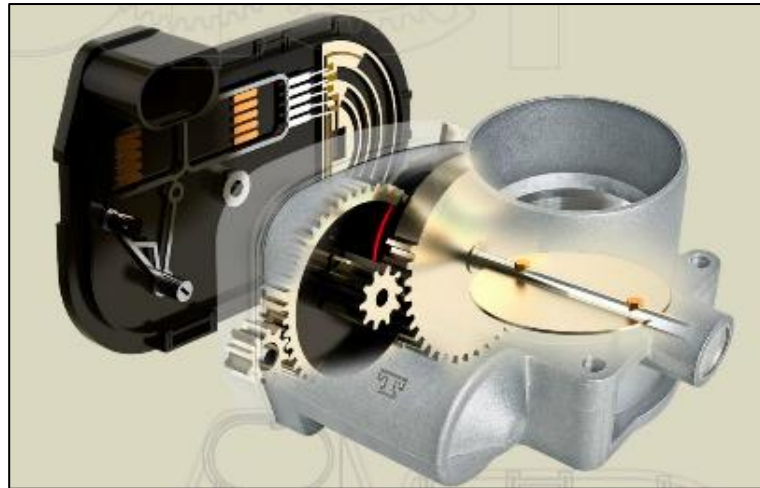
El cuerpo de aceleración electrónico regular el flujo de aire hacia el motor en función de las instrucciones enviadas por el pedal del acelerador y otros sensores del vehículo. A diferencia del cuerpo de aceleración mecánico, que utilizaba un cable para abrir o cerrar la mariposa del acelerador, el cuerpo de aceleración electrónico utiliza un motor eléctrico para controlar directamente la apertura de la mariposa.

La señal de activación del motor DC para la apertura de la válvula mariposa está dada por la ECU, en base a la posición del pedal de aceleración. Para ello la ECU analiza el requerimiento del conductor mediante los sensores APP1 y APP2 y envía la tensión y corriente necesarios mediante una señal PWM para apertura o cerrar la válvula. Y a su vez el cuerpo de aceleración electrónico mediante los sensores TPS1 y 2 que tiene

integrado entrega una señal de la posición real de apertura para que la ECU pueda corregir o regular la posición de la válvula según lo requerido.

**Figura 5**

*Cuerpo de aceleración electrónico.*



*Nota. Cuerpo de aceleración electrónica by Felipe Orozco—Issuu. (s. f.). Recuperado 7 de junio de 2023, de [https://issuu.com/fggggello/docs/cuerpo\\_de\\_aceleracion\\_electronica](https://issuu.com/fggggello/docs/cuerpo_de_aceleracion_electronica)*

### **3. Objetivo General**

Construir un banco didáctico de un sistema de aceleración electrónica que permite realizar mediciones de sus magnitudes eléctricas para su diagnóstico y simule el funcionamiento real dentro de un vehículo.

### **4. Objetivos Específicos**

Creación de la base para la maqueta de acuerdo con las medidas de los elementos y su diagrama eléctrico.

Diseño y elaboración de la unidad de control para el accionamiento del cuerpo de aceleración mediante el pedal.

Diseño del diagrama electrónico para conexión del cuerpo de aceleración y el pedal.

Armado del banco didáctico y comprobación de funcionamiento.

## 5. Procedimientos y herramientas

### 5.1. Obtención de magnitudes analógicas de los componentes.

Los componentes del banco didáctico entregan señales analógicas con las cuales se deben trabajar para el control y monitoreo del cuerpo de aceleración.

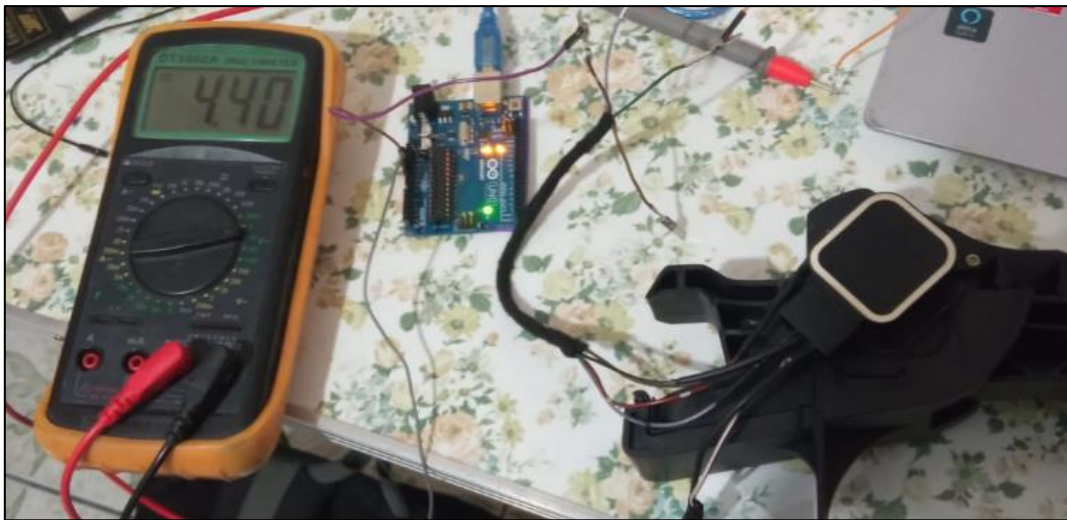
#### 5.1.1. Pedal del acelerador

El pedal del acelerador está compuesto por dos transmisores de posición de efecto hall, para este tipo de pedal de acelerador solo se pueden obtener las tensiones de salida de los sensores APP1 y APP2.

Los valores son medidos en los pines 4 y 5, en donde el pin 4 es la salida de señal del sensor APP1 y el pin 5 es la salida de señal del sensor APP2.

**Figura 6**

*Medición de la tensión en APP1 y APP2*





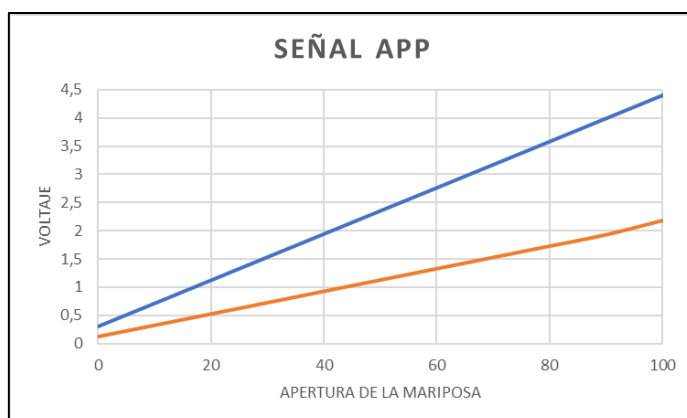
**Tabla 1**

*Valores de tensión obtenidos de los APP*

<b>APP1</b>		<b>APP2</b>	
<b>Porcentaje</b>	<b>Tensión</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>Tensión</b>
<b>0%</b>	0,13V	0%	0,3V
<b>10%</b>	0,33V	10%	0,71V
<b>20%</b>	0,53V	20%	1,12V
<b>30%</b>	0,73V	30%	1,53V
<b>40%</b>	0,93V	40%	1,94V
<b>50%</b>	1,13V	50%	2,35V
<b>60%</b>	1,33V	60%	2,76V
<b>70%</b>	1,53V	70%	3,17V
<b>80%</b>	1,73V	80%	3,58V
<b>90%</b>	1,93V	90%	3,99V
<b>100%</b>	2,18V	100%	4,4V

**Figura 7**

*Comparación de las señales entre APP1 y APP2*



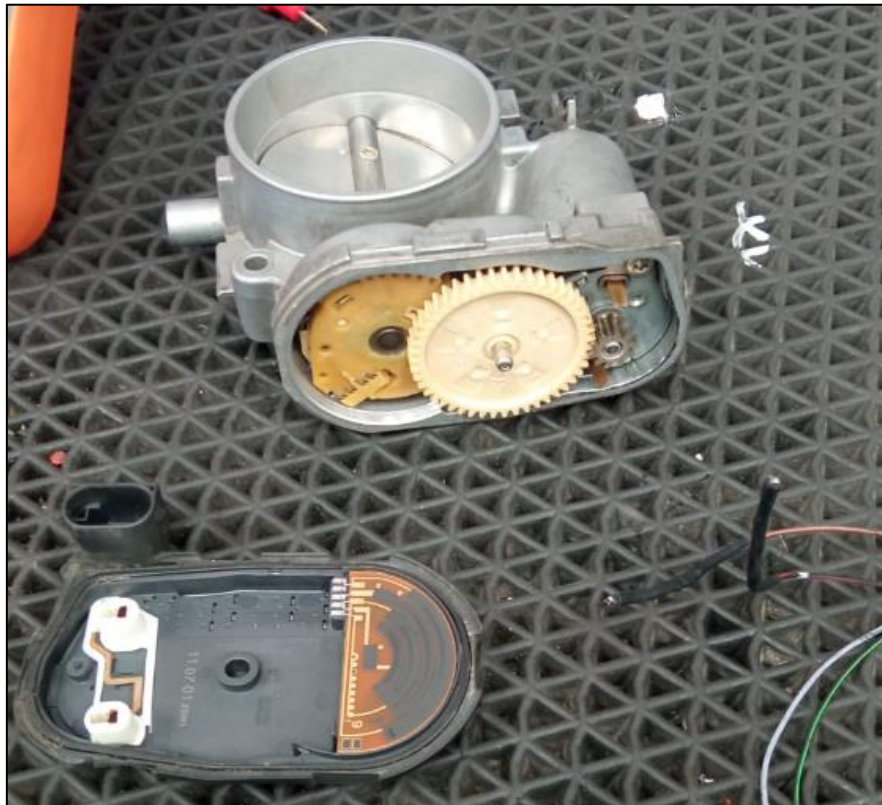
### 5.1.2. Cuerpo de aceleración y sensores TPS

El cuerpo de aceleración electrónica tiene 2 sensores tipo potenciómetro que permite monitorear la posición de apertura de la válvula de mariposa del acelerador.

Los valores son medidos en los pines 6 y 5, en donde el pin 6 es la salida de señal del sensor TPS 1 y el pin 5 es la salida de señal del sensor TPS 2.

**Figura 8**

*Medición de tensión y resistencia de los TPS según porcentaje de apertura.*



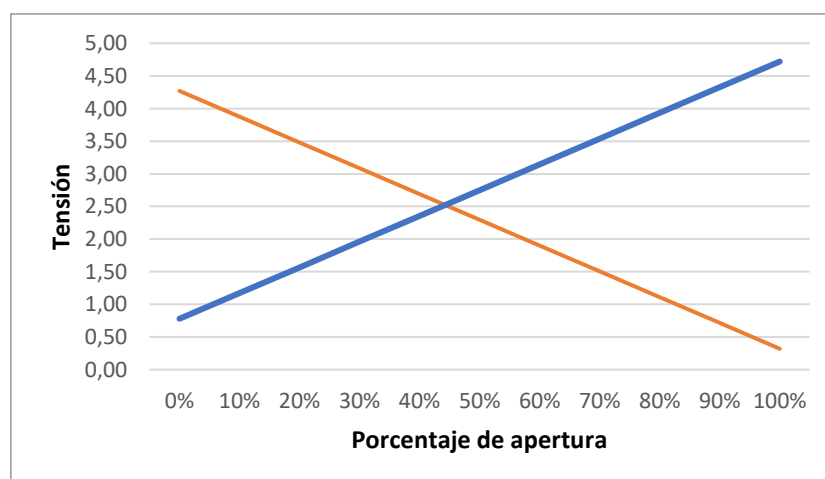
**Tabla 2**

*Valores obtenidos de resistencia y tensión de los potenciómetros del TPS*

<b>TPS 1</b>			<b>TPS 2</b>			
<b>Porcentaje</b>	<b>Tensión</b>	<b>Resistencia</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>Tensión</b>	<b>Resistencia</b>	<b>Voltaje Total</b>
<b>0%</b>	4,27	1370	<b>0%</b>	0,78	580	5,05
<b>10%</b>	3,88	1283	<b>10%</b>	1,17	653	5,05
<b>20%</b>	3,48	1196	<b>20%</b>	1,57	726	5,05
<b>30%</b>	3,09	1109	<b>30%</b>	1,96	799	5,05
<b>40%</b>	2,69	1022	<b>40%</b>	2,36	872	5,05
<b>50%</b>	2,30	935	<b>50%</b>	2,75	945	5,05
<b>60%</b>	1,90	848	<b>60%</b>	3,14	1018	5,04
<b>70%</b>	1,51	761	<b>70%</b>	3,54	1091	5,04
<b>80%</b>	1,11	674	<b>80%</b>	3,93	1164	5,04
<b>90%</b>	0,72	587	<b>90%</b>	4,33	1237	5,04
<b>100%</b>	0,32	500	<b>100%</b>	4,72	1310	5,04

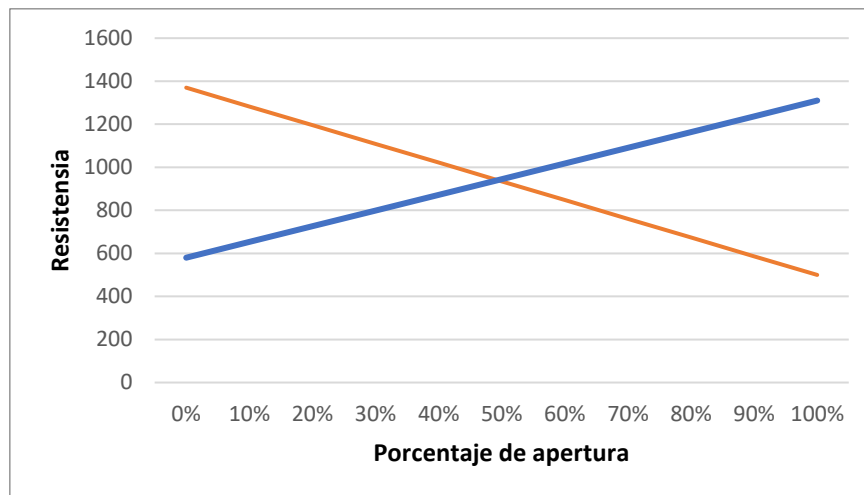
**Figura 9**

*Comparación de la tensión del TPS de acuerdo al porcentaje de apertura.*



**Figura 10**

*Comparación de la resistencia del TPS de acuerdo con el porcentaje de apertura.*



## **5.2. Etapa de Alimentación y Potencia.**

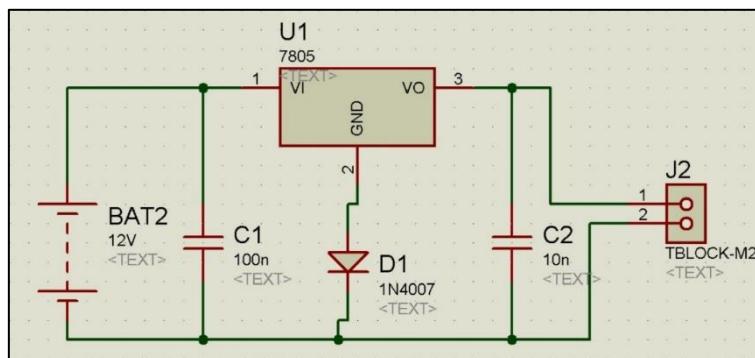
Para alimentar los componentes de este banco didáctico necesitamos diferentes tensiones ya que este cuenta con una alimentación de 12v, pero es necesario una alimentación 5v para los sensores.

### **5.2.1. Diseño del circuito de fuente y regulación de 12v a 5v.**

Para el diseño de este circuito se optó por utilizar un regulador de voltaje LM7805(U1), que convierte los 12V que entrega la batería de un vehículo a 5V que son requeridos para alimentar la placa Arduino. Como las tensiones de ingreso como de salida del regulador no son estables se utilizan un grupo de condensadores para aplanar el voltaje y que el circuito entregue 5V constantes a pesar del pico de voltaje que entrega la batería.

**Figura 11**

*Diagrama eléctrico del bloque de fuente*

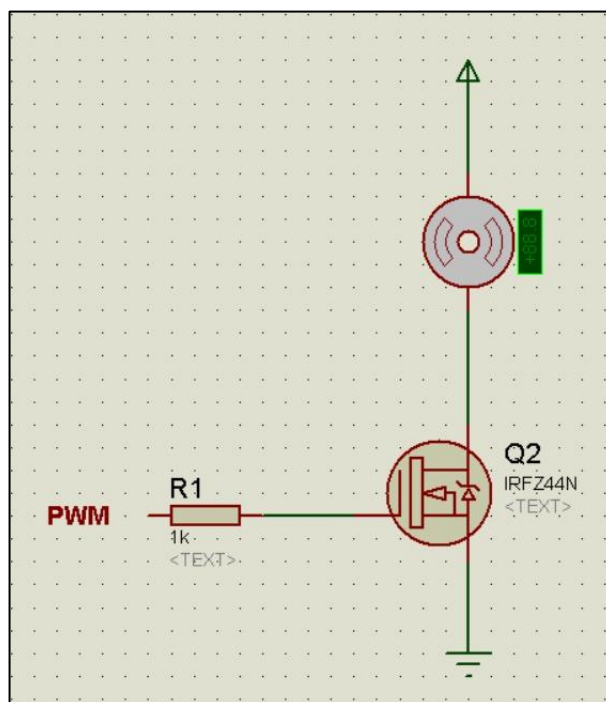


### 5.2.2. Diseño del circuito de potencia para alimentar el motor DC de 12v.

Este bloque se activa con una señal PWM proveniente del Arduino y entrega la tensión e intensidad que requiere el motor para funcionar correctamente sin sobrecargar el otro circuito. Para ello se utilizó un transistor MOSFET IRFZ44N

**Figura 12**

*Diagrama eléctrico del bloque de potencia.*



### 5.3. Programación en la placa Arduino.

La placa de Arduino nano debe ser programada mediante un sketch para procesar las señales recibidas y generar las señales de control.

#### 5.3.1. Programación de control del cuerpo de aceleración.

Para la programación se inicia definiendo los pines a utilizar mediante el comando **#define**, se utiliza el pin 6 que será la salida PWM para el control del ciclo de trabajo del motor del control de la válvula mariposa, También el pin número A0 que será la entrada de la posición del pedal de aceleración censada por el sensor APP2.

Luego se define las variables para el almacenamiento de los valores del sensor APP2 y el ciclo útil de trabajo mediante los comandos in **raw\_pot** e **int duty**.

Con la función **setup**, configuramos el pin de salida para el motor y lo ponemos en estado bajo(low) para que el motor esta apagado antes de la primera lectura.

Con la función **loop** implementamos el sistema de control que permitirá varía el ciclo PWM según la lectura que nos vaya dando el sensor APP2, para ello programamos lo siguiente: **raw\_pot= analogRead(POT)** para definir la entrada analógica del sensor APP2 **duty= map (raw\_pot , 0, 1023, 0, 255)** Para mapear la lectura de entrada al rango de 0 a 255 que definirá el ciclo de trabajo. Definimos que todo valor de entrada menor de 300 nos de una salida baja esto nos permite mantener el motor apagado mientras el pedal esta en reposos o una acción del pedal de 10 grados, mediante el comando `if(raw_pot < 300){`

```
    duty = (27*raw_pot)/50 - 27;
```

Luego definimos el ciclo útil de trabajo que ira para valores de lectura mayores de 300 de esta manera se define que el ciclo de trabajo del motor empieza cuando el pedal del acelerador este accionado más allá de 10 grados, para ello se utiliza el comando, `if(raw_pot > 300).`

Para que la apertura de la válvula de mariposa vaya en concordancia con la posición del pedal del acelerador se genera una ecuación para generar una salida a partir de una lectura superior de entrada mayor a 300 y menor 870, y a su vez nos vaya dando un ciclo útil de salida que ira de 27 a 255.

```
    {  
    duty = ((raw_pot)/15) + (810/7);
```

**Figura 13**

*Programación del accionamiento del cuerpo de aceleración.*

```
1
2 #define MOTOR 6 // pin al que se ha conectado el motor.
3 #define POT A0 // pin al que se ha conectado el potenciómetro
4
5 int raw_pot; // almacenar el valor del potenciómetro
6 //int duty1;
7
8 int duty; // ciclo util de la PWM
9
10 void setup() {
11 // apago el motor poniendo el pin en estado bajo
12 pinMode(MOTOR, OUTPUT);
13 digitalWrite(MOTOR, LOW );
14 Serial.begin(9600);
15 }
16
17 void loop() {
18 // put your main code here, to run repeatedly:
19 raw_pot = analogRead(POT);
20
21 // //Serial.println(raw_pot);
22
23 // duty = map(raw_pot,0, 1023, 0, 255);
24
25 // if(raw_pot < 90){
26 // duty = 0;
27 // };
28
29 if(raw_pot < 300){
30 | duty = (27*raw_pot)/50 -27;
31 }
```

### **5.3.2. Programación del Arduino para Pantalla de valores.**

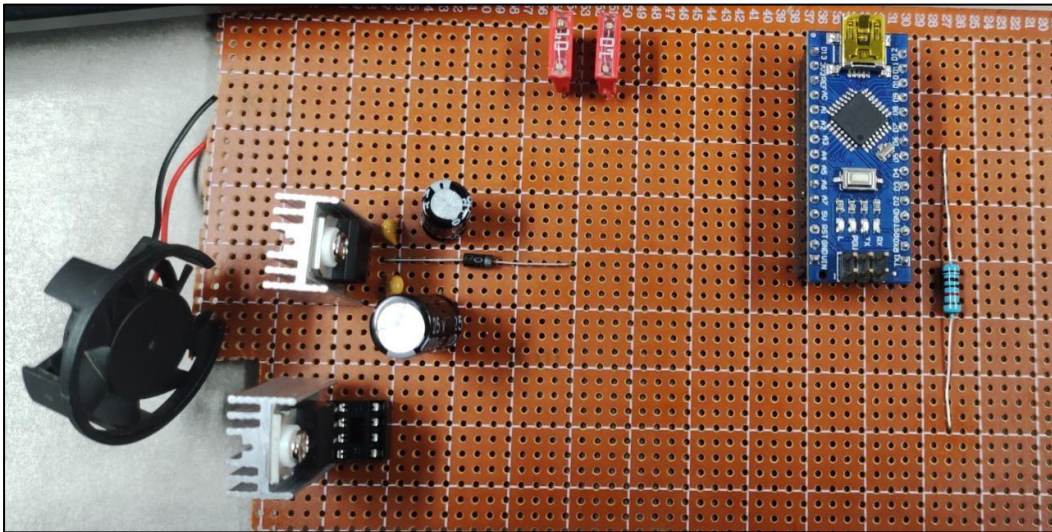
Para poder mostrar los valores medidos en una pantalla LCD 20x04 con I2C, se utiliza la biblioteca de programación que viene en la aplicación para programar el Arduino, luego se define las variables de lectura y mapeo de los valores a ser mostrados.

### **5.4. Elaboración de la placa del circuito electrónico.**

Se utiliza una placa de PCB perforada en donde se sueldan todos los componentes que forman parte de la unidad de control del banco didáctico.

**Figura 14**

*PCB para comandar el cuerpo de aceleración.*



### **5.5. Diseño y elaboración de la estructura para el banco didáctico.**

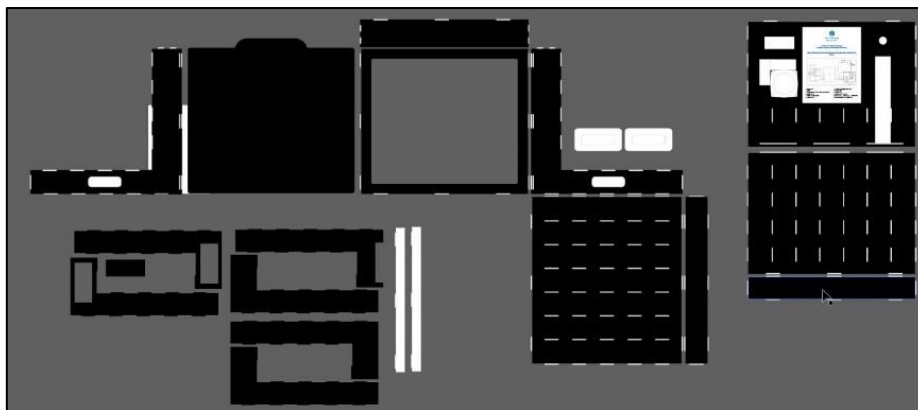
Para poder agrupar todos los elementos que conforman el banco didáctico se diseña una base que permita su fácil movilidad.

#### **5.5.1. Diseño de la estructura.**

Se diseño los planos en adobe Illustrator, según las medidas se los componentes, se realiza una base en forma de “L” en melamina para alojar los componentes del banco didáctico.

**Figura 15**

*Planos para corte de la estructura del banco didáctico.*





### 5.5.2. Corte y medición de la tabla para los componentes.

Los cortes de la madera se realizaron mediante láser y melamina de 3mm, que nos permite tener un ensamblado sin utilizar tornillos.

**Figura 16**

*Proceso de armado de la estructura de la maqueta.*

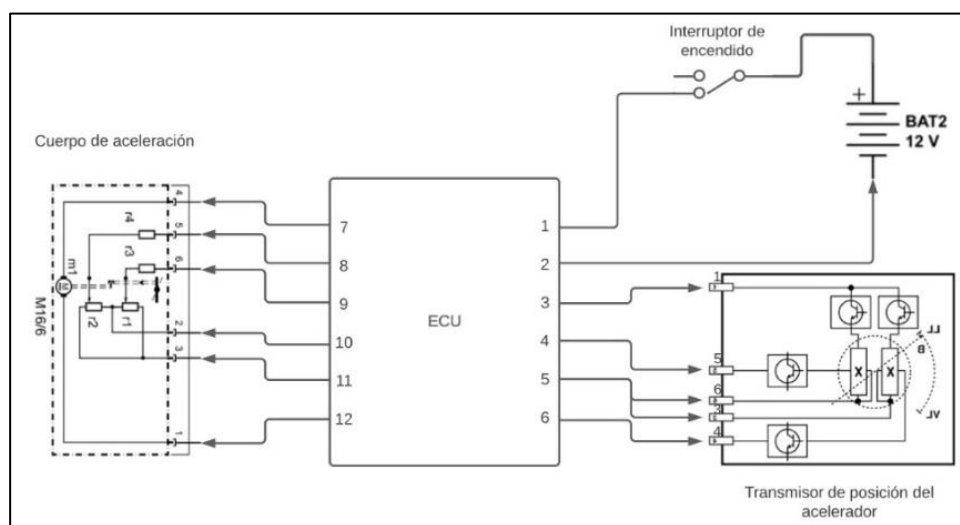


### 5.6. Diseño del esquema.

Con el programa en línea Lucid se realiza un esquema eléctrico, para indicar las conexiones de cada uno de los componentes del banco didáctico.

**Figura 17**

*Esquema eléctrico del módulo de control.*



**Pin de señales y alimentación de la Unidad de Control**

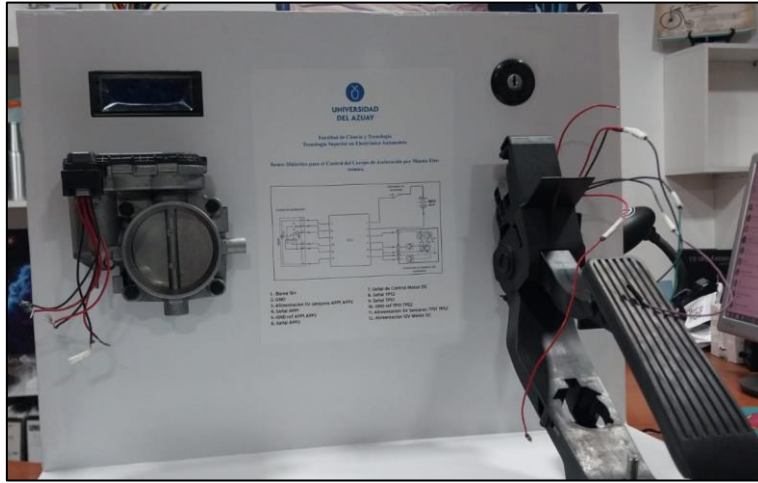
- |                                       |                                |
|---------------------------------------|--------------------------------|
| 1.- Borne 15+                         | 7.-Señal de Control Motor DC   |
| 2.-GND                                | 8.-Señal TPS2                  |
| 3.-Alimentacion 5V sensores APP1 APP2 | 9.-Señal TPS1                  |
| 4.-Señal APP1                         | 10.-GND ref TPS1 TPS2          |
| 5.-GND ref. APP1 APP2                 | 11.-Alimentacion 5V: TPS1 TPS2 |
| 6.-Señal APP2                         | 12.-Alimentacion 12V Motor DC  |

### **5.7. Ensamblaje del banco didáctico.**

Una vez ensamblada la base de la maqueta se colocan los componentes de manera que simulen su lugar en el vehículo, el pedal y el interruptor de encendido a lado derecho y el cuerpo de aceleración junto con la pantalla LCD a lado izquierdo. También se coloca el esquema impreso en vinil junto con la descripción de cada componente del banco didáctico, de esta manera se podrá realizar las mediciones de los componentes de manera correcta.

**Figura 18**

*Banco didáctico del Cuerpo de Aceleración Electrónico.*



## **6. Resultados y Conclusiones**

Se obtiene un banco didáctico funcional del sistema de aceleración electrónico, que permite mostrar de forma práctica el funcionamiento de un cuerpo de aceleración electrónica comandado mediante un transmisor de posición del pedal de aceleración. De manera que al ir accionando gradualmente el pedal del acelerador se puede observar la apertura gradual de la válvula de mariposa según la posición del sensor APP1 y APP2.

También nos permite realizar mediciones de los valores entregados por los sensores de posición del pedal de aceleración y de la válvula de mariposa, así como también la señal PWM para el control del motor DC que acciona la válvula de mariposa.

Este banco didáctico permitirá realizar demostraciones de funcionamiento y diagnóstico de manera didáctica sin la necesidad de un vehículo.

## 7. Listado de referencias

Honorio, H. S. V. (s. f.). *DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN PROBADOR DE CUERPOS DE*

*ACELERACIÓN ELECTRÓNICO PARA UN MOTOR NISSAN QG – 15 DE.*

WDB2110651A497734. (s. f.). Recuperado 31 de marzo de 2023, de

<https://retailfactory.mercedesbenz.com/irigui/search;0=%2Fsearch/docnumber/view?level=0&contentAlreadyFetched=true>

*Reductor de 12 a 5 voltios para automóvil—Electrónica Unicrom.* (s. f.). Recuperado 31 de

marzo de 2023, de <https://unicrom.com/reductor-de-12-5-voltios-para-automovil/>

*Señal PWM con Arduino y analogWrite.* (s. f.). Recuperado 6 de junio de 2023, de

<https://programarfacil.com/blog/arduino-blog/pwm-con-arduino-analogico/>

*INTRODUCCION A LA PROGRAMACION DEL ARDUINO | Tienda y Tutoriales Arduino.* (s. f.).

Recuperado 6 de junio de 2023, de <https://www.prometec.net/intro-programacion/>

*GSIC - Centro mundial de información de servicio.* (s. f.). Recuperado 6 de junio de

2023, de

<https://manualespurdy.cisdigital.com/Toyota/FortunerHiluxOct2014/rm21k5s/MANUAL.HTM/rm21k5s/repair2/html/contents/rm0000018wx04ux.html>

[ANUAL.HTM/rm21k5s/repair2/html/contents/rm0000018wx04ux.html](https://manualespurdy.cisdigital.com/Toyota/FortunerHiluxOct2014/rm21k5s/MANUAL.HTM/rm21k5s/repair2/html/contents/rm0000018wx04ux.html)