



**ESPE**  
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO  
CAMINO A LA EXCELENCIA

# CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

**Proyecto de tesis de grado:**

**“IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL DE ACELERACIÓN ELECTRÓNICA A VEHÍCULOS QUE DISPONEN MOTOR CON CARBURADOR”**

**Autores:**

**EDUARDO JOSÉ CUEVA SÁNCHEZ  
ANÍBAL ROBERTO PAREDES RECALDE**

**Director:**

**GERMÁN ERAZO**

**Codirector:**

**NÉSTOR ROMERO**

**Latacunga-Ecuador**

**Agosto 2012**



# ***OBJETIVO GENERAL***

- Implementar un sistema de control de aceleración electrónica a vehículos que disponen motor con carburador, para optimizar el rendimiento del motor.



# ***OBJETIVOS ESPECÍFICOS DEL PROYECTO***

- Desarrollar un sistema operativo, funcional y confiable para el control de la posición de la mariposa mediante el uso de componentes electrónicos tanto en el cuerpo del carburador como el pedal del acelerador.
- Realizar una tarjeta electrónica de control que permita procesar las señales de los sensores de posición del acelerador y de la mariposa de aceleración del carburador.



- Desarrollar un programa para controlar la posición de la mariposa de aceleración de un carburador para las diferentes cargas a las que pueda estar sometido el motor.
- Determinar mediante pruebas en el dinamómetro, en el analizador de gases, pruebas de ruta en ciudad y carretera la versatilidad del sistema y el impacto en el motor es los parámetros de potencia, torque, emisiones de gases y consumo de combustible.



# ***METAS***

- Disponer de un sistema de control de aceleración electrónica funcional y fiable para un mejor desempeño en el carburador (un año).
- Generar un programa de control de posición de la aleta del acelerador para disponer un mejor rendimiento del motor, permitiendo que el sistema pueda calibrarse.
- Promover la aplicación y el uso de dispositivos de control electrónico en motores con carburador.



# ***MARCO TEÓRICO***



**E S P E**  
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO  
CAMINO A LA EXCELENCIA

# ***REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA***



**E S P E**  
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO  
CAMINO A LA EXCELENCIA

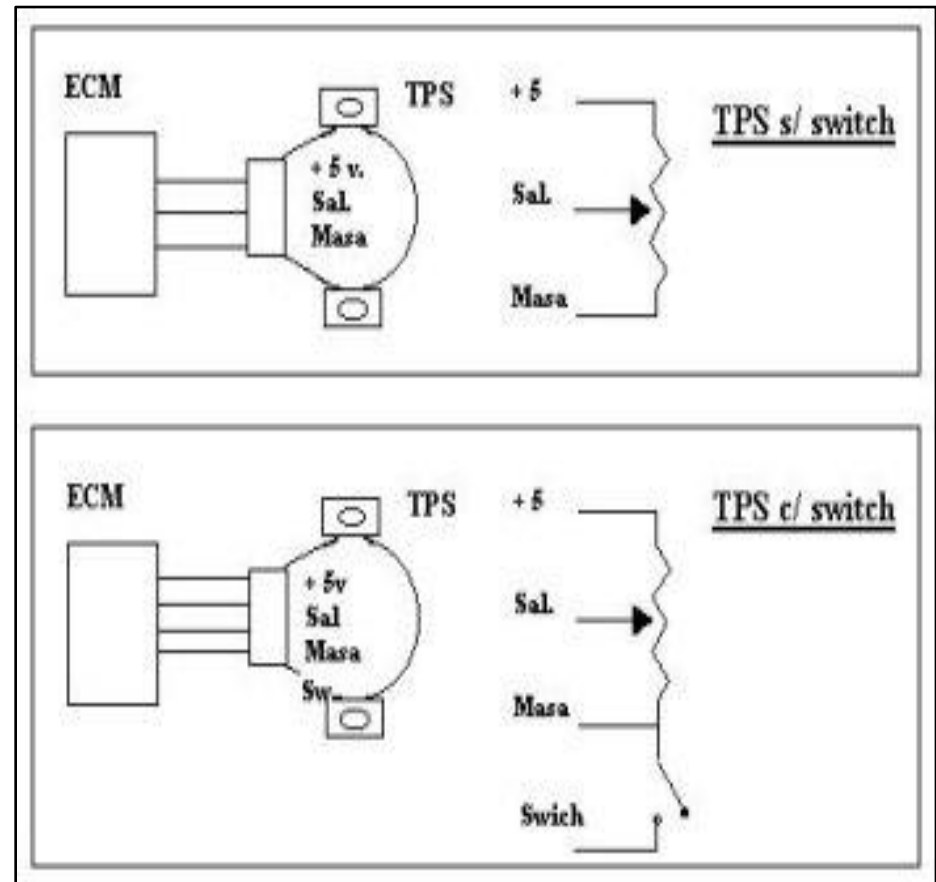
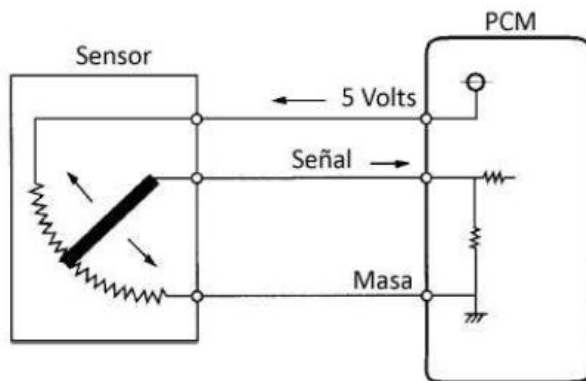
# *Medición de ángulos*





# Sensor TPS

- Es el encargado de controlar la posición de la mariposa.
- El más utilizado es el que posee potenciómetros en su interior.
- Posee dos terminales de alimentación y un tercer terminal para señal.

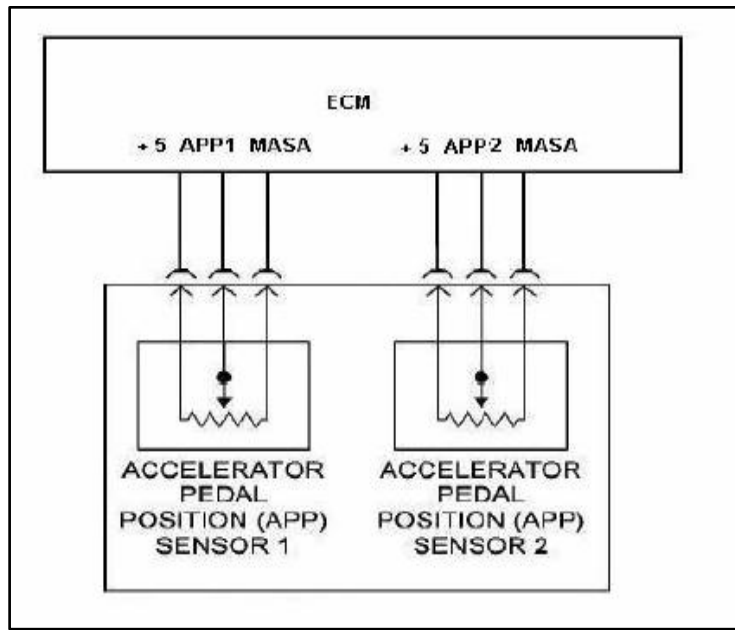


# ***Sensor de posición del pedal del acelerador APP***

- Puede formar un conjunto con el pedal o estar unido al mismo por un cable.
- Existen dos tipos de APP:
  - Con potenciómetros.
  - Efecto HALL.

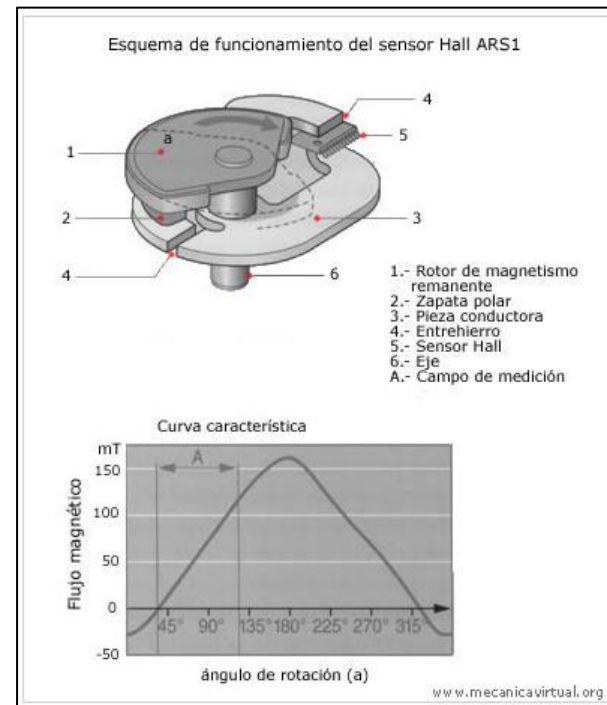


# Con Potenciómetros



- Contienen dos o tres APP.
- Cambian el valor de voltaje al recorrer una pista resistiva.
- Señales son diferentes.
- Señal análoga.

# Efecto HALL



- Detecta variaciones del campo magnético de un imán.
- Señal digital.
- No se desgasta internamente.

# ***ACTUADOR***



**E S P E**  
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO  
CAMINO A LA EXCELENCIA

- Para mover el eje de la mariposa se pueden utilizar los siguientes motores eléctricos:
  - Motor DC.
  - Motores sin escobillas (Brushless)
  - Servomotores
  - Motor Paso a Paso



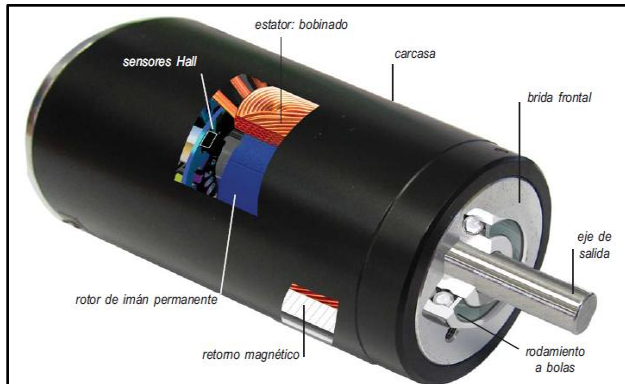
# Motor DC



- Facilidad de control de giro y de rpm.
- Baja inercia del rotor.
- Baja inductancia.
- Eficiencia cercana al 90%.
- Existe una relación lineal voltaje/velocidad, carga/velocidad, y carga/corriente.
- Buena vida útil.
- Bajo consumo de corriente.
- Pueden ser controlados por PWM.
- Puede generar pequeños ruidos eléctricos.



# Motor Brushless



- La vida útil del mismo puede aumentarse por no poseer escobillas.
- No tienen par de retención.
- Facilidad de llegar a un alto régimen de revoluciones.
- Buena disipación de calor.
- Relación velocidad-par lineal.
- Eficiencia cercana al 90%.
- Más compactos.
- Bajo consumo.
- Pueden ser controlador por PWM.
- La electrónica del mismo es muy complicada.
- Costo del motor y electrónica.

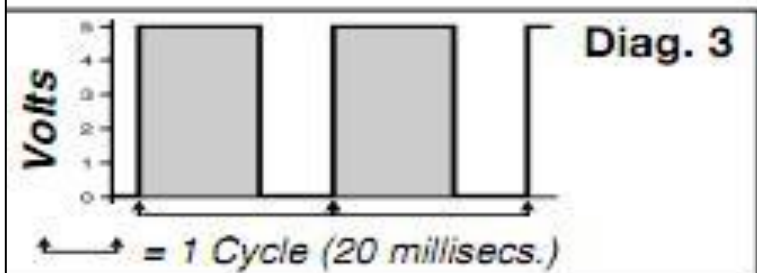
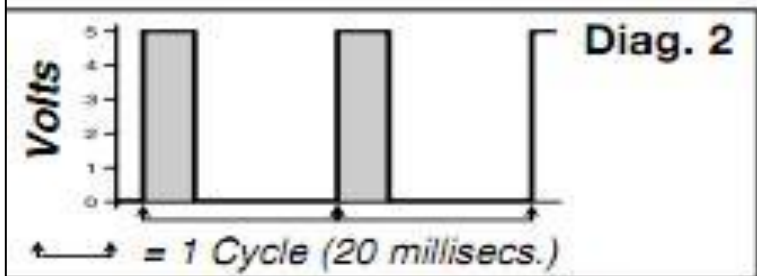
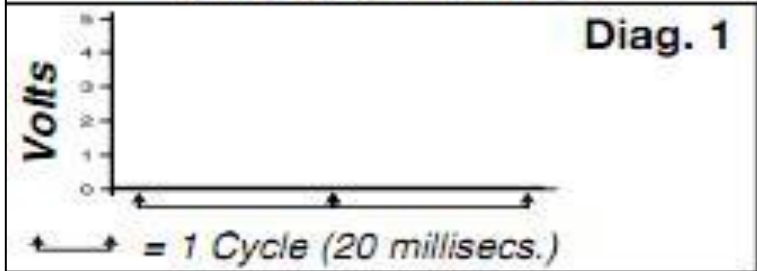
# Servomotor



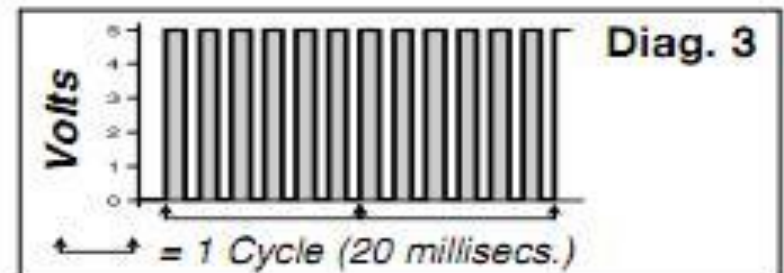
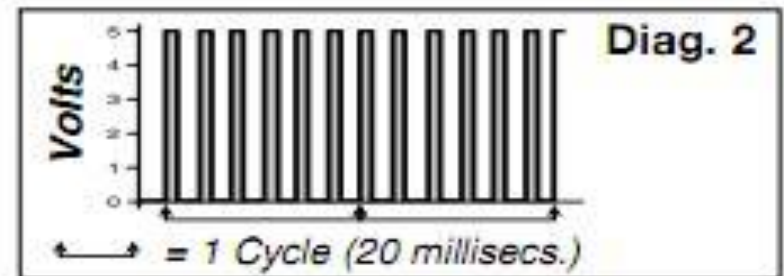
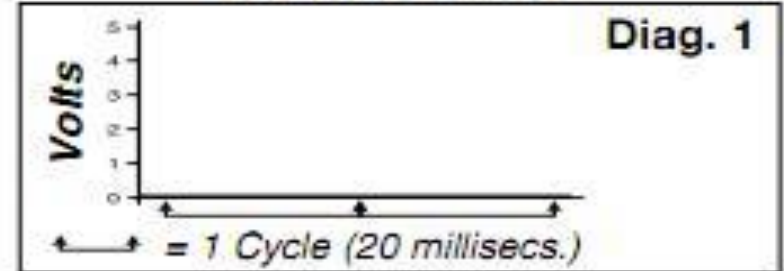
- Cuenta con un mecanismo multiplicador
- Es controlado por PWM para su giro.
- Electrónica confiable.
- Resistentes al calor.
- Fáciles de conseguir en un amplio rango de potencias y tamaños.
- Buena vida útil.
- Consumen mayor energía.
- Más caros que los motores convencionales.
- Existen servomotores análogos y digitales.



## Standard Servo



## Digital Servo



## ***Motor Paso a Paso***



- Es preciso en su accionamiento.
- Es controlado por PWM.
- La frecuencia de control debe estar muy bien calculada para completar el paso, porque puede dañar el motor, por producir vibraciones del mismo.
- No sirve para mover inercias grandes.
- Es más delicado que otros motores.

# ***MICROCONTROLADOR***



**E S P E**  
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO  
CAMINO A LA EXCELENCIA

- Son circuitos integrados digitales.
- Tienen muchas aplicaciones porque permiten la conexión de dispositivos periféricos de entrada y salida.
  - Teclados.
  - LED.
  - Pantallas LCD, etc.
- En su interior encontramos:
  - Una memoria para almacenamiento de programa.
  - Un microprocesador.
  - Una memoria para almacenar datos.
  - Puertos de entrada y salida.



# MEMORIAS DE PROGRAMA

- Es en donde se escribe el programa.
- Pueden ser de los siguientes tipos:
  - ROM (Memoria de solo lectura) se escribe el programa una sola vez durante el proceso de fabricación.
  - PROM (Memoria programa ROM). En este tipo de memorias el usuario puede escribir el programa una sola vez.
  - EPROM (Memoria ROM programable eléctricamente). En estas memorias se puede borrar del programa mediante el uso de rayos ultravioletas.
  - EEPROM (Memoria ROM borrable/programable eléctricamente). Se diferencian de las anteriores porque se puede borrar y escribir el programa mediante la circulación de corriente eléctrica.
  - Flash (Memoria EEPROM de alta velocidad). Estas memorias son una variante de las EEPROM y están diseñadas para disminuir el tiempo de borrado de la misma.



# ***MEMORIA DE ALMACENAMIENTO***

- Es una memoria RAM (Memoria de acceso aleatorio).
- En ella se puede escribir o leer datos indistintamente.
- Son volátiles.
- Puede ser de 1, 2, 4, 8, 16, 32 KB.



# ***CONVERSORES ANÁLOGO/DIGITAL***

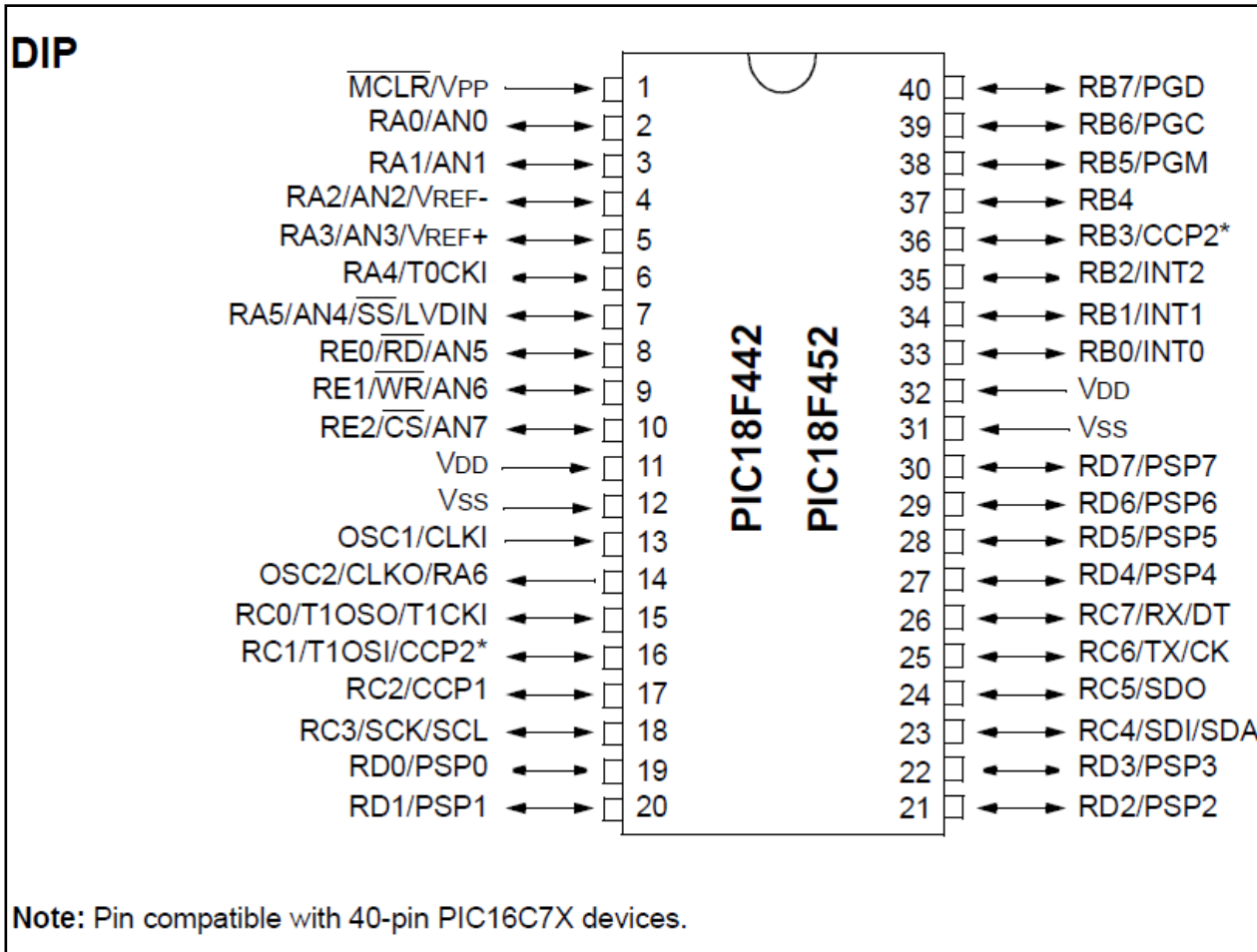
- Para convertir un nivel de voltaje en un valor digital manejable para el microcontrolador.

## ***MODULADORES POR ANCHO DE PULSO (PWM)***

- Para generar ondas cuadradas de frecuencia constante pero de ancho de pulso variable.



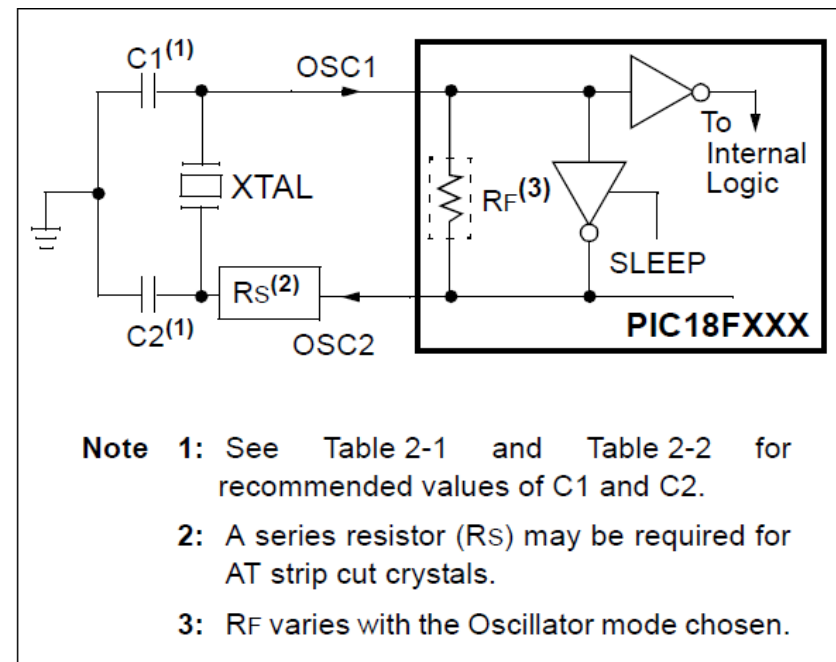
# DESCRIPCIÓN DE PINES





# OSCILADOR

- Le indica al PIC a qué velocidad debe trabajar.
- Genera una forma de onda cuadrada conocida como señal de reloj.
- Para el proyecto se ha decidido el uso de la siguiente configuración, con un cristal de 20 MHz y dos capacitores cerámicos.



# ***PROGRAMACIÓN DEL PIC***



**E S P E**  
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO  
CAMINO A LA EXCELENCIA

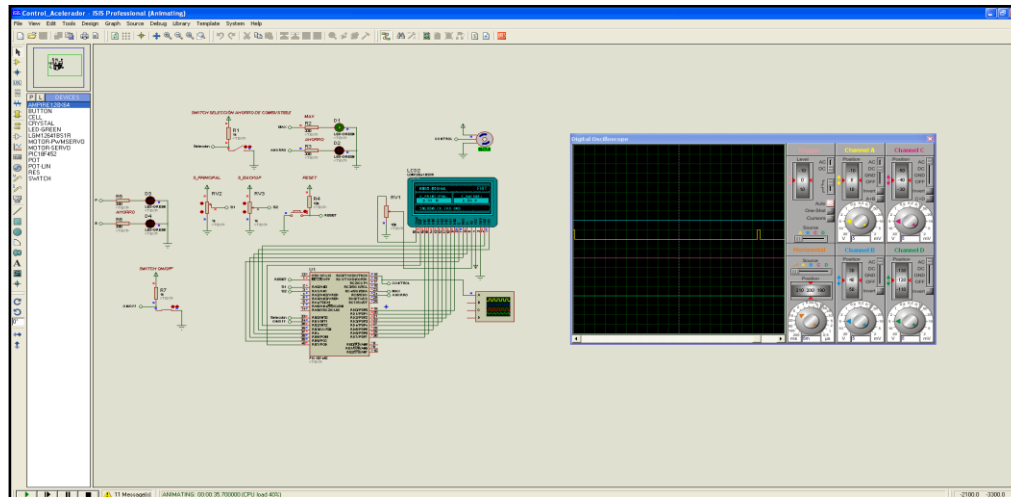
- Existen varias formas para la programación del PIC:
  - Un lenguaje propio desarrollado por Microchip, que es el Assembler.
  - En Pascal .
  - En C, que son lenguajes mucho más sencillos y universales.





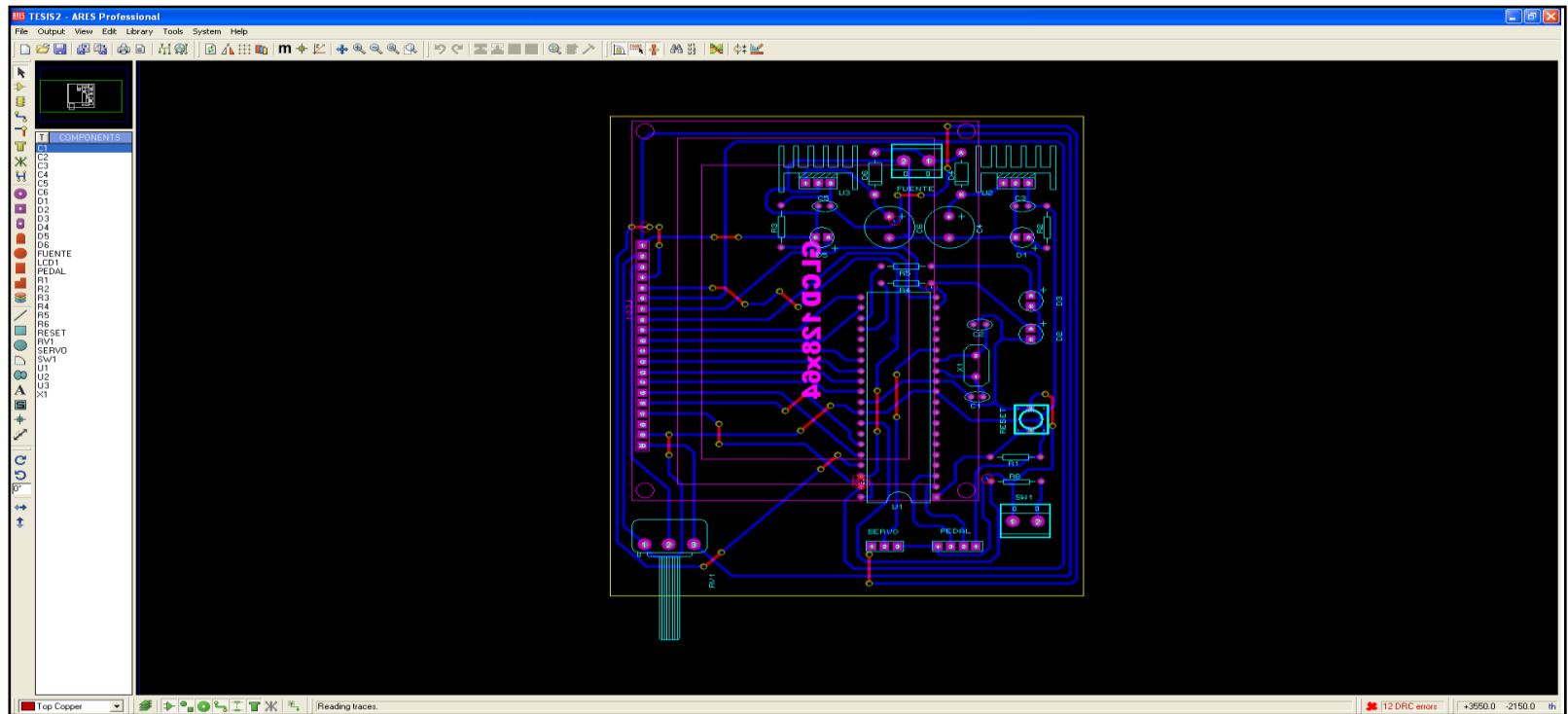
# ISIS 7.7

- Es un software que permite realizar simulaciones de proyectos electrónicos.
- Posee en sus archivos gran cantidad de componentes normalizados, como por ejemplo resistencias, capacitores, circuitos integrados, etc.
- Ayuda al usuario con el enrutamiento de las pistas y permite cargar archivos en el propio programa con extensión .HEX para simulaciones con microprocesadores o microcontroladores.



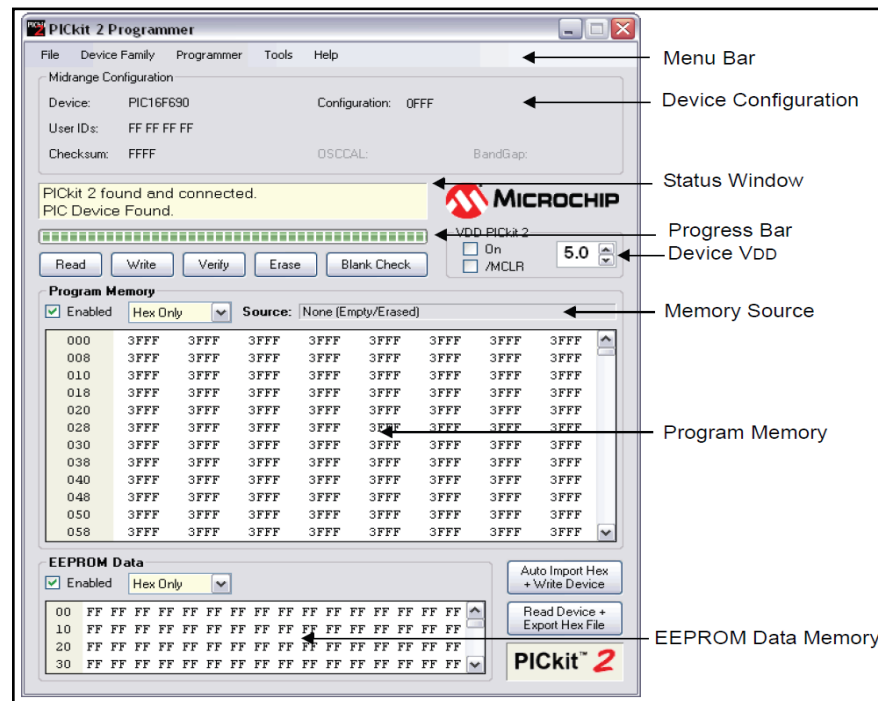
# ARES

- Este software ayuda con el enrutamiento de pistas para la construcción de placas impresas de hasta 10 capas.



# PICKIT 2

- Este programa desarrollado por la compañía Microchip permite grabar archivos .HEX en PIC.
- Se puede utilizar con cualquier computadora.



# ***DINAMÓMETRO***



**E S P E**  
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO  
CAMINO A LA EXCELENCIA



- Es un equipo que permite conocer las condiciones del motor sin la necesidad de desmontar el motor.
- Consta de rodillos en donde se ubica el eje motriz del vehículo, los mismos que están acoplados a un freno hidráulico que simula cualquier condición de marcha durante un tiempo determinado.
- Mediante software dibuja las curvas de potencia y torque.



Características del dinamómetro.	
Fabricado por:	MOTORROLL
País de origen:	Argentina
Modelo:	MD200HP
Potencia máxima:	200HP
Número de serie:	MD0037
Tipo de dinamómetro:	De rodillos con freno hidráulico



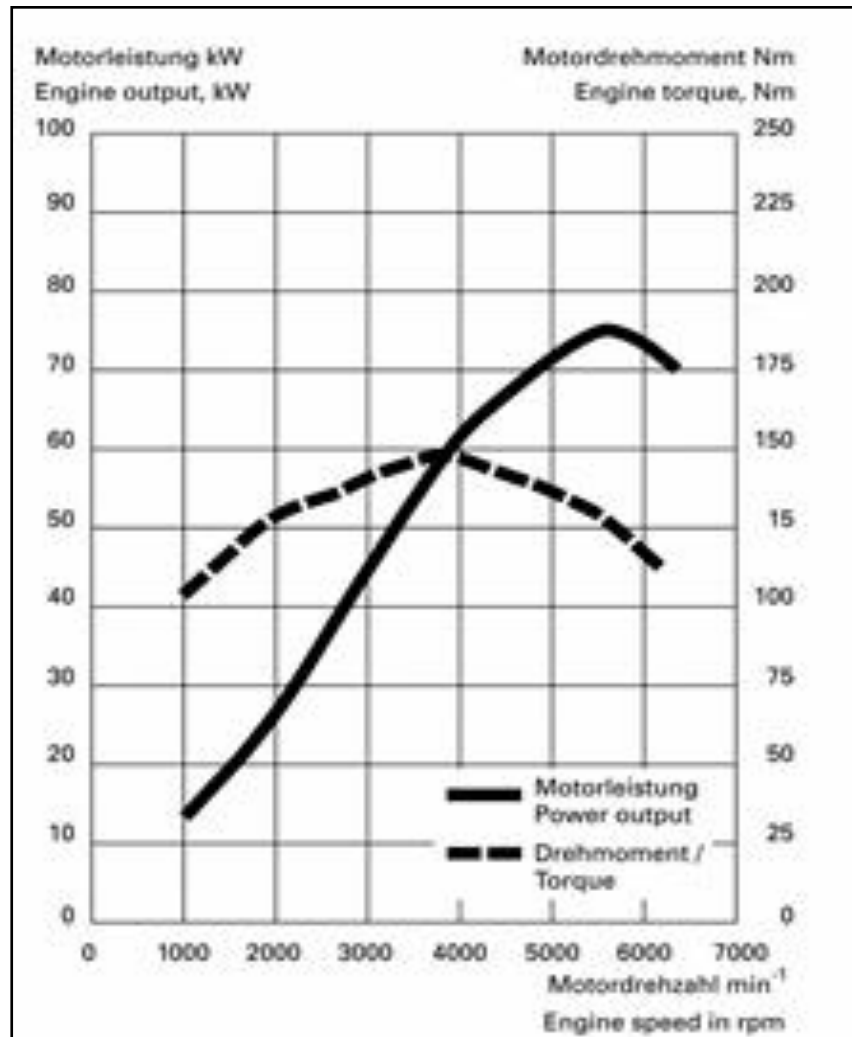
## CURVA DE TORQUE

- Permite conocer cuanta energía es necesaria para poder mover las ruedas del vehículo, la misma que es suministrada por el motor.
- Cuando el torque llega a su valor máximo, existe el menor consumo de combustible.

## CURVA DE POTENCIA

- Es la energía que entrega el motor por unidad de tiempo.
- Se relaciona con la curva de torque, pues en realidad el dinamómetro mide el torque entregado por el motor, y lo multiplica por el régimen de giro para conocer la potencia efectiva en ese instante de tiempo.





# ***ANALIZADOR DE GASES***



**E S P E**  
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO  
CAMINO A LA EXCELENCIA

- Mide la concentración de los gases presentes en el escape.
- Hace pasar luz infrarroja por una celda que contiene los gas, y detecta la energía absorbida por cada uno de los gases con detectores apropiados.
- Posee un lente que solo deja pasar ciertas longitudes de onda y así mediante un programa determina la concentración de los gases provenientes de la combustión.



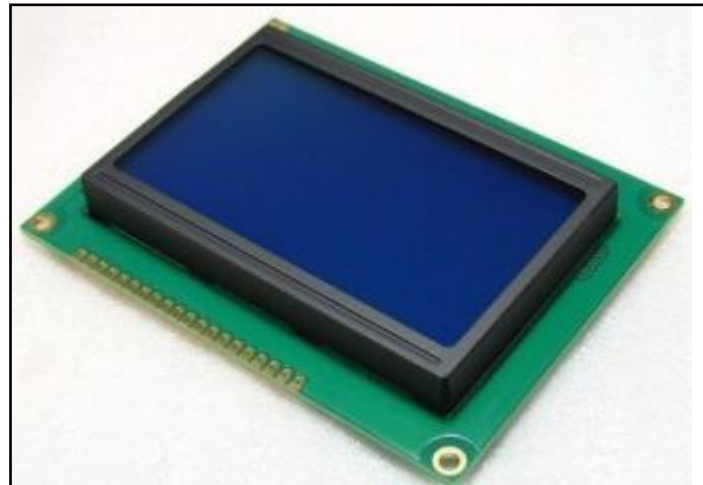
# ***EMISIONES DE GASES***

- Dentro de estos gases peligrosos se encuentran:
  - Monóxido de Carbono (CO).
  - Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>).
  - Hidrocarburos no combustionados (HC).
  - Óxidos de Nitrógeno (NO<sub>x</sub>).
- Las normas ambientales poseen límites en donde cada uno de estos gases deben encontrarse.
- Un sistema de encendido o inyección mal calibrado o defectuoso incrementa la producción de estos gases.



# ***PANTALLA GLCD***

- Es una pantalla de cristal líquido con circuitos integrados especializados y memorias dedicadas
- Pueden representar directamente puntos sueltos, en consecuencia hace que se puedan representar muchos más caracteres mediante programación incluso gráficos.



# ***PLANTEAMIENTO DE HIPÓTESIS***



**E S P E**  
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO  
CAMINO A LA EXCELENCIA



# ***HIPÓTESIS GENERAL***

- Se obtendrá un aumento en la potencia, torque, disminuyendo el consumo de combustible y las emisiones al medio ambiente implementando un sistema de control de aceleración electrónica a un vehículo que dispone un motor con carburador.



# ***HIPÓTESIS ESPECÍFICA***

- Un control preciso, mediante el uso de un microcontrolador, sobre la apertura de la mariposa de aceleración permite un mejor desempeño del motor.
- Limitar la apertura de la mariposa permite reducir el consumo de combustible.
- El uso de un sistema de aceleración electrónica permite un manejo más confortable del vehículo.
- Es necesario conocer los parámetros necesarios para que los técnicos puedan diagnosticar los elementos de los que dispone el sistema y solucionar posibles fallas que afecten su accionamiento y desempeño.



# ***VARIABLES DE INVESTIGACIÓN***



**E S P E**  
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO  
CAMINO A LA EXCELENCIA

# ***VARIABLE INDEPENDIENTE***

- Diseño, construcción e implantación de un cuerpo electrónico de un sistema de control de aceleración electrónica para un carburador.

# ***VARIABLE DEPENDIENTE***

- Optimizar el accionamiento de un carburador mediante un control electrónico, mejorando sus prestaciones.



# ***OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES***



**E S P E**  
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO  
CAMINO A LA EXCELENCIA

# VARIABLE INDEPENDIENTE

CONCEPTO	CATEGORÍA	INDICADOR	PREGUNTAS
<p><b>IMPLANTACIÓN DE UN CUERPO ELECTRÓNICO DE UN SISTEMA DE CONTROL DE ACELERACIÓN ELECTRÓNICA PARA UN CARBURADOR.</b></p>	<p>Académico</p> <p>Tecnológico</p>	<p>El número de sensores necesarios para controlar la mariposa es 1.</p>	<p>¿Cuántos sensores son necesarios para la controlar el giro de la mariposa de aceleración?</p>
		<p>Es necesario el uso de un 1 módulo para el control del sistema.</p>	<p>¿Cuántos módulos son necesarios para controlar el sistema?</p>
		<p>El número necesario de actuadores para controlar el acelerador es de 1.</p>	<p>¿Cuál es el número de actuadores necesarios para el control del acelerador?</p>
		<p>El número de soportes necesarios para poder implementar el sistema es de 4.</p>	<p>¿Cuántos soportes necesita el sistema para poder ser instalado en el vehículo?</p>



# VARIABLE DEPENDIENTE

CONCEPTO	CATEGORÍA	INDICADOR	PREGUNTAS
<p><b>ACCIONAMIENTO DE UN CARBURADOR MEDIANTE UN CONTROL ELECTRÓNICO, MEJORANDO SUS PRESTACIONES.</b></p>	<p>Académico</p> <p>Tecnológico</p>	<p>Las pruebas necesarias para comparar el sistema son 4.</p> <p>No es necesario el uso de instrumentos especiales para comprobar el sistema.</p> <p>El número de parámetros necesario para diagnosticar el sistema es de 4.</p>	<p>¿Cuántas pruebas son necesarias para poder comparar el desempeño del sistema?</p> <p>¿Es necesario el uso de instrumentos especiales para comprobar el sistema?</p> <p>¿Cuál es el número de parámetros necesarios para que el técnico detecte problemas en el sistema?</p>



# ***METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN***



**E S P E**  
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO  
CAMINO A LA EXCELENCIA



# ***TIPO DE INVESTIGACIÓN***

- Para responder el problema planteado y comprobar la hipótesis formulada, se procedió a utilizar la investigación experimental pues los investigadores pueden controlar las condiciones en las que se efectúa los experimentos (variable independiente), y determinar los efectos de las condiciones establecidas (variable dependiente).



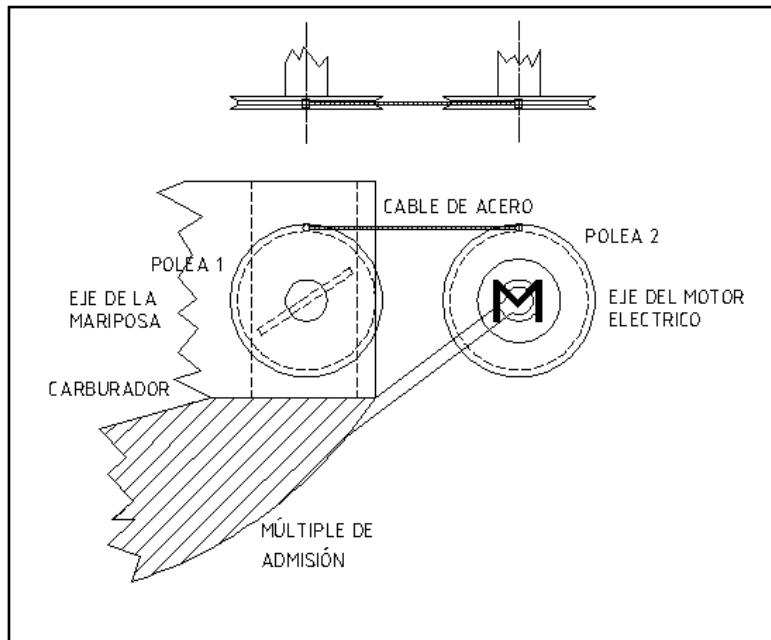
# ***ESQUEMA DE LA PROPUESTA***

- Al ser un estudio de factibilidad se propone la construcción de un prototipo de un control de acelerador electrónico para un vehículo Fiat Uno-S con carburador, el mismo que fue sometido a pruebas de rendimiento.

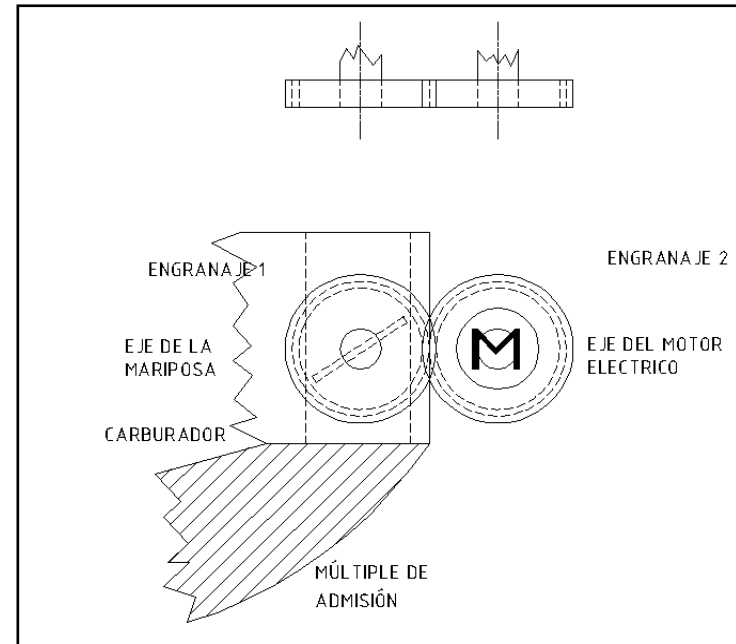


# MECANISMOS UTILIZADOS PARA CONTROLAR LA POSICIÓN DE LA MARIPOSA DE ACELERACIÓN

## MECANISMO POR POLEAS

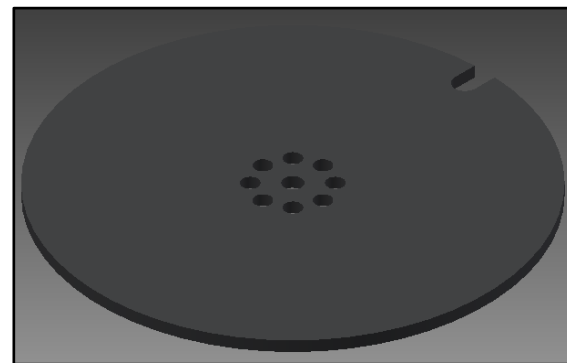


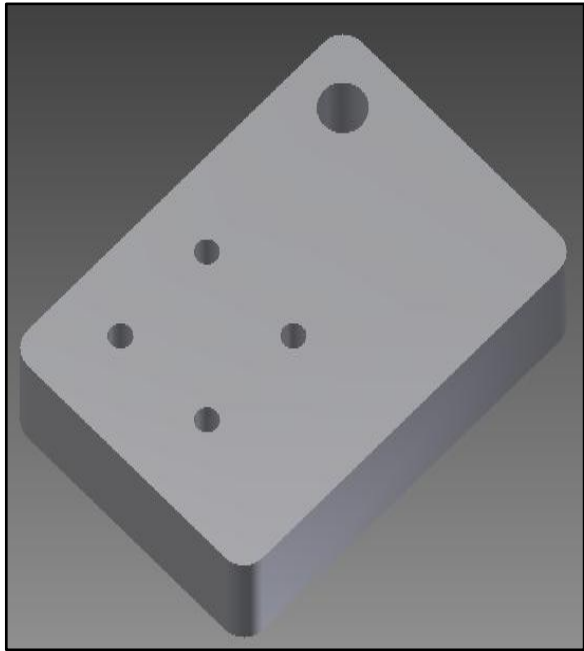
## MECANISMO POR ENGRANES



# ***DISEÑO DEL MECANISMO UTILIZADO***

- Se ha diseñado un modelo preciso para la apertura y cierre de la mariposa que consta:
  - Base de platina que va sujeta al servomotor y su base al block del motor.
  - Base para el pedal electrónico.
  - Base de conexión del servomotor con la mariposa.





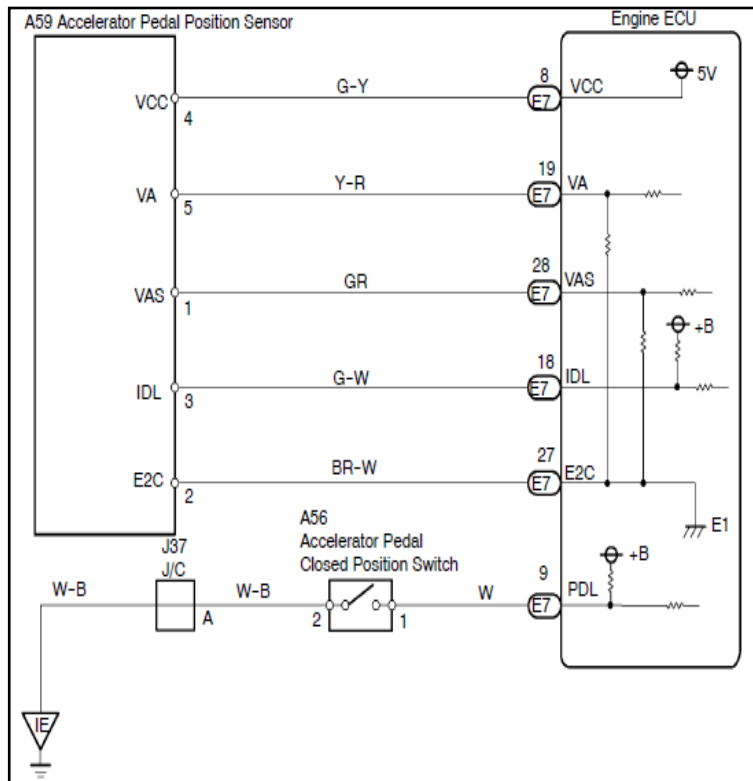
ELEMENTOS A CONSTRUIR		
	NOMBRE	CANTIDAD
1 .	Base del soporte de pedal	1
2 .	Base del soporte del servomotor	1
3 .	Base de sujeción del servomotor	1



# ***Selección APP***

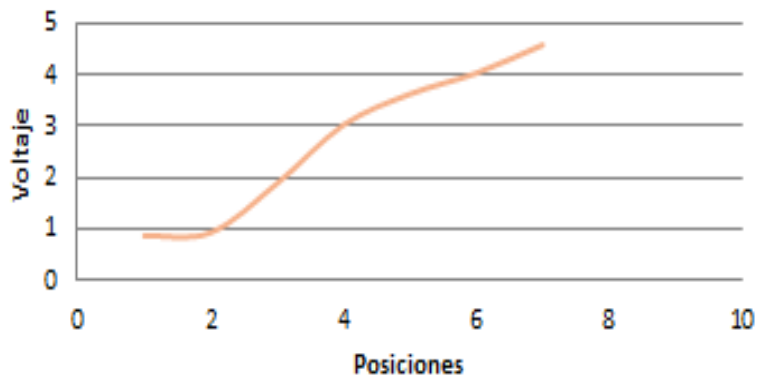
- Se han tomado en cuenta los siguientes aspectos:
  - Los sensores deben formar un solo cuerpo con el pedal.
  - La disponibilidad del sensor.
  - Costo del sensor.
  - La posición final del pedal debe ser ergonómica para el conductor.
- Se seleccionó el pedal del TOYOTA CALDINA 2.0 DIESEL 2010.



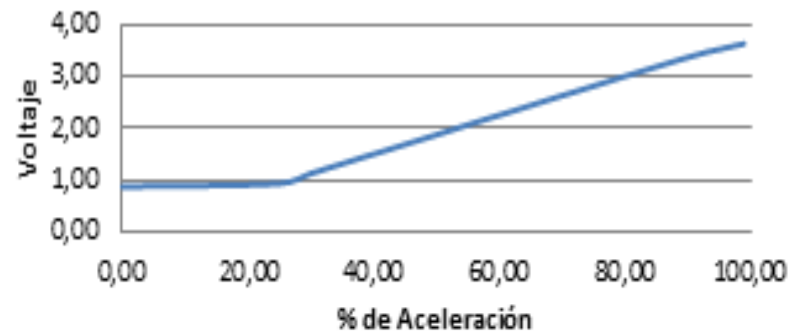




### Rango Total de los potenciómetros APP



### Rango efectivo de los potenciómetros APP



# ***SELECCIÓN DEL ACTUADOR.***

- Se optó por el uso de un servomotor por:
  - su gran par de torsión
  - es controlado por PWM
  - es reversible por programación.
- Para conocer el torque necesario se conectó entre el cable de la mariposa y el acelerador un dinamómetro, para conocer cuanta fuerza se está ejerciendo al pisar el acelerador.



- se calculo un torque de 10 Kg.cm y con un factor de seguridad se tomó un valor de 20 Kg.cm



	6V	7.4V
Torque	333 onz-in	403 onz-in
Velocidad	0.15 seg/60°	0.12 seg/60°
Dimensiones	1.57 x 0.78 x 1.45 in	
Peso	2.40 oz	
Tipo de engranaje	acero	



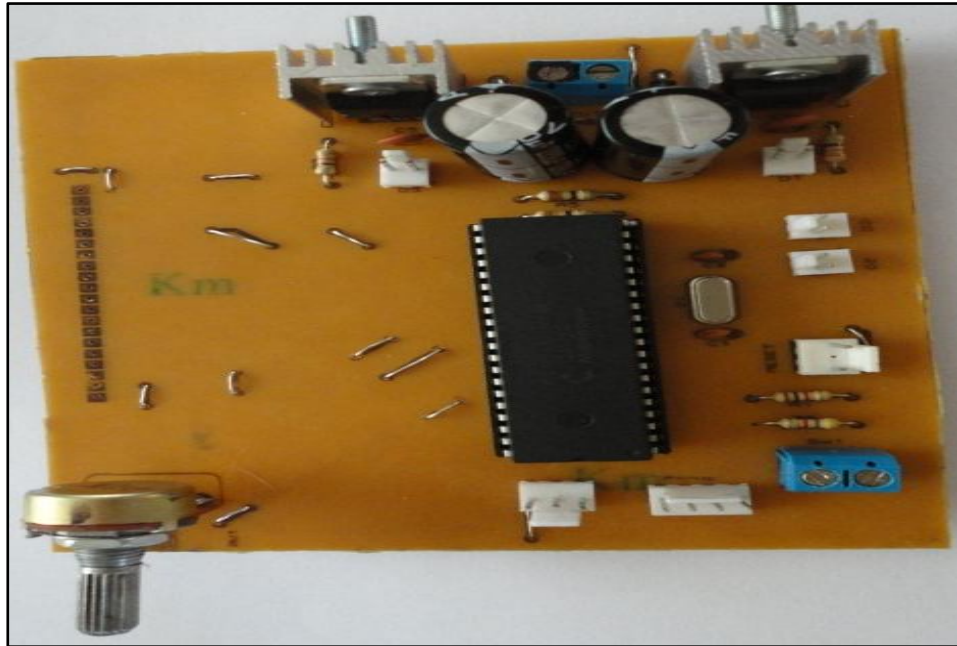
- La unidad de control electrónico, se encarga de:
  - Medir las señales del APP 1 y 2.
  - Interpretar estas señales.
  - Sensar el modo de funcionamiento.
  - Realizar cálculos para el PWM.
  - Generar la señal de PWM.
  - Generar las imágenes para la pantalla GLCD.

- Cuenta con las siguientes partes:
- Etapa de fuente.
  - Toma 12v provenientes de la batería y se lo convierte a 5v
- Etapa de sensado.
  - En esta etapa se toman los valores analógicos de APP 1 y APP 2 para conocer cuanto se acelera.
  - Conocer el modo de funcionamiento:
    - Normal (la mariposa se abre 100%)
    - Ahorro de combustible



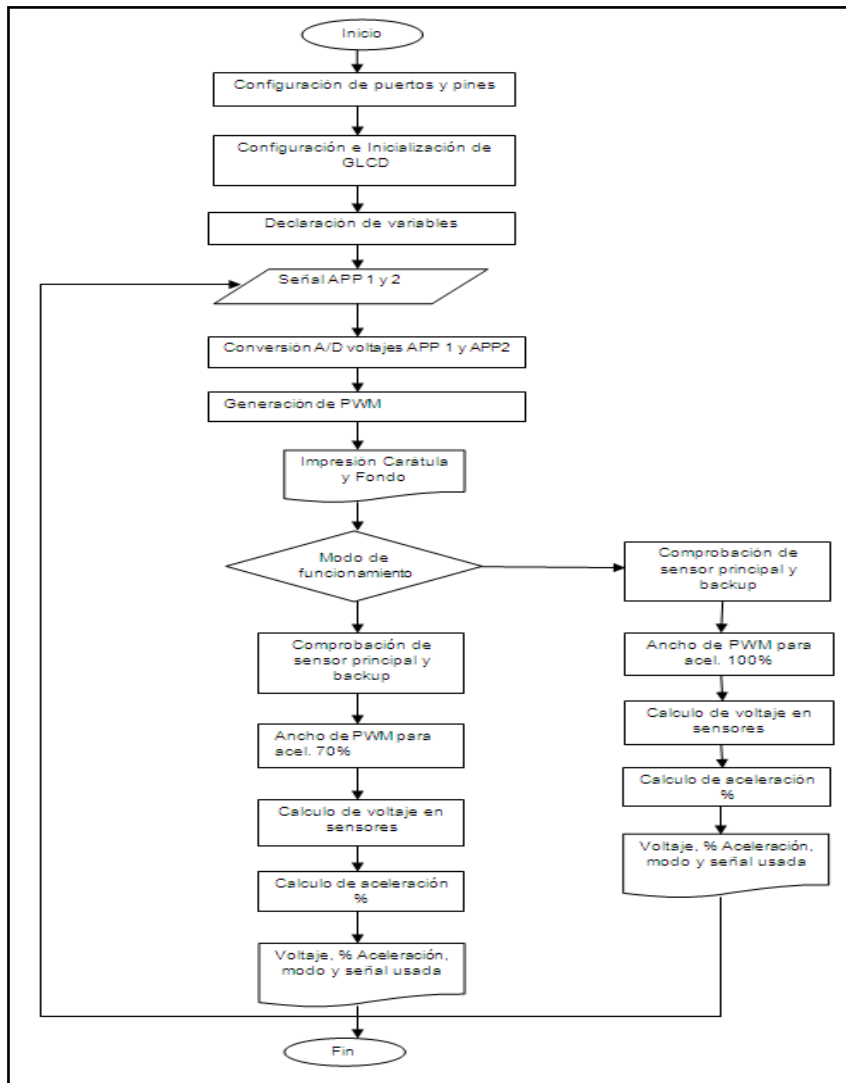
- Etapa de procesamiento.
  - Se encuentra el programa de control
  - Interpreta las señales de los sensores, realiza cálculos con estos valores, controles para la pantalla GLCDetc.
- Etapa de salidas.
  - Esta etapa realiza el control del servomotor, para lo cual utiliza PWM.
  - Indicadores luminosos para conocer en que modo se encuentra.
  - La pantalla GLCD.







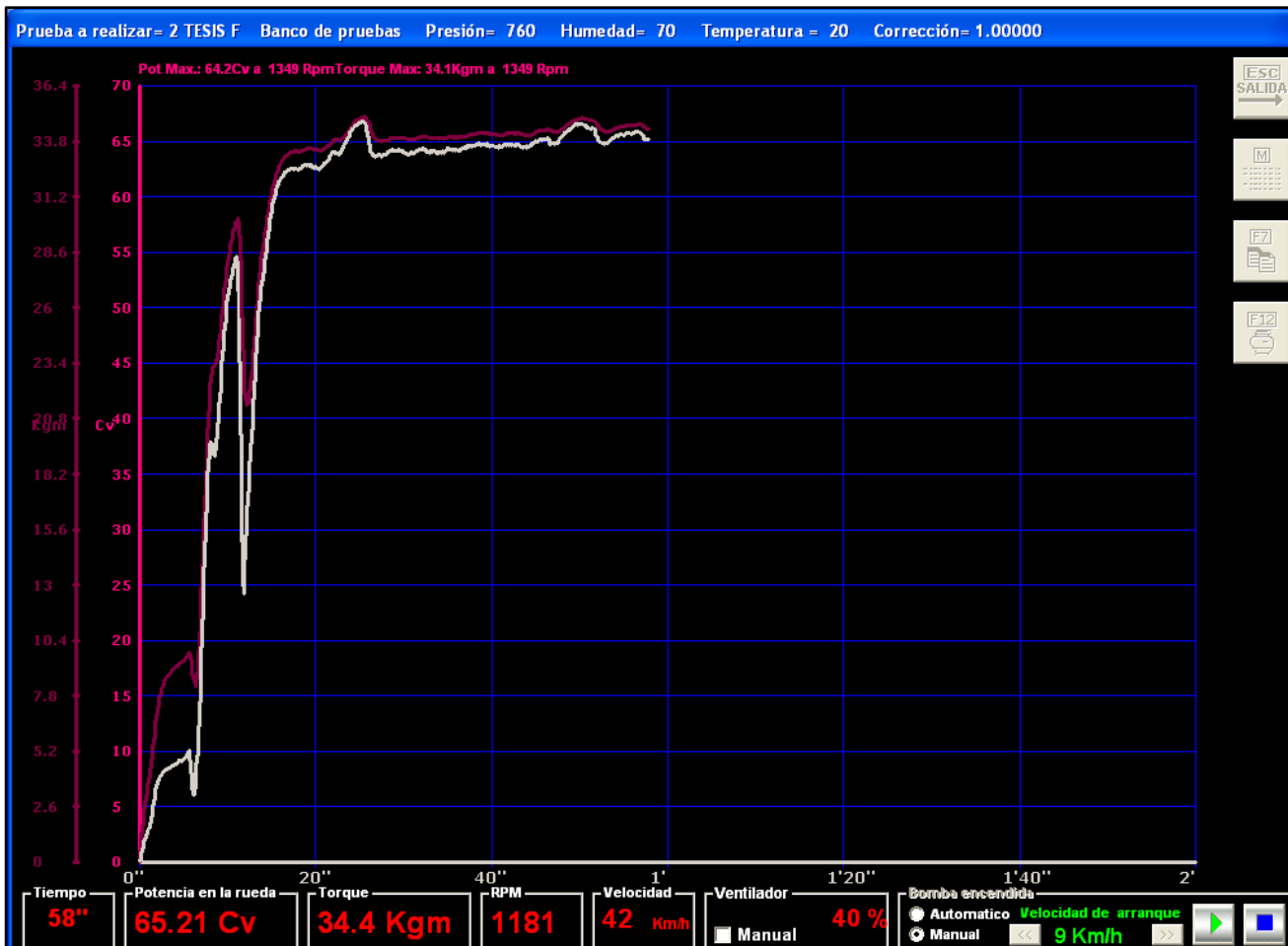
# PROGRAMA DE CONTROL



# PRUEBAS EN EL DINAMÓMETRO

- Con este equipo se determinó las curvas de potencia y torque del motor.
- Para realizar la prueba hay que montar el eje motriz del auto sobre los rodillos del dispositivo.
- Se encontró que el motor puede sostener la carga en tercera marcha, así que las mediciones realizadas en las pruebas se realizaron en esta marcha.

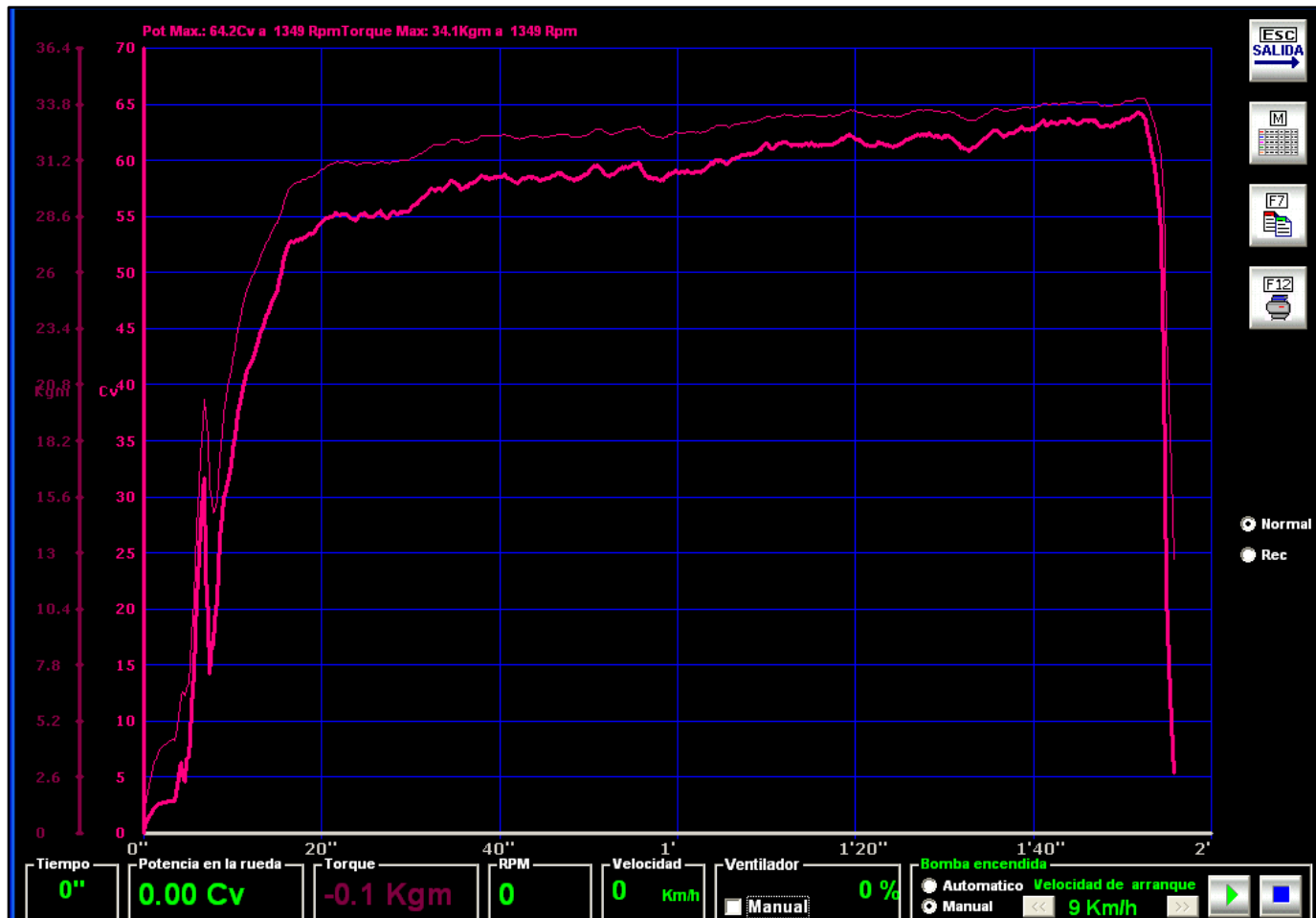




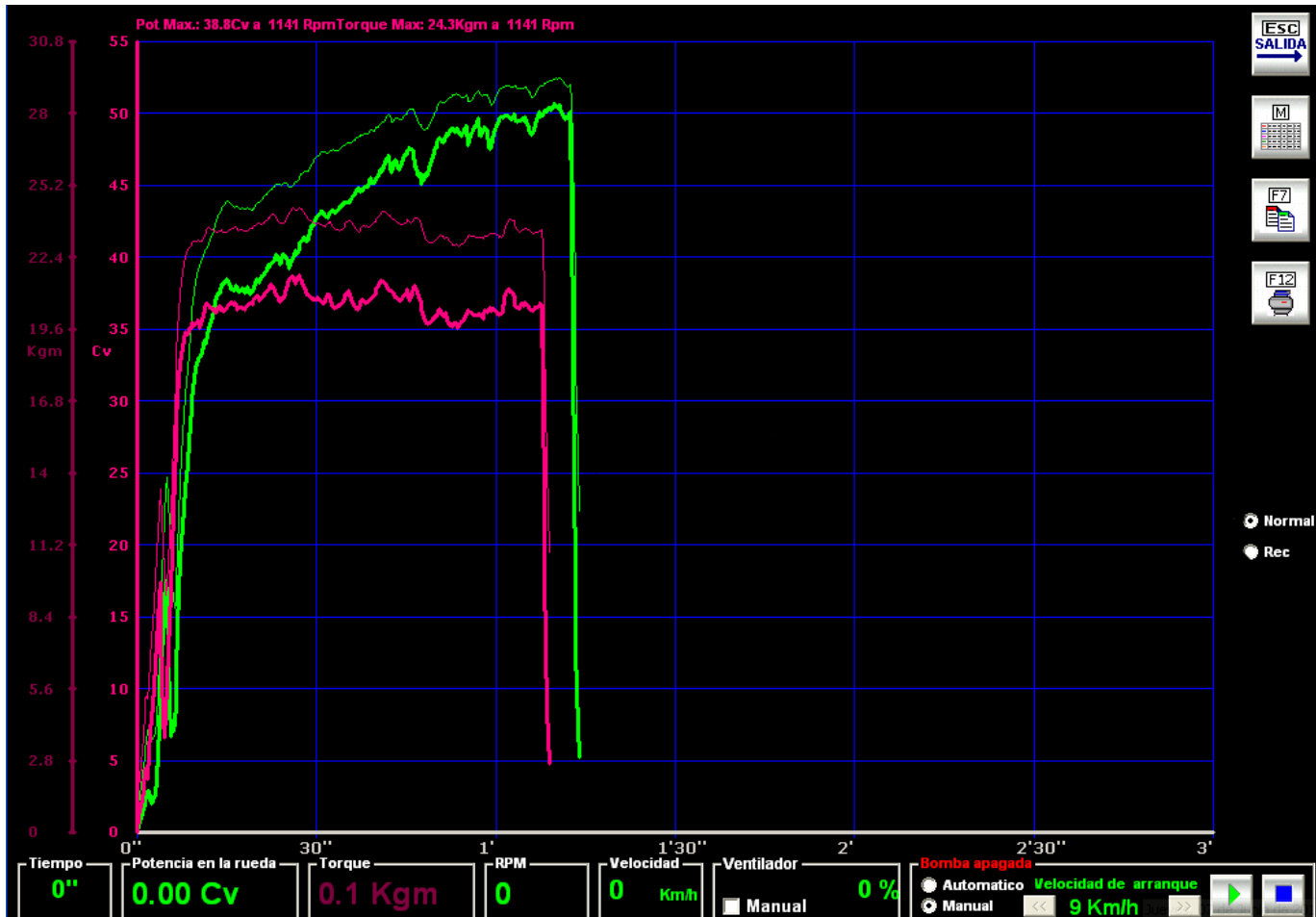
<b>RENDIMIENTO DEL MOTOR</b>				
<b>Con acelerador electrónico</b>				
<b>Modo normal</b>				
<b>Prueba</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>Promedio</b>
<b>Torque máximo (Kgm)</b>	34.10	29.40	28.30	30.60
<b>Potencia máxima (CV)</b>	64.20	51.90	52.20	56.10
<b>rpm</b>	1349.00	1263.00	1217.00	1276.33
<b>Tiempo de la prueba (s)</b>	120.00	110.00	120.00	116.67
<b>Modo ahorro</b>				
<b>Torque máximo (Kgm)</b>	24.30	24.40	-	24.35
<b>Potencia máxima (CV)</b>	38.80	38.10	-	38.45
<b>rpm</b>	1141.00	1048.00	-	1094.50
<b>Tiempo de la prueba (s)</b>	70.00	120.00	-	95.00



# MODO NORMAL



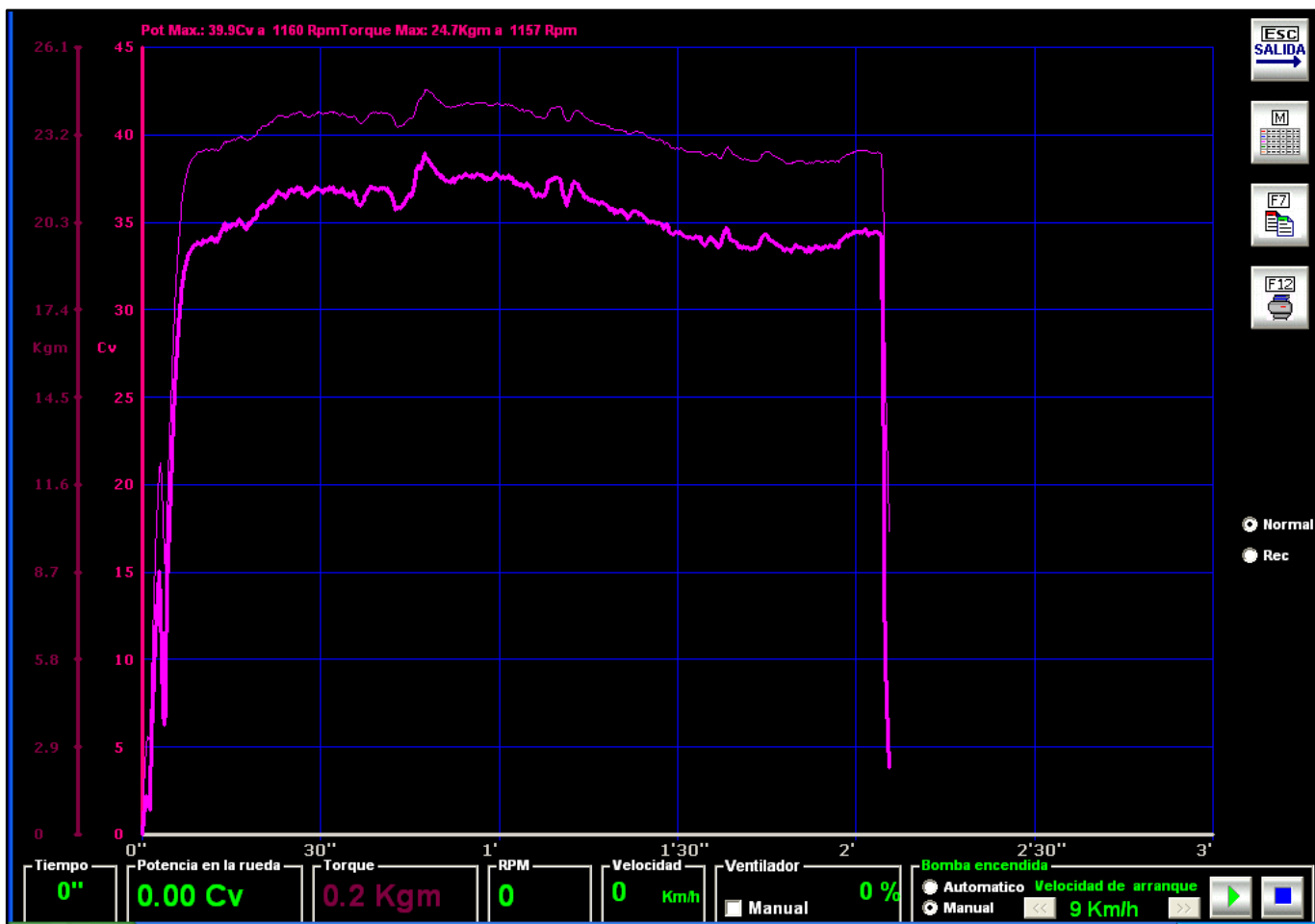
# MODO AHORRO



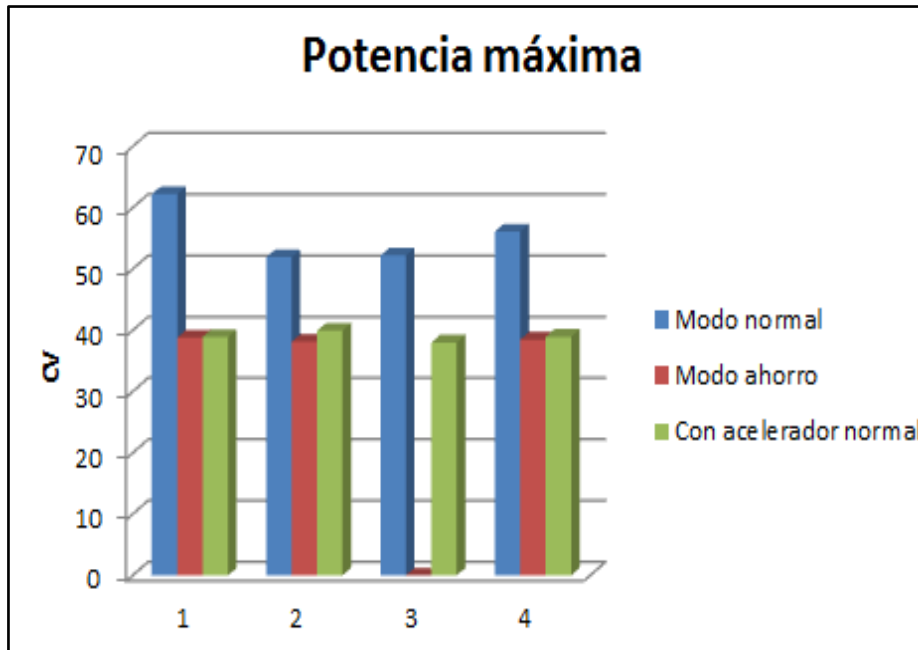
<b>RENDIMIENTO DEL MOTOR</b>				
<b>Sin acelerador electrónico</b>				
<b>Prueba</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>Promedio</b>
<b>Torque máximo (Kgm)</b>	24.70	24.70	23.80	24.40
<b>Potencia máxima (CV)</b>	38.90	39.90	38.00	38.93
<b>rpm</b>	1120.00	1160.00	1142.00	1140.67
<b>Tiempo de la prueba (s)</b>	130.00	130.00	120.00	126.67



# ACELERADOR ORIGINAL



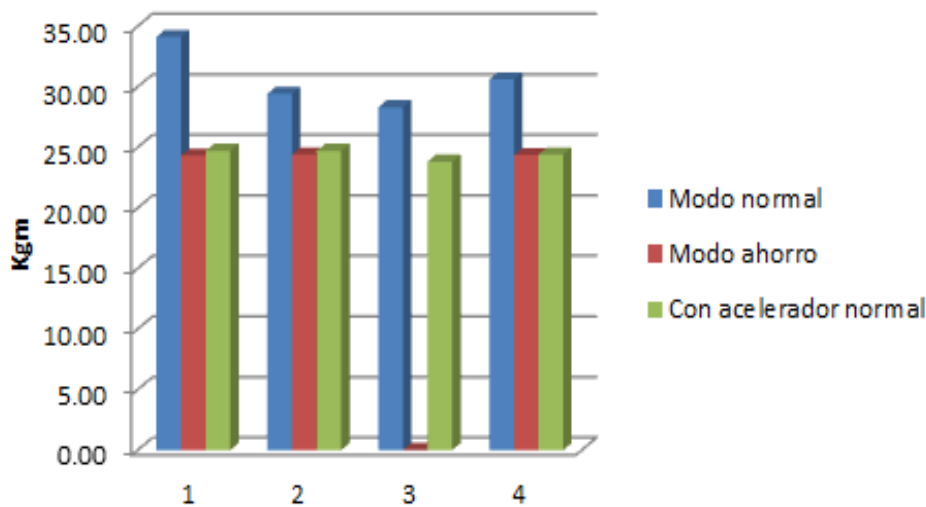




- La potencia con el dispositivo en el modo normal aumenta, en un 44.10%, mientras que en el modo de ahorro de combustible en promedio es un 1.23% menor que la potencia con respecto al dispositivo original.



## Torque máximo



- En el torque en el modo normal existe un incremento de en promedio un 25,41% y en el modo de ahorro es apenas un 0.20 % menor que el del motor original.



# ***PRUEBA EN EL ANALIZADOR DE GASES***

- Para conocer cuáles son las emisiones de gases que emana el motor se utiliza un equipo que nos indica en valores reales de cada parámetro del que está compuesto.



# ***MODO NORMAL***

<b>EMISIÓN DE GASES</b>				
<b>CON ACELERADOR ELECTRÓNICO</b>				
<b>MODO NORMAL</b>				
<b>PRUEBA</b>	<b>CO % Vol.</b>	<b>HC ppm Vol.</b>	<b>CO2 % Vol.</b>	
<b>1</b>	0.3208	529	11.77	0.64
<b>2</b>	0.3001	560	11.83	0.65
<b>3</b>	0.1869	344	11.86	0.74
<b>4</b>	0.1784	392	11.63	0.76
<b>PROMEDIO</b>	0.24655	456.25	11.7725	0.6975



# ***MODO AHORRO***

<b>EMISIÓN DE COMBUSTIBLE</b>				
<b>CON ACELERADOR ELECTRÓNICO</b>				
<b>MODO AHORRO</b>				
<b>PRUEBA</b>	<b>CO % Vol.</b>	<b>HC ppm Vol.</b>	<b>CO2 % Vol.</b>	
<b>1</b>	0.193	427	11.53	1.12
<b>2</b>	0.209	464	11.56	1.12
<b>PROMEDIO</b>	0.201	445.5	11.545	1.12

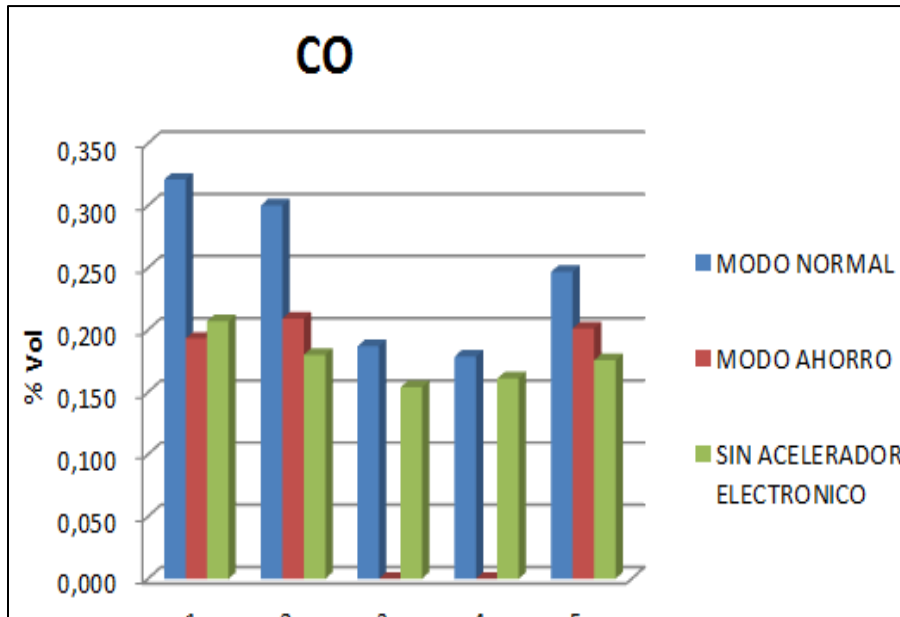


# ***ACELERADOR ORIGINAL***

<b>EMISIÓN DE COMBUSTIBLE</b>				
<b>SIN ACELERADOR ELECTRÓNICO</b>				
<b>PRUEBA</b>	<b>CO % Vol.</b>	<b>HC ppm Vol.</b>	<b>CO2 % Vol.</b>	
<b>1</b>	0.207	388	11.69	1.13
<b>2</b>	0.180	384	11.72	1.15
<b>3</b>	0.154	492	10.92	1.22
<b>4</b>	0.161	473	11.07	1.20
<b>PROMEDIO</b>	0.1755	434.25	11.35	1.175

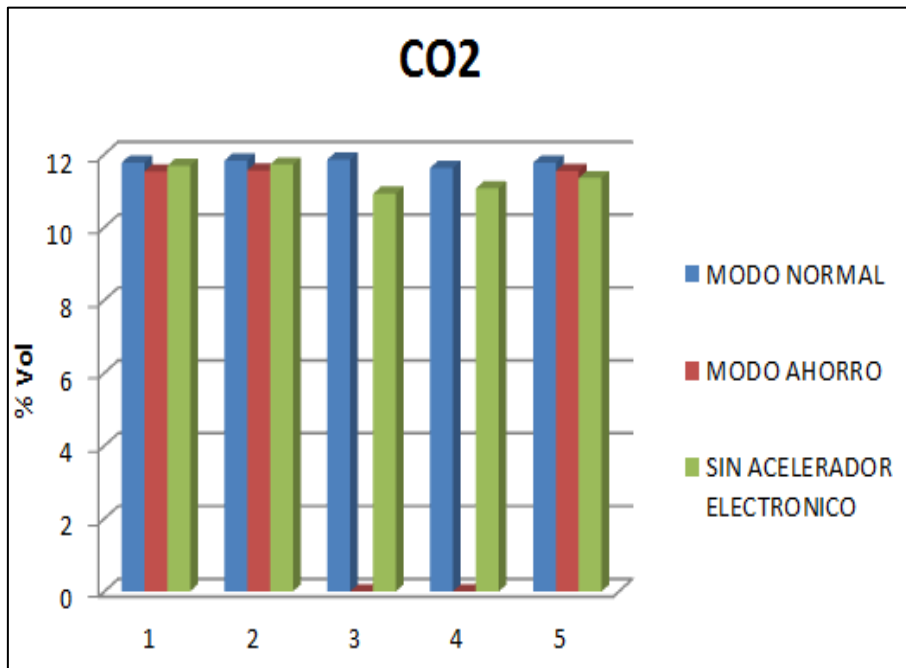


# CO



- El CO es menor sin pedal electrónico a comparación de las curvas obtenidas en el modo normal y el modo de ahorro, sin embargo este aumento no es significativo y se mantiene en límites tolerables.

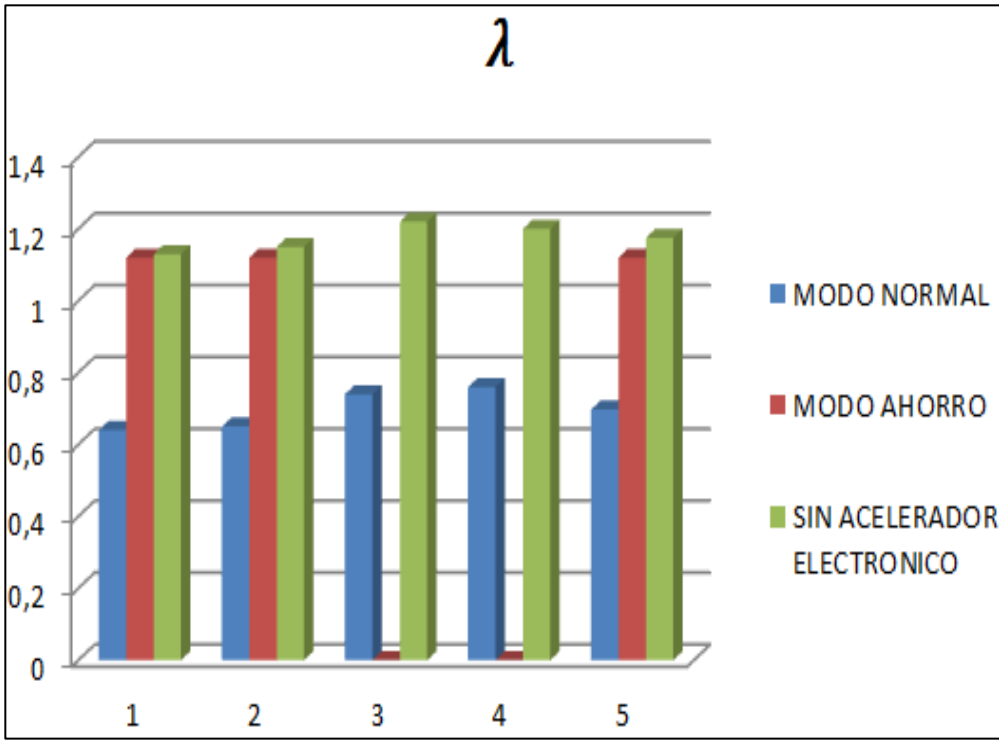
# CO<sub>2</sub>



- En el modo normal el aumento es de 3.7%, mientras que en el modo de ahorro es de 1.76% en comparación al vehículo sin modificación.

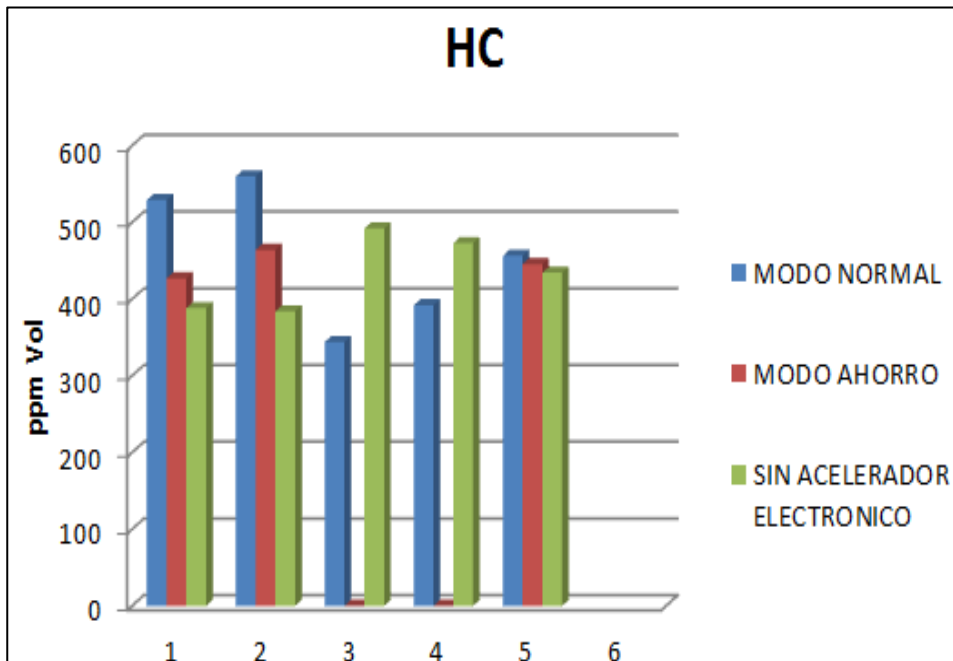


$\lambda$



En el modo normal la mezcla aire-combustible se vuelve rica, es decir que existe escases de aire; mientras que en el modo de ahorro y sin acelerador electrónico existe una mezcla pobre, es decir que existe un exceso de aire.





- En el modo de ahorro existe una estabilidad debido al ser una mezcla pobre los HC se reduce en ppm. En el modo normal el aumento es de 5.07%, mientras que en el modo de ahorro es de 2.59% en comparación al vehículo sin modificación.



# ***PRUEBA DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE***

- El objetivo de realizar esta prueba es la de saber cuál es el consumo de combustible cuando al motor se le aplica una carga máxima, pues al alcanzar la potencia máxima y el torque máximo es cuando existe menor consumo de combustible.

—

- Dónde:
  - $\dot{V}$  es el consumo
  - $\Delta V$  es la variación de volumen
  - $T$  es el tiempo empleado en la prueba



# ACELERADOR ELECTRÓNICO

## Consumo de combustible

### Modo normal

	$\Delta V$	Unidad	t	Unidad	y	Unidad
<b>1</b>	112.25	cc	60.00	s	1.87	cc/s
<b>2</b>	140.00	cc	86.00	s	1.63	cc/s
<b>3</b>	145.75	cc	105.00	s	1.39	cc/s
<b>4</b>	140.00	cc	100.00	s	1.40	cc/s
<b>5</b>	218.75	cc	154.00	s	1.42	cc/s
<b>6</b>	125.00	cc	65.00	s	1.92	cc/s
<b>Promedio</b>	146.96		95.00		1.61	

### Modo ahorro

<b>1</b>	81.25	cc	53.00	s	1.53	cc/s
<b>2</b>	123.75	cc	94.00	s	1.32	cc/s
<b>Promedio</b>	102.5		73.50		1.42	

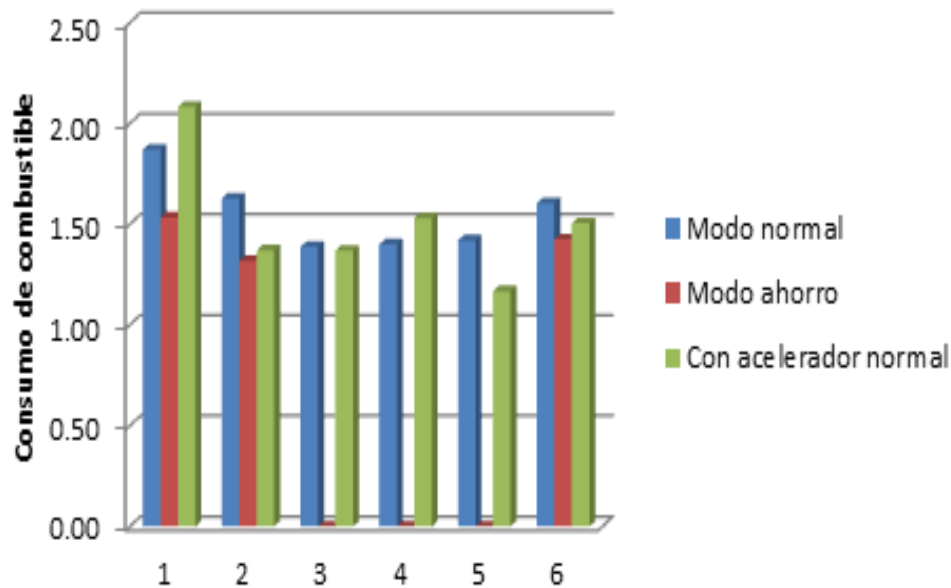


# ***SIN EL ACELERADOR ELECTRÓNICO***

<b>Consumo de combustible</b>						
	$\Delta V$	Unidad	t	Unidad	y	Unidad
<b>1</b>	125.00	cc	60.00	s	2.08	cc/s
<b>2</b>	156.25	cc	114.00	s	1.37	cc/s
<b>3</b>	143.75	cc	105.00	s	1.37	cc/s
<b>4</b>	137.75	cc	90.00	s	1.53	cc/s
<b>5</b>	182.25	cc	156.00	s	1.17	cc/s
<b>Promedio</b>	149.00		105.00		1.50	



## Consumo de combustible



- Existe un aumento de un 7.33% al usar el dispositivo en modo normal, esto se debe a que en este modo de conducción existe un aumento en la potencia y torque, de 15 CV y 10 Kgm respectivamente, sin embargo en el modo de ahorro se disminuye el consumo en un 5.33%, si bien la potencia y torque no aumentaron, se mantuvieron mucho más constantes que sin este sistema.



# ***MARCO ADMINISTRATIVO***



**E S P E**  
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO  
CAMINO A LA EXCELENCIA

GRUPO DE INVESTIGACIÓN	Eduardo Cueva
	Aníbal Paredes
COLABORADORES	Ing. Germán Erazo
	Ing. Néstor Romero

EQUIPOS	Multímetro
	Osciloscopio
	Cámara de fotos
	Computadoras
	Analizador de gases
	Dinamómetro
SOFTWARE	Mikro C PRO
	ISIS 7.7
	ARES
	PicKit 2
	Office 2010
	Motorroll
	Inventor
VARIOS	Herramientas
	Gasolina
	Material eléctrico
	Material electrónico





Orden	Ítem	Cantidad	Costo Unitario	Total Parcial
1	Bus de datos	1	4,86	4,86
2	PIC18F452	1	8,26	8,26
3	Potenciómetro	1	0,45	0,45
4	Resistencia	6	0,08	0,48
5	GLCD	1	30,00	30,00
6	Cinta termo contraíble	1	0,95	0,95
7	Porta fusible	1	0,45	0,45
8	Fusible	1	0,15	0,15
9	Regleta 40 pines machos	1	0,75	0,75
10	Regleta 40 pines	1	0,95	0,95
11	Cable	6	1,10	6,60
12	Servomotor	1	99,00	99,00
13	Base servomotor	1	25,00	25,00
14	Extensión 1m servomotor	2	6,00	12,00
15	Conectores macho-hembra	5	0,40	2,00
16	Pedal de aceleración	1	200,00	200,00
17	LEDs alta luminosidad	3	0,16	0,48
18	78N05	2	0,40	0,80
19	Disipador de calor	1	0,50	0,50
20	Caja plástica	1	6,00	6,00
			<b>TOTAL (\$)</b>	<b>399,68</b>



# ***CONCLUSIONES***



**E S P E**  
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO  
CAMINO A LA EXCELENCIA

- Se logró implementar un sistema de aceleración electrónica para el vehículo marca Fiat modelo Uno S para lo cual se diseñaron soportes y un módulo de control electrónico.
- Se utilizó un servomotor digital HITEC 458 para una mejor respuesta.
- Se utilizó el microcontrolador PIC18F452A para realizar las funciones lógicas.
- Se diseñaron dos modos de funcionamiento del sistema, un modo normal que tiene una apertura de 100% y un modo de ahorro que tiene una apertura del 70%.



- En modo normal se logró un aumento de potencia de un 44.1% respecto al sistema original, unos 15 CV, por la respuesta inmediata del servomotor.
- En modo de ahorro se logró que la potencia sea apenas de 1.23% menor que del sistema original, aunque es más estable que la del acelerador sin control electrónico.
- En modo normal el consumo de combustible aumenta en 7.33 % respecto al sistema original, esto se debe a que el motor revoluciona más para conseguir el aumento de potencia, sin embargo por el aumento de la potencia, este aumento es admisible.



- En modo de ahorro se logró que exista una economía en el uso de combustible 12.66%, con respecto al modo normal de conducción, lo que hace que sea ideal para el uso en ciudad.
- Al usar el sistema en modo normal existe un aumento del 15.21% en las emisiones de CO con respecto al sistema original, pero es tolerable por el aumento en la potencia y en el torque.
- Al usar el sistema en modo de ahorro existe una disminución del 7.37% en las emisiones de CO con respecto al sistema original.



- Al usar el sistema en modo normal existe un aumento del 5.06% en las emisiones de HC con respecto al sistema original, pues el motor gira mucho más rápido y consume mucho más combustible.
- Al usar el sistema en modo de ahorro existe un aumento del 2.48% en las emisiones de HC con respecto al sistema original y menor al modo normal, pues el motor tiene una estabilidad y no sufre variaciones de revoluciones del mismo.
- Al usar el sistema en modo normal existe un aumento del 3.7% en las emisiones de CO<sub>2</sub> con respecto al sistema original, pero al igual que los otros factores es por el aumento en la potencia que se experimenta.



- Al usar el sistema en modo de ahorro existe un aumento del 1.71% en las emisiones de CO<sub>2</sub> con respecto al sistema original.
- Con respecto con el parámetro lambda en ambos casos la mezcla se hizo rica que con el sistema original, sin embargo en el modo ahorro todavía sigue siendo pobre y similar al antiguo sistema.



# ***RECOMENDACIONES***

- Usar un cristal externo en el PIC para que este pueda realizar más instrucciones por minuto.
- Usar un 7805 independiente para la alimentación del servomotor debido al exceso de corriente que exige este, para disminuir el calor que este emana por el disipador.
- Usar filtros electrónicos en la etapa de fuente para eliminar ruidos electrónicos externos que afecten el correcto funcionamiento del procesamiento.
- Usar una resistencia de protección para la GLCD para evitar una excesiva corriente que circula por la misma.





- Tener cuidado en la manipulación del PIC debido a su fragilidad por el número de pines que posee.
- Colocar correctamente el bus de datos para que las imágenes en la GLCD se impriman correctamente y no se produzca daños en la misma.
- Por el aumento en la potencia y torque, se recomienda el uso de un control electrónico de aceleración en vehículos que posean carburador.

