



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE
CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE MECÁNICA
ESCUELA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ**

**“CONSTRUCCIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UN
TABLERO DIDÁCTICO DEL SISTEMA DE
CUERPO DE MARIPOSA MOTORIZADO (TAC) Y
DE POSICIONAMIENTO (TPS), PARA LA
ESCUELA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ”**

**RAZO CIFUENTES ANDREA VIVIANA
TOALOMBO VARGAS VICTOR MIGUEL**

TESIS DE GRADO

Previa a la obtención del Título de:
INGENIERO AUTOMOTRIZ

**RIOBAMBA – ECUADOR
2012**

ESPOCH

Facultad de Mecánica

CERTIFICADO DE APROBACIÓN DE TESIS

Noviembre, 5 de 2012

Yo recomiendo que la Tesis preparada por:

RAZO CIFUENTES ANDREA VIVIANA

Titulada:

**“CONSTRUCCIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UN TABLERO DIDÁCTICO
DEL SISTEMA DE CUERPO DE MARIPOSA MOTORIZADO (TAC) Y DE
POSICIONAMIENTO (TPS), PARA LA ESCUELA DE INGENIERÍA
AUTOMOTRIZ”**

Sea aceptada como parcial complementación de los requerimientos para el Título de:

INGENIERO AUTOMOTRIZ

Ing. Geovanny Novillo A.
DECANO DE LA FAC. DE MECÁNICA

Nosotros coincidimos con esta recomendación:

Dr. Mario Audelo
DIRECTOR DE TESIS

Ing. Emilia Aimacaña
ASESOR DE TESIS

ESPOCH

Facultad de Mecánica

CERTIFICADO DE EXAMINACIÓN DE TESIS

NOMBRE DEL ESTUDIANTE: ANDREA VIVIANA RAZO CIFUENTES

TÍTULO DE LA TESIS: “CONSTRUCCIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UN TABLERO DIDÁCTICO DEL SISTEMA DE CUERPO DE MARIPOSA MOTORIZADO (TAC) Y DE POSICIONAMIENTO (TPS), PARA LA ESCUELA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ”

Fecha de Examinación:

RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:

COMITÉ DE EXAMINACIÓN	APRUEBA	NO APRUEBA	FIRMA
Ing. Marco Santillán (PRESIDENTE TRIB. DEFENSA)			
Dr. Mario Audelo (DIRECTOR DE TESIS)			
Ing. Emilia Aimacaña (ASESOR)			

* Más que un voto de no aprobación es razón suficiente para la falla total.

RECOMENDACIONES: _____

El Presidente del Tribunal certifica que las condiciones de la defensa se han cumplido.

Presidente del Tribunal

ESPOCH

Facultad de Mecánica

CERTIFICADO DE APROBACIÓN DE TESIS

Noviembre, 5 de 2012

Yo recomiendo que la Tesis preparada por:

TOALOMBO VARGAS VÍCTOR MIGUEL

Titulada:

**“CONSTRUCCIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UN TABLERO DIDÁCTICO
DEL SISTEMA DE CUERPO DE MARIPOSA MOTORIZADO (TAC) Y DE
POSICIONAMIENTO (TPS), PARA LA ESCUELA DE INGENIERÍA
AUTOMOTRIZ”**

Sea aceptada como parcial complementación de los requerimientos para el Título de:

INGENIERO AUTOMOTRIZ

Ing. Geovanny Novillo A.
DECANO DE LA FAC. DE MECÁNICA

Nosotros coincidimos con esta recomendación:

Dr. Mario Audelo
DIRECTOR DE TESIS

Ing. Emilia Aimacaña
ASESOR DE TESIS

ESPOCH

Facultad de Mecánica

CERTIFICADO DE EXAMINACIÓN DE TESIS

NOMBRE DEL ESTUDIANTE: VÍCTOR MIGUEL TOALOMBO VARGAS

TÍTULO DE LA TESIS: “CONSTRUCCIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UN
TABLERO DIDÁCTICO DEL SISTEMA DE CUERPO DE MARIPOSA
MOTORIZADO (TAC) Y DE POSICIONAMIENTO (TPS), PARA LA ESCUELA
DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ”

Fecha de Examinación:

RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:

COMITÉ DE EXAMINACIÓN	APRUEBA	NO APRUEBA	FIRMA
Ing. Marco Santillán (PRESIDENTE TRIB. DEFENSA)			
Dr. Mario Audelo (DIRECTOR DE TESIS)			
Ing. Emilia Aimacaña (ASESOR)			

* Más que un voto de no aprobación es razón suficiente para la falla total.

RECOMENDACIONES: _____

El Presidente del Tribunal certifica que las condiciones de la defensa se han
cumplido.

Presidente del Tribunal

DERECHOS DE AUTORÍA

El trabajo de grado que presentamos, es original y basado en el proceso de investigación y/o adaptación tecnológica establecido en la Facultad de Mecánica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. En tal virtud, los fundamentos teóricos - científicos y los resultados son de exclusiva responsabilidad de los autores. El patrimonio intelectual le pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Andrea Viviana Razo Cifuentes

Víctor Miguel Toalombo Vargas

DEDICATORIA

Esta tesis va dedicada primeramente a mi Dios quien me da todo para luchar y seguir adelante a pesar de los obstáculos, tropiezos y adversidades. A mi familia, de manera especial a mi abuelita; quien es el pilar fundamental de mi vida para poder superarme como profesional, con su amor, comprensión, paciencia y apoyo.

A mi madre quien con su vida entera me enseñó a ser una persona de bien, lo que ayudó para formarme como una mujer con principios y valores. A mis hermanos “Yidemny, Angie, Alejandro y Matheo” quienes le han dado alegría a mi vida, aquellos que a más de ser mis hermanos son mis amigos fieles e infallibles.

A mis tías “Gaby, Mayra, Johana y Lourdes”, quienes han aportado en mi lucha de superación con su amistad y amor brindado.

Andrea Viviana Razo Cifuentes

A Dios, quien me ayudo a comprender que siempre me tiene preparado mejores cosas y mediante su escritura me levanto en momentos de adversidad de mi vida estudiantil.

El llegar a ser Ingeniero Automotriz se lo dedico a mi madre amada, quien con su ejemplo de lucha incondicional por la familia, siempre me fomento lo mejor que puede existir, el amor a un hijo. A mi papá por hoy ser mi amigo incondicional, que me ayuda, me guía y me apoya para ser mejor persona. A Mami Miriam, quien con sus consejos me apoyó y ayudó para darme el aliento cada día de mi vida estudiantil. A mi abuelita querida quien me cobijo en momentos de angustia y con su amor de madre me fomento valores para mi vida.

A mi querida hermana que desde niño fue mi madre, que me ayudó en todo momento sin importarle nada, y es mi ejemplo a seguir de perseverancia, dedicación y responsabilidad. A mi amado sobrino, que es mi amigo y mi hermano menor, que con sus risas y ánimo me ayudaron en infortunios. A mi amiga, compañera y confidente importante de cada jornada, quien me apoyó en cada reto que surgió, depositando su confianza en mí.

Víctor Miguel Toalombo Vargas

AGRADECIMIENTO

Le doy el mayor y más profundo agradecimiento a mi Dios por ser quien ha guiado mi camino hacia el bien y la sabiduría con sus bendiciones.

A toda mi familia en especial a mis abuelitos Rosario y Francisco, a mi madre Martha, por brindarme el apoyo para llegar a ser profesional.

A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo especialmente a la Escuela de Ingeniería Automotriz, a mis maestros, que con sus enseñanzas me llevaron a formarme profesionalmente.

Y de manera especial un gran agradecimiento al Doctor Mario Audelo, Director de tesis y a la Ingeniera Emilia Aimacaña Asesora de tesis, que con sus conocimientos y apoyo he logrado finalizar esta gran etapa de mi vida.

Andrea Viviana Razo Cifuentes

Le doy gracias principalmente a Dios por haberme bendecido, guiado y dado fuerzas para culminar mi carrera profesional, que con su infinito amor siempre me condujo hasta el final.

A la vez quiero agradecer especialmente al Doctor Mario Audelo, quien ayudó con su apoyo y conocimientos al desenvolvimiento de esta investigación. A mi profesora, Ing. Emilia Aimacaña, quien gracias a sus instrucciones se pudo culminar este trabajo realizado.

Agradezco a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Mecánica, especialmente a mi tan querida Escuela de Ingeniería Automotriz, por haberme permitido formarme como profesional.

A mis verdaderos amigos que estuvieron en las adversidades durante mi carrera, los cuales los llevo dentro de mí.

Víctor Miguel Toalombo Vargas

CONTENIDO

		Pág.
1.	INTRODUCCIÓN	
1.1	Generalidades.....	1
1.2	Justificación.....	1
1.3	Objetivos.....	2
1.3.1	<i>Objetivo general.</i>	2
1.3.2	<i>Objetivos específicos.</i>	2
2.	FUNDAMENTO TEÓRICO	
2.1	Introducción y fundamentos del sistema de cuerpo de mariposa motorizado.....	4
2.1.1	<i>Funcionamiento del sistema.</i>	4
2.1.2	<i>Aceleración por cable frente al sistema de cuerpo de mariposa motorizado.</i>	5
2.1.3	<i>Pedal del acelerador.</i>	6
2.1.4	<i>Control de aceleración.</i>	7
2.1.5	<i>Ventajas del sistema de cuerpo de mariposa motorizado</i>	8
2.1.6	<i>Motores de corriente continua</i>	9
2.1.7	<i>Clasificación de los motores de corriente continua del sistema cuerpo de mariposa motorizado.</i>	11
2.1.7.1	<i>Funcionamiento.</i>	11
2.1.7.2	<i>Tipos de motores de corriente continua.</i>	12
2.1.8	<i>Sensor de posición del acelerador.</i>	14
2.1.8.1	<i>Inductivos.</i>	15
2.1.8.2	<i>Resistivos.</i>	16
2.1.8.3	<i>Laser.</i>	16
2.1.8.4	<i>Ultrasónico.</i>	17
2.1.9	<i>Unidad de Control Electrónica (ECU).</i>	18
2.1.9.1	<i>Condiciones de funcionamiento.</i>	20
2.1.9.2	<i>Estructura.</i>	20
2.2	Sistema de posicionamiento de la aleta de aceleración.....	21
2.2.1	<i>Introducción del sistema.</i>	21
2.2.1.1	<i>Funcionamiento del TP (Sensor de Posición de Mariposa).</i>	22
2.2.1.2	<i>Condiciones de trabajo de un TP.</i>	23
2.2.2	<i>Comprobación del sistema.</i>	24
2.2.2.1	<i>Verificación de voltaje de entrada.</i>	24
2.2.2.2	<i>Verificación de la tierra del sensor.</i>	25
2.2.2.3	<i>Verificación del voltaje de retorno.</i>	25
2.3	Sistema de cuerpo de mariposa motorizado.....	26
2.3.1	<i>Descripción del sistema.</i>	26
2.3.2	<i>Características del sistema.</i>	27
2.3.3	<i>Funcionamiento del sistema.</i>	27
2.3.3.1	<i>Regulación de la marcha mínima y régimen bajo.</i>	29
2.3.3.2	<i>Aceleración y regímenes altos.</i>	29
2.3.4	<i>Elementos que conforman el sistema.</i>	30
2.3.4.1	<i>Sensor del acelerador APP.</i>	30
2.3.4.2	<i>Sensor del cuerpo de mariposa TP.</i>	31
2.4	Señales requeridas para el funcionamiento del sistema de cuerpo de mariposa motorizado.....	32
2.4.1	<i>Media de APP.</i>	32
2.4.2	<i>Ángulo indicado APP.</i>	32
2.4.3	<i>Sensor de posición del acelerador APP1.</i>	32
2.4.4	<i>Sensor de posición del acelerador APP2.</i>	32
2.4.5	<i>Comparación de señales APP Sensor 1 y APP Sensor 2.</i>	32
2.4.6	<i>Ángulo deseado TP.</i>	33
2.4.7	<i>Ángulo indicado TP.</i>	33
2.4.8	<i>Sensor TP1 señal de tensión.</i>	33
2.4.9	<i>Ángulo del Sensor TP1.</i>	33
2.4.10	<i>Sensores TP1 y sensor TP2.</i>	34
2.4.11	<i>Sensor TP2 señal de tensión.</i>	34

2.4.12	Ángulo del sensor TP2.....	34
3.	CONSTRUCCIÓN DEL TABLERO DIDÁCTICO DEL SISTEMA DE CUERPO DE MARIPOSA MOTORIZADO	
3.2	Montaje del sistema de aceleración con cuerpo de mariposa motorizado en el tablero didáctico.....	35
3.2.1	Montaje del sistema de cuerpo de mariposa motorizado.....	35
4.	SOFTWARE GENERADOR DE INTERFACE USB TABLERO-PC Y FALLAS	
4.1	Diseño del sistema generador de fallas mediante una interfaz.....	43
4.1.1	Tarjeta de adquisición de datos (DAQ).....	43
4.1.1.1	Sistema de adquisición de datos.....	44
4.1.1.2	Hardware de Adquisición de datos.....	46
4.1.2	NI-DAQ USB 6009.....	46
4.1.2.1	Comunicaciones.....	48
4.1.2.2	USB.....	48
4.1.2.3	Voltaje de referencia en la tarjeta.....	49
4.1.2.4	Software controlador intuitivo.....	50
4.1.3	Programa Labview.....	50
4.1.3.1	Programación gráfica.....	51
4.1.3.2	Diseño del circuito de potencia y generador de fallas.....	52
4.1.4	Visualización de las señales de los sensores.....	54
4.1.4.1	Sensores APP.....	54
4.1.4.2	Sensores TPS.....	55
4.1.4.3	Visualización de la señal del actuador.....	55
4.1.5	Simulación de fallas.....	56
4.1.5.1	Simulación de falla de los sensores APP.....	56
4.1.5.2	Simulación de falla de los sensores TPS.....	58
4.1.5.3	Simulación de falla del cuerpo de mariposa motorizado.....	61
5.	COMPROBACIÓN Y VERIFICACIÓN DEL SISTEMA DE CUERPO DE MARIPOSA MOTORIZADO	
5.1	Elaboración de un manual de usuario.....	62
5.2	Comprobación de sensores.....	70
5.2.1	Sensor TP1.....	70
5.2.1.1	Verificación del voltaje de entrada.....	70
5.2.1.2	Verificación de la tierra (masa) del sensor.....	71
5.2.1.3	Verificación del voltaje de retorno.....	72
5.2.2	Sensor TP2.....	73
5.2.2.1	Verificación del voltaje de entrada.....	73
5.2.2.2	Verificación de la tierra (masa) del sensor.....	74
5.2.2.3	Verificación del voltaje de retorno.....	75
5.2.3	Sensor APP1.....	76
5.2.3.1	Verificación del voltaje de entrada.....	76
5.2.3.2	Verificación de la tierra (masa) del sensor.....	77
5.2.3.3	Verificación del voltaje de retorno.....	78
5.2.4	Sensor APP2.....	79
5.2.4.1	Verificación del voltaje de entrada.....	79
5.2.4.2	Verificación de la tierra (masa) del sensor.....	80
5.2.4.3	Verificación del voltaje de retorno.....	81
6.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	
6.1	Conclusiones.....	83
6.2	Recomendaciones.....	84

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BIBLIOGRAFÍA

LINKOGRAFÍA

ANEXOS

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
1 Angulo de apertura de la mariposa.....	5
2 Sistema de aceleración por cable.....	6
3 Acelerador en vehículos especiales.....	7
4 Tipos de pedales de acelerador.....	7
5 Esquema de un motor de corriente continua.....	9
6 Rotor.....	9
7 Estator.....	10
8 Esquema de un motor de corriente continua en funcionamiento.....	11
9 Motor de corriente continua tipo: serie.....	12
10 Motor de corriente continua tipo: paralelo.....	13
11 Motor de corriente continua tipo:compound.....	14
12 Sensor de posición del acelerador.....	15
13 Sensor Inductivo.....	15
14 Pedal con potenciómetro integrado.....	16
15 Sensor Láser.....	17
16 Sensor ultrasónico.....	17
17 Unidad de control Electrónica.....	18
18 Bobina de encendido con núcleo magnético.....	19
19 Conexión de la ECU al sistema de encendido.....	20
20 Cuerpo de mariposa motorizado.....	21
21 Sensores TP.....	22
22 TP de 3 y 4 cables.....	22
23 Verificación de voltaje de entrada.....	24
24 Verificación de la tierra del sensor.....	25
25 Verificación del voltaje de retorno.....	25
26 Circuito del sensor de posición de mariposa.....	25
27 Sistema de control de aceleración.....	28
28 Movimiento de la mariposa.....	29
29 Sensores APP.....	30
30 Sensores TP.....	31
31 Estructura metálica.....	36
32 Cortes de MDF.....	36
33 MDF parte frontal.....	37
34 Macrografía parte frontal.....	37
35 Macrografía base de ordenador.....	38
36 MDF acoplado en la estructura parte frontal.....	38

37	MDF acoplado en base de ordenador.....	39
38	MDF acoplados para el cuerpo de mariposa y base de la fuente.....	39
39	Pedal del acelerador.....	39
40	Pedal ubicado en la estructura.....	40
41	Plug jacks y leds colocados en la estructura.....	40
42	Cuerpo de mariposa colocado en la base.....	41
43	DAQ colocada.....	41
44	Circuito de potencia colocado.....	42
45	Ubicación de la fuente.....	42
46	Conexiones.....	42
47	Sistema de adquisición de datos.....	45
48	Partes de la NI:DAQ USB 6009.....	46
49	Circuito interno de la NI_DAQ USB 6009.....	47
50	Terminales Analógicas de la NI_DAQ 6009.....	47
51	Terminales digitales, sincronización y alimentación Vcc NI_DAQ 6009.....	48
52	Cable USB.....	49
53	Panel frontal de un instrumento virtual hecho en Labview.....	51
54	Diagrama de bloques de un instrumento virtual.....	52
55	Líneas del circuito de potencia.....	53
56	Circuito de potencia e interruptor de señales.....	54
57	Señales de los sensores APP1 y APP2.....	54
58	Señales de los sensores TP1 y TP2.....	55
59	PWM del motor del cuerpo de mariposa.....	55
60	Botón generador de falla del sensor APP1.....	56
61	Sensor APP1 deshabilitado.....	57
62	Verificación del sensor APP1 desconectado.....	57
63	Botón generador de falla del sensor APP2.....	57
64	Sensor APP2 deshabilitado.....	58
65	Verificación del sensor APP2 desconectado.....	58
66	Botón generador de falla del sensor TP1.....	59
67	Sensor TP1 deshabilitado.....	59
68	Verificación del sensor TP1 desconectado.....	59
69	Botón generador de falla del sensor TP2.....	60
70	Sensor TP2 deshabilitado.....	60
71	Verificación del sensor TP2 desconectado.....	60
72	Verificación de la inexistencia de señal PWM.....	61
73	Carpeta TAC_System.....	62
74	Carpeta contenedora del programa y drivers.....	62
75	Primera Ventana de instalación de Drivers DAQ.....	63
76	Segunda Ventana de instalación de Drivers DAQ.....	63

77	Tercera Ventana de instalación de Drivers DAQ.....	64
78	Cuarta Ventana de instalación de Drivers DAQ.....	64
79	Quinta Ventana de instalación de Drivers DAQ.....	65
80	Sexta Ventana de instalación de Drivers DAQ.....	65
81	Carpeta contenedora del programa y drivers.....	66
82	Software del sistema.....	66
83	Sistema conectado y energizado.....	67
84	Botones Generadores de falla.....	67
85	Ventana que indica desconexión del APP1.....	68
86	Ventana de DTC's.....	68
87	Ventana informativa del sensor.....	69
88	Ventana de verificación del sensor APP1.....	69
89	Voltaje del sensor TP1.....	71
90	Verificación de la tierra del sensor TP1.....	71
91	Verificación del voltaje de retorno del sensor TP1.....	72
92	Verificación del voltaje de retorno del sensor TP1 del sistema.....	73
93	Voltaje del sensor TP2.....	74
94	Verificación de la tierra del sensor TP2.....	74
95	Verificación del voltaje de retorno del sensor TP2.....	75
96	Verificación del voltaje de retorno del sensor TP2 del sistema.....	76
97	Voltaje del sensor APP1.....	77
98	Verificación de la tierra del sensor APP1.....	77
99	Verificación del voltaje de retorno del sensor APP1.....	78
100	Verificación del voltaje de retorno del sensor APP1 del sistema.....	79
101	Voltaje del sensor APP2.....	80
102	Verificación de la tierra del sensor APP2.....	80
103	Verificación del voltaje de retorno del sensor APP2.....	81
104	Verificación del voltaje de retorno del sensor APP2 del sistema.....	81

LISTA DE TABLAS

	Pág.
1 Voltajes de los sensores TP.....	5
2 Voltaje de entrada TP1.....	70
3 Voltaje de retorno TP1.....	72
4 Voltaje de entrada TP2.....	73
5 Voltaje de retorno TP2.....	75
6 Voltaje de entrada del APP1.....	76
7 Voltaje de retorno del APP1.....	78
8 Voltaje de entrada del APP2.....	79
9 Voltaje de retorno del APP2.....	81

LISTA DE ABREVIACIONES

AC	Corriente alterna.
AI	Entrada analógica.
AO	Salida analógica.
APP	Posición del pedal del acelerador (acelerador pedal position).
APP1	Posición del pedal del acelerador sensor 1.
APP2	Posición del pedal del acelerador sensor 2.
CEM	Exigencias a la compatibilidad electromagnética.
DAQ	Tarjeta de adquisición de datos.
DC	Corriente continua.
DTC	Diagnóstico de código de problema (diagnostic trouble codes).
ECU	Unidad de control electrónico.
GND	Tierra o masa (ground).
IAC	Control de marcha mínima (idle air control).
K	Kilo.
KOEO	Llave abierta motor apagado (Key on engine off)
LVDT	Transformador diferencial de variación lineal.
MDF	Fibra de media densidad (medium densityfiberboard).
NI	National Instrument.
OFF	Apagado.
ON	Encendido.
PC	Computadora personal.
PWM	Modulador por ancho de pulso (pulse wide modulation).
R	Resistencia.
RPM	Revoluciones por minuto.
TAC	Control de actuador de mariposa (throttle actuator control)
TP	Posición de la mariposa (throttle position).
TPS	Sensor de posición de la mariposa (throttle position sensor).
TP1	Posición de la mariposa 1.
TP2	Posición de la mariposa 2.
USB	Universal serie bus.
V	Voltios.
Vcc	Voltaje corriente continua.
WOT	Wide open throttle.
°C	Grados centígrados.

LISTA DE ANEXOS

- A** Elaboración de guías de prácticas.
- B** Programación en Labview
- C** Diagrama eléctrico del sistema
- D** Estructura del sistema

RESUMEN

El presente trabajo de Construcción e Implementación del Sistema de Cuerpo de Mariposa Motorizado (TAC) y de Posicionamiento TPS es sustentado en conocimientos adquiridos en las aulas de la Escuela de Ingeniería Automotriz de la Facultad de Mecánica, tiene por objetivo reforzar el conocimiento de los estudiantes en el sistema de aceleración electrónica.

El tablero didáctico contiene los elementos que conforman el sistema de cuerpo de mariposa motorizado, además de un software generador de fallas que nos permite observar las posibles averías que se pueden presentar en los componentes del sistema.

La interfaz realiza la comunicación entre la PC y el tablero mediante el programa Labview y la tarjeta de adquisición de datos (DAQ), cortando señales de entrada y salida en los diferentes sensores que integran el sistema para poder provocar fallas en el mismo. El software posee una ayuda la cual se refiere a la verificación del sistema mediante códigos de fallas que se vayan generando en el programa.

A través del proyecto se aporta de manera favorable a la formación de futuros ingenieros automotrices competitivos en el área de sistemas electrónicos, manteniendo así la alta calidad de profesionales que debe brindar la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Se recomienda que el uso del trabajo sea exclusivo de los estudiantes de Ingeniería Automotriz, ya que se necesitan conocimientos de sistemas electrónicos automotrices para poder entender y analizar debidamente el tablero didáctico.

ABSTRACT

This work of construction and implementation of the System of Motorized Butterfly Corps (TAC) and Positioning TPS is supported by knowledge acquired in the classrooms of the School of Automotive Engineering, Faculty of Mechanical, aims to enhance the knowledge of students in the electronic throttle system.

The teaching board contains the elements forming the system of motorized butterfly body, and generator software faults allows us to observe possible failures that can occur in the system components.

The interface makes communication between the PC and the board by the Labview program and the data acquisition board (DAQ), cutting input and output signals at different sensors that make up the system to cause faults in it. The software has a help which refers to the verification of the system by fault codes that are generated in the program.

Through the project contributes favorably to the training of future competitive automotive engineers in the area of electronics systems, thus maintaining the high quality of professionals who should provide the Polytechnic School of Chimborazo.

It is recommended that the use of the work is exclusive Automotive Engineering students, since knowledge is required automotive electronic systems to properly understand and analyze the educational board.

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Generalidades

En el campo automotriz se incluyen sistemas de inyección electrónica con el fin de disminuir emisiones contaminantes al medio ambiente y un óptimo funcionamiento del motor.

En un inicio se tiene un sistema de aceleración por medio de cable, dicho sistema permite el ingreso o detención de aire al motor por medio de una aleta en el cuerpo de estrangulación que es accionado por un cable comandado por el pedal de aceleración, dicho sistema hasta la actualidad se ha observado un desempeño medio, con los avances tecnológicos de electricidad y electrónica se ha creado un nuevo sistema denominado cuerpo de mariposa motorizado (TAC) cuyo funcionamiento se basa en modificar todas las condiciones de aceleración del motor controlando directamente, permitiendo una aceleración regulada y más eficiente, evitando así las emisiones de gases contaminantes al medio ambiente.

Los sensores APP1, APP2, TP1 y TP2 son comandadas por el módulo de control, que ejecuta las mismas actividades realizadas por el sistema de aceleración por medio de cable, este era muy vulnerable al desgaste como eran los sistemas de marcha mínima, teniendo problemas en estabilizar la velocidad ralentí del motor durante arranques en frío y después de condiciones de operación tras un periodo de calentamiento.

Por tratarse de un sistema que controla toda la aceleración del motor, no se permite ningún error por parte del ECU por esta razón el cuerpo de mariposa quedará en una estrategia de límite de revoluciones en el momento que se detecte alguna inconformidad de funcionamiento del motor o de los sensores TP y APP.

1.2 Justificación

El laboratorio de la Escuela de Ingeniería Automotriz necesita la implementación del sistema de Cuerpo de Mariposa Motorizado, el mismo que es necesario para el mejoramiento y diagnóstico efectivo de su funcionamiento.

Desde el punto de vista técnico este sistema constituye un nuevo material didáctico eficiente y efectivo para realizar el diagnóstico de los componentes electrónicos del sistema, con el fin de que los alumnos tengan una enseñanza tanto teórica como práctica ayudados por el software generador de fallas y visualizarán voltajes, gráficas, fallas de los sensores y cuerpo motorizado del sistema.

Al ser un instrumento destinado a la utilización de los estudiantes, la implementación del sistema, disminuirá costos en investigaciones posteriores. Incrementando el prestigio de la Facultad y de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo al contar con este nuevo equipo de diagnóstico, con miras a ser patentado en el mercado.

Es importante destacar que la aceleración de control electrónico del acelerador ayuda a la acción de cero emisiones en los vehículos, debido a que en la actualidad todos los sistemas y equipos deben ser elaborados, en pro a la disminución de los efectos invernadero, por lo que los sistemas eléctricos y electrónicos, implementados en esta investigación contribuirán a la conservación del medio ambiente, mediante la disminución de gases perjudiciales al entorno.

1.3 Objetivos

1.3.1 General. Construir e implementar un tablero didáctico de sistemas de cuerpo de mariposa motorizado (TAC) y de posicionamiento (TP), visualizando cada una de las gráficas, mediante la elaboración de un software.

1.3.2 Específicos

Conocer el funcionamiento del sistema de cuerpo de mariposa motorizado.

Construir un tablero didáctico del sistema de cuerpo de mariposa motorizado con sus respectivas señales para un adecuado aprendizaje.

Visualizar las señales de los sensores a través de la PC con una interface USB.

Diseñar un software generador de fallas del sistema.

Comprobar y verificar el sistema.

Desarrollar un protocolo de pruebas para localización de averías junto con un manual de manejo.

Crear un manual guía del sistema para los estudiantes.

CAPÍTULO II

2. FUNDAMENTO TEÓRICO

2.1 Introducción y fundamentos del sistema de cuerpo de mariposa motorizado

Este sistema controla toda la aceleración del motor, no se permite ningún error por parte del ECU por esta razón el cuerpo de mariposa quedará en una estrategia de límite de revoluciones en el momento en que se detecte alguna inconformidad de funcionamiento del motor o de los sistemas de verificación TP(Posición de la mariposa)y APP(Posición del pedal del acelerador).

El sensor TP registra la posición de la mariposa enviando la información hacia la unidad de control. El tipo de sensor de mariposa más extendido en su uso es el denominado potenciómetro, q consiste en una resistencia variable lineal alimentada con una tensión de 5 voltios que varía la resistencia proporcionalmente con respecto al efecto causado por esa señal.

El Sensor de Posición del Pedal Acelerador (APP) que indica la posición del pedal del acelerador, suele ser uno; o más comúnmente, dos potenciómetros acoplados al pedal del acelerador. Cuando se pisa el acelerador, una señal de tensión se envía al ECU comunicando la posición actual del mismo y por lo tanto la exigencia física del conductor. Como resultado de esta entrada, el ECU genera una salida al actuador correspondiente.

2.1.1 *Funcionamiento del sistema*

En el pedal del acelerador se encuentra colocado un sensor llamado de “posición del acelerador” (APP), cuyo fin es conocer la ubicación exacta (ralentí, media aceleración, máxima aceleración) del pedal en todo momento. Esta información es enviada a la computadora (ECU) de control del motor, actuando sobre un motor acoplado directamente a la mariposa decidirá el porcentaje de aceleración que deba tener el auto.

En el cuerpo de aceleración aparte de estar ubicado el mencionado motor, se encuentran dos sensores de “posición de la mariposa”, los cuales son similares a los

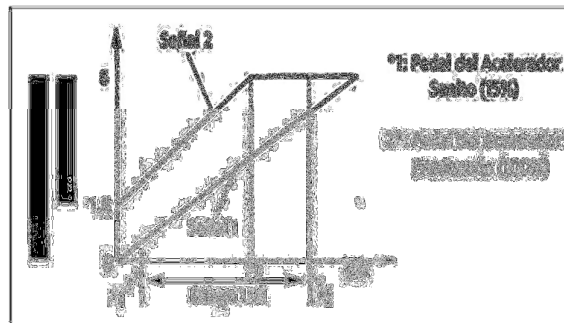
tradicionales TP, cuyo objetivo es indicar a la ECU con exactitud la posición de la mariposa. Generalmente uno de estos sensores varía de acuerdo a la tabla 1, con el fin de tener mayor precisión y seguridad, pues si en todo momento la suma de ambas señales no es de 5 voltios se ha presentado un daño en alguno de ellos.

Tabla 1. Voltajes de los sensores TP

Sensores	Voltaje de entrada	Voltaje de salida
TP1	5V	0V
TP2	0V	5V

Fuente: Autores

Figura 1. Ángulo de apertura de la mariposa. [1]



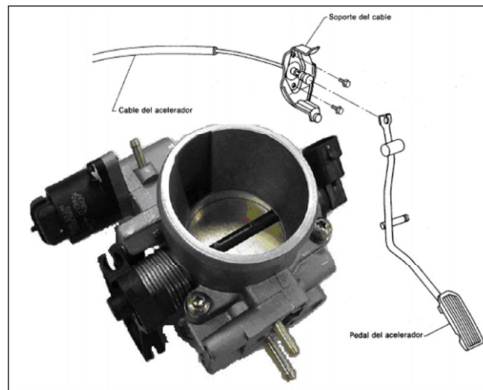
Fuente: <http://www.encendidoelectronico.com/vista.php?id=40>

Si la computadora no recibe correctamente la señal de alguno de los dos sensores de posición o cuando se quita el conector del cuerpo de aceleración, dejando el auto con la llave de ignición en ON, la ECU no tiene forma de determinar la posición de marcha lenta.

2.1.2 Aceleración por cable frente al sistema de cuerpo de mariposa motorizado

Tradicionalmente se ha empleado un cable de acero o un mecanismo de varillas el que se dirige desde el pedal del acelerador a través de la bandeja del piso, y luego en un tubo de guía flexible, el mismo que lleva una válvula aceleradora la que permite incrementar el paso de aire y combustible al motor a la vez que se mantiene la mezcla en su punto, para lograr controlar la marcha del auto.

Figura 2. Sistema de aceleración por cable. [2]



Fuente: <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/1140/2/CAPITULO%20I.pdf>

Actualmente ese tipo de ajuste está desapareciendo, dando lugar a la “mariposa motorizada”, sistema que elimina el contacto directo entre el pedal del acelerador y el tradicional cuerpo de aceleración.

En el sistema de aceleración electrónico se pueden adoptar infinidad de posiciones de la mariposa teniendo en cuenta las condiciones de funcionamiento del motor. La centralita electrónica conoce en todo momento la posición del pedal del acelerador a través de la variación de la resistencia del potenciómetro.

Con este dato y las revoluciones del motor se establece el grado de apertura de la mariposa.

2.1.3 *Pedal del acelerador*

El pedal del acelerador es uno de los elementos esenciales en el control del motor, su función es la de transmitir al mismo el deseo del conductor de alcanzar una cierta velocidad o aplicar más o menos par en las ruedas motrices.

Existen diferentes tipos de pedales de aceleración así como posiciones. El sitio normal suele ser en el habitáculo del vehículo donde coloca las piernas el conductor, esto da una gran comodidad a la hora de manejarlo.

En algunos casos también se encuentra el acelerador ubicado en el volante (en vehículos especiales), y es accionado mediante una palanca o un volante más pequeño que al ser presionado funciona como el pedal.

Figura 3. Acelerador en vehículos especiales. [3]



Fuente: <http://autozit.com/liberato/Vehiculos.htm>

En estos casos el mecanismo siempre es el mismo; el pedal o la palanca tira de un cable que a su vez acciona la mariposa (motor de gasolina) o controla el caudal de combustible que debe entrar en los cilindros (motor diesel).

Una vez que se suelta, el pedal retornará a su posición inicial gracias a la acción de muelles, de esta forma el motor no actuará y el vehículo ralentizará su marcha.

En relación a los diferentes tipos tenemos los que están apoyados en el suelo y giran respecto a un eje situado por debajo del pedal apretando un muelle y los que giran respecto a un eje situado por encima del pedal.

Figura 4. Tipos de pedales de acelerador. [4]



Fuente: "Diseño de un sistema de control de aceleración electrónica" ESPE

2.1.4 Control de aceleración

La ECU del motor impulsa el motor de control del acelerador determinando la apertura de la mariposa del acelerador deseada de acuerdo con las condiciones de operación respectiva:

- Control No-Lineal

Controla el acelerador y ajusta la apertura de la mariposa del acelerador en la posición óptima para las condiciones de marcha, tales como la cantidad de fuerza sobre el pedal del acelerador y la velocidad del motor, para conseguir un excelente control de la mariposa del acelerador y confort en todos los rangos de operación.

- Control de la velocidad en marcha lenta

La ECU del motor controla la mariposa del acelerador para mantener constantemente la velocidad ideal de marcha lenta.

- Control de velocidad constante (para modelos con sistema de control de velocidad).

Para el funcionamiento del control de velocidad constante, la mariposa del acelerador es controlada directamente por la ECU del motor, con una ECU integrado de control de velocidad.

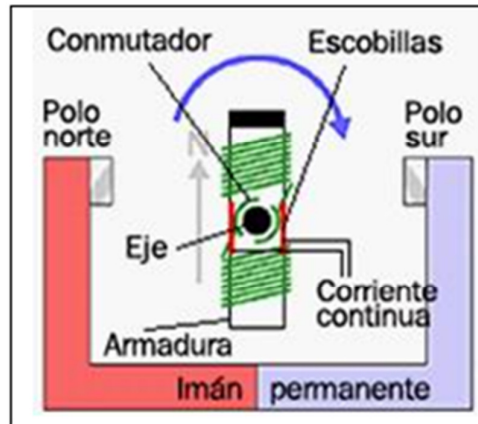
2.1.5 *Ventajas del sistema de cuerpo de mariposa motorizado*

Entre las ventajas más importantes que brinda este sistema son:

- Reducción de los tirones durante el funcionamiento del motor.
- Permite variar la relación entre la posición del acelerador y la apertura de la mariposa con multitud de posibilidades.
- Posibilita una mayor suavidad de funcionamiento a los vehículos equipados con cambio de marchas automático.
- Integración del control electrónico en la centralita de gestión del motor.
- La información se transmite electrónicamente en vez de mecánicamente, lo que elimina las pérdidas por fricciones.
- Aumenta la eficiencia del combustible y mejora el rendimiento.
- Permite controlar de mejor manera las emisiones contaminantes.

2.1.6 Motores de corriente continua

Figura 5. Esquema de un motor de corriente continua. [5]



Fuente: www.inta.es/descubreAprende/htm/hechos8_2.htm

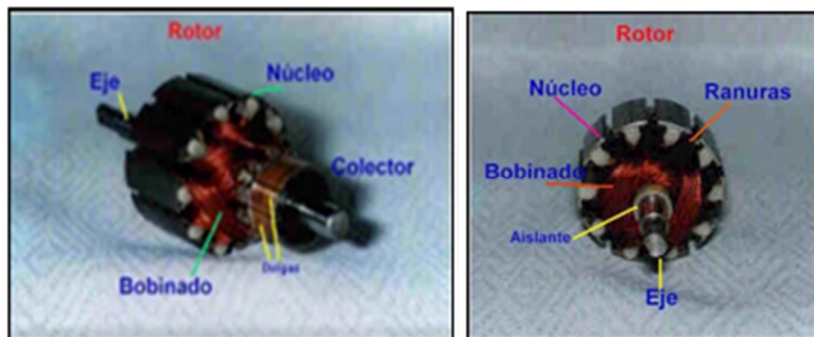
El motor de corriente continua es una máquina que convierte la energía eléctrica en mecánica, provocando un movimiento rotatorio.

Para accionar un motor de corriente continua (DC) es necesario aplicar la tensión de alimentación entre sus bornes. Para invertir el sentido de giro se varía la alimentación y el motor comenzará a girar en sentido opuesto.

A diferencia de los motores paso a paso y los servomecanismos, los motores DC no pueden ser posicionados y/o enclavados en una posición específica. Estos simplemente giran a la máxima velocidad y en el sentido que la alimentación aplicada se los permite. El motor de corriente continua está compuesto de 2 piezas fundamentales:

- Rotor

Figura 6. Rotor. [6]



Fuente: <http://www.todorobot.com.ar/documentos/dc-motor.pdf>

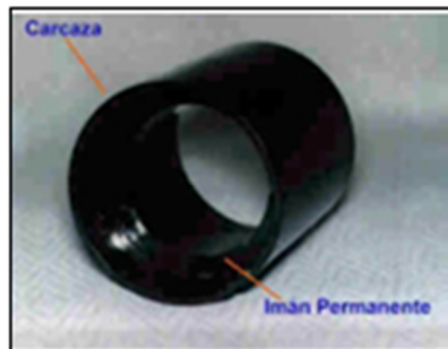
Constituye la parte móvil del motor, proporciona el torque para mover a la carga.

Está formado por:

- a) Eje: Formado por una barra de acero fresada. Imparte la rotación al núcleo, devanado y al colector.
- b) Núcleo: Se localiza sobre el eje. Fabricado con capas laminadas de acero, su función es proporcionar un trayecto magnético entre los polos para que el flujo magnético del devanado circule.
- Estator

Constituye la parte fija de la máquina. Su función es suministrar el flujo magnético que será usado por el bobinado del rotor para realizar su movimiento giratorio.

Figura 7. Estator. [7]



Fuente: <http://www.todorobot.com.ar/documentos/dc-motor.pdf>

Está formado por:

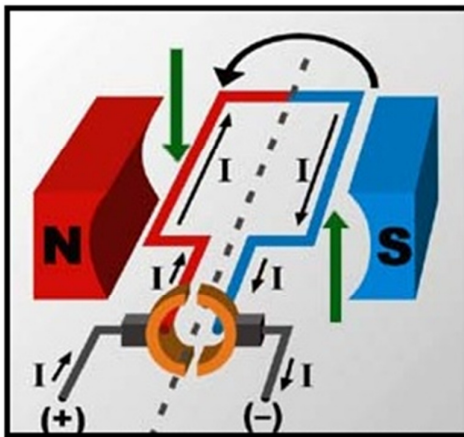
- a) Armazón este tiene dos funciones, servir como soporte y proporcionar una trayectoria de retorno al flujo magnético del rotor y del imán permanente, para completar el circuito magnético.
- b) Imán permanente se encuentra fijado al armazón o carcasa del estator. Su función es proporcionar un campo magnético uniforme al devanado del rotor o armadura, de modo que interactúe con el campo formado por el bobinado, y se origine el movimiento del rotor.

- c) Escobillas poseen una dureza menor que la del colector, para evitar que éste se desgaste rápidamente. Se encuentran albergadas por los portaescobillas. Ambos, escobillas y portaescobillas, se encuentran en una de las tapas del estator.

2.1.7 Clasificación de los motores de corriente continua del sistema cuerpo de mariposa motorizado

2.1.7.1 Funcionamiento.- el principio de funcionamiento de los motores eléctricos de corriente continua se fundamenta en la repulsión que ejercen los polos magnéticos de un imán permanente cuando interactúan con los polos magnéticos de un electroimán que se encuentra montado en un eje.

Figura 8. Esquema de un motor de corriente continua en funcionamiento. [8]



Fuente: http://www.asifunciona.com/electrotecnia/af_motor_cd/af_motor_cd_6.htm

Este electroimán se denomina “rotor” y su eje le permite girar libremente entre los polos magnéticos norte y sur del imán permanente situado dentro de la carcasa o cuerpo del motor.

Cuando la corriente eléctrica circula por la bobina de este electroimán giratorio, el campo electromagnético que se genera interactúa con el campo magnético del imán permanente.

Si los polos del imán permanente y del electroimán giratorio coinciden, se produce un rechazo y un torque magnético o par de fuerza que provoca que el rotor rompa la inercia y comience a girar sobre su eje en el mismo sentido de las manecillas del reloj

en unos casos, o en sentido contrario, de acuerdo con la forma que se encuentre conectada al circuito la pila o la batería.

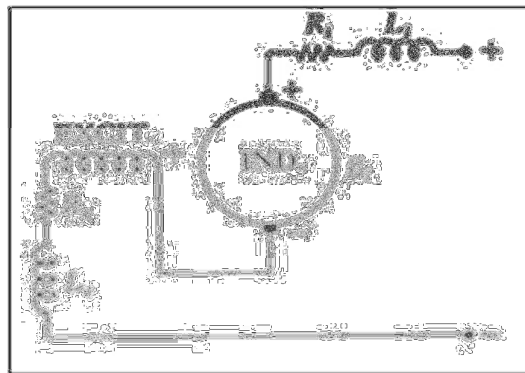
2.1.7.2 Tipos de motores de corriente continua.- los tipos de motores de corriente continua son:

a) Serie

Es un tipo de motor eléctrico de corriente continua cuyo devanado de campo (campo magnético principal) se conecta en serie con la armadura. Este devanado está hecho con un alambre grueso porque tendrá que soportar la corriente total de la armadura.

Debido a esto se produce un flujo magnético proporcional a la corriente de armadura (carga del motor). Cuando el motor tiene mucha carga, el campo de serie produce un campo magnético mucho mayor, permitiendo que un esfuerzo de torsión aumente. Sin embargo, la velocidad de giro varía dependiendo del tipo de carga que se tenga (sin carga o con carga completa). Estos motores desarrollan un par de arranque muy elevado y pueden acelerar cargas pesadas rápidamente.

Figura 9. Motor de corriente continua tipo: serie. [9]



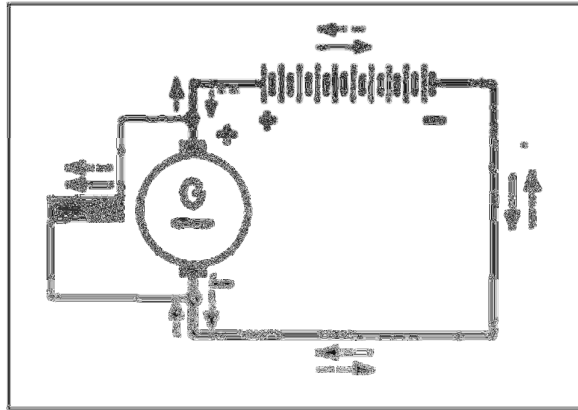
Fuente: <http://iesvillalbahervastecnologia.files.wordpress.com/2010/02/motores-electricos- parte-ii.pdf>

b) Paralelo o Shunt

Es un motor de corriente continua cuyo bobinado inductor principal está conectado en derivación con el circuito formado por los bobinados inducidos e inductor auxiliar.

Al igual que en las dinamos shunt, las bobinas principales están constituidas por muchas espiras y con hilo de poca sección, por lo que la resistencia del bobinado inductor principal es muy grande.

Figura 10. Motor de corriente continua tipo: paralelo o shunt. [10]



Fuente: <http://iesvillabahervastecnologia.files.wordpress.com/2010/02/motores-electricos-parte-ii.pdf>

c) Compound

Es un motor de corriente continua cuya excitación es originada por dos bobinados inductores independientes; uno dispuesto en serie con el bobinado inducido y otro conectado en derivación con el circuito formado por los bobinados inducido, inductor serie e inductor auxiliar.

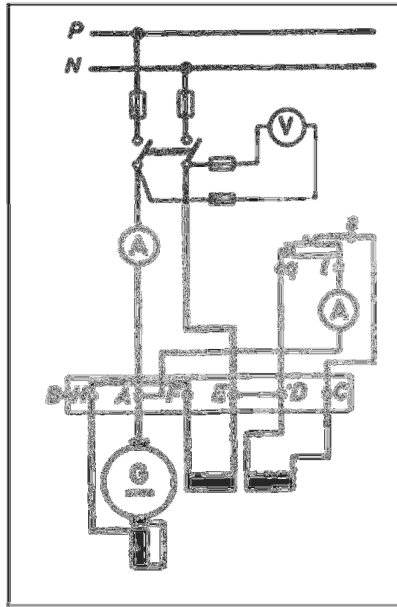
Los motores compuestos tienen un campo serie sobre el tope del bobinado del campo shunt. Este campo, consiste de pocas vueltas de un alambre grueso, es conectado en serie con la armadura y lleva la corriente de armadura.

El flujo del campo serie varía directamente a medida que la corriente de armadura varía, y es directamente proporcional a la carga. El campo serie se conecta de manera tal que su flujo se añade al flujo del campo principal shunt.

Un motor compound tiene un limitado rango de debilitamiento de campo; la debilitación del campo puede resultar en exceder la máxima velocidad segura del motor sin carga.

Los motores de corriente continua compound son algunas veces utilizados donde se requiera una respuesta estable de par constante para un rango de velocidades amplio.

Figura 11. Motor de corriente continua tipo: compound. [11]



Fuente: <http://iesvillalbahervastecnologia.files.wordpress.com/2010/02/motores-electricos-parte-ii.pdf>

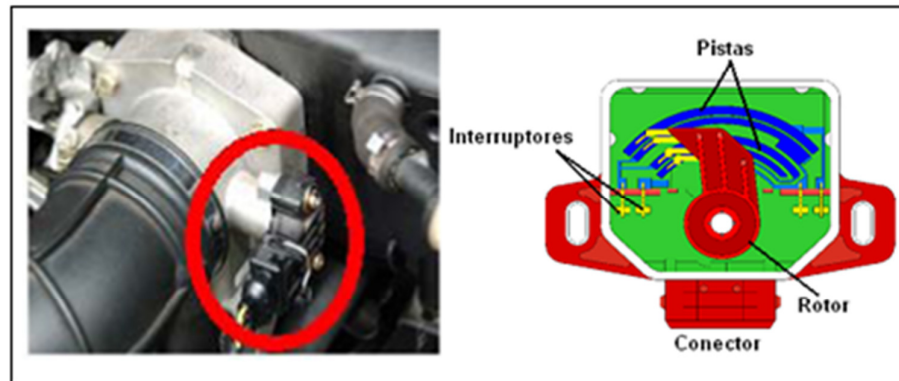
2.1.8 El sensor de posición del acelerador

Este sensor, al igual que otros componentes, es de vital importancia para el buen funcionamiento del motor, este es el encargado de monitorear la posición de la mariposa del acelerador.

Detecta la posición (ángulo) y el movimiento de la placa de aceleración a través de cambios de voltaje para mandar esta información a la computadora (ECU) y calcular la cantidad correcta de combustible que será inyectada al motor.

El sensor de posición del acelerador se encuentra ubicado en el cuerpo de aceleración, sujeto al eje de la mariposa.

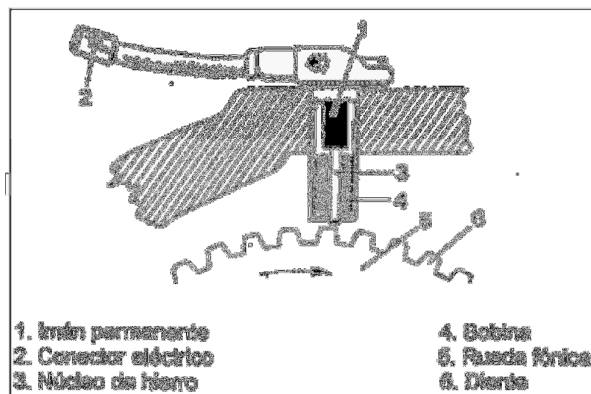
Figura 12. El sensor de posición del acelerador. [12]



Fuente: [www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=sensor tp de tres y cuatro cables&source=web&cd=3&cad=rja&ved=0CCoQFjAC&url=http://ehtmotors.com/tpsSENSOR.php?go=6&ei=L3qHUMqWFonO9ASTsYGgAw&usg=AFQjCNH8ghakVL35gRh91zSm-6J-LIGH6A](http://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=sensor+tp+de+tres+y+cuatro+cables&source=web&cd=3&cad=rja&ved=0CCoQFjAC&url=http://ehtmotors.com/tpsSENSOR.php?go=6&ei=L3qHUMqWFonO9ASTsYGgAw&usg=AFQjCNH8ghakVL35gRh91zSm-6J-LIGH6A)

2.1.8.1 Inductivos.- son instrumentos electromecánicos en los que las características magnéticas de su circuito eléctrico cambian en respuesta al movimiento de un objeto. Con este movimiento se genera una respuesta electromotriz o se genera una tensión.

Figura 13. Sensor inductivo. [13]



Fuente: html.rincondelvago.com/sensores-electricos.html

Entre los sensores inductivos destaca el transformador de variación lineal (LVDT) debido a su casi infinita resolución, poco rozamiento y alta repetitividad.

Su funcionamiento se basa en la utilización de un núcleo de material ferro magnético unido al eje cuyo movimiento se quiere medir. Este núcleo se mueve linealmente entre un devanado primario y dos secundarios, haciendo con su movimiento que varíe la

inductancia entre ellos. Al variar la posición del núcleo, hace crecer la tensión de un devanado y disminuir la del otro.

Del estudio de la tensión se deduce que ésta es proporcional a la diferencia de inductancias mutuas entre el devanado primario con cada uno de los secundarios, y que por tanto depende linealmente del desplazamiento del vástago solidario al núcleo.

Además de las ventajas señaladas, el transformador diferencial de variación lineal (LVDT) presenta una alta linealidad, gran sensibilidad y una respuesta dinámica elevada. Su uso está ampliamente extendido, a pesar del inconveniente de poder ser aplicado únicamente en la medición de pequeños desplazamientos.

2.1.8.2 Resistivos.- es una resistencia y un cursor que se desplaza sobre ella. Se alimenta la resistencia con un voltaje regulado y del cursor a tierra se obtiene un voltaje proporcional al desplazamiento producido. Hay de diferentes formas; lineales, circulares, logarítmicos, etc. material; película de carbón, bobinados sobre cerámica, etc.

Figura 14. Pedal con potenciómetro integrado. [14]

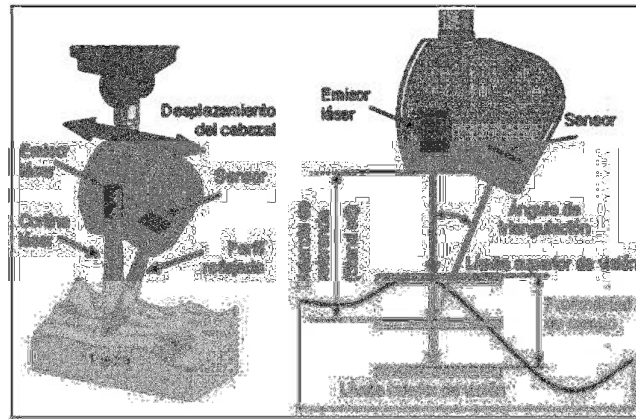


Fuente: "Diseño de un sistema de control de aceleración electrónica" ESPE

Los sensores que utilizamos en nuestra tesis son de tipo resistivos, es decir, un potenciómetro (TP y APP), pues tienen un bajo costo, son fáciles de manejar y tienen las características suficientes para la aplicación.

2.1.8.3 Laser.- estos sensores pueden utilizarse como detectores de distancias por análisis de interferencias. Su principio de funcionamiento es la superposición de dos ondas de igual frecuencia, una directa y la otra reflejada. La onda resultante pasa por valores máximos y mínimos al variar la fase de la señal reflejada.

Figura 15. Sensor láser. [15]



Fuente: www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-07642008000300015&scrip=sci_arttext

Los sensores industriales generan un haz de luz que se divide en dos partes ortogonales mediante un separador. Un haz se aplica sobre un espejo plano fijo, mientras el otro refleja sobre el objeto cuya distancia se quiere determinar, los dos haces se superponen de nuevo en el separador, de forma que al separarse el objeto se generan máximos y mínimos a cada múltiplo de la longitud de onda del haz.

La distancia se mide contando dichas oscilaciones o franjas, obteniéndose una salida digital de elevada precisión.

2.1.8.4 Ultrasónico.-la transmisión y recepción de energía ultrasónica es la base para muchos medidores ultrasónicos y de velocidad. Las ondas ultrasónicas son ondas acústicas de una frecuencia que no es audible por el ser humano; es decir, mayores a 20KHz.

Figura 16. Sensor ultrasónico. [16]



Fuente: "Diseño de un sistema de control de aceleración electrónica" ESPE

Cuando las ondas inciden en un objeto, parte de su energía es reflejada, según cuanto tarden estas en volver, se sabe donde se encuentra el objeto.

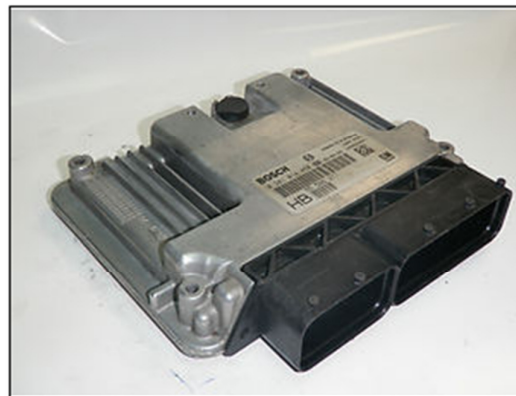
Una aplicación muy común para este tipo de transmisores son las puertas automáticas de los edificios y supermercados, donde se debe tener mucho cuidado con el ajuste de la distancia a la que se debe detectar a una persona, porque se corre el riesgo de que las ondas alcancen a reflejarse en el piso.

2.1.9 Unidad de control electrónico (ECU)

La ECU evalúa las señales de los sensores externos y las limita al nivel de tensión admisible.

Los microprocesadores calculan a partir de estos datos de entrada y según campos característicos almacenados en memoria, los tiempos y momentos de inyección y los transforman en desarrollos temporales de señal que están adaptados al movimiento del motor. Debido a la precisión requerida y al alto dinamismo del motor, es necesaria una gran capacidad de cálculo.

Figura 17. Unidad de control Electrónica. [17]



Fuente: http://www.ebay.es/itm/CENTRALITA-ECU-0281013226-03G906021KH-VOLKSWAGEN-GOLF-V-03G-906-021-KH-/270715018926#ht_4457wt_1894

Con las señales de salida se activan las etapas finales que suministran suficiente potencia para los actuadores de regulación de presión del Rail y para la desconexión del elemento, además se activan también actuadores para las funciones del motor (ejemplo: la retroalimentación de gases de escape, actuador de presión de sobrealimentación, relé para la electrobomba de combustible) y otras funciones

auxiliares (ejemplo: relé del ventilador, relé de calefacción adicional, relé de incandescencia, acondicionador de aire).

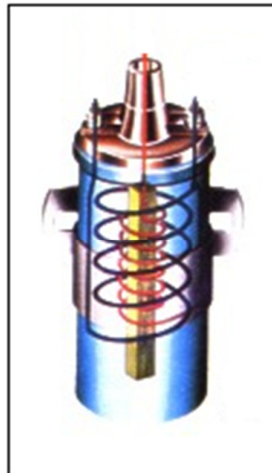
Las etapas finales están protegidas contra cortocircuitos y destrucción debida a sobrecargas eléctricas. El microprocesador recibe retroinformación sobre anomalías de este tipo así como cables interrumpidos.

Las funciones de diagnóstico de las etapas finales para los inyectores reconocen también desarrollos deficientes de señal.

Adicionalmente se retransmiten algunas señales de salida, a través de interfaces, a otros sistemas del vehículo. Dentro del marco de un campo de seguridad, la unidad de control supervisa también el sistema de inyección completo.

La activación de los inyectores plantea exigencias especiales a las etapas finales. La corriente eléctrica se genera en una bobina con núcleo magnético una fuerza magnética que actúa sobre el sistema hidráulico de alta presión.

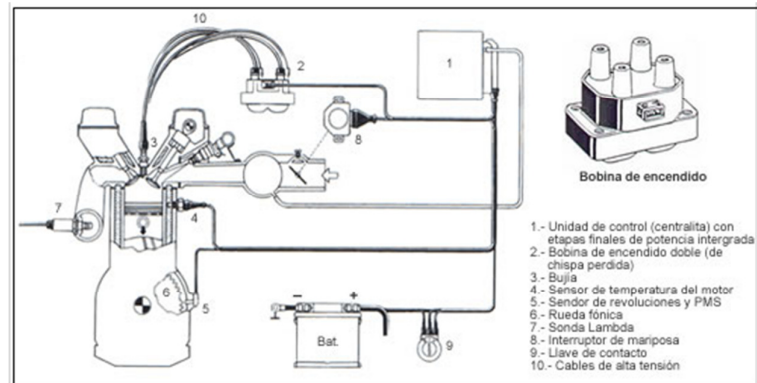
Figura 18. Bobina de encendido con núcleo magnético [18]



Fuente: <http://www.automotriz.net/tecnica/sistema-encendido-convencional.htm>

La activación eléctrica de esta bobina debe realizarse con flancos de corrientes muy pronunciados, para conseguir una tolerancia reducida y una elevada capacidad de reproducción del caudal de inyección. Condición previa para ello son tensiones elevadas que se almacenan en memoria de la unidad de control.

Figura 19. Conexión de la ECU al sistema de encendido [19]



Fuente: <http://josemaco.wordpress.com/page/20/>

Una regulación de corriente divide la fase de actuación de corriente (tiempo de inyección) en una fase de corriente de excitación y una fase de retención. La regulación debe funcionar con tal precisión que el inyector funcione en cada margen de servicio inyectado de nuevo de forma reproducible y debe además reducir la potencia de pérdida en la unidad de control y en el inyector.

2.1.9.1 Condiciones de funcionamiento

A la unidad de control se le plantean altas exigencias en lo referente a:

- La temperatura del entorno (en servicio de marcha normal, $-40...+85^{\circ}\text{C}$)
- La capacidad de resistencia contra productos de servicio (aceite, combustible)
- La humedad del entorno.

Igualmente son muy altas las exigencias a la compatibilidad electromagnética (CEM) y a la limitación de la irradiación de señales perturbadoras de alta frecuencia.

2.1.9.2 Estructura

La unidad de control se encuentra dentro de un cuerpo metálico. Los sensores, los actuadores y la alimentación de corriente, están conectados a la unidad de control a través de un conector multipolar.

Los componentes de potencia para la activación directa de los actuadores están integrados en la caja de la unidad de control, de forma tal que se garantiza una buena disipación térmica hacia la caja.

2.2 Sistema de posicionamiento de la aleta de aceleración

2.2.1 Introducción del sistema.

Este sensor es conocido también como TP con sus siglas Throttle Position Sensor, está situado sobre la aleta de estrangulación. Su función radica en registrar la posición de la mariposa enviando la información hacia la unidad de control.

Figura 20. Cuerpo de mariposa motorizado. [20]



Fuente: http://en.wikipedia.org/wiki/Throttle_position_sensor

El sensor de mariposa es una resistencia variable lineal que se alimenta con una tensión de 5 voltios.

Debido a que la medición del flujo de aire es bastante precisa en los sistemas actuales, la ECU puede gestionar los estados estacionarios del motor, sin la necesidad de conocer la posición física de la mariposa en todo momento.

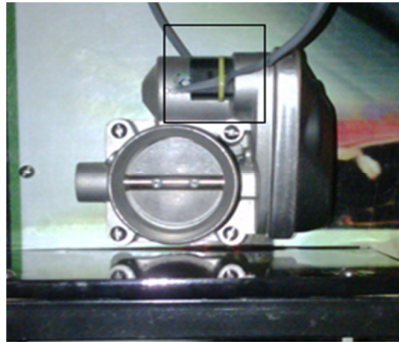
No obstante para la gestión de polaridad (positivo o negativo) resulta ventajoso para la ECU determinar la posición física inicial y final de la mariposa, y así es posible determinar exactamente la cantidad de combustible que se va a inyectar.

En los sistemas de inyección que no poseen potenciómetro para el seguimiento de la posición de la mariposa, la gestión de los estados transitorios la realiza la ECU basándose en la variación de lectura del elemento de medición del flujo de aire.

2.2.1.1 Funcionamiento del TP (Sensor de Posición de la Mariposa)

El TP es una de las entradas de la ECU utilizadas para el cálculo de liberación de combustible y también una de las salidas controladas por la ECU.

Figura 21. Sensores TP



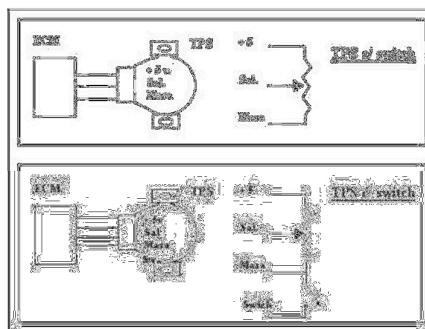
Fuente: Autores

La principal función del TP es informar a la ECU los movimientos rápidos de la placa de la mariposa del acelerador para fines de aceleración y desaceleración.

La ECU toma la información del sensor TP para poder efectuar distintas funciones de suma importancia para el correcto funcionamiento de un sistema de inyección electrónica de combustible.

El tipo de TP más utilizado es el potenciómetro. Este consiste en una pista resistiva barrida con un cursor, y alimentada con una tensión de 5 voltios desde la ECU. Los TP de este tipo suelen tener 3 cables de conexión y en algunos casos pueden tener 4 cables, este último caso incluye un switch, utilizando como contacto de marcha lenta (idle switch).

Figura 22. TP de 3 y 4 cables [21]



Fuente: [www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=sensor tp de tres y cuatro cables](http://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=sensor+tp+de+tres+y+cuatro+cables)

En el primer caso el cursor recorre la pista y de acuerdo a la posición de este sobre la pista del potenciómetro, se puede leer en tensión dicha posición angular.

En el segundo caso (con switch), un cuarto cable se conecta a masa cuando es censada la condición de mariposa cerrada.

El interruptor (switch) del acelerador indica a la ECU cuando está cerrado el acelerador (mariposa del acelerador), cuando está abierto y cuando completamente abierto. El interruptor consta de veinte y dos posiciones, con un juego de contactos deslizantes que se mueven a través de estos a medida que se incrementa la aceleración desde la posición de cerrado hasta completamente abierto. El interruptor del acelerador que se emplea en el sistema está montado en el eje del acelerador.

Un contacto indica a la ECU que el acelerador está cerrado, otro hace contacto solamente cuando el acelerador está completamente abierto y un tercero hace contacto y se interrumpe 20 veces mientras se abre al acelerador. Con los pulsos eléctricos que se crean al hacer la señal de contacto o no contacto, la ECU determina el tiempo de apertura de los inyectores, y enriquece la mezcla.

2.2.1.2 *Condiciones de trabajo de un TP*

Marcha mínima. - la condición de marcha mínima (800 a 1200 rpm) o mariposa cerrada (ralentí), es detectada por el TP en base a su condición de tensión mínima prevista, dicha tensión debe estar comprendida en un rango predeterminado y entendible por la ECU como marcha mínima. Los valores se pueden observar en la Tabla 1.

Se utiliza para estabilizar la velocidad ralentí del motor durante arranques en frío y después de condiciones de operación tras un periodo de calentamiento. La estabilización de la velocidad ralentí se necesita debido al efecto que los cambios de requerimientos de trabajo y esfuerzo que se ejercen sobre el motor tienen efecto directo sobre las emisiones, la calidad de la marcha mínima y la manejabilidad del vehículo en general.

El valor de tensión se suele denominar voltaje mínimo del TP o voltaje mínimo, y su ajuste es de suma importancia a los efectos que la ECU pueda ajustar correctamente el régimen de marcha lenta.

Apertura Máxima.- la condición de apertura permite que la ECU detecte la aceleración a fondo, condición que se efectúa cuando el acelerador es pisado a fondo (aprox. 7500 rpm). En esta condición la ECU efectúa enriquecimiento adicional, modifica el avance y puede interrumpir el accionamiento de los equipos de AC. La forma de comprobar esta condición se realiza con el tester el acelerador a fondo, la medición debe arrojar una lectura hasta llegar al máximo, siempre con el sistema en contacto. Los valores se pueden observar en la Tabla1.

2.2.2 Comprobación del sistema

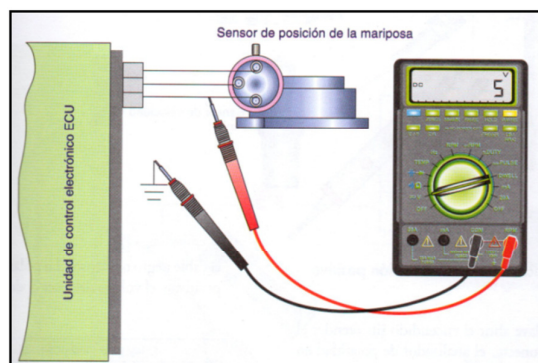
Al existir una falla se detectada en el circuito del TP, la ECU no es capaz de ajustar la liberación de combustible con rapidez suficiente, pudiendo ocasionar una marcha mínima incorrecta. Cuando existe un código de falla del sensor de posición de la mariposa, la ECU sustituye un valor de recovery (valor por defecto) basado en la rotación del motor.

La ECU aplica un voltaje de referencia de 5 voltios de alimentación al sistema. Con la señal que recibe la ECU del TP, la ECU compara los valores de rotación y carga del motor, si la señal está fuera del rango, la ECU identifica la falla.

2.2.2.1 Verificación de voltaje de entrada. [22]

Poner la llave en posición KOEO (Key on engine off), seleccionar el multímetro en escala de voltaje (DC). Medir el voltaje en el cable de entrada, éste debe estar entre aproximadamente 4,60 y 5,20 voltios (DC).

Figura 23. Verificación de voltaje de entrada.



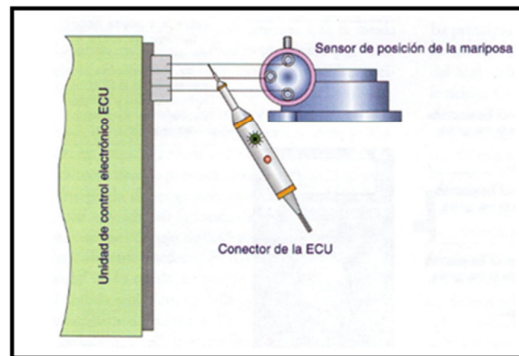
Fuente: RUEDA SANTANDER, Jesús. Manual Técnico de Fuel Injection. 1era.ed.Ecuador: Guayaquil, 2005. Tomo 2. Pág. 305

Si el voltaje no es aproximadamente 5 voltios verificar los contactos o cable que puede estar interrumpido entre el sensor y el conector de la ECU, si todo está bien y la falla persiste, es necesario cambiar la ECU.

2.2.2.2 Verificación de la tierra del sensor [23]

Conectar el analizador de polaridad al cable de tierra del sensor. La polaridad debe ser negativa.

Figura 24. Verificación de la tierra del sensor.



Fuente: RUEDA SANTANDER, Jesús. Manual Técnico de Fuel Injection. 1era.ed.Ecuador: Guayaquil, 2005. Tomo 2. Pág. 306

En el caso de que no exista polaridad negativa se debe verificar los contactos o cable que puede estar interrumpido entre el sensor y el conector de la ECU. Revisar la alimentación de la ECU, si todo está bien y la falla persiste, es necesario cambiar la ECU.

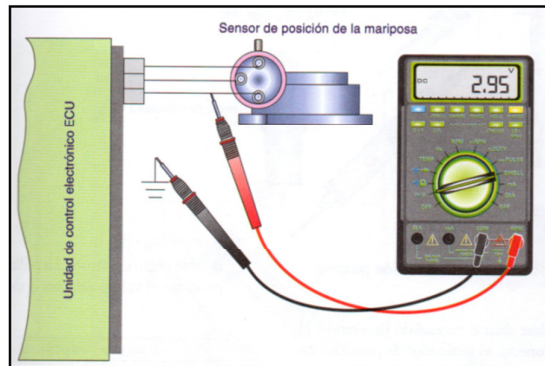
2.2.2.3 Verificación del voltaje de retorno. [24]

Conectar el multímetro midiendo el voltaje (DC) en el cable de retorno del sensor. Abrir lentamente la placa de la mariposa del acelerador y comparar los valores de apertura por voltaje de acuerdo con los siguientes valores.

La señal debe variar entre aproximadamente 0,50 voltios (placa de la mariposa cerrada) y 4,50 voltios (placa de la mariposa abierta), sin saltos ni interrupciones.

Si el voltaje no cambia de acuerdo con los datos que se dio anteriormente se debe verificar si existe un mal contacto del conector del sensor. Si todo está bien y la falla persiste, es necesario cambiar el sensor TP.

Figura 25. Verificación del voltaje de retorno.



Fuente: RUEDA SANTANDER, Jesús. Manual Técnico de Fuel Injection. 1era.ed. Ecuador: Guayaquil, 2005. Tomo 2. Pág. 306

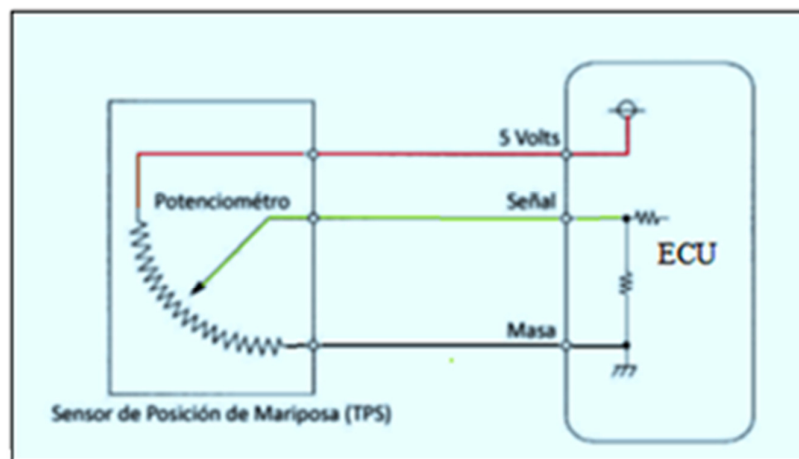
2.3 Sistema de cuerpo de mariposa motorizado

2.3.1 Descripción del sistema

El sensor TP (Throttle Position Sensor) o sensor de posición de garganta-mariposa indica la posición de la mariposa en el cuerpo de aceleración.

En vehículos más recientes que ya no usan válvula IAC se utiliza el Sensor de Posición del Pedal Acelerador (APP) que indica la posición del pedal del acelerador. Entre más se acerque el brazo móvil al voltaje de suministro, la señal de salida será mayor. Debido a este voltaje, la ECU puede determinar la posición del componente.

Figura 26. Circuito del sensor de posición de mariposa. [25]



Fuente: <http://www.encendidoelectronico.com/vista.php?id=40>

En los sistemas de control electrónico del acelerador, se trata de llevar la aceleración completamente controlada.

Esto trae ventajas como la precisa aceleración y la reducción de la contaminación, sobre todo en condiciones de velocidad constantes, en las cuales la velocidad puede ser muy controlada.

2.3.2 *Características del sistema*

El sensor TP está montado en el cuerpo de aceleración y convierte el ángulo de la mariposa del cuerpo de aceleración en una señal eléctrica. A medida que la mariposa se abre, el voltaje de la señal se incrementa.

La ECU usa la información de la posición de la mariposa para saber:

- Modo del motor: ralentí, aceleración parcial, aceleración total.
- Apagar AC y control de emisiones en posición WOT (Wide Open Throttle-Aceleración Total)
- Correcciones de proporción aire/combustible
- Corrección del incremento de potencia del motor
- Control del corte de combustible
- Disminución de los tirones durante el trabajo del motor.
- La información se transmite electrónicamente en vez de mecánicamente.

Este sistema fue creado con la necesidad de los fabricantes cumplir con las estrictas normas anticontaminantes, conllevado con el mínimo error del sistema de entrada de aire.

Por tratarse de un sistema que controla toda la aceleración del motor, no se permite ningún error por parte del ECU por esta razón el cuerpo de mariposa queda en una estrategia de límite de revoluciones en el momento que se detecte alguna inconformidad de funcionamiento del motor o de los sistemas verificación APP Y TP.

2.3.3 *Funcionamiento del sistema*

Esta gestión electrónica modifica todas las condiciones de aceleración del motor con un control directo por parte del ECU, acelerando el motor hasta donde los límites del

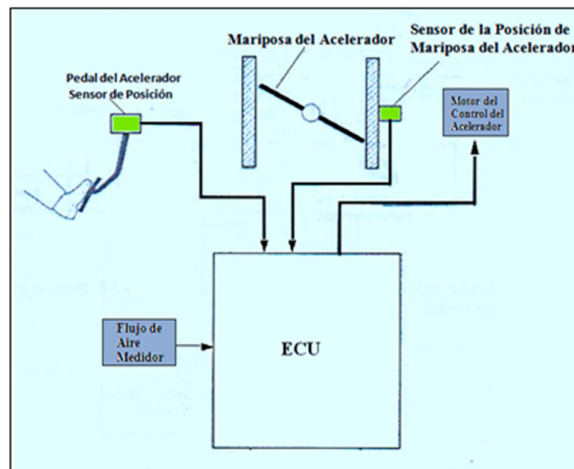
mismo son seguros o solo en condiciones que no logren un exagerado nivel de emisiones.

Para esto el módulo de control toma parte de varios sensores y controla lo que antes hacían sistemas que eran muy vulnerables al desgaste como eran los sistemas de marcha mínima.

La aleta de aceleración está en una condición de reposo en aproximadamente 1200 RPM. Esta condición de reposo se consigue por resortes antagónicos en el eje de la mariposa.

A partir de esa posición es posible cerrar la mariposa o abrirla, esto se logra según la polaridad aplicada al actuador motor. Para una polaridad aplicada sobre el motor, la mariposa se cerrará y para otra polaridad se abrirá.

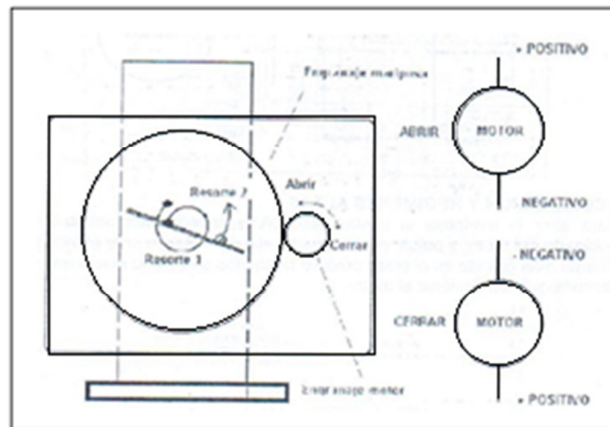
Figura 27. Sistema de control de aceleración. [26]



Fuente: CISE ELECTRONIC. Inyección electrónica Gasolina avanzada. USA:
Miami,2008, Pág. 44

El conjunto tiene en su interior un motor eléctrico de corriente continua que es el encargado de mover a la mariposa del acelerador por medio de engranajes. Un juego de resortes antagónicos mantiene la posición de reposo. Para la posición de reposo, el régimen del motor resulta aproximadamente 1200 RPM.

Figura 28. Movimiento de la mariposa.[27]



Fuente: CISE ELECTRONIC. Inyección electrónica Gasolina avanzada. USA: Miami,2008, Pág. 50

Si un problema es detectado por la unidad de control, la misma suspenderá la alimentación al motor quedando así en la posición de reposo. Es decir ante un problema el motor queda en ralentí acelerado.

En algunos casos el sistema permite acelerar hasta 2000 RPM, denominándose este modo de funcionamiento degradado, estrategia de reducción de potencia. Esta estrategia el sistema la adopta en caso de problemas con cualquiera de los componentes señalados.

Para poder invertir el giro del motor se deben invertir polaridades, adoptando un polo masa o positivo mientras el otro es pulsado.

2.3.3.1 Regulación de la marcha mínima y régimen bajo.- para cerrar la mariposa el control eléctrico debe colocar masa a un lado del bobinado del motor y pulsar positivamente el otro extremo.

Cuanto más grande es el pulso positivo tanto más se cierra la mariposa. Se consigue así regular la marcha mínima.

2.3.3.2 Aceleración y regímenes altos.-Para abrir la mariposa el control electrónico debe colocar masa al otro extremo del bobinado del motor y pulsar positivamente el que anteriormente estaba en masa.

Cuanto más grande es el pulso positivo tanto más se abre la mariposa. Se consigue así acelerar el motor. Para poder censar la posición de la mariposa el TAC incorpora dos potenciómetros en su interior. Estos son los TP.

2.3.4 *Elementos que conforman el sistema*

El sistema está compuesto por dos potenciómetros colocados en el pedal del acelerador conocidos comúnmente como sensores de posición del acelerador, la Unidad de Control Electrónico de gestión del motor y por último un cuerpo de mariposa con accionamiento eléctrico compuesto por dos potenciómetros y un motor eléctrico que permite abrir o cerrar la mariposa del acelerador.

2.3.4.1 *Sensor del acelerador APP*

El APP o sensor de posición del pedal del acelerador (Acelerador-Pedal-Position), puede ir colocado en el conjunto del mismo pedal.

El conductor ejerce la acción sobre un resorte y mueve un conjunto de potenciómetros dentro del APP.

Figura 29. Sensores APP. [28]



Fuente: Diseño de un sistema de control de aceleración electrónica” ESPE

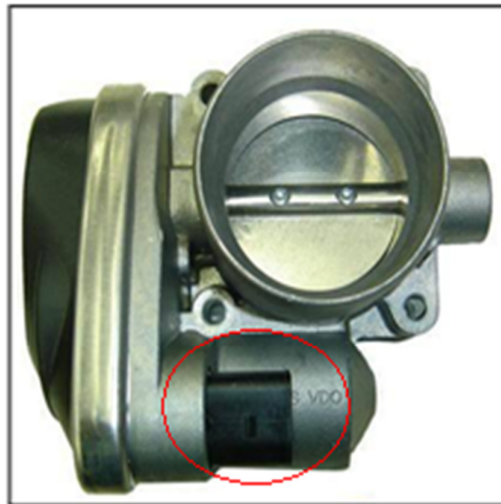
El sensor de posición del pedal de acelerador APP de dos potenciómetros, las señales de estos suelen ser diferentes, por lo general mientras el voltaje de un potenciómetro aumenta al mover el pedal del acelerador, la del otro decrece. La unidad de control permanentemente analiza cómo evolucionan los potenciómetros, esto significa que las tensiones que recibe de estos deben estar dentro de rangos prefijados.

Si un potenciómetro para una posición del acelerador da un valor de tensión, el otro debe dar también un valor que debe estar dentro del rango esperado por la unidad de control.

2.3.4.2 *Sensor del cuerpo de mariposa TP*

El sensor de posición de la aleta de la mariposa TP de dos potenciómetros, las señales de estos deben ser desiguales, normalmente mientras el voltaje de un potenciómetro aumenta al mover el motor la aleta de la mariposa, la del otro decrece.

Figura 30. Sensores TP. [29]



Fuente: <http://www.cise.com/porta/otas-tecnicas/item/195-pedal-y-acelerador-electr%C3%B3nico-tac.html>

La unidad de control constantemente analiza cómo desarrollan los potenciómetros, esto expresa que las tensiones que recibe de estos deben estar íntimamente en rangos predeterminados.

Si un potenciómetro para una posición de la mariposa da un valor de tensión, el otro debe dar también un valor que debe estar dentro del rango esperado por la unidad de control.

2.4. Señales requeridas para el funcionamiento del sistema de cuerpo de mariposa motorizado.

2.4.1 *Media de APP*

Muestra la medida de los dos sensores de posición del acelerador, calculada por el módulo de control del accionador de la mariposa TAC. La medida APP es una gama de valores que indican un número bajo cuando el pedal del acelerador no está pisado y un número alto cuando el pedal del acelerador está completamente pisado. Este valor se lista en recuentos.

2.4.2 *Ángulo Indicado APP*

Indica el ángulo del pedal del acelerador calculado por el módulo de control usando las señales de los sensores de posición del pedal del acelerador. El ángulo indicado APP es una gama de valores que indican un porcentaje bajo cuando el pedal del acelerador no está pisado y un porcentaje alto cuando el pedal del acelerador está completamente pisado.

2.4.3 *Sensor de posición del acelerador APP1*

Este, muestra la señal de tensión enviada al módulo de control desde el sensor de posición del acelerador APP1 del conjunto de sensores APP. El sensor APP1 expresa un intervalo de valores que indican una tensión baja cuando el pedal del acelerador no está pisado y una tensión alta cuando el pedal el acelerador está pisado a fondo.

2.4.4 *Sensor de posición del acelerador APP2*

Este, muestra la señal de tensión enviada al módulo de control desde el sensor de posición del acelerador APP2 del conjunto de sensores APP. El Sensor APP2 expresa un intervalo de valores que indican una tensión baja cuando el pedal del acelerador no está pisado y una tensión alta cuando el pedal el acelerador está pisado a fondo.

2.4.5 *Comparación de señales APP Sensor 1 y APP Sensor 2*

Enseña los resultados de una comprobación del módulo de control que compara las señales de los sensores de posición del acelerador APP1 y APP2. La herramienta de diagnóstico debe demostrar concordancia o discrepancia.

Si concuerda quiere decir que las tensiones medidas por el sensor APP1 y el sensor APP2 se corresponden con la misma posición del acelerador. Si se produce una discrepancia es que el sensor APP1 y el sensor APP2 miden tensiones equivalentes a posiciones de acelerador distintas.

2.4.6 *Ángulo deseado TP*

El diagnosticador indica de 0 – 100 por ciento. El módulo de control del motor (ECU) indica el ángulo del acelerador marcado por el conductor del vehículo.

2.4.7 *Angulo indicado TP*

Este parámetro muestra el ángulo de posición de la mariposa (TP) en forma de porcentaje. El módulo de control calcula esta información a partir de las señales de los sensores de posición de la válvula de mariposa.

La herramienta de análisis indica un porcentaje bajo cuando la mariposa este cerrada o un porcentaje alto cuando la mariposa esté abierta.

2.4.8 *Sensor TP1 señal de tensión*

Muestra la señal de tensión enviada al módulo de control desde el sensor que controla la posición de la mariposa. Correspondiente al sensor 1 del conjunto sensor de posición de la mariposa (TP).

La herramienta de análisis indica una tensión baja cuando la mariposa esté en posición de reposo y un porcentaje alto cuando la mariposa esté totalmente abierta.

2.4.9 *Ángulo del Sensor TP1*

Se muestra el ángulo del sensor 1 de posición de la mariposa en forma de porcentaje. El módulo de control calcula esta información a partir de la señal procedente del sensor 1 de posición de la mariposa.

EL instrumento de análisis muestra un porcentaje bajo cuando la mariposa este cerrada o un porcentaje alto cuando la mariposa esté abierta.

2.4.10 *Sensores TP1 y sensor TP2*

Esto muestra los resultados de una comprobación del módulo de control que compara las señales de los sensores 1 y 2 de posición de la mariposa.

La herramienta de diagnóstico indica concordancia cuando la señal del sensor 1 de posición de la mariposa se corresponde con la señal del sensor 2 o muestra discrepancia si la señal del sensor 1 de posición de la mariposa no concuerda con la señal del sensor 2.

2.4.11 *Sensor TP2 señal de tensión*

Muestra la señal de tensión enviada al módulo de control desde el sensor que controla la posición de la mariposa. Esto se refiere al sensor 2 del conjunto sensor de posición de la mariposa (TP).

El diagnosticador indica una tensión alta cuando la mariposa esté en posición de reposo o una tensión baja cuando la mariposa esté totalmente abierta.

2.4.12 *Ángulo del Sensor TP2*

Este parámetro muestra el ángulo del sensor 2 de posición de la mariposa (TP) en forma de porcentaje. El módulo de control calcula esta información a partir de señales del sensor 2 de posición de la mariposa.

La herramienta de análisis indica un porcentaje bajo cuando la mariposa esté cerrada o un porcentaje alto cuando esté abierta.

CAPÍTULO III

3 CONSTRUCCIÓN DEL TABLERO DIDÁCTICO DEL SISTEMA CUERPO DE MARIPOSA MOTORIZADO

3.2 Montaje del sistema de aceleración con cuerpo de mariposa motorizado en el tablero didáctico

3.2.1 *Montaje del sistema de cuerpo de mariposa motorizado*

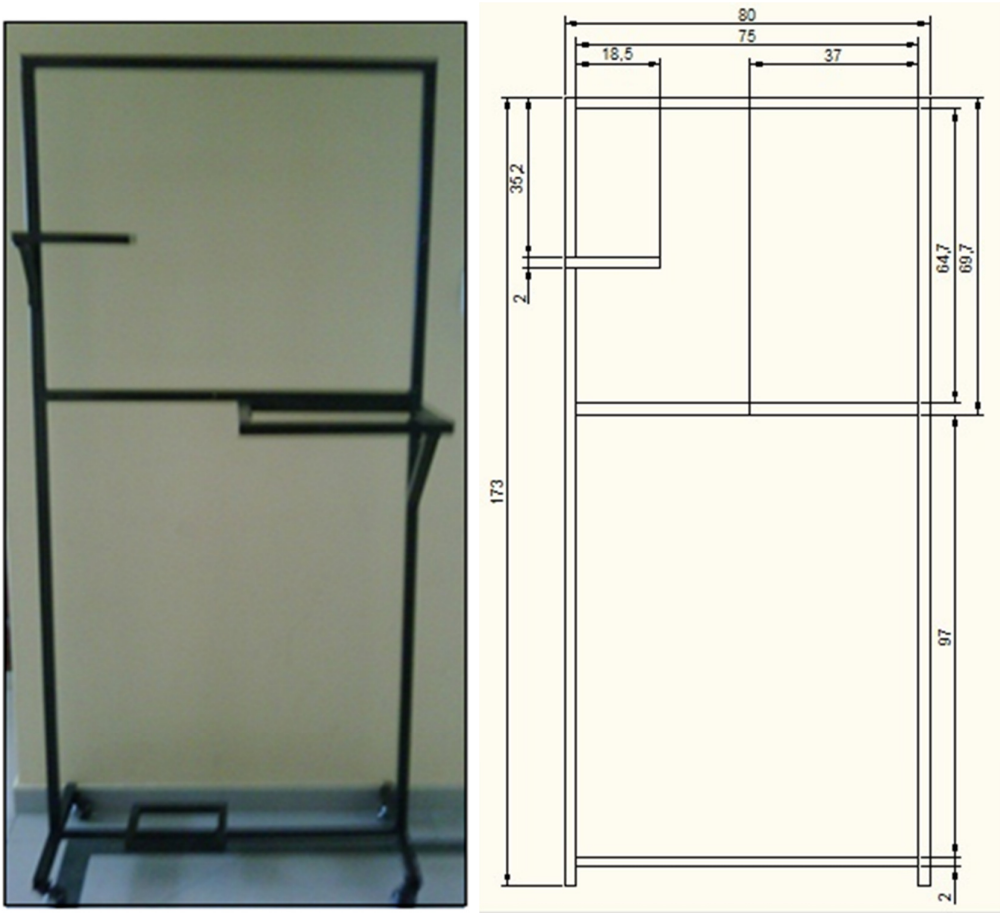
Para llevar a cabo la construcción del tablero didáctico del sistema de cuerpo de mariposa motorizado TAC se requieren los elementos siguientes:

- Cuerpo de mariposa motorizado con sensores TP1 y TP2 incluidos
- Pedal del acelerador
- Sensores APP1 y APP2
- Tarjeta de adquisición de datos
- Circuito de potencia
- Fuente de 12V
- Un cuarto de plancha de MDF
- Macrofotografía
- Conductores eléctricos
- Cable USB
- Estructura metálica
- Cajas
- Pernos, tuercas, abrazaderas, correas plásticas
- Leds y plugs jacks

En base a los elementos que van a ser colocados en el tablero didáctico y tomando en cuenta la dimensión del MDF, se realiza los siguientes pasos:

Construimos una estructura que cumpla con las características necesarias para soportar a todos los elementos y poder tener una fácil visualización y manejo.

Figura 31. Estructura metálica.



Fuente: Autores

Realizamos los diferentes cortes del MDF para colocar como base de los diferentes elementos como: el ordenador, la fuente, cuerpo de mariposa y de la estructura en sí.

Figura 32. Cortes de MDF.



Fuente: Autores

Procedimos con la adaptación del MDF en la estructura, efectuando los cortes necesarios para su correcto ensamble.

Figura 33. MDF parte frontal.



Fuente: Autores

Pegamos la macrofotografía de la parte frontal de la estructura

Figura 34. Macrofotografía Parte frontal.



Fuente: Autores

Adherimos el diseño en la base del ordenador.

Figura 35. Macrografía base de ordenador.



Fuente: Autores

Acoplamos el MDF de la parte frontal de la estructura con pernos y tuercas para una mayor fijeza.

Figura 36. MDF acoplado en la estructura parte frontal.



Fuente: Autores

Para la parte del ordenador colocamos su respectiva base.

Figura 37. MDF acoplado en base del ordenador.



Fuente: Autores

Con las dos bases restantes procedimos a acoplar para el soporte del cuerpo de mariposa motorizado y la fuente respectivamente.

Figura 38. MDF acoplados para el cuerpo de mariposa y base de la fuente



Fuente: Autores

Pintamos el pedal del acelerador que soporta a los sensores TP.

Figura 39. Pedal del acelerador.



Fuente: Autores

Ubicamos el pedal de aceleración en la parte inferior izquierda de la estructura de tal manera que se pueda presionar con el pie.

Figura 40. Pedal ubicado en la estructura.



Fuente: Autores

Implementamos los plugs jacks para poder tomar mediciones de los voltajes correspondientes a cada sensor.

Colocamos los leds que corresponden a cada uno de los sensores, los cuales indican si están en posición ON u OFF.

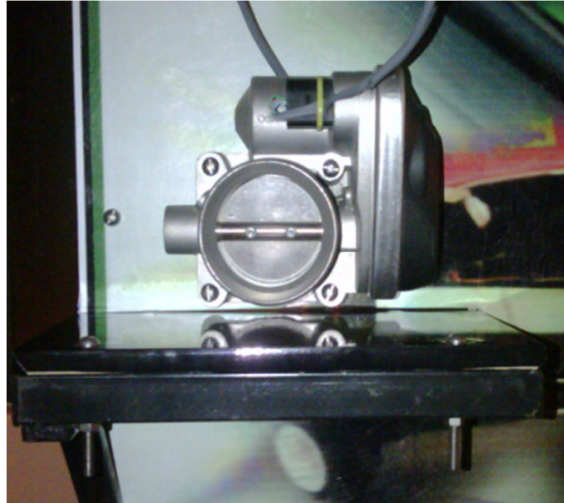
Figura 41. Plugs jacks y leds colocados en la estructura.



Fuente: Autores

Ubicamos el cuerpo de mariposa motorizado en su respectiva base, de manera que se pueda visualizar la aleta de la mariposa al momento de su movimiento.

Figura 42. Cuerpo de mariposa colocado en la base.



Fuente: Autores

Situamos la tarjeta de adquisición de datos, en su respectiva caja la cual realiza la función de una ECU en el sistema.

Figura 43. DAQ colocada.



Fuente: Autores

Procedimos a la colocación del circuito de potencia, el que es necesario para el funcionamiento del motor del cuerpo de mariposa motorizado.

Figura 44. Circuito de potencia colocado.



Fuente: Autores

Adecuamos la fuente en la parte inferior de la estructura la cual va a energizar a todo el sistema.

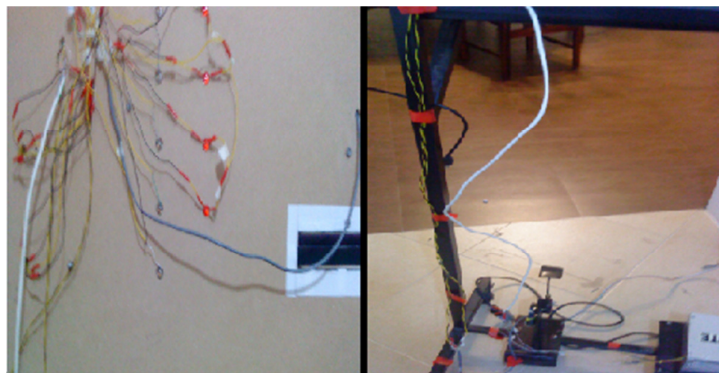
Figura 45. Ubicación de la Fuente.



Fuente: Autores

Realizamos las conexiones necesarias para el funcionamiento de todos los componentes del sistema.

Figura 46. Conexiones.



Fuente: Autores

CAPÍTULO IV

4 SOFTWARE GENERADOR DE INTERFACE USB TABLERO-PC Y FALLAS

4.1 Diseño del sistema generador de fallas mediante una interfaz

Mediante el diseño de un software generador de fallas podemos reconocer las posibles averías que se pueden generar en el Sistema de cuerpo de mariposa motorizado.

Se constituye de dos partes principales:

- Primero de un hardware que es una interface que interpreta la ECU del automóvil, y el puerto USB de un ordenador.
- Segundo de un software, que funcionará en la PC quien analizará a partir del interface los datos que se transmitan a través del USB.

Para analizar la información que el usuario desea ingresar en la PC los datos son envidados a través del puerto USB, se utiliza una tarjeta de adquisición de datos que se encarga de la comunicación entre los dos periféricos mencionados anteriormente.

Para efectuar la aplicación que gestiona la interface lo realizamos con un lenguaje de programación de LabView 9.0, en el cual los datos serán transmitidos de forma unidireccional.

Con el software elaborado verificamos el funcionamiento del sistema, que se diseñó para que se comunique con la tarjeta de adquisición de datos y el circuito de potencia y tener una visualización gráfica del usuario.

4.1.1 *Tarjeta de Adquisición de Datos (DAQ)*

Independientemente del hardware utilizado, siempre es necesario enviar y recibir información hacia y desde el dispositivo de adquisición de datos.

La información que se envía generalmente es de configuración, por ejemplo las señales de voltaje y corriente.

La información que se recibe pueden ser datos, mensajes de estado o mensajes de error.

Hay dos tipos de software para adquisición de datos:

a) Software de control

El software de control permite acceder y controlar las funciones del hardware de adquisición de datos. Entre otras cosas, un software de control básico permite:

- Enviar y recibir datos desde y hacia la tarjeta de adquisición de datos.
- Controlar la frecuencia a la cual son adquiridos los datos.
- Integrar el hardware con los recursos de la computadora tales como interrupciones del procesador y memoria.
- Integrar el hardware de adquisición de datos con un hardware de acondicionamiento de señal.
- Acceder a subsistemas múltiples.
- Acceder a múltiples tarjetas de adquisición de datos.

b) Software de aplicación

El software de aplicación proporciona una conveniente interface entre el usuario y software de control. El software de aplicación permite:

- Reportar información relevante, por ejemplo el número de muestras adquiridas.
- Generar eventos.
- Manejar los datos almacenados en la memoria de la computadora.
- Graficar los datos adquiridos.

4.1.1.1 *Sistema de adquisición de datos*

Son muchas las aplicaciones donde se hace indispensable el tratamiento de señales que proporcionen información sobre fenómenos físicos.

En general, este tratamiento es necesario hacerlo sobre grandes cantidades de información con una elevada velocidad de procesamiento; un computador es el

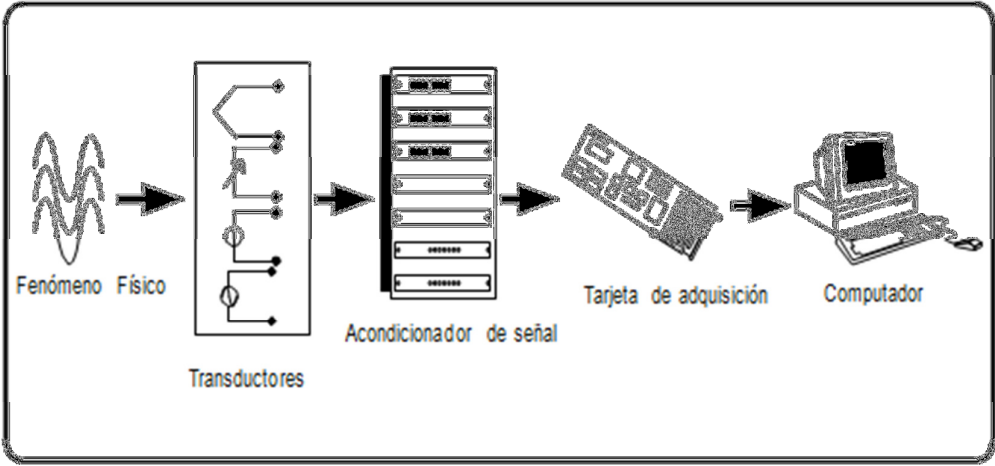
encargado de realizar estas tareas debido a su excelente velocidad de procesamiento sobre cantidades elevadas de información.

Comúnmente se utilizan las tarjetas de adquisición de datos, que son las que proporcionan al computador la capacidad de adquirir y generar señales, sean analógicas o digitales. Sin embargo, estas no son las únicas funciones de la tarjeta de adquisición de datos; entre otras, también disponen de contadores y temporizadores. Cuando se desea obtener información sobre fenómenos físicos es necesario introducir un nuevo elemento en el sistema que suministre un dato eléctrico a partir de un dato físico, dicho elemento es el transductor.

El transductor es el primer elemento que forma un sistema general de adquisición de señales. Generalmente las señales eléctricas generadas por los transductores no son adecuadas o no son compatibles con las características de entrada de una tarjeta de adquisición de datos. En estos casos se hace necesario el uso de dispositivos de acondicionamiento de señal que realizan.

En la figura se muestra una configuración general de un sistema basado en la adquisición de datos.

Figura 47. Sistema de adquisición de datos. [30]



Fuente: http://www.profesormolina.com.ar/electronica/componentes/int/sist_digit.htm

4.1.1.2 Hardware de Adquisición de Datos

El hardware de adquisición de datos puede ser interno, instalado directamente en una ranura de expansión dentro de la computadora a través de un cable de comunicación. En el nivel más simple, el hardware de adquisición de datos se caracteriza por los subsistemas que posee. Un subsistema es un componente del hardware de adquisición de datos que ejecuta una tarea especializada. Los subsistemas comunes incluyen.

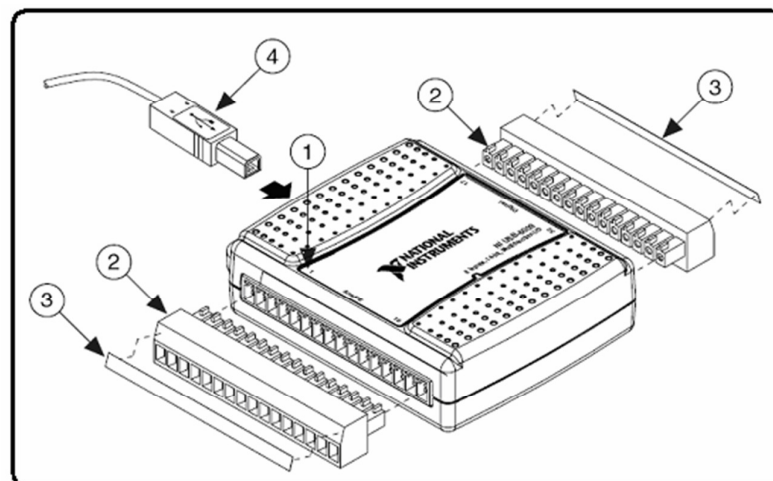
- Entrada analógica.
- Salida analógica.
- Entrada/ salida digital.
- Contador/temporizador.

4.1.2 NI-DAQ USB 6009

La adquisición de datos se lo realiza con la tarjeta de adquisición de datos NI-DAQ 6009, sus partes principales son:

- Etiqueta de la cubierta con las guías de orientación de los pines (1).
- Jack Bornera (2)
- Signo de la etiqueta (3)
- Cable USB (4)

Figura 48. Partes de la NI-DAQ USB 6009. [31]

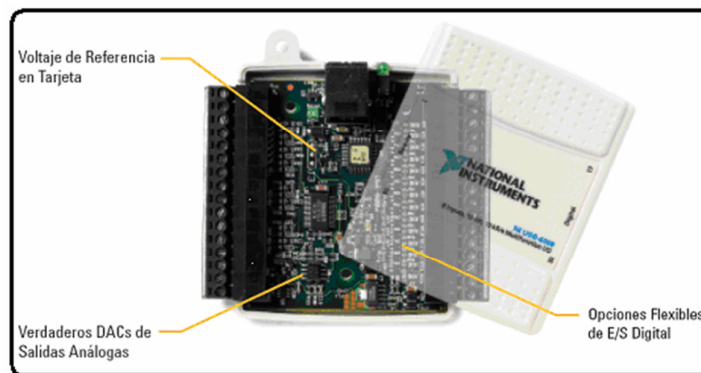


Fuente: <http://plantavirtualdeinstrumentacion.blogspot.com/>

La NI-DAQ USB 6009 posee:

- 8 entradas analógicas
- 2 salidas analógicas
- 12 entradas/ salidas digitales
- 1 bit de sincronización PFI0
- 2 alimentaciones Vcc (+2.5V y +5V)
- Interface USB de alta velocidad con contador de 32 bits.

Figura 49. Circuito interno del NI-DAQ USB 6009. [32]



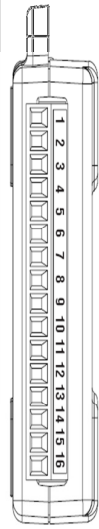
Fuente: <http://plantavirtualdeinstrumentacion.blogspot.com/>

Figura 50. Terminales analógicas de la NI_DAQ 6009. [33]

Module	Terminal	Signal
	17	P0.0
	18	P0.1
	19	P0.2
	20	P0.3
	21	P0.4
	22	P0.5
	23	P0.6
	24	P0.7
	25	P1.0
	26	P1.1
	27	P1.2
	28	P1.3
	29	PFI 0
	30	+2.5 V
	31	+5 V
	32	GND

Fuente: <http://www.ni.com/academic/students/learnlabview/esa/hardware.htm>

Figura 51. Terminales digitales, sincronización y alimentación Vcc NI-DAQ 6009. [34]



Module	Terminal	Signal, Single-Ended Mode	Signal, Differential Mode
	1	GND	GND
	2	AI 0	AI 0+
	3	AI 4	AI 0-
	4	GND	GND
	5	AI 1	AI 1+
	6	AI 5	AI 1-
	7	GND	GND
	8	AI 2	AI 2+
	9	AI 6	AI 2-
	10	GND	GND
	11	AI 3	AI 3+
	12	AI 7	AI 3-
	13	GND	GND
	14	AO 0	AO 0
	15	AO 1	AO 1
	16	GND	GND

Fuente: [//www.ni.com/academic/students/learnlabview/esa/hardware.htm](http://www.ni.com/academic/students/learnlabview/esa/hardware.htm)

4.1.2.1 Comunicaciones

La estandarización de protocolos en la industria es un tema en permanente discusión, donde intervienen problemas técnicos y comerciales. Cada protocolo esta optimizado para diferentes niveles de automatización y en consecuencia responde al interés de diferentes proveedores, que están diseñados para instrumentación de control de procesos.

La conectividad USB, siempre presente a través de los usuarios de PCs portátiles y de escritorio, ahora provee las velocidades de transferencia de datos para acomodarse a sus sistemas de adquisición de datos de alto desempeño.

4.1.2.2 USB

Los puertos paralelos y seriales: gruesos conectores con múltiples contactos que se sujetaban a la parte posterior de la computadora con tornillos a presión, impresoras escáneres, ratones, módems y otros dispositivos usaban esos tipos de interfaz para enviar o recibir información de la computadora.

Durante años fueron suficientes, pero las velocidades requeridas por elementos como las cámaras digitales, los discos duros externos, DAQ's, así como la cantidad de dispositivos que una sola computadora requiere soportar obligaron al desarrollo de nuevas interfaces, más simples, más rápidas y más económicas, entre las que se destaca el USB.

Figura 52. Cable USB. [35]



Fuente: <http://www.nuevoportal.co/cable-datos-usb-lg-incite-ct810-blackberry-8520-nokia-5800.html>

Un cable USB está compuesto por cuatro conductores; dos de potencia y dos de datos, rodeados de una capa de blindaje para evitar interferencias.

Por los conductores de potencia pueden proporcionarse cinco voltios a aquellos dispositivos que así lo requieran (como cámaras de video conferencia y lectores de tarjetas de memoria), o recibir las comunicaciones de dispositivos con mayor consumo de energía (impresoras, discos, quemadores).

4.1.2.3 *Voltaje de referencia en la tarjeta*

El voltaje del bus USB puede variar ampliamente desde 4.1V hasta 5.25V así que usar esta como el voltaje de referencia para salida analógica (AO) puede resultar una exactitud pobre para el AO.

No obstante muchos dispositivos de adquisición de datos USB sacrifican la exactitud AO. Para una señal AO asegúrese que el dispositivo de adquisición de datos USB que seleccione incluya una referencia estable de voltaje en la tarjeta.

4.1.2.4 *Software controlador intuitivo*

Para minimizar el tiempo de desarrollo de una aplicación con el hardware de adquisición de datos USB, se debe obtener un software controlador que incluya lo siguiente:

- a) Software listo para correr para mediciones rápidas.
- b) Configuración interactiva para reducir el tamaño del código.
- c) Numerosos programas ejemplo para que nunca inicie con una pantalla en blanco.
- d) Soporte para múltiples ambientes de desarrollo de aplicación para que pueda seleccionar el lenguaje de programación que usted prefiera.
- e) Una interfaz de programación intuitiva de fuente abierta que sea fácil de aprender y entender.

El dispositivo DAQ multifunción de USB 6009 incluyen las características para proveer mediciones exactas y confiables con fácil programación.

4.1.3 *Programa Labview*

Labview (Laboratory Virtual Instrument Engineering Work Bench) es un lenguaje de programación gráfico para el diseño de sistemas de adquisición de datos, instrumentación y control Labview permite diseñar interfaces de usuario mediante una consola interactiva basada en software.

Se puede diseñar especificando su sistema funcional, su diagrama de bloques o una notación de diseño de ingeniería Labview es a la vez compatible con herramientas de desarrollo similares y puede trabajar con programas de otra área de aplicación, como por ejemplo Matlab, lenguaje Co-Basic.

Tiene la ventaja de que permite una fácil integración con hardware, específicamente con tarjeta de medición, adquisición y procesamiento de datos (incluyendo adquisición de imágenes).

Está basado en la programación modular, lo que permite crear tareas muy complicadas a partir de módulos o sub-módulos mucho más sencillos. Además estos

módulos pueden ser usados en otras tareas, que permiten una programación más rápida y provechosa.

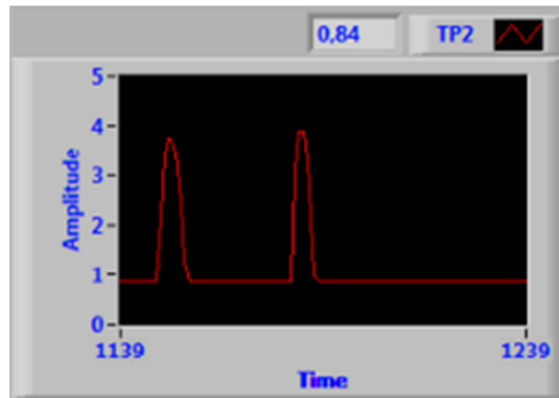
También ofrece la ventaja de “debugging” (puesta a punto) en cualquier punto de la aplicación. Permite la posibilidad de poner “break points” (ventanas), ejecución paso a paso, ejecución hasta un punto determinado y se puede observar como los datos van tomando valores a medida que se va ejecutando la aplicación.

4.1.3.1 Programación Gráfica

Una de las características más poderosas que Labview ofrece es un medio ambiente de programación que es gráfico. Con Labview se puede diseñar instrumentos virtuales a medida; creando interfaces gráficas de usuario en la pantalla de la computadora con la cual se puede:

- a) Operar el programa de instrumentación.
- b) Controla el hardware seleccionado.
- c) Analizar datos adquiridos.
- d) Visualizar los resultados.

Figura 53. Panel frontal de un instrumento virtual hecho en Labview



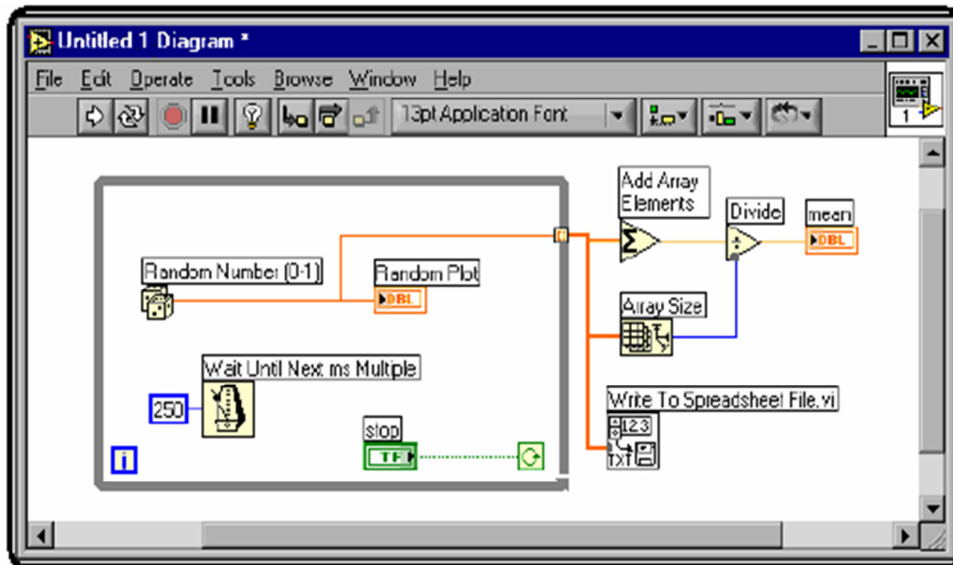
Fuente: Autores

Se pueden personalizar paneles frontales con perillas, botones, diales y gráficos a fin de emular paneles de control de instrumentación tradicionales, crear paneles de ensayo personalizados o representar visualmente el control y operación de procesos. La similitud existente entre los diagramas de flujo y los programas gráficos acorta la curva de aprendizaje asociada con lenguajes tradicionales basados en texto.

Se puede también determinar el comportamiento de los instrumentos virtuales conectando iconos entre sí para crear diagramas de bloques, que son notaciones de diseños naturales.

Con un lenguaje gráfico se puede desarrollar sistemas más rápidamente que con lenguajes de programación convencionales mientras que conserva la potencia y flexibilidad necesarias para crear una variedad de aplicaciones.

Figura 54. Diagrama de bloques de un Instrumento virtual hecho en LabVIEW.



Fuente: Autores

4.1.3.2 Diseño del circuito de potencia y generador de fallas.

Para poder realizar la activación del motor del cuerpo de mariposa se tuvo la necesidad de implementar una segunda placa con un Circuito de Potencia.

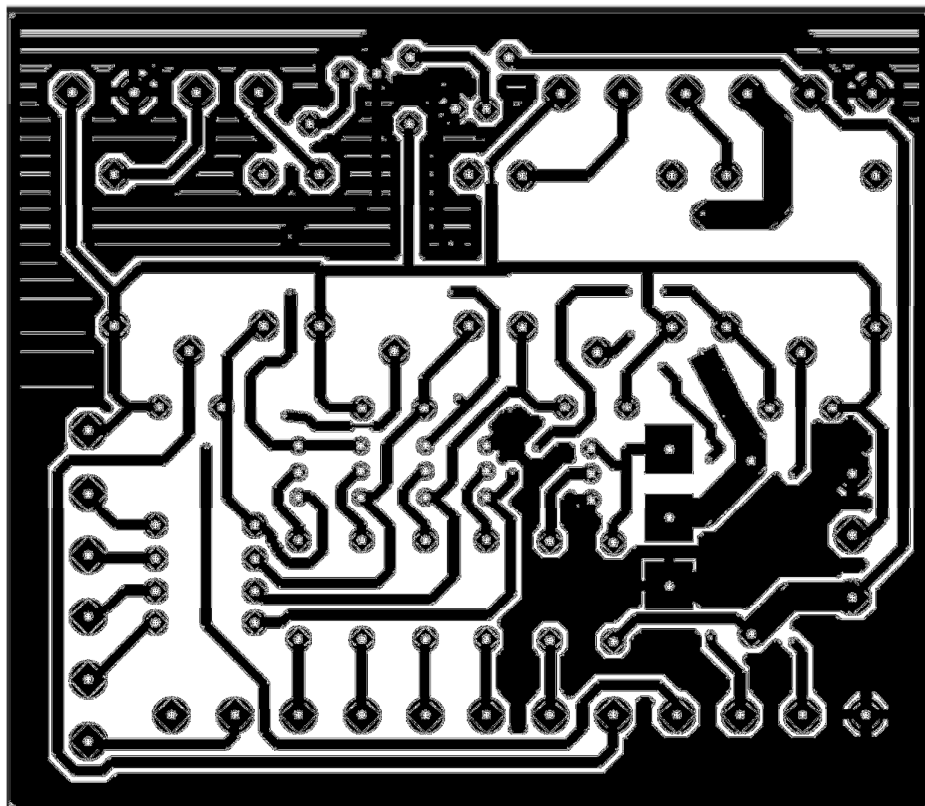
Consta de los siguientes elementos:

- 5 resistencias de 1K
- 1 resistencia de 270R
- 1 resistencia de 680R
- 5 resistencias de 220 R
- 1 transistor IRF150N
- 1 transistor 2N2222

- 4 transistores 2N3904
- 1 diodo 1N5401
- 2 diodos Led
- 1 bornera de tres
- 1 bornera de nueve
- 1 bornera de cuatro
- 2 borneras de seis
- 1 bornera de dos
- 4 relés de 5V

Con la ayuda del programa Ares, distribuimos los elementos, llegando a obtener unas líneas de circuito que serán impresas en la misma, de la siguiente manera:

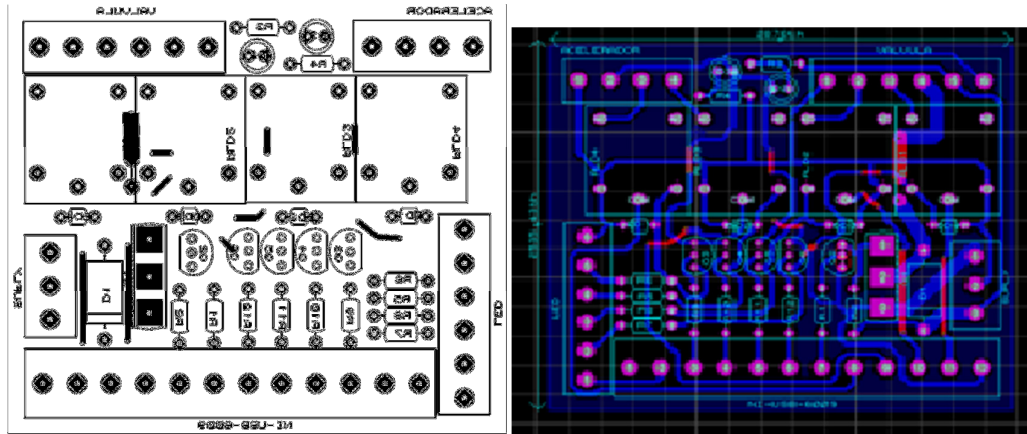
Figura 55. Líneas del circuito de potencia



Fuente: Autores

Se obtuvo el siguiente circuito con los elementos implementados:

Figura 56. Circuito de potencia e interruptor de señales.



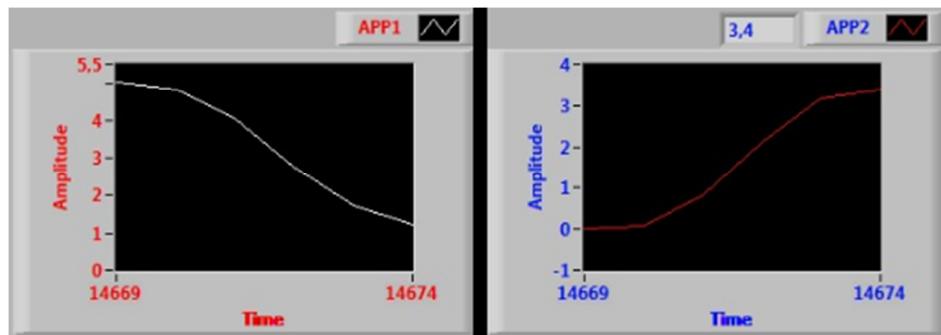
Fuente: Autores

Al realizar la conexión de la tarjeta de adquisición de datos y el circuito de potencia, se obtuvo el circuito final que se utilizará para el corte de señales de entradas y salidas, a través de una interfaz USB y el software.

4.1.4 Visualización de las señales de los sensores

4.1.4.1 Sensores APP

Figura 57. Señales de los sensores APP1 y APP2.



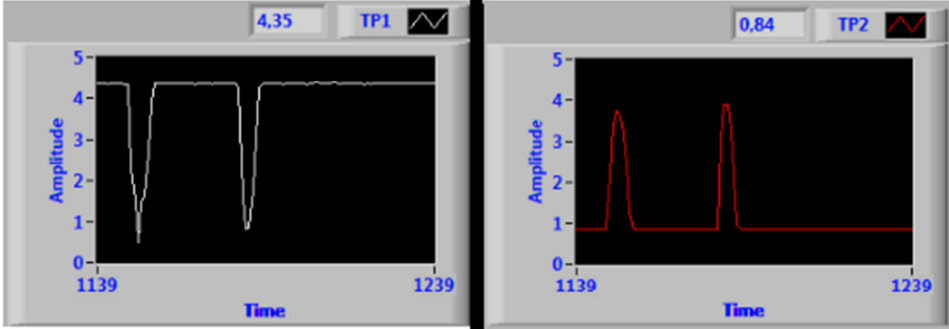
Fuente: Autores

El sensor de posición del pedal del acelerador APP tiene dos potenciómetros en su interior (APP1 – APP2), en este caso las señales suelen ser diferentes, por lo general mientras el voltaje de un potenciómetro aumenta al mover el pedal del acelerador, la del otro decrece. La unidad de control permanentemente analiza cómo evolucionan los potenciómetros. Esto significa que las tensiones que recibe de estos deben estar dentro de rangos prefijados.

Si un potenciómetro para una posición del acelerador da un valor de tensión, el otro debe dar también un valor que debe estar dentro del rango esperado por la unidad de control. Es decir, si un voltaje está en un valor, el otro debe estar también en un valor esperado por la ECU.

4.1.4.2 Sensores TP

Figura 58. Señales de los sensores TP1 y TP2.



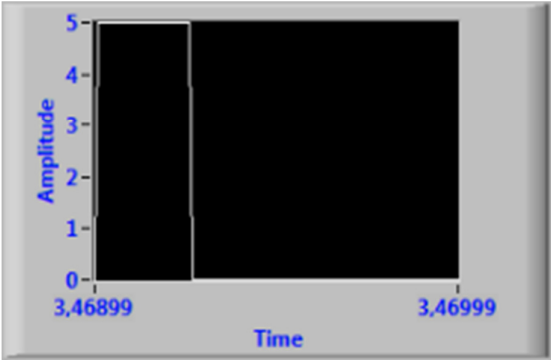
Fuente: Autores

El sensor de posición de la mariposa del acelerador TP tiene dos potenciómetros TP1 y TP2, los cuales son diferentes, de la misma modalidad mientras el voltaje de un potenciómetro aumenta al abrirse la mariposa, la del otro decrece.

Estos sensores deben estar con sus respectivas tensiones entre rangos predeterminados, las cuales son analizadas por la unidad de control confirmando cada paso realizado por los mismos.

4.1.4.3 Visualización de la señal del actuador

Figura 59. PWM del motor del cuerpo de mariposa.



Fuente: Autores

La señal que muestra el actuador es una señal PWM que significa Pulse Wide Modulation o en español Modulación de anchura de pulsos. Es un sistema de modulación que varía la duración de los impulsos de un tren de los mismos de una frecuencia fija.

El actuador de este sistema está conformado por un motor de corriente continua (DC), debido a su exactitud al momento de mover la mariposa a requerimientos específicos.

Esta está compuesto en su interior por engranes que es la parte ejecutora del movimiento de la mariposa y para mantener su posición actúan resortes antagonicos.

4.1.5 *Simulación de fallas*

Esto se lo puede realizar una vez ya energizado el sistema e ingresado en el programa TAC_System, verificando que todos los elementos estén previamente conectados, en la posición adecuada y en óptimo funcionamiento, para poder observar claramente la simulación requerida y así no envíe datos innecesarios.

4.1.5.1 *Simulación de falla de los sensores APP*

Para poder obtener la simulación de una falla especifica del sensor APP1 se procede a pulsar el botón APP1.

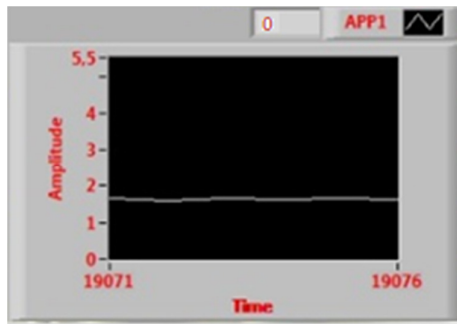
Figura 60. Botón generador de falla del sensor APP1



Fuente: Autores

Al instante de efectuar esta instrucción queda deshabilitado de inmediato el sensor APP1, que se lo puede corroborar observando la gráfica de este sensor.

Figura 61. Sensor APP1 deshabilitado.



Fuente: Autores

Y para estar completamente seguros se puede tomar datos de voltaje en el plugjack de dicho sensor con la ayuda de un multímetro en la escala de DC, que debería salir un valor de 0 Voltios.

Figura 62. Verificación del sensor APP1 desconectado.



Fuente: Autores

Para poder efectuar una falla en el sensor APP2 se realiza el mismo procedimiento antes explicado, con la diferencia que se debe pulsar el botón APP2 en el programa.

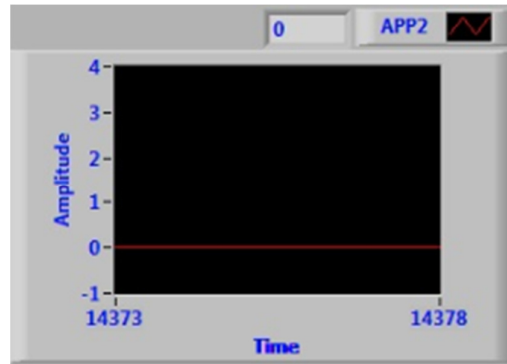
Figura 63. Botón generador de falla del sensor APP2.



Fuente: Autores

De igual manera se comprueba que se deshabilitó el sensor requerido apreciando la gráfica de este sensor.

Figura 64. Sensor APP2 deshabilitado.



Fuente: Autores

En caso de incertidumbre, y con el apoyo de un multímetro y en la escala DC tomar mediciones de voltaje en el respectivo plug jack del sensor. Esta medición debe dar un valor de 0 Voltios.

Figura 65. Verificación del sensor APP2 desconectado.



Fuente: Autores

4.1.5.2 Simulación de falla de los sensores TP

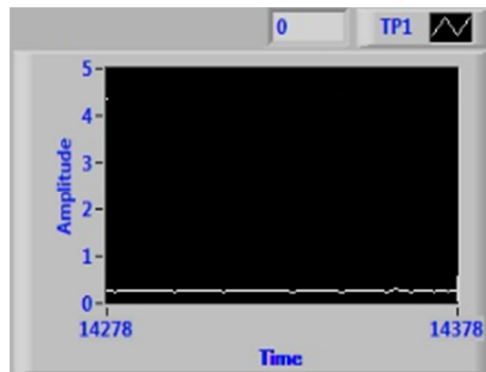
Para demostrar una simulación de falla del sensor TP1 se procede a dar un clic en el botón TP1.

Figura 66. Botón generador de falla del sensor TP1.



Ya obrado esta acción se puede constatar que el sensor TP1 dejó de funcionar y se lo aprecia claramente en el siguiente gráfico.

Figura 67. Sensor TP1 deshabilitado.



Fuente: Autores

En el plug jack pertinente al sensor TP1 se puede constatar que está inhabilitado dicho sensor, esto se lo comprueba con la ayuda de un multímetro que debe dar un valor de 0 Voltios.

Figura 68. Verificación del sensor TP1 desconectado.



Fuente: Autores

En la ejecución de una falla en el sensor TP2 se debe presionar el botón del mismo nombre.

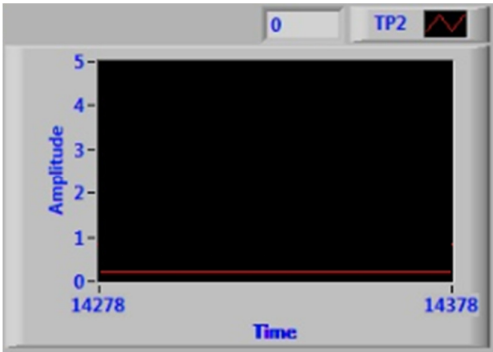
Figura 69. Botón generador de falla del sensor TP2.



Fuente: Autores

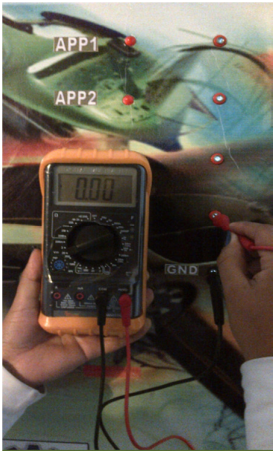
Al observar la gráfica se confirma que dejó de funcionar. Y se puede apoyar con la comprobación de voltaje en el plug jack referente al TP2, debiendo dar un valor de 0 Voltios.

Figura 70. Sensor TP2 deshabilitado.



Fuente: Autores

Figura 71. Verificación del sensor TP2 desconectado.

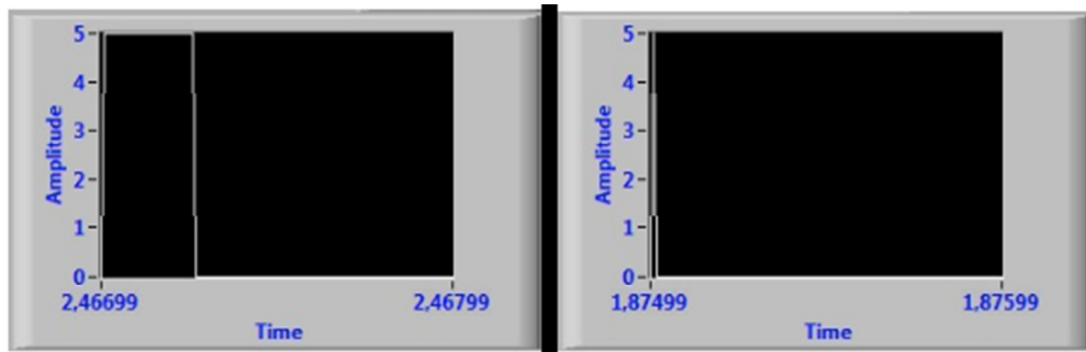


Fuente: Autores

4.1.5.3 Simulación de falla del cuerpo de mariposa motorizado (PWM)

Si se compara la señal que se observó antes, con la que se ve después, se considera que el motor de corriente continua del cuerpo de mariposa dejó de funcionar.

Figura 72. Verificación de la inexistencia de señal de PWM.



Fuente: Autores

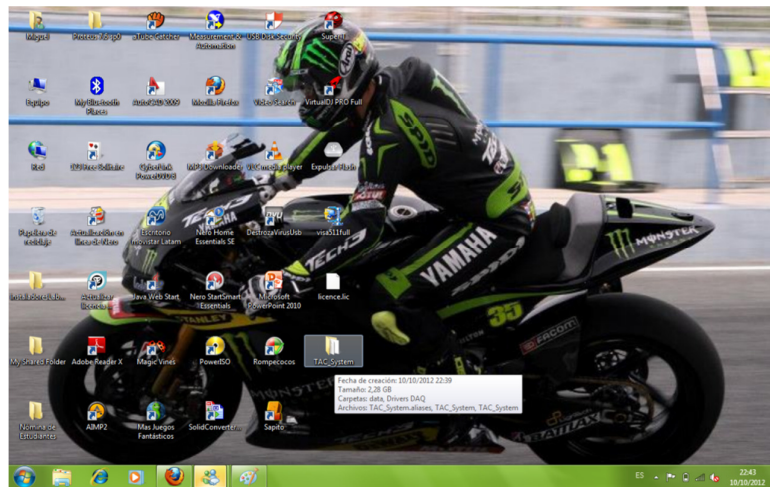
CAPÍTULO V

5. COMPROBACIÓN Y VERIFICACIÓN DEL SISTEMA DE CUERPO DE MARIPOSA MOTORIZADO

5.1 Elaboración de un manual de usuario

Copiar la carpeta del programa “TAC_System” al ordenador que se va a utilizar.

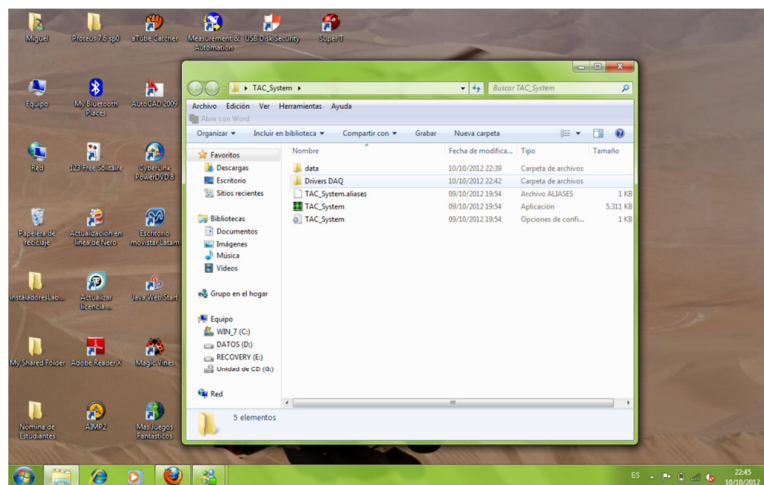
Figura 73. Carpeta TAC_System.



Fuente: Autores

Dicha carpeta contiene el programa y los drivers de la DAQ que se va a ejecutar en el mismo.

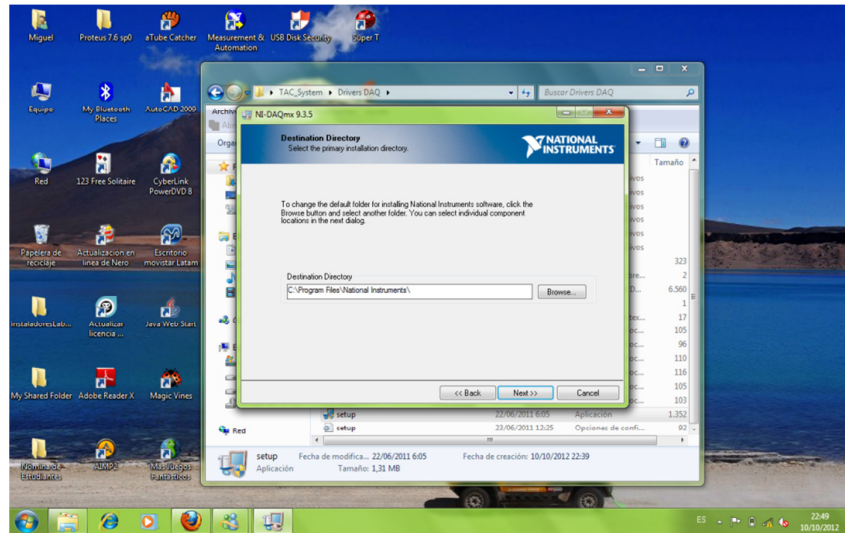
Figura 74. Carpeta contenedora del programa y drivers.



Fuente: Autores

A continuación se procede a instalar los drivers de la DAQ dando doble clic en la carpeta “Drivers DAQ”, una vez que salga una ventana damos clic en el botón NEXT.

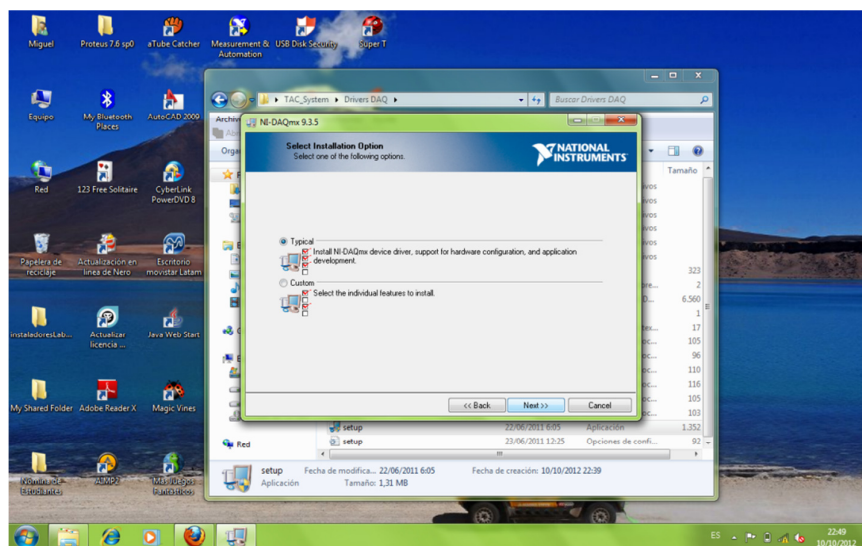
Figura 75. Primera ventana de Instalación de Drivers DAQ.



Fuente: Autores

En la nueva ventana se debe seleccionar la opción “Typical” y damos clic en el botón NEXT.

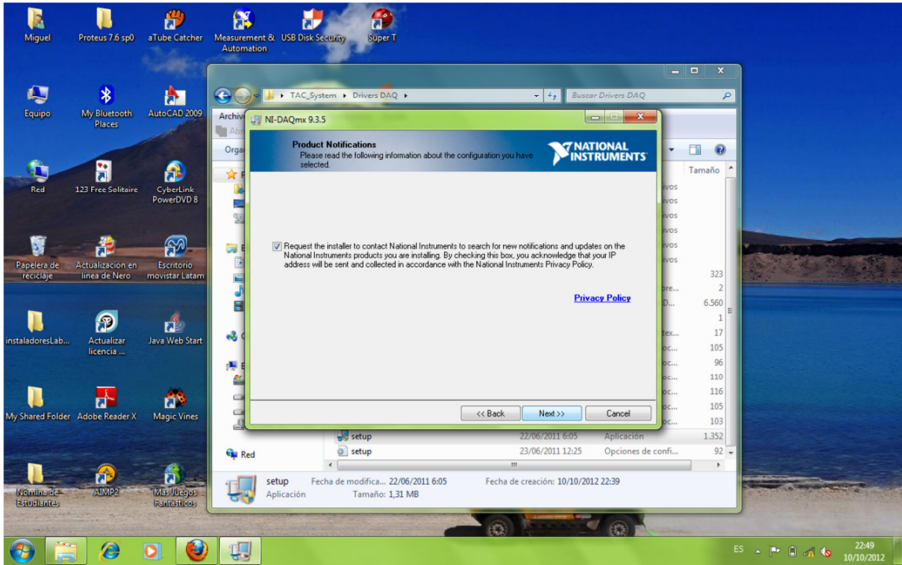
Figura 76. Segunda ventana de Instalación de Drivers DAQ.



Fuente: Autores

Aparecerá una nueva ventana en la que se seleccionará el único cuadro de texto y procedemos a dar clic en el botón NEXT.

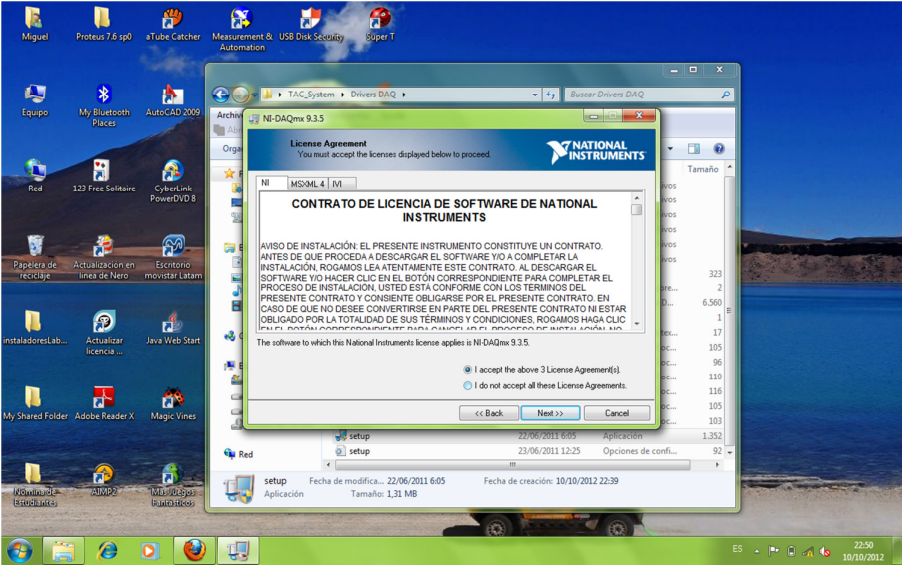
Figura 77. Tercera ventana de Instalación de Drivers DAQ.



Fuente: Autores

Saldrá el contrato de licencia de software de National Instrument en donde se debe seleccionar la opción "I accept above 3 license Agreement(s)" y cliqueamos en el botón NEXT.

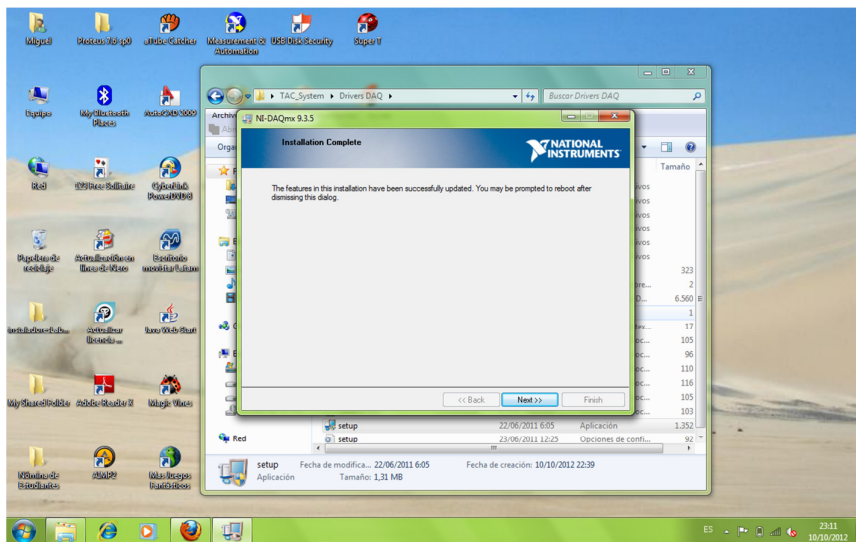
Figura 78. Cuarta ventana de Instalación de Drivers DAQ.



Fuente: Autores

En esta nueva ventana que aparecerá damos clic en el botón NEXT.

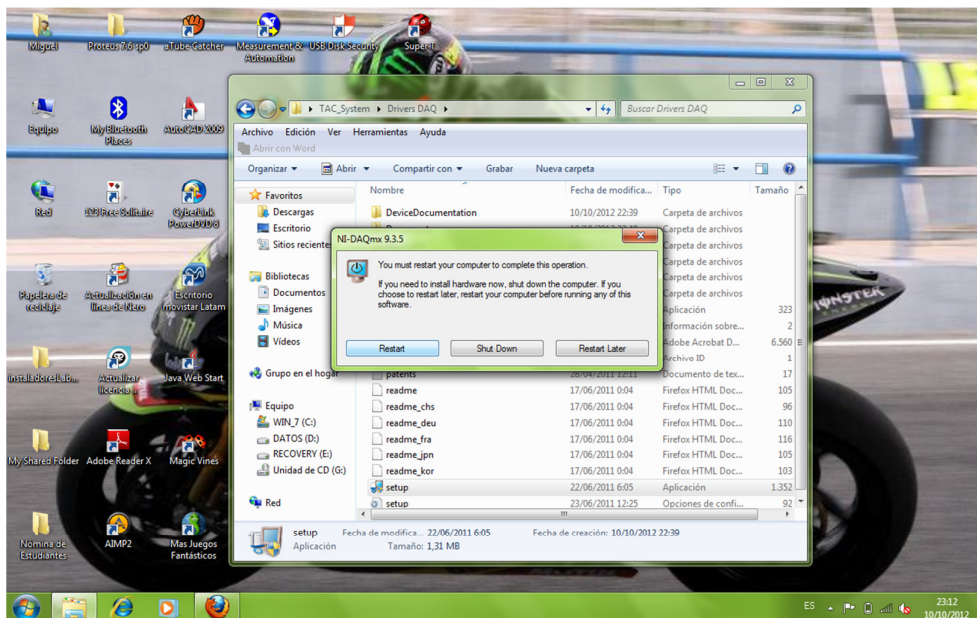
Figura 79. Quinta ventana de Instalación de Drivers DAQ.



Fuente: Autores

Aparecerá la siguiente ventana en la que indica si estamos seguros de reanudar la operación en la computadora y enseguida elegimos la opción “Restart”.

Figura 80. Sexta ventana de Instalación de Drivers DAQ

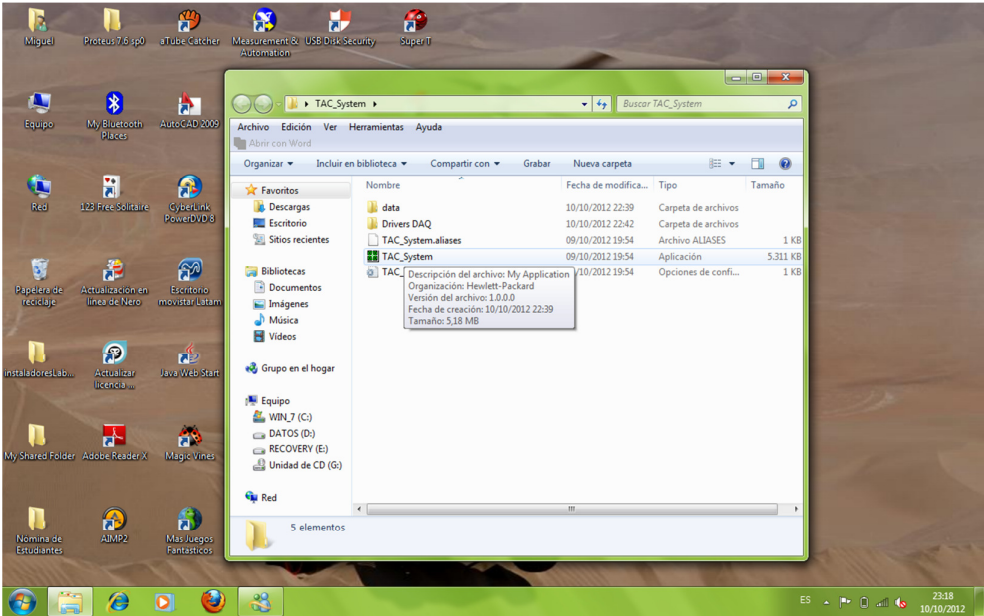


Fuente: Autores

Así se concluirá la instalación de los drivers de la DAQ.

Abrir el ícono “TAC_System”.

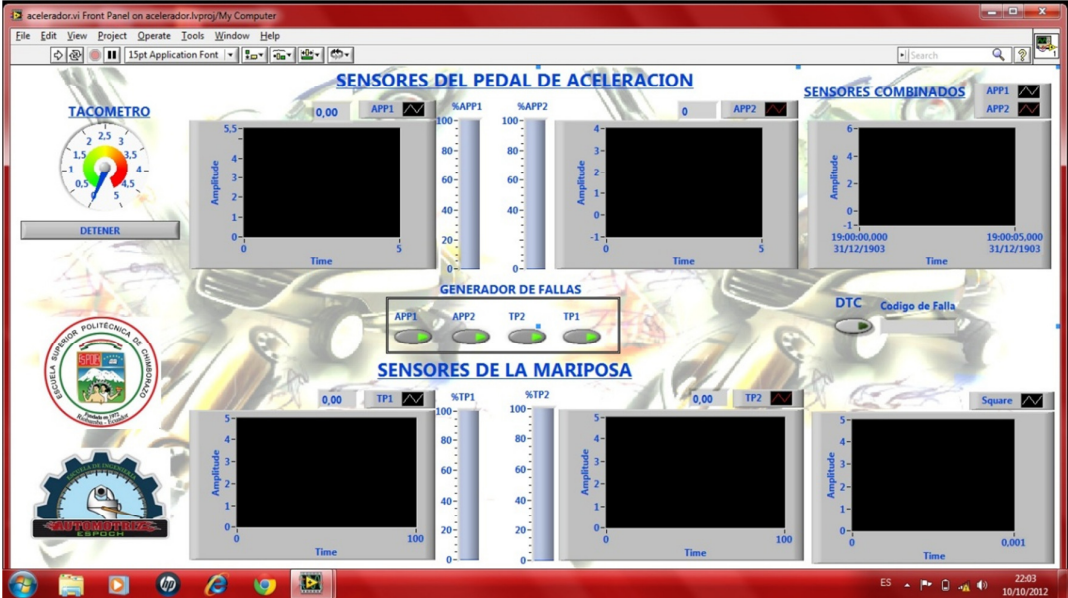
Figura 81. Carpeta contenedora del programa y drivers.



Fuente: Autores

Con lo que quedaría instalado completamente el software en el ordenador, apareciendo el fondo del mismo.

Figura 82. Software del sistema.



Fuente: Autores

Para que el programa se pueda ejecutar es necesario conectar el circuito del sistema de cuerpo de mariposa motorizada con el ordenador mediante el cable USB, y de igual manera energizar el sistema mediante la conexión de la fuente de 12V.

Figura 83. Sistema conectado y energizado.



Fuente: Autores

La pantalla principal contiene cuatro botones APP1, APP2, TP2 y TP1 que son los encargados de controlar las señales de entrada y salida de la Tarjeta de Adquisición de Datos, cuyas señales van a ser alteradas para poder generar las fallas respectivas para cada componente.

Figura 84. Botones generadores de falla.



Fuente: Autores

Se desconectará los sensores al instante de dar un clic en el botón correspondiente, mostrando el siguiente cuadro:

Figura 85. Ventana que indica desconexión del APP1.



Fuente: Autores

Una vez que aparece la ventana del gráfico anterior debemos dar clic en el botón “DTC”, observando el código de falla al sensor correspondiente en una nueva ventana.

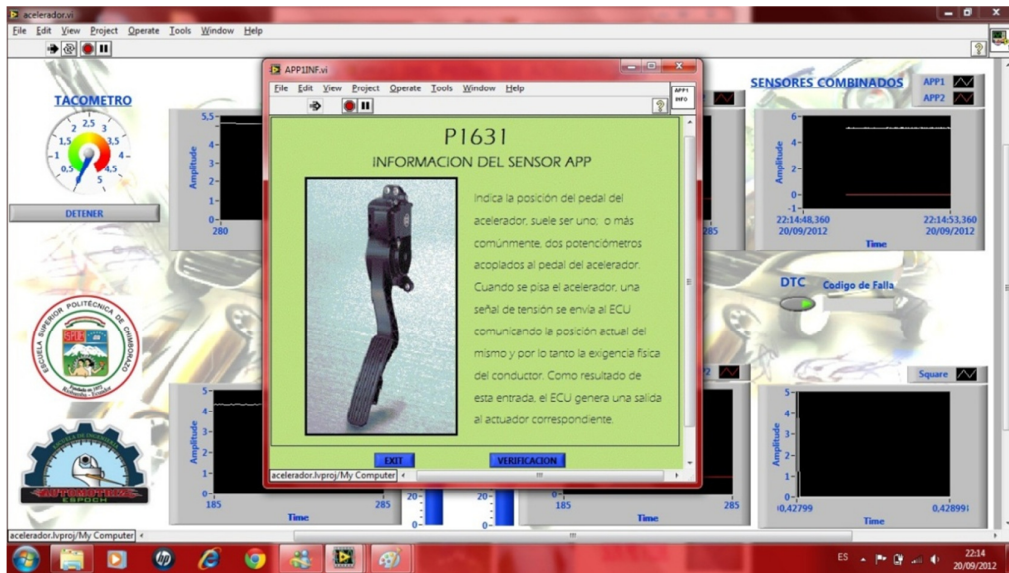
Figura 86. Ventana de DTC's.



Fuente: Autores

En esta ventana se da una explicación general del sensor o actuador comprendido; de igual manera permitirá dar clic en dos opciones, la primera “Atrás” y la segunda de “Verificación”.

Figura 87. Ventana informativa del sensor.

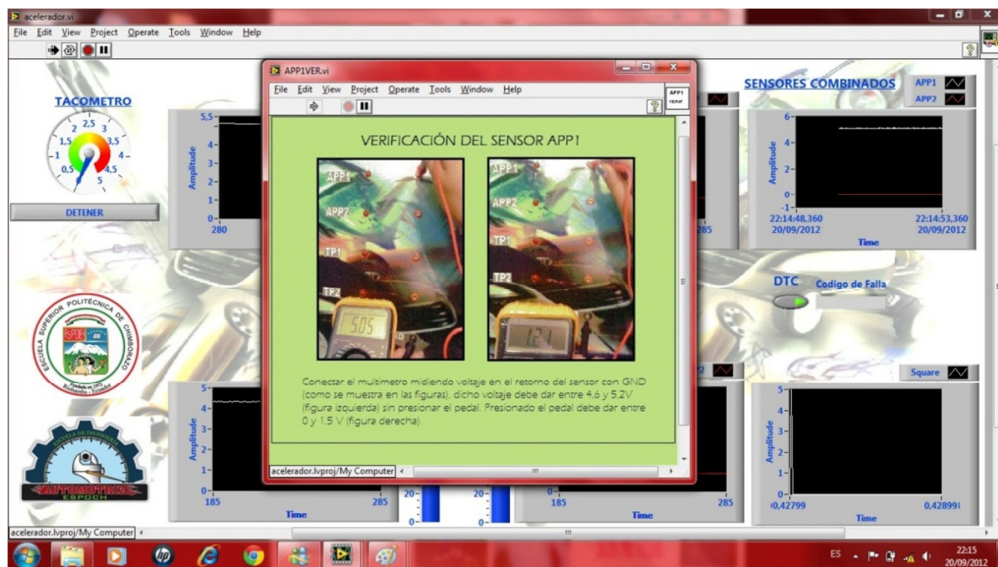


Fuente: Autores

Al dar clic en el botón de “Verificación” aparecerá una nueva ventana que indicará como efectuar una comprobación con lo que se encontrará la base de la falla. Para salir de estas ventanas, dar clic en el botón “Atrás”.

Por ejemplo se podrá observar la deshabilitación de señal del sensor APP1, aparecerá las verificaciones posibles que de la siguiente manera se deben ejecutar:

Figura 88. Ventana de verificación del sensor APP1.



Fuente: Autores

Para salir de esta ventana damos clic en el botón “Atrás”. Se indicará la verificación de todas las señales existentes en el sistema y se deberá seguir los mismos pasos como se mostró anteriormente en dicho sensor.

Este manual ayudará de manera sencilla a usar el Software generador de fallas, que no es más que un apoyo básico para conocer el sistema de cuerpo de mariposa motorizada “TAC” y las verificaciones más comunes, básicas y necesarias para revisar el correcto funcionamiento del mismo.

5.2 *Comprobación de Sensores*

Se basó en los valores que se deben obtener al realizar las diferentes mediciones que se deben tomar, tanto en los sensores como en los actuadores usados en el software.

5.2.1 *Sensor TP1*

5.2.1.1 *Verificación del voltaje de entrada*

Una vez energizado el sistema, seleccionar el multímetro en escala de voltaje DC. Medir el voltaje en el cable de entrada, este debe estar entre aproximadamente, verificar tabla 2.

Tabla 2.Voltaje de entrada TP1.

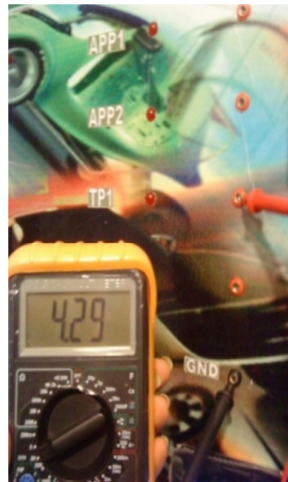
Sensores	Voltaje Técnicos	Voltajes obtenidos
TP1	4.1-5.2 V	4.29 V

Fuente: Autores

En caso de no tener estos valores de voltaje verificar los contactos o cable que puede estar interrumpido entre el sensor y el conector de la Tarjeta de Adquisición de datos.

Revisar la alimentación de la Tarjeta de Adquisición de Datos, si todo está bien y la falla persiste, es necesario cambiar la Tarjeta de Adquisición de Datos.

Figura 89. Voltaje del sensor TP1.

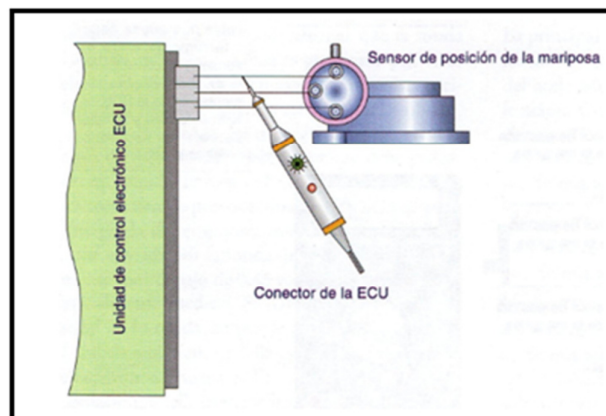


Fuente: Autores

5.2.1.2 Verificación de la tierra (masa) del sensor

Conectar el analizador de polaridad al cable de tierra del sensor. La polaridad debe ser negativa.

Figura 90. Verificación de la tierra del sensor TP1. [36]



Fuente: RUEDA SANTANDER, Jesús. Manual Técnico de Fuel Injection. 1era.ed.Ecuador: Guayaquil, 2005. Tomo 2. Pág. 306

Se pudo verificar este test, midiendo continuidad con un multímetro entre tierra y el terminal de este sensor.

En caso de que la polaridad no sea negativa verificar los contactos o cable que puede estar interrumpido entre el sensor y el conector de la Tarjeta de Adquisición de datos.

Revisar la alimentación de la Tarjeta de Adquisición de Datos, si todo está bien y la falla persiste, es necesario cambiar la Tarjeta de Adquisición de Datos. En el tablero didáctico la tarjeta de adquisición de datos cumple la misma función que una ECU, por lo tanto, en un vehículo con este sistema se cambiará la ECU.

5.2.1.3 Verificación del voltaje de retorno

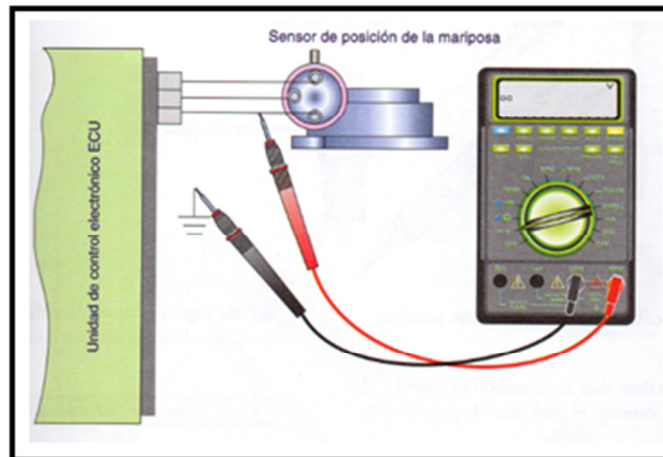
Conectar el multímetro midiendo el voltaje (DC) en el cable de retorno del sensor. Abrir lentamente la placa de la mariposa del acelerador y comparar los valores de apertura por voltaje. La señal debe variar entre aproximadamente, verificar Tabla 3.

Tabla 3. Voltaje de retorno del TP1

Sensores	Voltaje Técnicos	Voltajes obtenidos
TP1	0.5 - 1.5	0.27

Fuente: Autores

Figura 91. Verificación del voltaje de retorno del sensor TP1. [37]



Fuente: RUEDA SANTANDER, Jesús. Manual Técnico de Fuel Injection. 1era.ed. Ecuador: Guayaquil, 2005. Tomo 2. Pág. 307

Figura 92. Verificación del voltaje de retorno del sensor TP1 del sistema.



Fuente: Autores

Si no dan los valores establecidos, verificar un mal contacto del conector del sensor. Si todo está bien y la falla persiste, es necesario cambiar el sensor TPS.

5.2.2 Sensor TP2

5.2.2.1 Verificación del voltaje de entrada

Una vez energizado el sistema, seleccionar el multímetro en escala de voltaje DC. Medir el voltaje en el cable de entrada, este debe estar entre aproximadamente, verificar Tabla 4.

Tabla 4. Voltaje de entrada TP2.

Sensores	Voltaje Técnicos	Voltajes obtenidos
TP2	0.5 - 1.5 V	0.82 V

Fuente: Autores

En caso de no tener estos valores de voltaje verificar los contactos o cable que puede estar interrumpido entre el sensor y el conector de la Tarjeta de Adquisición de datos.

Revisar la alimentación de la Tarjeta de Adquisición de Datos, si todo está bien y la falla persiste, es necesario cambiar la Tarjeta de Adquisición de Datos.

Figura 93. Voltaje del sensor TP2.

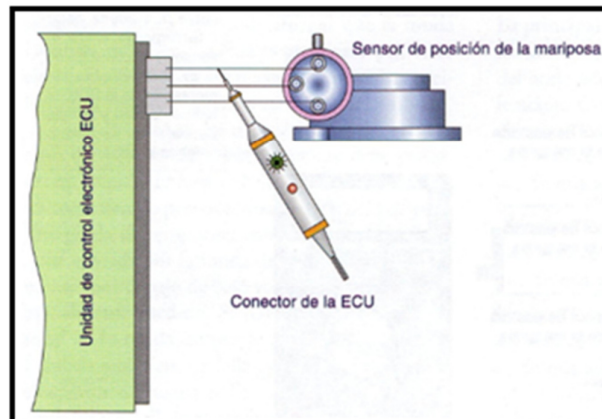


Fuente: Autores

5.2.2.2 Verificación de la tierra (masa) del sensor

Conectar el analizador de polaridad al cable de tierra del sensor. La polaridad debe ser negativa.

Figura 94. Verificación de la tierra del sensor TP2. [38]



Fuente: RUEDA SANTANDER, Jesús. Manual Técnico de Fuel Injection. 1era.ed.Ecuador: Guayaquil, 2005. Tomo 2. Pág. 306

Se verificó este test, midiendo continuidad entre tierra y el terminal de este sensor.

En caso de que la polaridad no sea negativa verificar los contactos o cable que puede estar interrumpido entre el sensor y el conector de la Tarjeta de Adquisición de datos.

Revisar la alimentación de la Tarjeta de Adquisición de Datos, si todo está bien y la falla persiste, es necesario cambiar la Tarjeta de Adquisición de Datos.

5.2.2.3 Verificación del voltaje de retorno

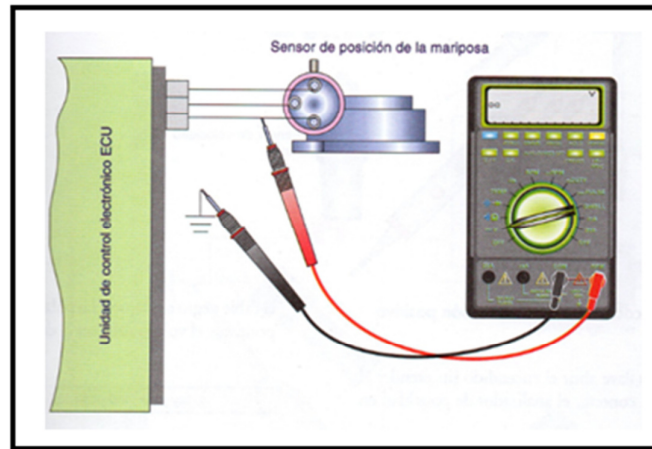
Conectar el multímetro midiendo el voltaje (DC) en el cable de retorno del sensor. Abrir lentamente la placa de la mariposa del acelerador y comparar los valores de apertura por voltaje. La señal debe variar entre aproximadamente, verificar Tabla 5.

Tabla 5. Voltaje de retorno del TP2

Sensor	Voltaje Técnicos	Voltajes obtenidos
TP2	3.2 – 5.2	3.41

Fuente: Autores

Figura 95. Verificación del voltaje de retorno del sensor TP2. [39]



Fuente: RUEDA SANTANDER, Jesús. Manual Técnico de Fuel Injection. 1era.ed. Ecuador: Guayaquil, 2005. Tomo 2. Pág. 305

Figura 96. Verificación del voltaje de retorno del sensor TP2 del sistema.



Fuente: Autores

Si no dan los valores establecidos, verificar un mal contacto del conector del sensor. Si todo está bien y la falla persiste, es necesario cambiar el sensor TP.

5.2.3 Sensor APP1

5.2.3.1 Verificación del voltaje de entrada

Una vez energizado el sistema, seleccionar el multímetro en escala de voltaje DC. Medir el voltaje en el cable de entrada, este debe estar entre aproximadamente, verificar Tabla 6.

Tabla 6. Voltaje de entrada del APP1

Sensores	Voltaje Técnicos	Voltajes obtenidos
APP1	4.6 - 5.2	5.07

Fuente: Autores

En caso de no tener estos valores de voltaje verificar los contactos o cable que puede estar interrumpido entre el sensor y el conector de la Tarjeta de Adquisición de datos.

Revisar la alimentación de la Tarjeta de Adquisición de Datos, si todo está bien y la falla persiste, es necesario cambiar la Tarjeta de Adquisición de Datos.

Figura 97. Voltaje del sensor APP1.

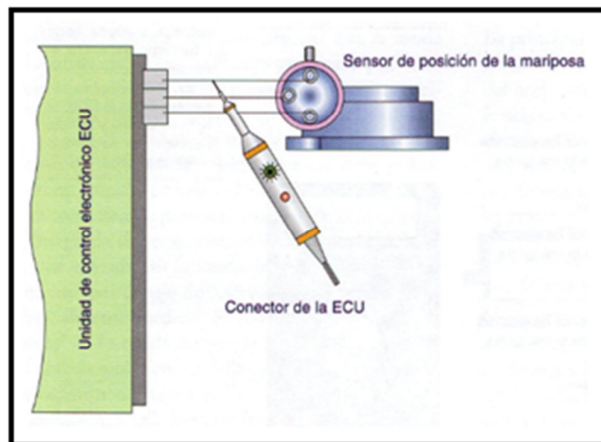


Fuente: Autores

5.2.3.2 Verificación de la tierra (masa) del sensor

Conectar el analizador de polaridad al cable de tierra del sensor. La polaridad debe ser negativa

Figura 98. Verificación de la tierra del sensor APP1. [40]



Fuente: RUEDA SANTANDER, Jesús. Manual Técnico de Fuel Injection. 1era.ed.Ecuador: Guayaquil, 2005. Tomo 2. Pág. 306

Se pudo verificar este test, midiendo continuidad entre tierra y el terminal de este sensor.

En caso de que la polaridad no sea negativa verificar los contactos o cable que puede estar interrumpido entre el sensor y el conector de la Tarjeta de Adquisición de datos.

Revisar la alimentación de la Tarjeta de Adquisición de Datos, si todo está bien y la falla persiste, es necesario cambiar la Tarjeta de Adquisición de Datos.

5.2.3.3 Verificación del voltaje de retorno

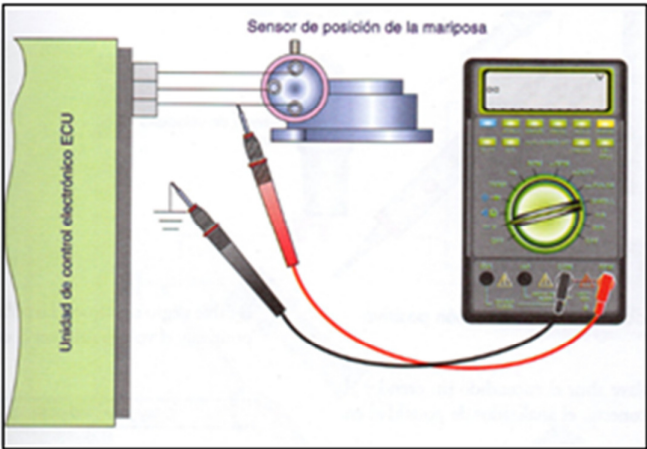
Conectar el multímetro midiendo el voltaje (DC) en el cable de retorno del sensor. Abrir lentamente la placa de la mariposa del acelerador y comparar los valores de apertura por voltaje. La señal debe variar entre aproximadamente, verificar Tabla 7.

Tabla 7. Voltaje de retorno del APP1

Sensores	Voltaje Técnicos	Voltajes obtenidos
APP1	2.5 - 3.7	3.61

Fuente: Autores

Figura 99. Verificación del voltaje de retorno del sensor APP1. [41]



Fuente: RUEDA SANTANDER, Jesús. Manual Técnico de Fuel Injection. 1era.ed.Ecuador: Guayaquil, 2005. Tomo 2. Pág. 305

Figura 100. Verificación del voltaje de retorno del sensor APP1 del sistema.



Fuente: Autores

Si no dan los valores establecidos, verificar un mal contacto del conector del sensor. Si todo está bien y la falla persiste, es necesario cambiar el sensor APP.

5.2.4 Sensor APP2

5.2.4.1 Verificación del voltaje de entrada

Una vez energizado el sistema, seleccionar el multímetro en escala de voltaje DC. Medir el voltaje en el cable de entrada, este debe estar aproximadamente, verificar Tabla 8.

Tabla 8. Voltaje de entrada del APP2

Sensores	Voltaje Técnicos	Voltajes obtenidos
APP2	0- 1.2	0.01

Fuente: Autores

En caso de no tener estos valores de voltaje verificar los contactos o cable que puede estar interrumpido entre el sensor y el conector de la Tarjeta de Adquisición de datos.

Revisar la alimentación de la Tarjeta de Adquisición de Datos, si todo está bien y la falla persiste, es necesario cambiar la Tarjeta de Adquisición de Datos.

Figura 101. Voltaje del sensor APP2.

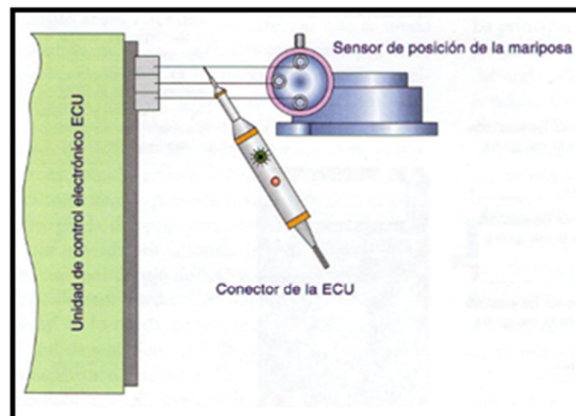


Fuente: Autores

5.2.4.2 Verificación de la tierra (masa) del sensor

Conectar el analizador de polaridad al cable de tierra del sensor. La polaridad debe ser negativa.

Figura 102. Verificación de la tierra del sensor APP2. [42]



Fuente: RUEDA SANTANDER, Jesús. Manual Técnico de Fuel Injection. 1era.ed. Ecuador: Guayaquil, 2005. Tomo 2. Pág. 306

Se verificó este test, midiendo continuidad entre tierra y el terminal de este sensor.

En caso de que la polaridad no sea negativa verificar los contactos o cable que puede estar interrumpido entre el sensor y el conector de la Tarjeta de Adquisición de datos.

Revisar la alimentación de la Tarjeta de Adquisición de Datos, si todo está bien y la falla persiste, es necesario cambiar la Tarjeta de Adquisición de Datos.

5.2.4.3 Verificación del voltaje de retorno

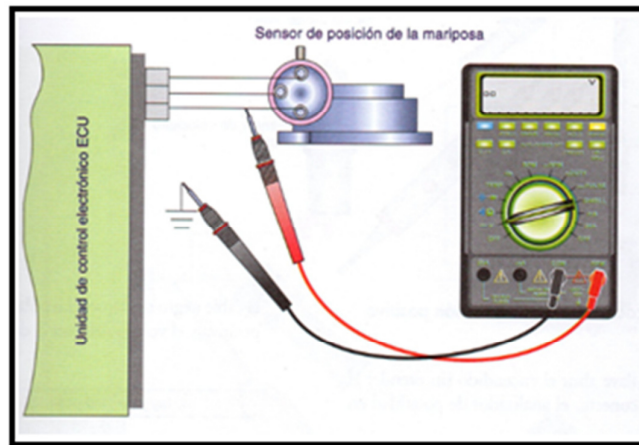
Conectar el multímetro midiendo el voltaje (DC) en el cable de retorno del sensor. Abrir lentamente la placa de la mariposa del acelerador y comparar los valores de apertura por voltaje. La señal debe variar entre aproximadamente, verificar Tabla 9.

Tabla 9. Voltaje de retorno del APP2

Sensores	Voltaje Técnicos	Voltajes obtenidos
APP2	2.4– 3.7	2.43

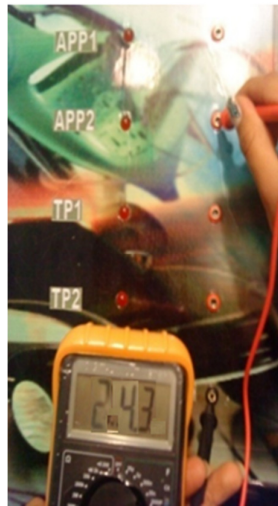
Fuente: Autores

Figura 103. Verificación del voltaje de retorno del sensor APP2. [43]



Fuente: RUEDA SANTANDER, Jesús. Manual Técnico de Fuel Injection. 1era.ed. Ecuador: Guayaquil, 2005. Tomo 2. Pág. 305

Figura 104. Verificación del voltaje de retorno del sensor APP2 del sistema.



Fuente: Autores

Si no dan los valores establecidos, verificar un mal contacto del conector del sensor. Si todo está bien y la falla persiste, es necesario cambiar el sensor APP.

CAPÍTULO VI

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

Una vez concluida la construcción del tablero didáctico del sistema de cuerpo de mariposa motorizado (TAC) las conclusiones que podemos mencionar son las siguientes:

Al investigar el sistema de cuerpo de mariposa motorizado, mediante un análisis y estudio reforzado, se podrá adquirir un conocimiento profundo para poder efectuar la construcción del tablero sin ningún inconveniente.

La implementación del tablero didáctico del sistema de cuerpo de mariposa motorizado (TAC), con un software generador de fallas, implantará conocimientos para interacción con los estudiantes en la Escuela de Ingeniería Automotriz, complementados con los conocimientos adquiridos en las aulas.

El software generador de fallas verifica el funcionamiento del sistema de cuerpo de mariposa motorizado, constituirá una ayuda didáctica directa en la formación del estudiante con el perfil a su carrera.

Al lograr visualizar las señales emitidas tanto por los sensores como del motor de cuerpo de mariposa motorizada, dichas señales aparecen gráficamente en la pantalla del ordenador, donde se puede apreciar claramente las líneas características de los elementos antes mencionados.

El óptimo funcionamiento del tablero didáctico mediante las señales emitidas por los elementos del sistema concordantes con especificaciones técnicas para el correcto funcionamiento garantiza su veracidad activa al ser comprobada y verificada todo su andamiaje

El manual práctico como guía del estudiante acerca del funcionamiento y la forma adecuada del uso del tablero se constituirá un provechoso fortalecimiento del conocimiento del estudiante.

6.2 Recomendaciones

Conectar en lugares adecuados la fuente que energiza el sistema, tomando en cuenta que se debe enchufar en toma corrientes que tengan 110V, caso contrario el sistema de cuerpo de aceleración electrónica podría sufrir daños irreversibles.

Hacer un correcto uso del tablero, basándose en el manual de usuario y manual prácticas.

Tener precaución de no introducir objetos en la aleta del cuerpo de mariposa porque daría lecturas erróneas y afectaría significativamente al elemento.

Acoplar adecuadamente el cable de conexión entre la tarjeta DAQ y el puerto USB del ordenador.

Comprobar que los Drivers de la tarjeta DAQ sean instalados correctamente, caso contrario no existirá comunicación entre sensores, actuador, DAQ y el ordenador.

Al momento de desplegar la ventana y subventanas de los DTC's, se debe presionar el botón "ATRAS" hasta volver a la ventana principal del software. Caso contrario el programa quedara inhabilitado y se deberá reiniciar.

Tener precaución al momento de realizar las diferentes comprobaciones de los sensores y actuador para evitar posibles daños por mala manipulación del mismo.

Los estudiantes deben manipular el tablero con la supervisión de un docente que los guie en el funcionamiento, tanto de los sensores, actuador y la importancia de circuito generador de fallas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] <http://www.encendidoelectronico.com/vista.php?id=40>
- [2] <http://dSPACE.ups.edu.ec/bitstream/123456789/1140/2/CAPITULO%20I.pdf>
- [3] <http://autozit.com/liberato/Vehiculos.htm>
- [4] Diseño de un sistema de control de aceleración electrónica” ESPE
- [5] www.inta.es/descubreAprende/htm/hechos8_2.htm
- [6] <http://www.todorobot.com.ar/documentos/dc-motor.pdf>
- [7] <http://www.todorobot.com.ar/documentos/dc-motor.pdf>
- [8] http://www.asifunciona.com/electrotecnia/af_motor_cd/af_motor_cd_6.htm
- [9] <http://iesvillalbahervastecnologia.files.wordpress.com/2010/02/motores-electricos-parte-ii.pdf>
- [10] <http://iesvillalbahervastecnologia.files.wordpress.com/2010/02/motores-electricos-parte-ii.pdf>
- [11] <http://iesvillalbahervastecnologia.files.wordpress.com/2010/02/motores-electricos-parte-ii.pdf>
- [12] www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=sensor tp de tres y cuatro cables & source=web&cd=3&cad=rja&ved=0CCoQFjAC&url=http://ehtmotors.com/tpsensor.php?go=6&ei=L3qHUMqWFonO9ASTsYGgAw&usq=AFQjCNH8ghakVL35gRh91zSm-6J-LIGh6A
- [13] html.rincondelvago.com/sensores-electricos.html
- [14] Diseño de un sistema de control de aceleración electrónica” ESPE
- [15] www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-07642008000300015&scrip=sci_arttext

- [16] Diseño de un sistema de control de aceleración electrónica” ESPE
- [17] http://www.ebay.es/itm/CENTRALITA-ECU-0281013226-03G906021KH-VOLKSWAGEN-GOLF-V-03G-906-021-KH-/270715018926#ht_4457wt_1894
- [18] <http://www.automotriz.net/tecnica/sistema-encendido-convencional.htm>
- [19] <http://josemaco.wordpress.com/page/20/>
- [20] http://en.wikipedia.org/wiki/Throttle_position_sensor
- [21] [www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=sensor tp de tres y cuatro cables & source=web&cd=3&cad=rja&ved=0CCoQFjAC&url=http://ehtmotors.com/tpssensor.php?go=6&ei=L3qHUMqWFonO9ASTsYGgAw&usg=AFQjCNH8ghakVL35gRh91zSm-6J-LIGh6A](http://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=sensor+tp+de+tres+y+cuatro+cables+&source=web&cd=3&cad=rja&ved=0CCoQFjAC&url=http://ehtmotors.com/tpssensor.php?go=6&ei=L3qHUMqWFonO9ASTsYGgAw&usg=AFQjCNH8ghakVL35gRh91zSm-6J-LIGh6A)
- [22] RUEDA SANTANDER, Jesús. Manual Técnico de Fuel Injection.1era.ed.Ecuador: Guayaquil, 2005. Tomo 2. Pág. 305
- [23] RUEDA SANTANDER, Jesús. Manual Técnico de Fuel Injection.1era.ed.Ecuador: Guayaquil, 2005. Tomo 2. Pág. 306
- [24] RUEDA SANTANDER, Jesús. Manual Técnico de Fuel Injection.1era.ed.Ecuador: Guayaquil, 2005. Tomo 2. Pág. 306
- [25] <http://www.encendidoelectronico.com/vista.php?id=40>
- [26] CISE ELECTRONIC. Inyección electrónica Gasolina avanzada. USA: Miami,2008, Pág. 44
- [27] CISE ELECTRONIC. Inyección electrónica Gasolina avanzada. USA: Miami,2008, Pág. 50
- [28] “Diseño de un sistema de control de aceleración electrónica” ESPE
- [29] [http://www.cise.com/portal/notas-tecnicas/item/195-pedal-y-acelerador-+electr % C 3 %B3nico-tac.html](http://www.cise.com/portal/notas-tecnicas/item/195-pedal-y-acelerador-+electr%C3%B3nico-tac.html)

- [30] http://www.profesormolina.com.ar/electronica/componentes/int/sist_digit.htm
- [31] <http://plantavirtualdeinstrumentacion.blogspot.com/>
- [32] <http://plantavirtualdeinstrumentacion.blogspot.com/>
- [33] <http://www.ni.com/academic/students/learnlabview/esa/hardware.htm>
- [34] <http://www.ni.com/academic/students/learnlabview/esa/hardware.htm>
- [35] <http://www.nuevoportal.co/cable-datos-usb-lg-incite-ct810-blackberry-8520-nokia-5800.html>
- [36] RUEDA SANTANDER, Jesús. Manual Técnico de Fuel Injection. 1era.ed. Ecuador: Guayaquil, 2005. Tomo 2. Pág. 306
- [37] RUEDA SANTANDER, Jesús. Manual Técnico de Fuel Injection. 1era.ed. Ecuador: Guayaquil, 2005. Tomo 2. Pág. 307
- [38] RUEDA SANTANDER, Jesús. Manual Técnico de Fuel Injection. 1era.ed. Ecuador: Guayaquil, 2005. Tomo 2. Pág. 306
- [39] RUEDA SANTANDER, Jesús. Manual Técnico de Fuel Injection. 1era.ed. Ecuador: Guayaquil, 2005. Tomo 2. Pág. 305
- [40] RUEDA SANTANDER, Jesús. Manual Técnico de Fuel Injection. 1era.ed. Ecuador: Guayaquil, 2005. Tomo 2. Pág. 306
- [41] RUEDA SANTANDER, Jesús. Manual Técnico de Fuel Injection. 1era.ed. Ecuador: Guayaquil, 2005. Tomo 2. Pág. 305
- [42] RUEDA SANTANDER, Jesús. Manual Técnico de Fuel Injection. 1era.ed. Ecuador: Guayaquil, 2005. Tomo 2. Pág. 306
- [43] RUEDA SANTANDER, Jesús. Manual Técnico de Fuel Injection. 1era.ed. Ecuador: Guayaquil, 2005. Tomo 2. Pág. 305

BIBLIOGRAFÍA

COELLO, Efrén. Multímetro mediciones para Automóviles. 1ra.ed.Ecuador.
Tomo 1. 2004

LAJARA VIZCAINO, José. Labview Entorno gráfico de programación. 1era.ed.
España: Barcelona. Tomo 1. 2007

RIBBENS, William. Electrónica Automotriz. 1ra.ed.España: Madrid. Tomo 1. 2007

RUEDA, Jesús, Técnico en Mecánica Electrónica Automotriz. 1ra.ed.Colombia.
Tomo 3. 2005

RUEDA SANTANDER, Jesús. Manual Técnico de Fuel Injection. 1ra.ed.Ecuador:
Guayaquil. Tomo 2. Agosto 2005

RUEDA SANTANDER, Jesús. Manual Técnico de Fuel Injection. 1ra.ed.Ecuador:
Guayaquil. Tomo 3. Septiembre 2005

SERRANO COELLO, Efrén. Sistema de inyección electrónica de gasolina. 1ra.ed.
Ecuador. 2004

SIERRA, Antonio. Códigos de fallas OBD2- Mecánica Automotriz. 1ra.ed.Ecuador:
Quito.2009

LINKOGRAFÍA

Acelerador electrónico – drive by wire

<http://datamec.blogspot.com/search/label/Acelerador%20electr%C3%B3nico%20-%20Drive%20by%20wire%20-%20Mariposa%20motorizada%20-%20Manuel%20Chena%20-%20Manuchena>
25/11/2011

Acelerador electrónico

<http://www.autocity.com/documentos-tecnicos/index.html?codigoDoc=54>
30/11/2011

Control electrónico del acelerador

http://www.electronicadelauto.com/articulos/articulos_mariposa.html
10/01/2012

Pedal y Acelerador Electrónico - TAC

<http://www.cise.com/portal/notas-tecnicas/item/195-pedal-y-acelerador-electr%C3%B3nico-tac.html>
10/01/2012

Sensores de Posición de la mariposa

<http://www.picoauto.com/applications/electronic-throttle-control.html>
10/01/12

Control electrónico del acelerador

<http://es.scribd.com/doc/46630035/Control-electronico-del-acelerador>
10/03/2012

Sensores TP

<http://www.yoreparo.com/articulos/automotriz/curso-sensores-tps/>
05/04/2012