



**UNIVERSIDAD DEL AZUAY**

**FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA**

**ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA**

**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN OSCILOSCOPIO  
DIDÁCTICO PARA DIAGNÓSTICO AUTOMOTRIZ**

**Trabajo de graduación previo a la obtención del título de Ingeniero Mecánico  
Automotriz**

**Autor**

**Juan Carlos Torres Rodríguez**

**Director**

**Leonel Pérez Rodríguez**

**Cuenca - Ecuador**

**2011**

## **DEDICATORIA**

A mi Esposa, a mi Hija, de quienes recibí su apoyo y paciencia durante mis estudios, y a todas las personas que me apoyaron para poder culminar con éxito mis estudios superiores y así cumplir una de mis metas propuestas.

*Juan Carlos Torres Rodríguez*

## **AGRADECIMIENTO**

Un agradecimiento especial a toda mi Familia, quienes me apoyaron en todo momento, a mi director de Tesis Ing. Leonel Pérez, quien supo dirigir acertadamente este Proyecto, a la Universidad del Azuay, a los Profesores de Ingeniería Mecánica Automotriz por compartir sus conocimientos y a quienes de una u otra manera me brindaron su apoyo para culminar exitosamente mi carrera de Ingeniería Automotriz.

## **RESUMEN**

Este trabajo se orienta al diseño e implementación de un Osciloscopio y Banco de Pruebas de actuadores, aplicable en actividades de mantenimiento automotriz. El diseño electrónico del aparato puede dividirse en cinco módulos: Fuente, Circuito de Interface para Sensores, Circuito para prueba de actuadores, Módulo de Adquisición de Datos y una Computadora. Las señales de los sensores se digitalizan utilizando el Módulo de Adquisición de Datos. En la computadora se ejecuta un software desarrollado en LabView 2010 que permite visualizar las señales y generar patrones para probar actuadores tales como: Inyectores, Bobinas de Encendido y Válvulas I.A.C. Como resultado se obtuvo un Osciloscopio – Probador completamente funcional que se puede utilizar en labores de reparación automotriz.

## **ABSTRACT**

This thesis is focused to the design and implementation of an Oscilloscope and Actuators Test Bank to be applied in automotive maintenance activities. The apparatus electronic design can be divided into five modules: Power Supply, Sensor Interfacing Circuit, Actuators Testing Circuit, Data Acquisition Module and a Personal Computer. Sensor's signals can be digitalized using a Data Acquisition Module. A computer running Control Software, developed in LabView 2010 allows visualize sensors signals and generate signal patterns in order to test actuators such as: injectors, ignition coils and I.A.C valves. Fully functional Tester – Oscilloscope prototype was obtained as result, suitable to be used in automotive repair labors.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento .....	iii
Resumen .....	iv
Abstract .....	v
Índice de Contenidos .....	vi
Índice de Figuras .....	vii
Índice de Tablas .....	ix
Índice de Anexos .....	ix
INTRODUCCIÓN .....	1

### CAPÍTULO I: MARCO CONTEXTUAL

1.1 Osciloscopio Automotriz.....	2
1.2. Inyección Electrónica de Combustible.....	6
1.2.1. Sensor de temperatura del refrigerante (ECT) .....	8
1.2.2. Sensor de temperatura del aire (IAT).....	9
1.2.3. Sensor de presión absoluta en el múltiple de admisión MAP .....	10
1.2.4. Sensor de Oxígeno (O <sub>2</sub> ).....	12
1.2.5. Sensor de flujo de masa de aire (MAF).....	14
1.2.6. Sensor de posición de la mariposa de aceleración (TPS).....	14
1.2.7. Sensor de posición del cigüeñal (CKP).....	15
1.2.8. Sensor del árbol de levas (CMP).....	17
1.2.9. Sensor de detonaciones KS .....	17
1.2.10. Inyector de Combustible .....	19
1.2.11. Válvula IAC (Idle Air Control).....	20
1.2.12. Bobina de encendido .....	21
1.3. Instrumentación Virtual (LabView) .....	22
1.3.1. Instrumento Virtual .....	23
1.3.2. Panel Frontal .....	23
1.3.3. Diagrama de Bloques .....	24
1.4. Adquisición de Datos .....	25
1.5. Amplificador Operacional.....	26
1.6. Buffer .....	26
1.7. Microcontrolador.....	27
Conclusiones .....	27

### CAPÍTULO II: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE LA TARJETA DE INTERFAZ

2.1. Diagrama de Bloques del hardware del equipo.....	28
2.2. Fuente de Alimentación .....	29
2.3. Tarjeta de Interface para Sensores. Circuito de acondicionamiento para sensores de bajo voltaje. ....	31
2.3.1. Circuito limitador de voltaje positivo.....	31
2.3.2. Circuito “buffer” .....	32
2.3.3. Circuitos de filtrado.....	32
2.4. Tarjeta de Interface, circuito de acondicionamiento para sensores inductivos ..	33
2.4.1. Circuito para Control Automático de Ganancia (C.G.A).....	34
2.5. Tarjeta para control de actuadores .....	35
2.5.1. Bloque para prueba de inyector y Bobina de Encendido. ....	35

2.5.2. Bloque para prueba de la IAC .....	36
Conclusiones .....	37

### **CAPÍTULO III: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL SOFTWARE DE MONITOREO**

3.1. Panel Frontal .....	38
3.2. Voltímetro .....	39
3.3. Pruebas .....	39
3.3.1. Válvula IAC .....	39
3.3.2. Inyector.....	40
3.3.3. Bobina de encendido .....	40
3.4. Osciloscopio .....	40
3.5. Diagrama de Bloques .....	41
3.6. Voltímetro .....	41
3.7. Pruebas .....	42
3.7.1. Inyector y Bobina de encendido.....	42
3.7.2. Válvula IAC .....	43
3.8. Osciloscopio .....	44
3.8.1. Sensores.....	44
3.8.2. Actuadores.....	46
Conclusiones .....	46

### **CAPÍTULO IV: PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO EN EL VEHÍCULO**

4.1. Osciloscopio .....	47
4.1.1. Prueba de la Válvula IAC.....	48
4.1.2. Prueba del Inyector.....	48
4.1.3. Prueba de la Bobina de encendido .....	49
4.2. Pruebas del Osciloscopio en el Vehículo .....	50
4.2.1. Prueba del sensor TPS .....	50
4.2.2. Prueba del sensor de Oxígeno (O2).....	51
4.2.3. Prueba del sensor MAF .....	51
4.2.4. Prueba del sensor CKP (tipo Inductivo).....	52
4.2.5. Prueba del sensor CMP (tipo Hall) .....	53
4.2.6. Prueba del sensor MAP .....	53
4.2.7. Prueba de la válvula IAC .....	54
4.2.8. Prueba del Inyector.....	55
4.2.9. Prueba de la Bobina de encendido .....	55
Conclusiones y Recomendaciones Finales.....	56
BIBLIOGRAFÍA.....	58
Anexos.....	58

### **ÍNDICE DE FIGURAS**

Figura 1.1. Osciloscopio Automotriz .....	2
Figura 1.2. Representación de los componentes de un osciloscopio analógico.....	4
Figura 1.3. Representación de los componentes de un osciloscopio digital .....	4
Figura 1.4. Unidad de Control Electrónico (vista interna).....	7
Figura 1.5. Sensor de temperatura del refrigerante del motor.....	8
Figura 1.6. Variación de la resistencia sensor ECT en función de la temperatura.....	9

Figura 1.7. Sensor de temperatura del aire (IAT) .....	9
Figura 1.8. Sensor de presión absoluta del múltiple de admisión (MAP).....	10
Figura 1.9. Patrón de la forma de onda del MAP analógico .....	11
Figura 1.10. Sensor de oxígeno .....	12
Figura 1.11. Patrón de la forma de onda del Sensor de Oxígeno.....	13
Figura 1.12. Sensor de Flujo de Aire, MAF.....	14
Figura 1.13. Patrón de la forma de onda del Sensor MAF analógico .....	14
Figura 1.14. Sensor de Posición de la Mariposa de Aceleración .....	15
Figura 1.15. Patrón de la forma de onda del Sensor TPS.....	15
Figura 1.16. Sensor de posición del cigüeñal CKP .....	16
Figura 1.17. Patrón de la forma de onda del Sensor CKP.....	17
Figura 1.18. Sensor de Posición del Árbol de Levas (CMP) .....	17
Figura 1.19. Sensor de Detonaciones KS .....	18
Figura 1.20. Patrón de la forma de onda del Sensor KS .....	18
Figura 1.21. Inyector de Combustible y sus Componentes.....	19
Figura 1.22. Patrón de la forma de onda del inyector .....	20
Figura 1.23. Válvula IAC con sus Componentes .....	20
Figura 1.24. Disposición de las bobinas en el interior de la IAC.....	21
Figura 1.25. Visualización de una bobina de encendido electrónico .....	22
Figura 1.26. Patrón de la forma de onda de la bobina de encendido .....	22
Figura 1.27. Presentación del Programa LabView 2010.....	23
Figura 1.28. Panel Frontal con su descripción .....	24
Figura 1.29. Diagrama de Bloques y su descripción.....	25
Figura 1.30. Tarjeta DAQ 6009 de National Instruments .....	26
Figura 1.31. Símbolo de un amplificador operacional .....	26
Figura 1.32. Microcontrolador .....	27
Figura 2.1. Diagrama de Bloques general del equipo. ....	28
Figura 2.2. Circuito de la Fuente de Alimentación del equipo. ....	29
Figura 2.3. Circuito de acondicionamiento de señales de bajo voltaje .....	31
Figura 2.4. Filtro Butterworth de orden 4. ....	33
Figura 2.5. Transformador .....	33
Figura 2.6. Etapa complementaria al circuito de acondicionamiento de señales para sensores inductivos.....	34
Figura 2.7. Microcontrolador .....	35
Figura 2.8. Circuito Transistores FET.....	36
Figura 2.9. Circuito Reset Externo.....	36
Figura 2.10. Circuito Puente H.....	37
Figura 3.1. Panel Frontal y sus secciones.....	38
Figura 3.2. Área de Control (Menú Principal y Secundario) .....	39
Figura 3.3. Voltímetro (área de trabajo).....	39
Figura 3.4. Control válvula IAC (área de trabajo) .....	39
Figura 3.5. Control inyector (área de trabajo).....	40
Figura 3.6. Control bobina de encendido (área de trabajo).....	40
Figura 3.7. Área de Trabajo función Osciloscopio .....	41
Figura 3.8. Control del área de Trabajo .....	41
Figura 3.9. Control de la función voltímetro.....	42
Figura 3.10. Control de la función pruebas .....	42
Figura 3.11. Control de la función prueba del inyector .....	43

Figura 3.12. Control de la función prueba IAC.....	43
Figura 3.13. Control de la función osciloscopio .....	44
Figura 3.14. Control de la función osciloscopio, Sensores .....	44
Figura 3.15. Control de la función osciloscopio, sensor O2 .....	45
Figura 3.16. Control de la función osciloscopio, sensor .....	45
Figura 3.17. Control de la función osciloscopio, Actuadores .....	46
Figura 4.1. Tablero de control del banco .....	47
Figura 4.2. Flujo de la señal para ser visualizada en pantalla .....	47
Figura 4.3. Detalle para la conexión de los cables, prueba IAC .....	48
Figura 4.4. Captura de la forma de onda del TPS (G. Vitara).....	50
Figura 4.5. Patrón de la forma de onda del Sensor TPS.....	50
Figura 4.6. Captura de la forma de onda del sensor de oxígeno (Spark) .....	51
Figura 4.7. Patrón de la forma de onda del sensor de oxígeno .....	51
Figura 4.8. Captura de la forma de onda del MAF (G. Vitara).....	52
Figura 4.9. Patrón de la forma de onda del Sensor MAF analógico .....	52
Figura 4.10. Captura de la forma de onda del CKP inductivo (Spark) .....	52
Figura 4.11. Patrón de la forma de onda del Sensor CKP.....	53
Figura 4.12. Captura de la forma de onda del sensor CMP (G. Vitara).....	53
Figura 4.13. Patrón de la forma de onda del sensor de ángulo de giro .....	53
Figura 4.14. Captura de la forma de onda del sensor MAP (Spark) .....	54
Figura 4.15. Patrón de la forma de onda del MAP analógico .....	54
Figura 4.16. Captura de la forma de onda de la válvula IAC.....	54
Figura 4.17. Patrón de la forma de onda de la IAC.....	55
Figura 4.18. Captura de la forma de onda del Inyector (G. Vitara) .....	55
Figura 4.19. Patrón de la forma de onda del Inyector .....	55
Figura 4.21. Patrón de la forma de onda de la bobina de encendido .....	56

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1. Valores de resistencia en el sensor IAT .....	10
Tabla 1.2. Voltajes del sensor MAP según la altura sobre el nivel del mar.....	11
Tabla 1.3. Identificación de los cables según su color en sensores de oxígeno .....	13
Tabla 2.1. Resumen de servicios de la fuente de alimentación.....	30

## ÍNDICE DE ANEXOS

Foto 1: Construcción del banco.....	59
Foto 2: Banco construido .....	59
Foto 3: Fuente de alimentación .....	59
Foto 4: Tarjeta para control de actuadores .....	60
Foto 5: Tarjeta de interface para sensores de bajo voltaje .....	60
Foto 6: Tarjeta de interface para sensores inductivos .....	60

Torres Rodríguez Juan Carlos  
Trabajo de Graduación  
Ing. Leonel Pérez  
Junio del 2011

## **DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN OSCILOSCOPIO DIDÁCTICO PARA DIAGNÓSTICO AUTOMOTRIZ**

### **INTRODUCCIÓN**

Con los avances en la industria automotriz se incrementan y mejoran sistemas electrónicos en los vehículos, uno de estos es el de inyección electrónica de combustible el cual fue sustituyendo al carburador, al brindar ventajas como: disminución en la contaminación, ahorro de combustible, mejor rendimiento, arranques más rápidos y eficientes, respuestas inmediatas en aceleraciones, entre otras. Ya que permite que el motor reciba solamente el volumen de combustible necesario en todos los regímenes de funcionamiento.

El parque automotor se incrementa considerablemente en ésta Ciudad y en todo el País, llegando a estar conformado en gran parte por vehículos que tienen sistemas de inyección electrónica modernos, por tal razón se requieren talleres que brinden servicios de mantenimiento y reparación automotriz que estén a la vanguardia de la tecnología, en los cuales sus técnicos sean capacitados permanentemente y sus talleres cuenten con herramienta apropiada para realizar el diagnóstico y reparación en estos sistemas. Una de estas herramientas de diagnóstico muy eficaz, es el osciloscopio automotriz, el cual no es común en los talleres de la Ciudad.

Considerando la importancia que tiene el osciloscopio, se propone diseñarlo y construirlo, con el fin que permita diagnosticar de manera rápida y precisa los fallos que puedan presentarse en los diferentes sensores y actuadores del sistema de inyección, mediante la visualización gráfica de su curva de funcionamiento.

## CAPÍTULO I

### 1.1 Osciloscopio Automotriz

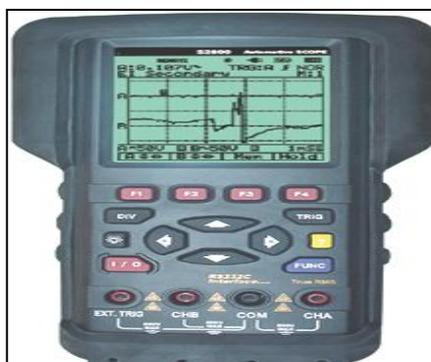
El osciloscopio automotriz es un dispositivo de visualización gráfica que muestra señales eléctricas variables en el tiempo, como indica la **figura 1.1**. Sirve como equipo de diagnóstico que puede medir, mostrar fenómenos transitorios e indicar formas de onda provenientes de los sensores y actuadores del vehículo a través de los canales de entrada. Se lo utiliza para verificar rápidamente el funcionamiento de: sensores, actuadores, corriente del encendido de la bobina, etc.

El osciloscopio permite:

- Analizar la forma de onda a la señal de los sensores.
- Determinar directamente el periodo y el voltaje de una señal.
- Determinar indirectamente la frecuencia de una señal.
- Determinar que parte de la señal es corriente directa o alterna.
- Localizar averías en un circuito.

La característica principal del osciloscopio es mostrar de forma gráfica el resultado de las mediciones realizadas al contar con una pantalla dividida en ejes o coordenadas y magnitudes eléctricas, el eje vertical denominado *Y* representa el voltaje, mientras que el eje horizontal *X*, representa el tiempo.

Figura 1.1. Osciloscopio Automotriz



Fuente: [www.diagnosticsautomotriz.com](http://www.diagnosticsautomotriz.com)

## **Ventajas del Osciloscopio**

- Para hacer comprobaciones dinámicas y un diagnóstico de averías intermitentes el osciloscopio es una herramienta eficaz.
- Se puede detectar cualquier irregularidad en el funcionamiento del sistema de inyección electrónico al observar la señal emitida por los sensores.
- Algunos osciloscopios automotrices son portátiles, permitiendo usarlos dentro del vehículo y hacer pruebas dinámicas durante la conducción.
- Se puede almacenar las formas de onda y los datos relacionados con ellas en una memoria interna con el fin de estudiar detalladamente los patrones de la forma de onda.
- En la pantalla del osciloscopio se muestra la forma de la señal recibida, en donde se puede determinar: la amplitud, frecuencia, anchura de los impulsos, etc.
- Permite diagnosticar fallas intermitentes al ser su tiempo de respuesta corto.
- Luego de ser diagnosticada y reparada una falla, se puede verificar el resultado nuevamente con el osciloscopio.

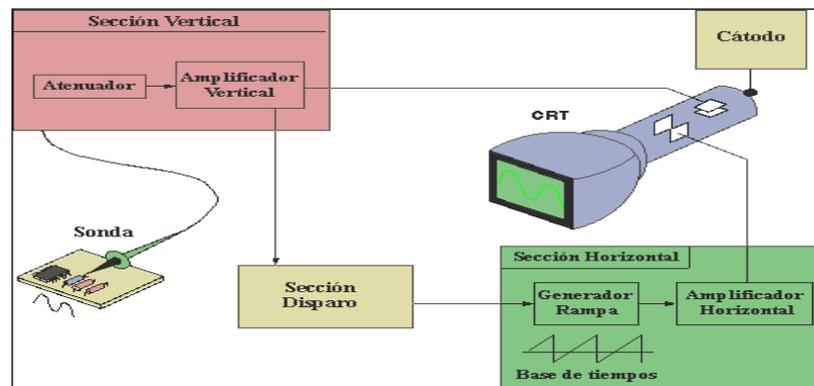
Según su funcionamiento y la forma en que hacen el muestreo de las señales, se dividen en dos tipos: Analógicos y Digitales. Los analógicos trabajan con variables continuas mientras que los digitales lo hacen con variables discretas.

## **Osciloscopio Analógico**

El osciloscopio analógico trabaja directamente con la señal aplicada, la cual una vez amplificada desvía un haz de electrones en sentido vertical proporcional a su valor, atravesando la sonda para dirigirse a la sección vertical y dependiendo del control del amplificador vertical, la señal se atenúa o amplifica. Luego la señal atraviesa la sección de disparo e inicia el barrido horizontal de izquierda a derecha y el de retrazado que es de derecha a izquierda, el mismo que lo hace más rápido, como se

observa en la **figura 1.2**. Mediante esta acción combinada del trazado horizontal y vertical se consigue trazar la gráfica de la señal en la pantalla del osciloscopio.

Figura 1.2. Representación de los componentes de un osciloscopio analógico

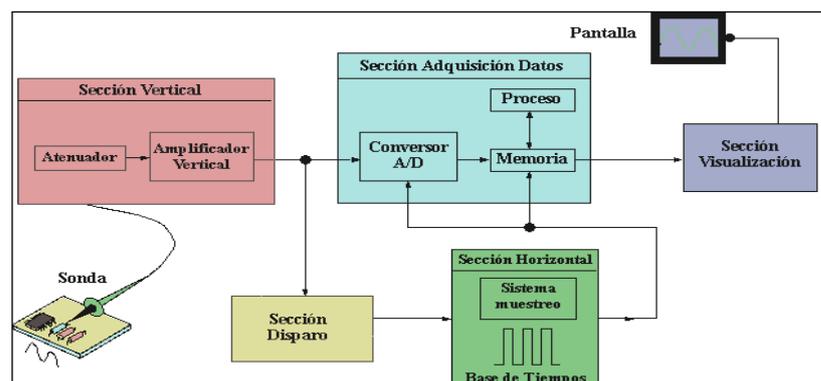


Fuente: [http://usuarios.iponet.es/agusbo/osc/osc\\_1.htm](http://usuarios.iponet.es/agusbo/osc/osc_1.htm)

### Osciloscopio Digital

El osciloscopio digital posee además de las secciones explicadas anteriormente un sistema adicional de procesamiento de datos que permite almacenar y visualizar la señal. Al conectar la sonda de un osciloscopio digital a un circuito, como indica la **figura 1.3** la sección vertical ajusta la amplitud de la señal de la misma forma que lo hacía el osciloscopio analógico.

Figura 1.3. Representación de los componentes de un osciloscopio digital



Fuente: [http://usuarios.iponet.es/agusbo/osc/osc\\_1.htm](http://usuarios.iponet.es/agusbo/osc/osc_1.htm)

El convertor analógico-digital del sistema de adquisición de datos muestrea la señal a intervalos de tiempo determinados y convierte la señal de voltaje continua en una serie de valores digitales llamados muestras. En la sección horizontal una señal de

reloj determina cuando el conversor toma una muestra. La velocidad de este reloj se denomina velocidad de muestreo y se mide en muestras por segundo.

Los valores digitales muestreados se almacenan en una memoria como puntos de señal. El número de los puntos de señal utilizados para reconstruir la señal en pantalla se denomina registro. La sección de disparo determina el comienzo y el final de los puntos de señal en el registro. Una vez almacenados en la memoria, la sección de visualización recibe estos puntos del registro para mostrar la señal en la pantalla.

## **Mediciones básicas con el Osciloscopio**

### **Medición de Tensiones**

Se pueden medir tensiones continuas y alternas sobre la pantalla, para ello se selecciona la posición del conmutador según la medición que se va a realizar. Para medir tensión alterna se cuentan los cuadros de la retícula que ocupa la señal sobre la pantalla y la cantidad obtenida se multiplica por el factor de conversión. Al medir tensión continua se utiliza el desplazamiento vertical que la deflexión experimenta a partir de una determinada referencia y si el desplazamiento es hacia la parte superior de la retícula la tensión es positiva y si es hacia la parte inferior la tensión es negativa.

### **Medición de Tiempos**

La distancia con respecto al tiempo entre dos puntos determinados se puede calcular a partir de los centímetros que separan a uno del otro, para después multiplicar esta cantidad por el factor indicado en el conmutador de la base de tiempos.

### **Medición de Frecuencia**

Se la puede hacer de dos formas:

- Partiendo de la medición de un periodo de dicha señal.
- Comparando una frecuencia de valor conocido con la frecuencia que se desea analizar.

Para esto el osciloscopio debe funcionar con entradas  $X$  y  $Y$ , aplicando cada una de las señales a estas entradas. Cuando se da una relación armónica completa entre

ambas se puede observar el número de veces que una frecuencia contiene a la otra, deduciendo así el valor de la frecuencia.

## **1.2. Inyección Electrónica de Combustible**

En las últimas décadas, gran parte de los cambios en los vehículos están relacionados con la incorporación y mejoramiento de sistemas electrónicos como: sistema de inyección electrónica de combustible, sistema de Airbag, sistema de control para los frenos ABS, etc.

La inyección electrónica de combustible en el vehículo ofrece ventajas como: reducir gases contaminantes, disminuir el consumo de combustible, encendidos inmediatos, mejor rendimiento del motor, entre otras.

### **Componentes del Sistema de Inyección**

Los sistemas de inyección electrónica están conformados principalmente por: sensores, actuadores, ECU (Unidad de Control Electrónico), interruptores, relevadores, bobina de encendido, etc.

### **Unidad de Control Electrónico (ECU, Computadora)**

La función de la computadora automotriz es monitorear las señales de entrada, procesarlas y generar señales de salida. “Está compuesta de varias etapas compuestas de semiconductores electrónicos tales como resistencias, diodos, transistores, condensadores, circuitos integrados, que sumados forman estructuras muy complejas. Además dispone de modernos Microprocesadores en los cuales se ha almacenado toda la información de su programa de trabajo. Programa que ha sido cuidadosamente estudiado y probado. Adicionalmente dispone de algunos reguladores y estabilizadores de corriente, para que su trabajo sea muy exacto y lo protegen, ya que su última etapa que es la Amplificación hacia las salidas o actuadores, debe ser completamente exacta para obtener el resultado esperado.

Dentro de su compleja estructura, se ha diseñado el Programa de Trabajo para el que fue diseñado y para el modelo y vehículo determinado, por lo que tiene estos datos pregrabados en su Memoria Rom. Paralelamente la computadora dispone de una memoria Ram la cual permite acumular transitoriamente los datos recibidos, que son

comparados por la memoria Rom. En esta memoria Ram se actualizan los datos y los códigos de falla se almacenan, los cuales se pueden analizar con un Scanner. Adicionalmente la computadora envía una señal hacia la lámpara de mal función (Check Engine) advirtiéndole al conductor de algún fallo presente.”<sup>1</sup>

Figura 1.4. Unidad de Control Electrónico (vista interna)



Fuente: Bosch, Sistemas de Inyección Electrónica, p. 4

## Sensores

Son componentes electrónicos que están instalados en varios puntos del motor y del vehículo, los cuales envían información a la unidad de control. Convierten una magnitud física o química en una magnitud eléctrica. Realizan funciones de monitoreo y control, registrando de manera precisa los estados reales del motor en funcionamiento, enviando esta información de manera que pueda ser interpretada directamente por la unidad de control electrónico.

Existen sensores activos y pasivos, los activos no necesitan tensión de alimentación, ejemplo los sensores de oxígeno, en cambio los sensores pasivos necesitan de alimentación, uno de ellos es el sensor de posición de la mariposa de aceleración.

Entre estos sensores se encuentran:

- Sensor de temperatura del refrigerante ( ECT)
- Sensor de temperatura del aire de admisión (IAT)
- Sensor de presión absoluta del múltiple de admisión (MAP)
- Sensor de oxígeno (O2)
- Sensor de flujo de masa de aire de entrada (MAF)

<sup>1</sup> Coello, Efrén, Sistemas de Inyección Electrónica de Gasolina, p. 77-78

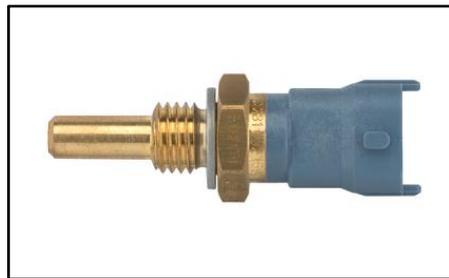
- Sensor de posición de la mariposa de aceleración (TPS)
- Sensor de posición del cigüeñal y árbol de levas (CKP, CMP)
- Sensor de detonación (KS)

## Descripción de los Sensores

### 1.2.1. Sensor de temperatura del refrigerante (ECT) (Engine Coolant Temperature)

La mayoría de los sensores de temperatura son resistencias térmicas con un Coeficiente Negativo de Temperatura (NTC), localizado cerca del termostato, consisten en un elemento resistivo fabricado con un material semiconductor encapsulado en cuerpo de bronce para que resista los agentes químicos del refrigerante y tenga buena conductividad térmica, como indica la **figura 1.5**. Cuando la temperatura del motor aumenta la resistencia del sensor disminuye y viceversa.

Figura 1.5. Sensor de temperatura del refrigerante del motor



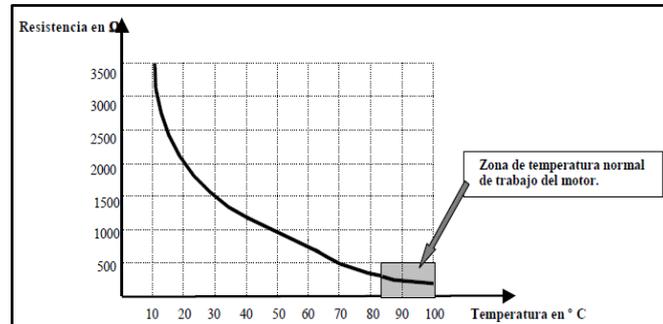
Fuente: [www.bosch.com.mx](http://www.bosch.com.mx)

Existen sensores con Coeficiente Positivo de Temperatura (PTC) que no son muy utilizados, cuyo valor de su resistencia varía con la temperatura (**figura 1.6**), a mayor temperatura mayor resistencia en el sensor. Se encuentra ubicado cerca del termostato, lugar donde el motor adquiere el valor máximo de temperatura de trabajo. El ECT tiene la misión es de transferir información a la ECU, manejando una tensión variable de 0 a 5 voltios en función de la temperatura del refrigerante del motor, para que la computadora enriquezca la mezcla aire-combustible mientras el motor se encuentre frío.

Mientras aumenta la temperatura del motor la computadora empobrece la mezcla hasta que el motor llegue a la temperatura normal de funcionamiento (85°C a 95°C) el voltaje de salida del sensor disminuye hasta llegar a un voltaje entre 1,5 a 2

Voltios, entonces la computadora suministrará la cantidad de mezcla ideal para esta condición de funcionamiento.

Figura 1.6. Variación de la resistencia ECT en función de la temperatura



Fuente: OPEL. Estrategia utilizada por el computador Simtec 56.0 para el sensor de temperatura, p.3

### 1.2.2. Sensor de temperatura del aire (IAT) (Intake Air Temperature)

Es un termistor al igual que el sensor de temperatura del refrigerante como indica la **figura 1.7**, censa la temperatura del aire que aspira el motor, señal que generalmente se la toma de forma conjunta con la cantidad de aire aspirado. Estas dos informaciones le dan a la computadora la idea exacta de la masa o densidad del aire que está ingresando a los cilindros del motor para que ésta suministre la cantidad exacta de combustible en todos los regímenes de funcionamiento del motor.

Figura 1.7. Sensor de temperatura del aire IAT



Fuente: <http://www.articulo.mercadolibre.com.ve>

Se encuentra localizado en el múltiple de admisión, por lo general cerca de la mariposa de aceleración. La ECU aplica un voltaje de 5 voltios al sensor, cuando el aire que ingresa está frío, la resistencia eléctrica del sensor es alta, por lo tanto la computadora recibirá una señal alta de voltaje, a medida que el aire se calienta la resistencia del sensor disminuye y baja el voltaje de señal.

En la **Tabla 1.1** se muestra la variación de la resistencia del sensor IAT en función de la temperatura del aire de ingreso al motor.

Tabla 1.1 Valores de resistencia en el sensor IAT

°C	OHMS Ω
100	185
70	450
38	1.800
20	3.400
4	7.500
-7	13.500
-18	25.000
-40	100.700

Fuente: Manual, Control de Comando por Computadora Diagnóstico GM, p.15

Los valores de la **Tabla 1.1** se aproximan a los que se obtiene del sensor de temperatura del refrigerante ECT.

### 1.2.3. Sensor de presión absoluta en el múltiple de admisión MAP (Presión Absoluta Múltiple de Admisión)

El sensor MAP se encuentra ubicado sobre el múltiple de admisión, proporciona una señal eléctrica variable a la ECU en función de la carga del motor, ver **figura 1.8**. Esta información como señal de voltaje varía desde 1 a 1,5 voltios en marcha mínima, y de 4 a 4,5 voltios a plena carga del motor. Esta señal es sumamente importante para que la computadora calcule los ajustes de inyección y encendido dependiendo de la altitud ya que actúa como barómetro.

Figura 1.8. Sensor de presión absoluta del múltiple de admisión (MAP)



Fuente: [www.directindustry.es](http://www.directindustry.es)

En la **tabla 1.2** se muestran los voltajes que se obtienen del sensor MAP, en función de los **metros sobre el nivel del mar** (m.s.n.m.) que se encuentre el vehículo. Estos valores se obtienen con el motor apagado y el switch de encendido en la posición ON.

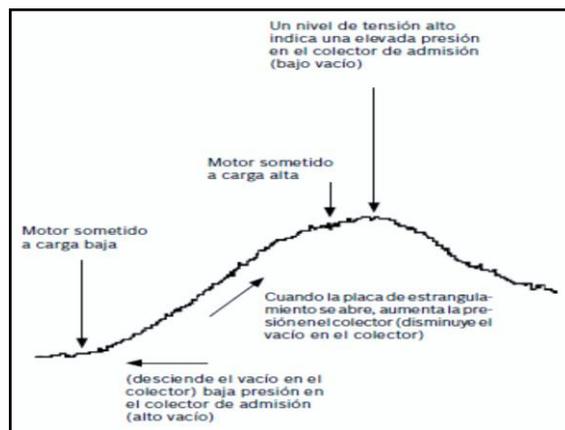
Tabla 1.2 Voltajes del sensor MAP según los m.s.n.m.

ALTURA (m.s.n.m)	RANGO DE VOLTAJE
Bajo.....305m	3,8.....5,5 V
305.....610m	3,6.....5,3 V
610.....914m	3,5.....5,1 V
914.....1.219m	3,3.....5,0 V
1.219.....1.524m	3,2.....4,8 V
1.524.....1.829m	3,0.....4,6 V
1.829.....2.133m	2,9.....4,5 V
2.133.....2.438m	2,8.....4,3 V
2.438.....2.743m	2,6.....4,2 V
2.743.....3.048m	2,5.....4,0 V

Fuente: Manual, Control de Comando por Computadora Diagnóstico GM, p. 27

En la **figura 1.9** se muestra el patrón de la forma de onda que describe un sensor MAP analógico.

Figura 1.9. Patrón de la forma de onda del MAP analógico



Fuente: Bosch, Sistemas de Inyección Electrónica, p. 30

#### 1.2.4. Sensor de Oxígeno (O<sub>2</sub>)

Conocido también como Sonda Lambda, ver **figura 1.10**, se encuentra localizada en el múltiple de escape, su función es informar a la computadora la cantidad de oxígeno que hay en los gases de escape, según la señal que envía a la ECU, esta enriquece o empobrece la mezcla aire-combustible para conseguir la proporción adecuada de elementos en los gases de escape para un correcto trabajo del catalizador y para calcular los pulsos de inyección, ajustándolos de manera perfecta y así lograr una combustión completa dentro de los cilindros del motor.

Figura 1.10 Sensor de oxígeno



Fuente: [www.locomproyloviendo.com](http://www.locomproyloviendo.com)

La sonda Lambda generalmente es de Zirconio formada por dos electrodos, uno cubierto de platino que está en contacto con los gases de escape y el otro en contacto con la atmósfera, los mismos que generan una tensión eléctrica cuando se produce una notable diferencia de oxígeno entre ellos. La señal de tensión que genera el sensor está entre 0,1 y 0,9 voltios.

Cuando la mezcla es pobre se produce un exceso de oxígeno en el escape por lo que los electrodos generan baja tensión, alrededor de 0,1 voltios. En el caso que la mezcla sea rica se produce una falta de oxígeno en los gases de escape y la diferencia de oxígeno es grande, generando los electrodos del sensor aproximadamente 0,9 voltios, consecuentemente la computadora hará las correcciones necesarias.

Para que la sonda empiece a generar voltaje primeramente debe alcanzar la temperatura de unos 300 °C, algunas sondas disponen de un calefactor propio en su interior para llegar rápidamente a su temperatura de funcionamiento.

Según el número de cables en el sensor se tiene:

- 1 cable: Que es la señal
- 3 cables: Uno que es señal y dos de la calefacción de la sonda
- 4 cables: Uno que es señal, otro que es masa de señal y los dos restantes son de la calefacción de la sonda.

En la **Tabla 1.3** se muestra la identificación de los colores de los cables de las diferentes sondas, para cuando se vaya a sustituir una sonda por otra de diferente marca.

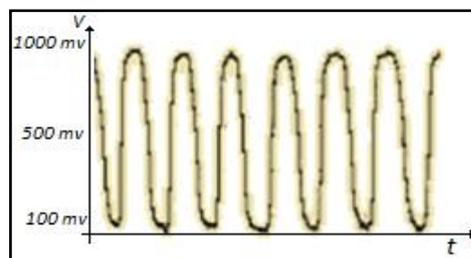
Tabla 1.3. Identificación de los cables según su color en sensores de oxígeno

	Sonda Bosch	Si no es una Sonda Bosch					
		Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3	Tipo 4	Tipo 5	Tipo 6
Señal Especial (positivo)	Negro	Violeta	Azul	Blanco	Negro	Blanco	Violeta
Masa (menos opcional)	Gris	Marrón	Blanco	Verde	Gris	.....	Blanco
Calefacción (2 cables)	2 Blancos	Marrón Oscuro	Negro	Negro	Blanco	Rojo, Negro	Marrón

Fuente: Guía para el reemplazo del sensor de oxígeno Bosch

En la **figura 1.11** se muestra el patrón de la forma de onda del sensor de oxígeno, la cual debe estar entre 0 y 1 Voltio.

Figura 1.11 Patrón de la forma de onda del Sensor de Oxígeno



Fuente: Bosch, Sistemas de Inyección Electrónica, p. 31

### 1.2.5. Sensor de flujo de masa de aire (MAF) (Flujo de Masa de Aire)

Se encuentra localizado en el conducto de admisión, tiene la función de informar a la ECU la cantidad de aire que ingresa al motor, ver **figura 1.12**. El sensor dispone de una lámina que se calienta al alimentarle de tensión, su funcionamiento depende de la variación de la conductividad de la lámina caliente, que depende del flujo del aire que lo atraviesa, enfriándolo en menor o mayor grado, señal que es enviada a la ECU en forma de frecuencia cuando es un MAF digital y cuando es análogo varía el voltaje de la señal que puede ser entre 0 y 5 Voltios.

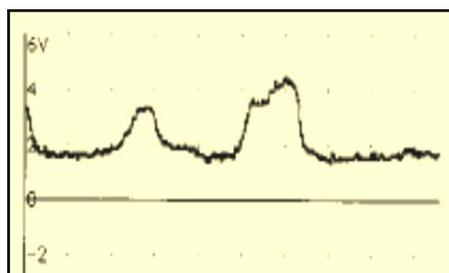
Figura 1.12. Sensor de Flujo de Aire, MAF



Fuente: [www.spanish.alibaba.com](http://www.spanish.alibaba.com)

En la **figura 1.13** se muestra el patrón de la forma de onda del sensor MAF analógico.

Figura 1.13 Patrón de la forma de onda del Sensor MAF analógico



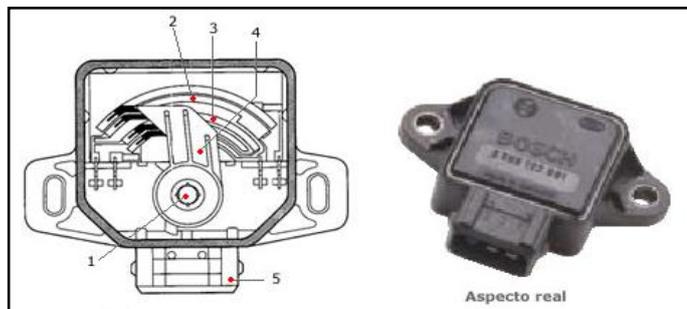
Fuente: Bosch, Sistemas de Inyección Electrónica, p. 36

### 1.2.6. Sensor de posición de la mariposa de aceleración (TPS) (Turtle Position Sensor)

El sensor TPS va instalado en el cuerpo de aceleración, acoplado al eje de la mariposa de aceleración, como indica la **figura 1.14**. Es un potenciómetro que cambia su valor cada vez que se mueve la aleta de aceleración. Su función es enviar

a la ECU una señal variable de voltaje proporcional a la apertura de la mariposa de aceleración para que la computadora haga los ajustes en los comandos de inyección y encendido de acuerdo a la carga del motor.

Figura 1.14. Sensor de Posición de la Mariposa de Aceleración



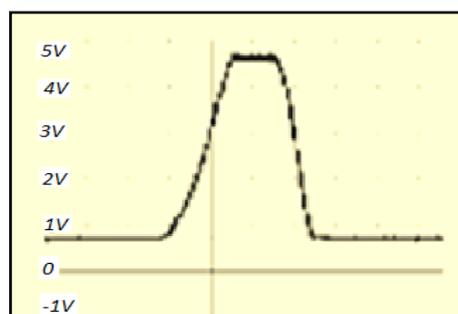
1. Eje de mariposa
2. Pista resistiva 1
3. Pista resistiva 2
4. Brazo con cursor
5. Conexión eléctrica.

Fuente: <http://www.mecanicavirtual.org/sensores1-modelos.htm>

Trabaja generalmente con 5 voltios de referencia, la señal de voltaje es baja cuando la mariposa está cerrada, aproximadamente 0,5 voltios y cuando se abre el voltaje se incrementa proporcionalmente llegando a un valor cercano a 4,5 voltios con la mariposa abierta totalmente.

En la **figura 1.15** se muestra el patrón de la forma de onda del sensor TPS.

Figura 1.15. Patrón de la forma de onda del Sensor TPS



Fuente: Sistemas de Inyección Electrónica Bosch, p.33

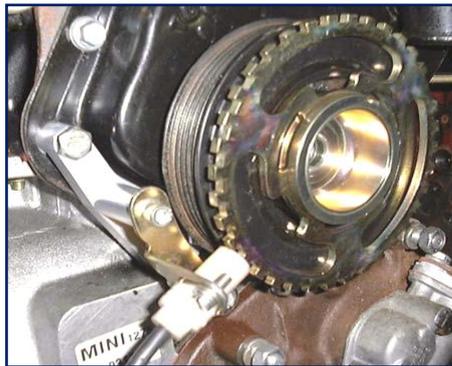
### 1.2.7. Sensor de posición del cigüeñal (CKP) (Crankshaft Position Sensor)

El CKP capta la rotación del motor enviando la señal a la ECU del número de revoluciones a las que se encuentra, para que haga los ajustes y sincronización tanto en el encendido como en la inyección del combustible, como indica la **figura 1.16**. Existen varios tipos de sensores, los más utilizados son: Inductivos y de efecto Hall.

**Sensor de efecto Hall:** Este sistema está compuesto por una cápsula semiconductor con un imán permanente en frente y varias pantallas metálicas obturadoras. Cuando la pantalla obtura el campo magnético del imán no puede llegar a la cápsula por lo que no se genera una señal eléctrica en ésta, pero en el momento que se descubre la pantalla obturadora el campo magnético se enfrenta a la cápsula generando una señal eléctrica que es enviada a la computadora.

**Sensor Inductivo:** Puede ir en la polea del motor, en el block del motor “cercano a la rueda volante, la misma que tiene instalada la rueda dentada (cinta del volante) para recibir el movimiento del motor de arranque. Los dientes de la cinta pasan muy cerca del sensor inductivo y por cada diente se genera un pulso de corriente alterna, es decir que si la periferia de la cinta dentada tuviera 300 dientes, por ejemplo, en cada vuelta completa del eje cigüeñal se inducirían o generarían 300 pulsos en el sensor. Estos pulsos generados se envía a la computadora, la misma que traduce estos pulsos como número de vueltas del motor.”<sup>2</sup>

Figura 1.16. Sensor de posición del cigüeñal CKP



Fuente: <http://www.mpatv.com>

La mayoría de ruedas dentadas tienen uno o dos dientes faltantes con el fin de reconocer la posición del cilindro número 1. Y en algunos casos, al no tener nada que identifique el PMS y fase del cilindro 1, es necesaria la ayuda del sensor del árbol de levas.

En la **figura 1.17** se muestra el patrón de la forma de onda del sensor de posición CKP.

<sup>2</sup> Coello, Efrén, Sistemas de Inyección electrónica de gasolina, p. 35

Figura 1.17. Patrón de la forma de onda del Sensor CKP

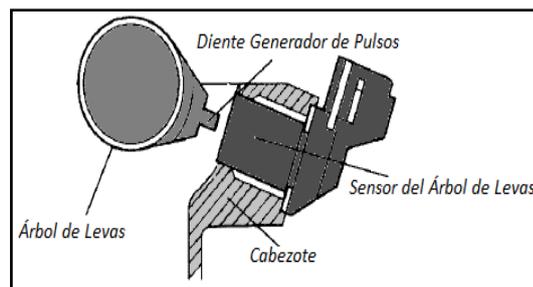


Fuente: Bosch, Sistemas de Inyección Electrónica, p. 29

### 1.2.8. Sensor del árbol de levas (CMP) (Camshaft Position Sensor)

Este sensor capta la rotación y ángulo del árbol de levas, ver **figura 1.18**. Es de tipo magnético por lo que genera corriente alterna al atravesar los dientes del árbol de levas mientras gira frente al sensor. Esta corriente generada es la señal que va a la computadora para que pueda hacer la sincronización de la inyección y el encendido.

Figura 1.18. Sensor de Posición del Árbol de Levas (CMP)



Fuente: Toyota Motor Sales, U.S.A, Position / Speed Sensors, p.1

### 1.2.9. Sensor de detonaciones KS (Knock Sensor)

Se encuentra localizado en el bloque del motor con la finalidad de captar las detonaciones o cascabeleo del motor, ver **figura 1.19**. “No es más que un dispositivo piezoeléctrico que al recibir ruido por contacto genera una señal eléctrica que de acuerdo a la magnitud del mismo será la de la señal. Esto significa que una pequeña detonación genera una señal baja, como también una detonación alta genera una señal alta. Su misión es indicarle al módulo de control electrónico que está ocurriendo el efecto, este a su vez corrige el avance electrónico ajustándolo a valores donde se pueda eliminar la detonación, evitándose así la pérdida de potencia y la generación de residuos por combustiones anormales.”<sup>3</sup>

<sup>3</sup> General Motors del Ecuador C.A, Centro Técnico de Entrenamiento c. a, p. 12

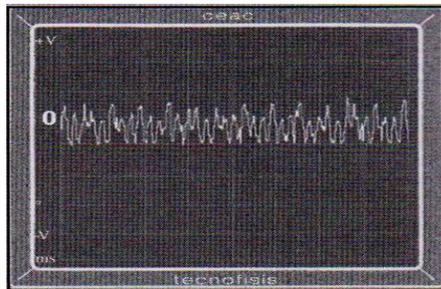
Figura 1.19. Sensor de Detonaciones KS



Fuente: [www.spanish.alibaba.com](http://www.spanish.alibaba.com)

En la **figura 1.20** se muestra el patrón de la forma de onda de un sensor de detonaciones.

Figura 1.20. Patrón de la forma de onda del Sensor KS



Fuente: Hermógenes Gil, Manual de Diagnóstico del Automóvil, p.319

### Actuadores

Son componentes electrónicos capaces de generar una fuerza a partir de líquidos, energía eléctrica o gaseosa. Para su funcionamiento reciben la señal de la Unidad de Control.

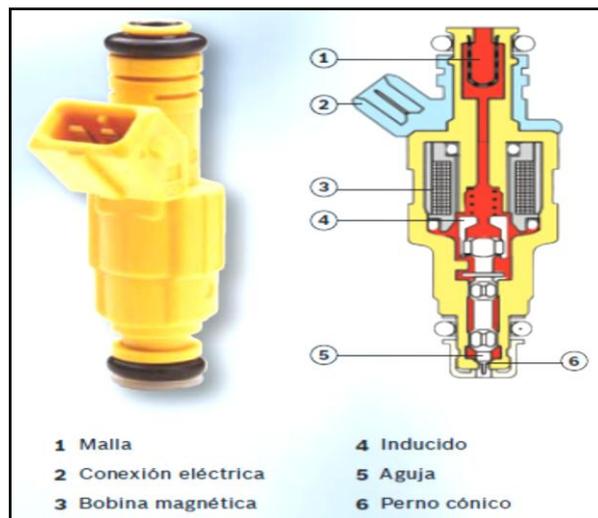
Entre estos tenemos:

- Inyector de combustible
- Válvula IAC
- Válvula EGR (recirculación de los gases de escape)
- Válvula EVAP (sistema de control de evaporación de las emisiones)
- Bobina de encendido
- Relevador de la bomba de combustible

### 1.2.10. Inyector de Combustible

El inyector de combustible es una válvula electromagnética, (**figura 1.21**) que permite la inyección del combustible en el múltiple de admisión en el momento y volumen adecuado. Es controlado eléctricamente por la computadora, la cual determina el tiempo de inyección de acuerdo a las diferentes condiciones de funcionamiento del motor.

Figura 1.21. Inyector de Combustible y sus Componentes

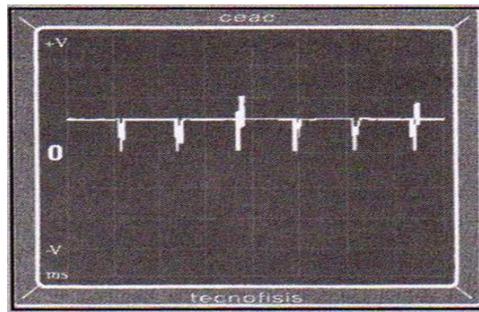


Fuente: Sistemas de Inyección Electrónica Bosch, p. 21

Para su funcionamiento, recibe una alimentación constante de 12 voltios en uno de sus contactos con el switch en la posición ON y en el otro contacto la ECU envía una señal de tierra en milisegundos para su apertura y funcionamiento, el tiempo de apertura incide en el suministro de más o menos combustible según el régimen de funcionamiento del motor.

En la **figura 1.22** se muestra el patrón de la forma de onda del un inyector, tomado de la señal del circuito a tierra que cierra la computadora, por medio de pulsos en milisegundos.

Figura 1.22. Patrón de la forma de onda del inyector

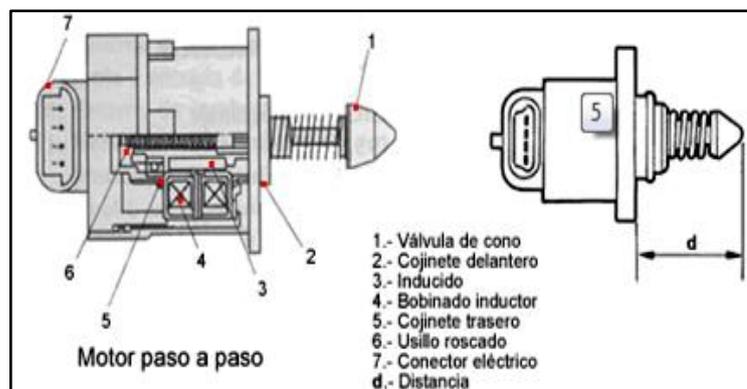


Fuente: Hermógenes Gil, Manual de Diagnóstico del Automóvil, p.312

### 1.2.11. Válvula IAC (Idle Air Control)

Conocida también como válvula de control en marcha mínima, ver en la **figura 1.23**. “Este elemento que no es más que una válvula de cierre variable, se encuentra ubicada en el cuerpo de aceleración y su función es controlar la entrada de aire al motor en marcha mínima. El hecho de controlar dicha entrada de aire permite al sistema ajustar la marcha mínima de acuerdo a las exigencias normales y de las cargas que se le impriman al motor. Cuando el motor está en marcha mínima, el se encuentra ajustando a un pase bajo de aire, de manera que si se adiciona una carga al motor algo así como aire acondicionado, el módulo de control “observa” una caída de rpm e inmediatamente actúa sobre el aumentando el paso de aire y por supuesto los pulsos de inyección. Este es un elemento comandado que a mayor rpm menor abertura de la válvula.”<sup>4</sup>

Figura 1.23. Válvula IAC con sus Componentes

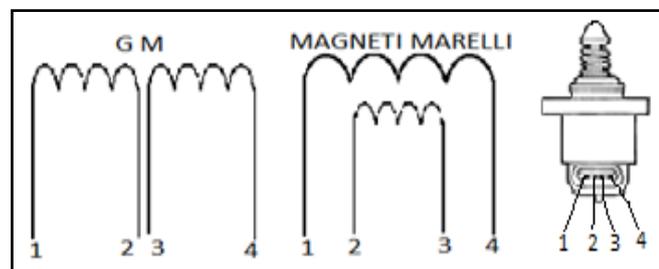


Fuente: <http://www.todomecanica.com/sistemas-inyecciasolina.html>

<sup>4</sup> General Motors Venezolana, C.A, Compañía Técnica de Entrenamiento, c.a, p. 13

Existen dos tipos de válvulas IAC: la de tipo GM y la de tipo Magneti Marelli cuya diferencia básicamente está en la disposición de las bobinas en su interior, como indica la **figura 1.24**. La de tipo GM tiene una bobina en los pines 1 y 2 y la otra bobina en los pines 3 y 4. En cambio la válvula Magneti M. tiene una bobina en los pines 1y 4 y la otra bobina en los pines 2 y 3. Los vehículos que disponen la válvula IAC de tipo GM son gran parte de vehículos de la marca Chevrolet. En cambio entre las marcas que usan la válvula IAC de tipo Magneti Marelli tenemos: Peugeot, Renault, Volkswagen.

Figura 1.24. Disposición de las bobinas en el interior de la IAC



Fuente: Creación del Autor

### 1.2.12. Bobina de encendido

Es la encargada de proporcionar la chispa de alta tensión a las bujías de encendido, para que se produzca la combustión de la mezcla aire-combustible en el interior de los cilindros, a través de los cables de alta tensión, ver **figura 1.25**.

Una bobina por lo general lleva en su interior un arrollamiento primario que es de baja tensión y un circuito secundario de alta tensión. Se alimenta con una tensión de 12 voltios en uno de sus terminales, mientras que el otro terminal cierra su circuito a masa comandado por la computadora. Cuando la corriente circula por el primario de la bobina se genera un campo magnético alrededor de este y si esta corriente es impedida por acción de la ECU interrumpiendo el circuito a masa, se induce un pico de alta tensión en el secundario de la bobina, llegando a obtener a la salida de la bobina voltajes que pueden ser entre 6.000V a 60.000V, dependiendo del tipo de bobina.

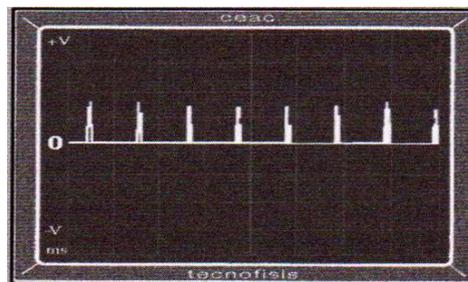
Figura 1.25. Visualización de una bobina de encendido electrónico



Fuente: [www.segundamano.com.ar](http://www.segundamano.com.ar)

En la **figura 1.26** se muestra el patrón de la forma de onda de la bobina de encendido, tomado de la señal (masa) que envía la computadora.

Figura 1.26. Patrón de la forma de onda de la bobina de encendido



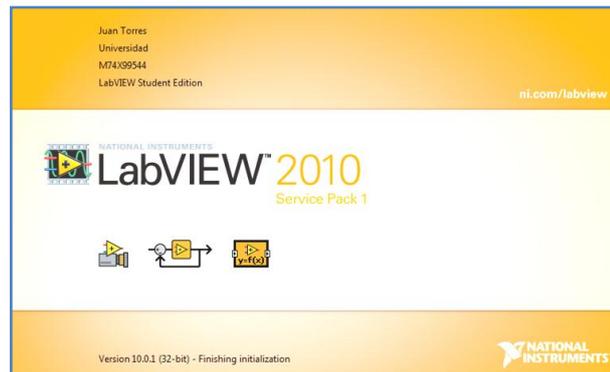
Fuente: Hermógenes Gil, Manual de Diagnóstico del Automóvil, p.317

### 1.3. Instrumentación Virtual

La instrumentación virtual aplica el entorno **LabView** (Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench) presentada en la **figura 1.27**. Es un lenguaje de programación gráfico que utiliza íconos en lugar de líneas de texto para crear las aplicaciones. A diferencia de los lenguajes de programación basados en texto, en LabView el flujo de los datos a través de líneas de conexión determina la ejecución del programa.

LabView permite diseñar interfaces de usuario mediante una consola interactiva denominada panel frontal basada en software, su diagrama de bloques se puede diseñar especificando su sistema funcional.

Figura 1.27. Presentación del Programa LabView 2010



Fuente: Creación del Autor

## Aplicaciones de LabView

LabView tiene su mayor aplicación en sistemas de medición, monitoreo de procesos, aplicaciones de control, procesos de control industrial, entre otras. Permite el procesamiento en tiempo real de aplicaciones biomédicas, manipulación de imágenes y audio, automatización, diseño de filtros digitales, generación de señales, etc.

### 1.3.1. Instrumento Virtual

Los programas de LabView son llamados Instrumentos Virtuales (VI's) que disponen de tres componentes principales: panel frontal, diagrama de bloques y el ícono/conector. Cuando se diseñan programas en el entorno LabView se está trabajando dentro de un VI. Este VI puede utilizarse en cualquier otra aplicación como una subfunción dentro de un programa general.

Una vez que se ha diseñado el panel frontal y el diagrama de bloques se construye el ícono/conector para que el Instrumento Virtual pueda ser utilizado dentro de otro VI.

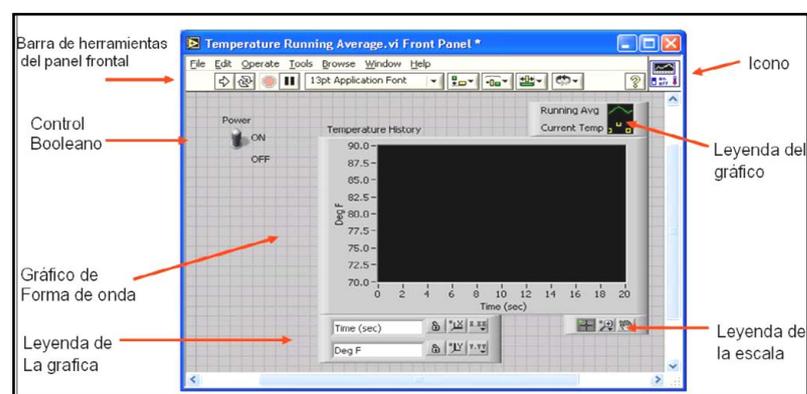
### 1.3.2. Panel Frontal

El panel frontal de un VI se conforma de una combinación de controles e indicadores, los cuales son los terminales interactivos de entrada y salida del VI, los indicadores son gráficas Led's y otros elementos de visualización que simulan dispositivos de salida y muestran los datos que el diagrama de bloques adquiere o genera como indica la **figura 1.28**. Los controles pueden ser perillas, botones

pulsadores, diales y otros dispositivos de entrada que simulan dispositivos de entrada y entregan datos al diagrama de bloques del VI.

La programación gráfica se basa en la realización de operaciones mediante la asignación de íconos que representen los datos numéricos e íconos que representan los procedimientos que deben realizar los VI's, con estos íconos y mediante una conexión simple de línea recta se enlazan para determinar una operación o una función.

Figura 1.28. Panel Frontal con su descripción



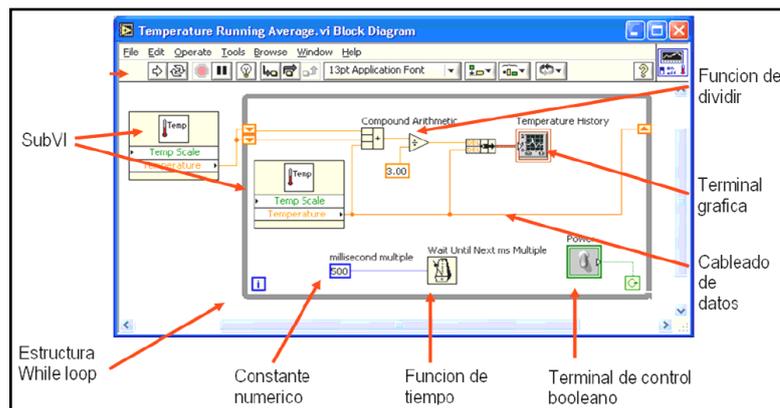
Fuente: Tutorial LabView, p. 3

### 1.3.3. Diagrama de Bloques

El diagrama de bloques lo forman los nodos, terminales de control, terminales indicadores y cables. Al diseñar el programa de forma gráfica, se hace visible una programación orientada al flujo de datos, donde se tiene una interpretación de los datos también de forma gráfica, como indica la **figura 1.29**, por ejemplo un dato booleano se caracteriza por ser una conexión verde, cada tipo de dato se identifica con un color diferente.

Cuando se realiza una conexión a un VI ésta conexión se identifica por un tipo de dato específico que debe coincidir con el tipo de dato de la entrada del VI permitiendo una concordancia en el flujo de datos, no siempre el tipo de dato de la entrada del VI es el mismo que el de la salida.

Figura 1.29. Diagrama de Bloques y su descripción



Fuente: Tutorial LabView, p. 3

#### 1.4. Adquisición de Datos

LabView permite conectarse a dispositivos como tarjetas de adquisición de datos llamadas **DAQ** (Data Acquisition System) o Módulo de Adquisición de Datos (**DAM**) ver **figura 1.30**, en las cuales tenemos entradas y salidas análogas o digitales, por ejemplo se puede conectar a sensores del vehículo para analizar sus formas de onda, pasando por una tarjeta de acondicionamiento de señal.

La tarjeta tiene las siguientes características:

- “8 Entradas analógicas (14 bits, 48 kS/s)
- 2 salidas analógicas (12bits a 150 S/s), 12 E/S digitales; contador de 32 bits.
- Energizado por bus para una mayor movilidad, conectividad de señal integrada.
- Compatible con LabView, LabWindows/CVI y Measurement Studio para Visual Studio.NET.
- El software de NI-DAQmx y software interactivo NI LabView SignalExpress LE para registro de datos.

Esta tarjeta brinda la funcionalidad de adquisición de datos básica para aplicaciones como registro de datos simple, medidas portátiles y experimentos académicos de laboratorio. Accesible para uso de estudiantes y lo suficiente poderoso para aplicaciones de medida más sofisticadas.”<sup>5</sup>

<sup>5</sup> National Instruments Corporation, DataLights Cía. Ltda.

Figura 1.30. Tarjeta DAQ 6009 de National Instruments

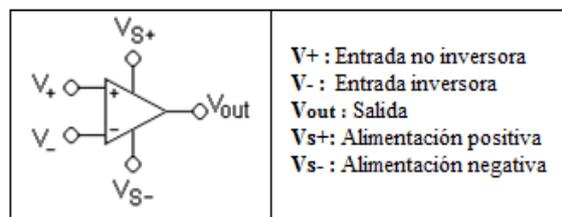


Fuente: Creación del Autor

### 1.5. Amplificador Operacional

Un Amplificador Operacional es un circuito electrónico formado por transistores y otros componentes integrados en un solo componente, el cual tiene dos entradas y una salida, ver su símbolo en la **figura 1.31**, la salida es el resultado de la diferencia de las dos entradas multiplicada por un factor  $G$  (Ganancia, que suele ser del orden de 100.000). El Amplificador Operacional ideal tiene una ganancia y una impedancia de entrada infinita, una impedancia de salida y un tiempo de respuesta nulo y ningún ruido.

Figura 1.31. Símbolo de un amplificador operacional



Fuente: Creación del Autor

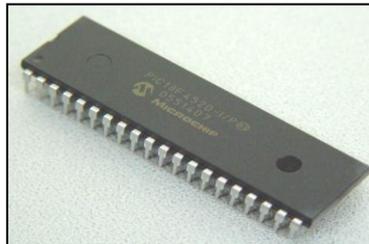
### 1.6. Buffer

En electrónica es un dispositivo que evita el efecto de carga en un circuito. En su forma más sencilla es un amplificador operacional funcionando como seguidor. Por consiguiente el voltaje y la corriente no disminuye en el circuito, ya que éste toma el voltaje de la fuente de alimentación del operacional y no de la señal que se está introduciendo, por lo que si una señal llegara con poca corriente, el circuito seguidor compensaría esa pérdida con la fuente de alimentación del amplificador operacional, ya sea éste unipolar o bipolar.

## 1.7. Microcontrolador

Un microcontrolador es un circuito integrado programable (**figura 1.32**) que tiene los componentes de un computador, su función es controlar el funcionamiento de una tarea determinada. En su interior contiene circuitos electrónicos, los cuales se dividen principalmente en tres unidades funcionales: unidad central de procesamiento, memoria y periféricos de entrada y salida. El microcontrolador cuenta con recursos como: conversores Analógico a Digital para poder recibir y enviar señales analógicas, temporizadores que se encargan de controlar tiempos, comparadores Analógicos que verifican el valor de una señal analógica, buses de interfaz, entre otros.

Figura 1.32. Microcontrolador



Fuente: <http://www.msebilbao.com>

### Conclusiones:

Al finalizar el Capítulo I, se ha llegado a la conclusión que el desarrollo del mismo ha servido para ampliar los conocimientos en estos temas, así como comprender mejor el funcionamiento de: el osciloscopio, componentes del sistema de inyección electrónica, el entorno del programa LabView, entre otros. Dichos conocimientos permitirán continuar con el desarrollo del proyecto.

## CAPÍTULO II

### 2. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE LA TARJETA DE INTERFAZ

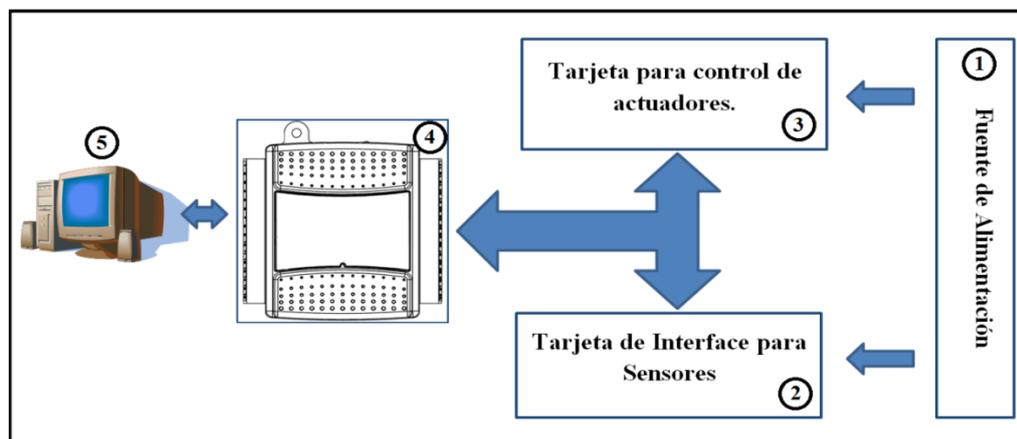
#### Introducción.

En este capítulo se describe detalladamente el hardware del equipo. Para facilitar la descripción se ha dividido el mismo en cuatro partes fundamentales: Computadora Personal (PC) y Módulo de Adquisición de Datos (DAM), Hardware de Interface con Sensores, Hardware para el Control de Actuadores y Fuente de Alimentación.

#### 2.1 Diagrama de Bloques del hardware del equipo

En la **figura 2.1** se muestra un Diagrama de Bloques general del hardware que utiliza el equipo.

Figura 2.1. Diagrama de Bloques general del equipo.



Fuente: Creación del Autor

Se describen a continuación a partir del diagrama cinco bloques y sus funciones:

**Fuente de Alimentación [1].** Este bloque suministra energía a todo el equipo excepto al circuito de prueba de la Bobina de Encendido que posee alimentación a partir de una Fuente de Tensión Conmutada debido a su alto consumo.

**Tarjeta de Interface para Sensores [2].** Cada uno de sus circuitos garantiza los niveles adecuados de los sensores (voltajes y corrientes) para que puedan ser interpretados por el **Módulo de Adquisición de Datos (DAM)**. En la Tarjeta de Interface para Sensores coexisten dos tipos de circuitos: los de acople para sensores de baja tensión y los de acople para sensores de alta tensión (generalmente de tipo inductivos).

**Tarjeta para control de actuadores [3].** Controla todos los actuadores que se pueden probar con el equipo.

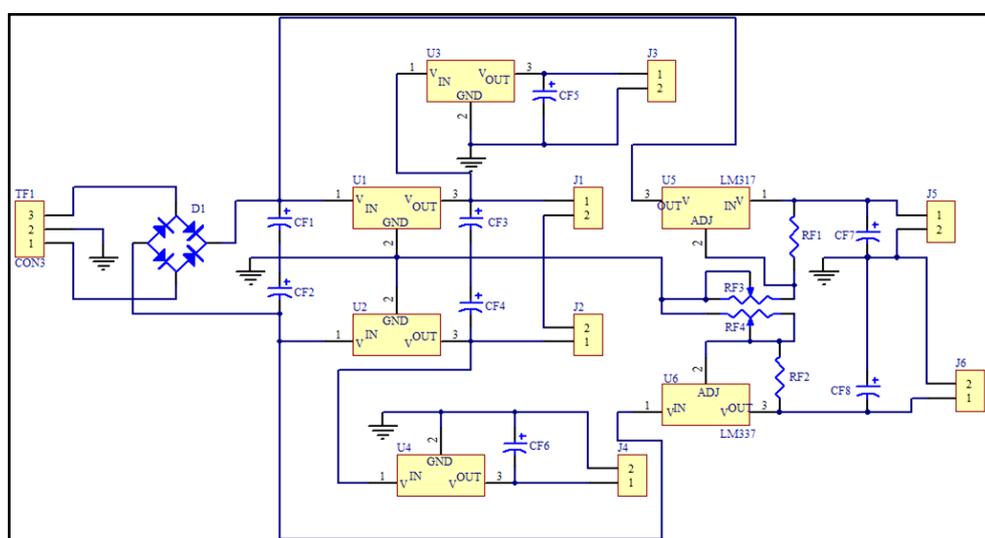
**Módulo de Adquisición de Datos [4].** Controla los procesos de adquisición de datos de todas las señales asociadas a los sensores y garantiza el paso de señales de control digital desde la PC hacia la Tarjeta de control de actuadores, para el control de los mismos.

**Computadora Personal (PC) [5].** Soporta el software de aplicación para controlar todo el equipo.

## 2.2. Fuente de Alimentación

En la **figura 2.2** se muestra el esquema del circuito electrónico que realiza la Fuente de Alimentación.

Figura 2.2. Circuito de la Fuente de Alimentación del equipo.



Fuente: Creación del Autor

La fuente se alimenta desde una toma de corriente alterna. Utiliza un transformador reductor de 115 a 24 volts de Corriente Alterna (A.C) con toma central, los extremos del transformador pasan a un rectificador de onda completa conformado por el puente marcado como D1. A la salida del rectificador se obtienen dos ondas referidas a la toma central del transformador con valores de **+15 y – 15 Volts de Corriente Directa (D.C) promedio**. Los condensadores marcados como CF1 y CF2 se emplean para reducir el rizado del voltaje rectificado (+/- 15 volts). El voltaje rectificado y filtrado pasa a una primera etapa reguladora conformada por los circuitos integrados (C.I) **U1 y U2** que entregan **+12 V y – 12 V estabilizados** respectivamente.

Una segunda etapa de estabilizadores permite obtener niveles de tensión de D.C con valores de **+/-9 volts**. Tales valores de tensión se obtienen a las salidas de los CI marcados como **U3 y U4 respectivamente**.

Una tercera etapa final de estabilizadores permite obtener niveles de tensión de D.C **que se han ajustado mediante los potenciómetros RF3 y RF4** a valores de +/- 6 volts.

La **tabla 2.1** resume los valores de tensión y corrientes máximas que entrega la Tarjeta de la Fuente de Alimentación del equipo.

Tabla 2.1. Resumen de servicios de la fuente de alimentación.

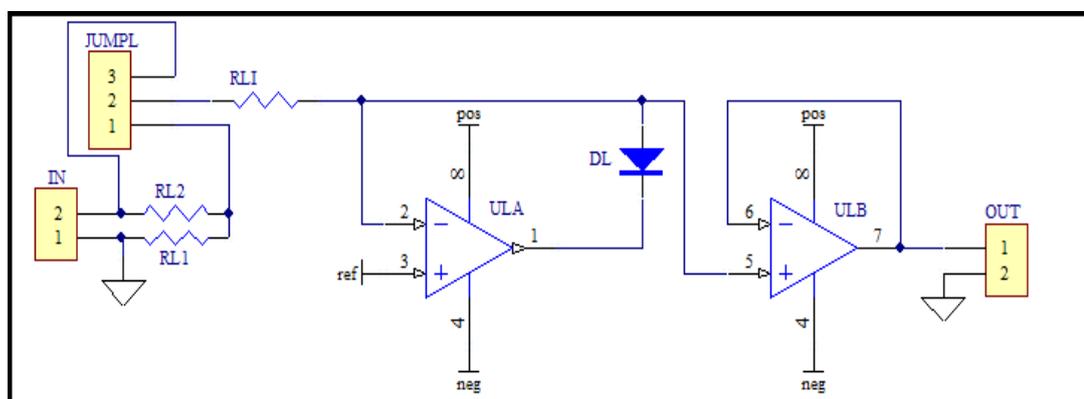
Valor de Tensión (Volts)	Corriente Máxima de Salida (A)	Circuitos Integrados Asociados	Conector Asociado en la tarjeta
12	500mA	78L12	J1
-12	500mA	79L12	J2
9	500mA	78L09	J3
-9	500mA	79L09	J4
6	500mA	LM317	J5
-6	500mA	LM337	J6

Fuente: Creación del Autor

### 2.3. Tarjeta de Interface para Sensores. Circuito de acondicionamiento para sensores de bajo voltaje.

En la **figura 2.3** se muestra el esquema del circuito electrónico que permite acondicionar – en términos generales – la señal de cualquier sensor de baja tensión previo a su ingreso al D.A.M. Dentro de las señales acondicionadas con circuitos como el de la **figura 2.3** pueden citarse: TPS, MAP, O2, IAC, CKP HALL, Bobina de Encendido e Inyector. Este circuito se replica físicamente 5 veces en la Tarjeta de Interface para Sensores.

Figura 2.3. Circuito de acondicionamiento de señales de bajo voltaje



Fuente: Creación del Autor

Las señales ingresan **en forma atenuada o directa** a un circuito **limitador de voltaje positivo** formado por la resistencia **RLI**, el Amplificador Operacional (OPAMP) **ULA** y el diodo **DL**. Para atenuar la señal que ingresa por el conector “IN” el selector marcado como “**JUMPL**” debe encontrarse en la posición **1 – 2**. En este caso se utiliza un divisor de tensión formado por los resistores **RL1** y **RL2**. Por otra parte si el selector “**JUMPL**” se coloca en la posición **2 – 3** la señal ingresa de manera directa hacia la resistencia **RLI** (entrada del limitador). La salida del limitador se conecta a un “**buffer**” formado por el OPAMP **ULB**.

#### 2.3.1. Circuito limitador de voltaje positivo.

Esta etapa garantiza que siempre pasen señales cuya amplitud sea menor al valor del voltaje de referencia (“**ref**”) **conectado al pin no inversor de ULA**. Para otras amplitudes de señal la salida del limitador siempre irá al valor de tensión “**ref**”. **El**

**voltaje de referencia “ref” es igual a + 6,5 volts de C.D y se obtiene a la salida del regulador LM317 de la Fuente de Alimentación.**

Si la señal de entrada en el pin inversor de ULA no sobrepasa el voltaje de referencia, la salida del operacional será positiva, el diodo DL **no conducirá**, permitiendo el paso libre de la señal. En caso de que la señal de entrada sobrepase el voltaje de referencia, la señal diferencial en el operacional resulta negativa y por lo tanto también lo será su señal de salida, lo que producirá que el diodo se comporte como un circuito cerrado y por ende el circuito se configure como un “buffer” en cuyo caso la señal obtenida a la salida será la que esté en la entrada positiva del amplificador, es decir el voltaje de referencia; bajo estas condiciones el circuito se comporta como un limitador de tensión, dejando pasar las señales que estén bajo el nivel de voltaje de referencia que se aplique y manteniendo un nivel constante en la salida cuando la señal lo sobrepase.

### **2.3.2. Circuito “buffer”**

El OPAMP ULB está configurado como un “buffer” no inversor. En general un “buffer” permite replicar la señal entre dos puntos (entrada y salida) garantizando que en la salida (del “buffer”) exista impedancia mínima en contraste con la altísima impedancia en su entrada. En el caso concreto que se discute **ULB** permite el acople de impedancias con la entrada de adquisición de datos del **DAM**.

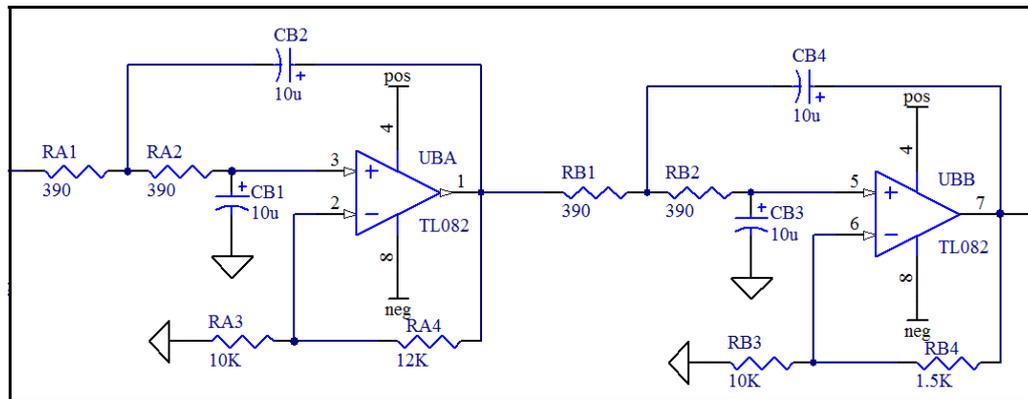
### **2.3.3. Circuitos de filtrado.**

Para el caso particular de los canales que procesan las señales **ECT** e **IAT** se ha implementado un filtro activo de orden 4. La implementación del filtro se justifica para rechazar el ruido debido a la naturaleza altamente ruidosa de estas señales.

El filtro activo es de tipo Pasa Bajos diseñado según la función **aproximante de Butterworth**. Entiéndase por **aproximante** una función matemática que modela la respuesta de frecuencias del filtro antes de su realización física con un circuito. Se escogió el aproximante de Butterworth porque su desempeño se ajusta a las necesidades de esta aplicación.

Para realizar físicamente el filtro se escogieron dos circuitos de tipo “Sallen Key” (figura 2.4). En conjunto estas dos etapas conforman un filtro de orden 4 frecuencia de corte igual a 40hz que es la frecuencia más baja de ruido que produce el alternador.

Figura 2.4. Filtro Butterworth de orden 4.

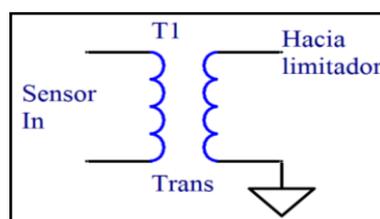


Fuente: Creación del Autor

#### 2.4. Tarjeta de Interface para Sensores. Circuito de acondicionamiento para Sensores Inductivos.

El circuito que se discute en esta sección se utiliza especialmente para los sensores CKP y KS. A partir de tales sensores se obtienen señales de corriente alterna que pueden alcanzar tensiones de 120 volts o en algunos casos superiores. En líneas generales estos circuitos son similares a los empleados a los descritos en la sección anterior con la diferencia de que **se añade una etapa de atenuación de acople electromagnético** implementada mediante un transformador reductor de relación de transformación **120:12** sin toma central (figura 2.5). El transformador cumple dos funciones esenciales: reducir los niveles de señal cuando esta se eleve a tensiones cercanas a los 120 voltios y aislar electromagnéticamente el resto del circuito, brindando en cierta medida protección.

Figura 2.5. Transformador



Fuente: Creación del Autor

### 2.4.1. Circuito para Control Automático de Ganancia (C.G.A)

El circuito CGA permite amplificar cuando las señales a la salida del secundario del transformador sean muy pequeñas como por ejemplo en condición de “ralentí”. Normalmente la reducción excesiva se produce para niveles de salida de los sensores CKP y KS entre 5 volts y +15 volts r.m.s. En este caso el software de control “decide” amplificar empleando este circuito.

El circuito **CGA** está conformado por los interruptores analógicos USA, USB, USC y USD que en conjunto hacen efectivas una de dos condiciones que se escogen mediante las borneras SELEC1 y SELEC2: amplificar o no amplificar.

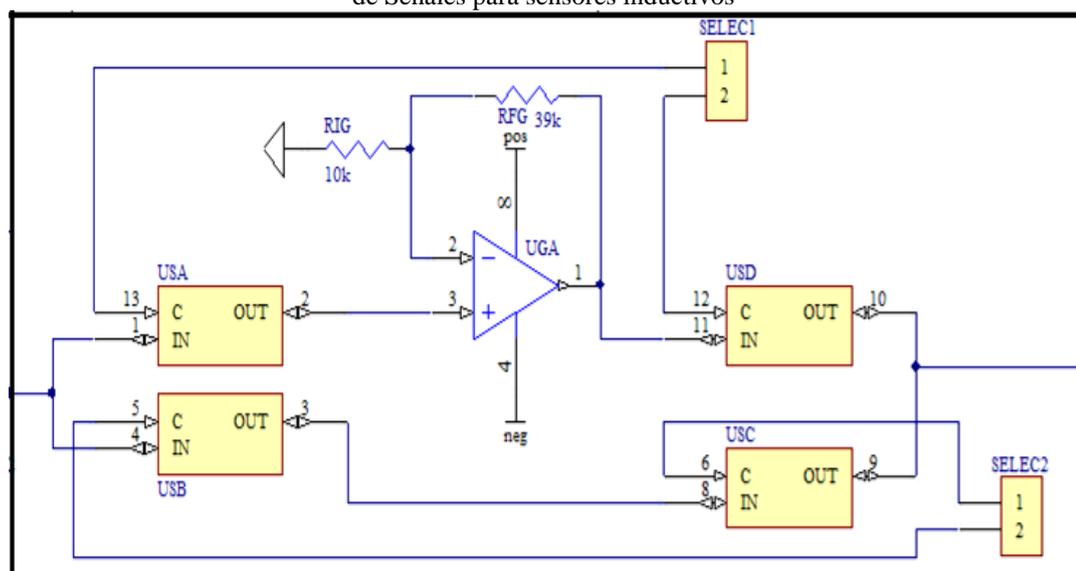
#### Condición de no amplificación

En esta condición la señal (“IN”) pasa directamente a la entrada del DAM sin ser amplificada. En este caso el sistema CGA está en "off".

#### Condición de amplificación

En esta condición la señal (“IN”) pasa a través de el interruptor UA y se conecta al pin no inversor del OPAMP marcado como UGA para que sea amplificada por un factor  $(1 + 39K/10K) = 4,9$ . (**figura 2.6**). El factor de amplificación queda fijado por los resistores **RFG** y **RIG**. En este caso el sistema CGA está en “on”.

Figura 2.6. Etapa complementaria (C.G.A) al Circuito de Acondicionamiento de Señales para sensores inductivos



Fuente: Creación del Autor

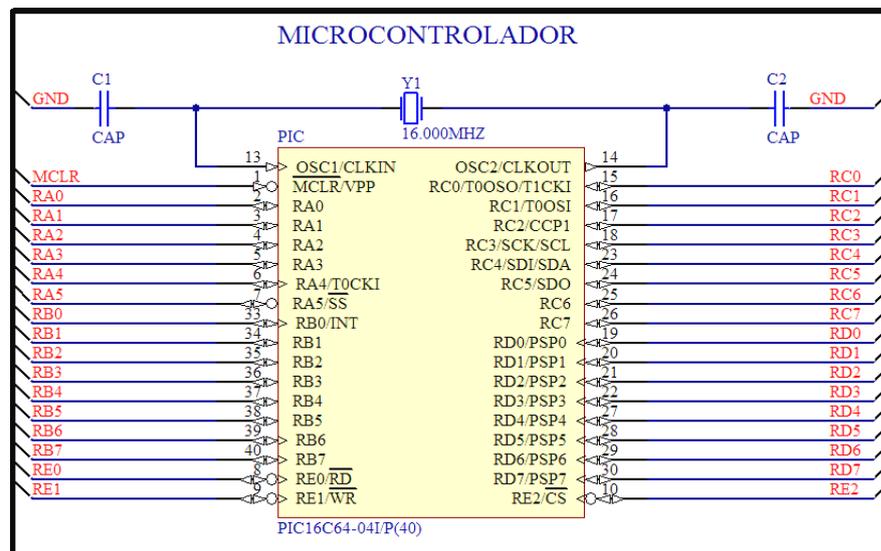
## 2.5. Tarjeta para control de actuadores

El circuito puede dividirse en dos bloques: bloque para prueba de inyectores y Bobina de Encendido y bloque de pruebas para IAC.

### 2.5.1. Bloque para prueba de inyector y Bobina de Encendido.

El bloque para prueba de inyectores y Bobina de Encendido está basado en un micro controlador PIC18F4550 (**figura 2.7**) marcado como PIC que se comunica con el DAM utilizando las líneas de sus puertos A y B a través de los conectores PA y PB respectivamente. El micro controlador se emplea para generar las señales de conmutación de actuadores tales como Inyectores y Bobina de Encendido.

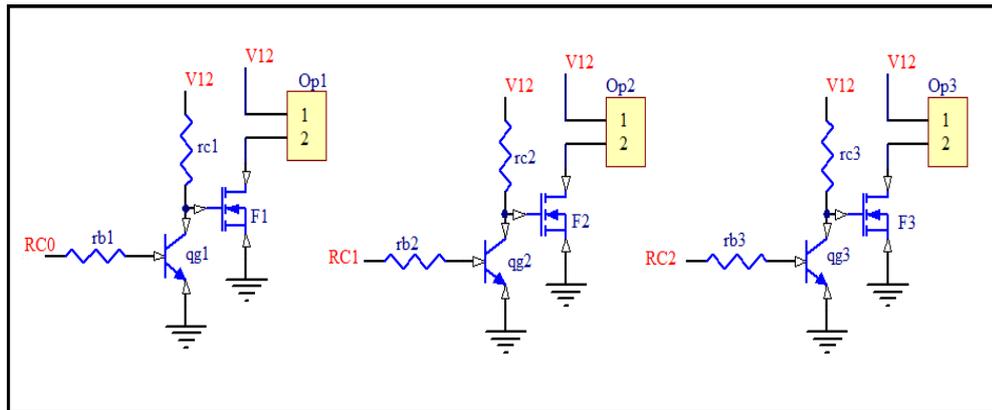
Figura 2.7. Microcontrolador



Fuente: Creación del Autor

Las **señales de conmutación** se generan a través de los pines **RC0**, **RC1** y **RC2** como indica la **figura 2.8**. se conectan físicamente a circuitos de interface similares formados por un “driver” basado en un transistor bipolar y un transistor de potencia de tecnología FET. (**figura 2.8**). Por ejemplo **RC0** maneja la base del transistor bipolar 2n3904 y la salida (colector) de este transistor maneja la compuerta del transistor FET IRF540N.

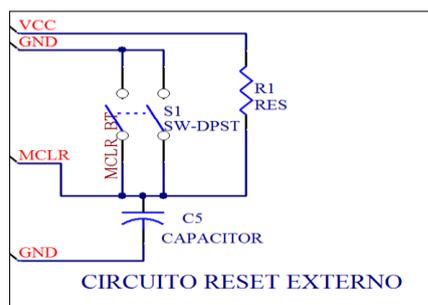
Figura 2.8. Circuito Transistores FET



Fuente: Creación del Autor

El pulsante **S1**, el condensador **C5** y el resistor **R1** conforman el **Circuito de Reset** del micro controlador. Al pulsar S1 (RESET) se generará un pulso en el pin MCLR (MasterCLeaR) y el programa del micro controlador comienza a ejecutarse desde la primera instrucción (**figura 2.9**). Los condensadores **C1**, **C2** y el cristal **Y1** conforman el Circuito Oscilador Externo del micro controlador (**figura 2.7**). La función del Circuito Oscilador es generar una señal que sirva de referencia para obtener a partir de ella el Ciclo de Máquina (CM). El **CM** es el mínimo tiempo que dura cualquier acción que realice el micro controlador durante la ejecución de un programa.

Figura 2.9. Circuito Reset Externo



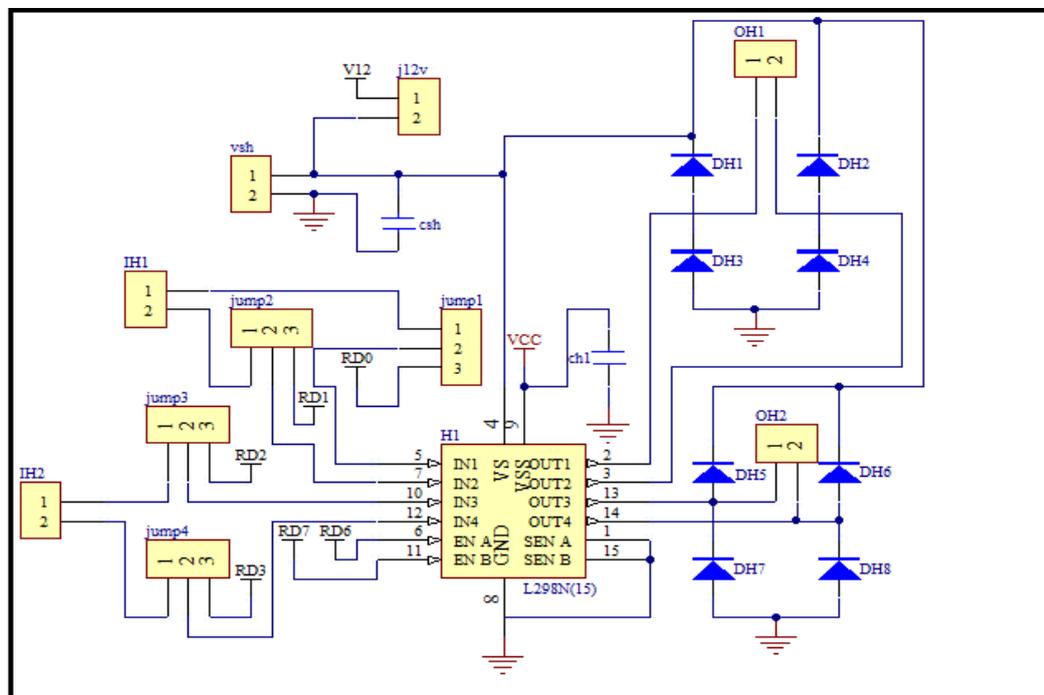
Fuente: Creación del Autor

### 2.5.2. Bloque para prueba de la IAC.

El bloque para realizar pruebas sobre una válvula IAC está constituido por un circuito driver L298N como indica la **figura 2.10**. El L298N (marcado como **H1**) integra los dos puentes “H” necesarios para controlar cada una de las bobinas que conforman el motor de la válvula IAC. El motor de una válvula IAC es un Motor de

Pasos Bipolar que se controla alternando el sentido en la corriente que circula por sus fases (bobinas). Las **señales de control para el L298N** pueden llegar ya sea **desde el DAM** a través de los conectores **IH1, IH2, IH3 e IH4** o **desde el micro controlador** a través de su **puerto D** (pines **RD0, RD1, RD2, RD3, RD6 y RD7**). La selección de una u otra fuente de señales para controlar el L298N se puede implementar cambiando la posición de los “jumpers” marcados como **jump1**, **jump2**, **jump3**, y **jump4**. La posibilidad de seleccionar se incluyó con fines investigativos. **En la práctica el circuito quedó configurado para el control directo a través del DAM.**

Figura 2.10. Circuito Puente H



Fuente: Creación del Autor

### Conclusiones:

Los circuitos de interface cuyo funcionamiento se detalla en este capítulo fueron diseñados en función de las especificaciones concretas de los sensores y actuadores que se pretenden diagnosticar. Los diseños se pensaron en el sentido más universal posible de modo que estas tarjetas permitan trabajar la mayor cantidad de marcas posibles en sensores y actuadores.

## CAPÍTULO III

### 3. DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL SOFTWARE DE MONITOREO

#### Introducción

El software de monitoreo está desarrollado en lenguaje de programación gráfica en el entorno LabVIEW™ 2010 Student Edition, Service Pack 1. de NATIONAL INSTRUMENTS. Básicamente al software lo conforman el Panel frontal y el diagrama de bloques razón por la cual se ha decidido hacer la descripción por separado de cada conjunto.

#### 3.1. Panel Frontal

El panel frontal está dividido en tres secciones: área de título (**figura 3.1-1**), área de trabajo y visualización (**figura 3.1-2**) y área de control (**figura 3.1-3**).

El área de control (**figura 3.2**) se forma por un menú principal con tres opciones, cada opción a su vez despliega un menú secundario, accediendo así a todas las opciones que dispone el programa. Por último se encuentra un botón STOP que impide la continuación del programa.

Figura 3.1. Panel Frontal y sus secciones



Fuente: Creación del Autor

Figura 3.2. Área de Control (Menú Principal y Secundario)



Fuente: Creación del Autor

Las opciones del menú principal son: Voltímetro, Pruebas y Osciloscopio.

### 3.2. Voltímetro

El área de trabajo y visualización muestra el valor de voltaje (**figura 3.3**). No existen opciones en el menú secundario.

Figura 3.3. Voltímetro (área de trabajo)



Fuente: Creación del Autor

### 3.3. Pruebas

La opción pruebas del control principal, despliega tres opciones en el menú secundario: Válvula IAC, Inyector y Bobina de encendido.

#### 3.3.1. Válvula IAC

En el área de trabajo (**figura 3.4**) aparece un botón ON/OFF, un interruptor de dos posiciones para escoger el sentido de avance de la válvula y un arreglo de leds que muestra la secuencia de alimentación a las bobinas de la IAC.

Figura 3.4. Control válvula IAC (área de trabajo)



Fuente: Creación del Autor

### 3.3.2. Inyector

En el área de trabajo (**figura 3.5**) aparece un botón ON/OFF y un control de pulsos de inyección que emite el voltaje marcado, para ser convertido en velocidad.

Figura 3.5. Control inyector (área de trabajo)



Fuente: Creación del Autor

### 3.3.3. Bobina de encendido

Aparece un botón en el área de trabajo (**figura 3.6**) de ON/OFF y un control de interrupciones de encendido que emite el voltaje marcado, para ser convertido en velocidad.

Figura 3.6. Control bobina de encendido (área de trabajo)



Fuente: Creación del Autor

## Osciloscopio

Despliega dos opciones en el menú secundario (**figura 3.7**) y sus respectivos submenús que permiten acceder a todos los sensores que dispone el programa. El área de trabajo muestra un osciloscopio.

Menú secundario de osciloscopio.





Figura 3.7. Área de Trabajo función Osciloscopio

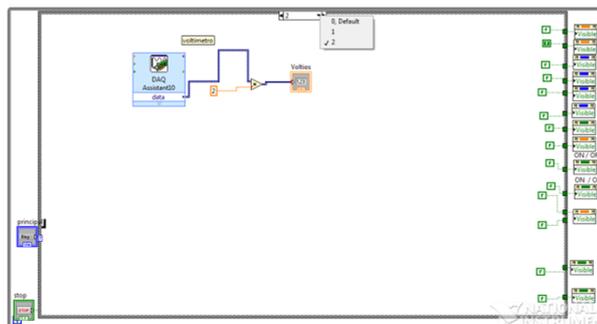


Fuente: Creación del Autor

### 3.5. Diagrama de Bloques

El menú principal es controlado por una Estructura tipo **CASE** dentro de un bucle **WHILE**, ver **figura 3.8** con las opciones Voltímetro, Pruebas y Osciloscopio.

Figura 3.8. Control del área de Trabajo

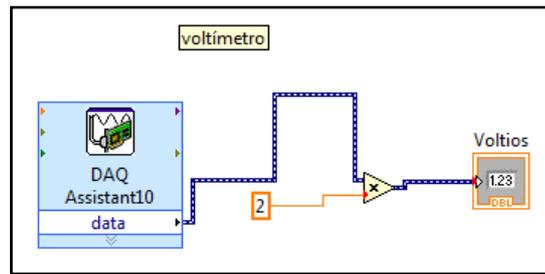


Fuente: Creación del Autor

### 3.6. Voltímetro

Se adquieren datos por medio de un asistente DAM (**figura 3.9**) de manera referida a través de la línea de entrada ai7, con un modo de adquisición de una muestra por vez y se los visualiza en un indicador numérico.

Figura 3.9. Control de la función voltímetro

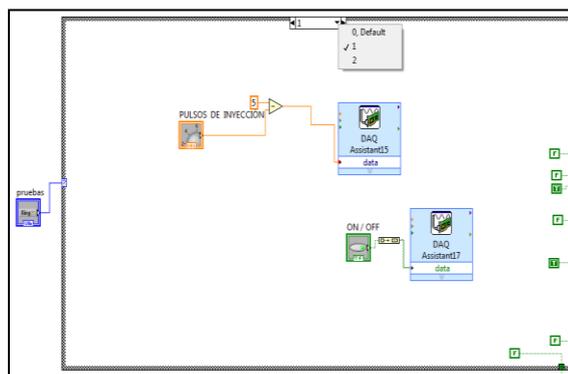


Fuente: Creación del Autor

### 3.7. Pruebas

Controlado por una estructura tipo **CASE** con tres opciones: Inyector, Bobina de encendido y válvula IAC. (figura 3.10). Para lo cual se programó el pic 18F4550.

Figura 3.10. Control de la función pruebas



Fuente: Creación del Autor

La función del **PIC 18F4550** en el bloque de actuadores, para las pruebas es:

Por un canal del conversor AD, tomar el dato de voltaje generado por el DAM cuando funciona como actuador la Bobina de Encendido o el Inyector, y crear una onda de frecuencia modulada y ancho de pulso constante.

Se incrementa una variable desde cero hasta el valor obtenido por el conversor AD, con paso de 1 bit cada 20 ms, mientras los valores de salida están en nivel alto, se limpia la variable y se repite el proceso para los niveles bajos.

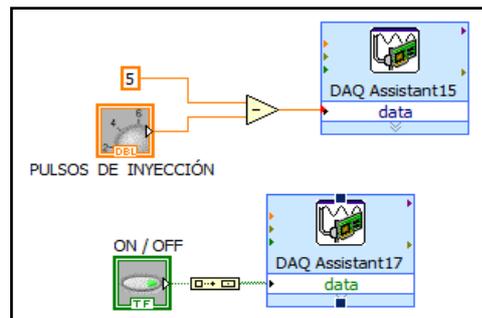
#### 3.7.1. Inyector y Bobina de encendido

Un control de rango 2.6 a 4.8, es restado de 5 y generado en forma de voltaje a través de Ao0 por un asistente DAM (figura 3.11). El voltaje generado es convertido en

frecuencia de pulsos del inyector por un **PIC18f4550**. El rango de funcionamiento del inyector, para una frecuencia correcta está entre 2,6 a 4,8/seg.

Se genera además, una señal digital por la línea 7 del puerto 0, controlado por un botón ON/OFF que activa o detiene al inyector.

Figura 3.11. Control de la función prueba del inyector

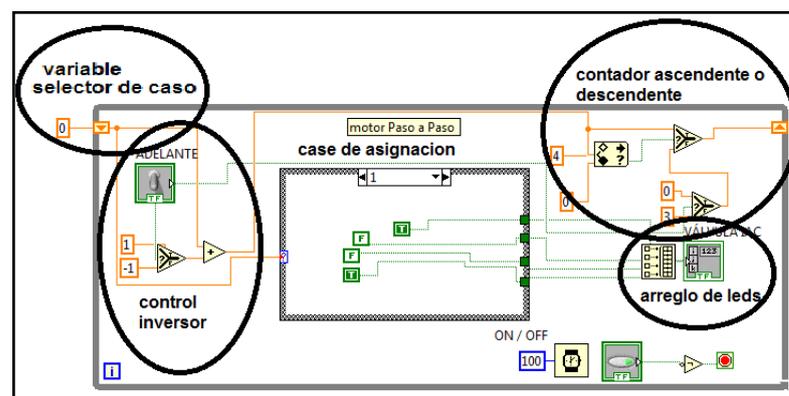


Fuente: Creación del Autor

### 3.7.2. Válvula IAC

Un control ON/OFF ejecuta una estructura **WHILE** con una estructura **CASE** interna de cuatro casos. Cada caso asigna un estado para cada uno de los cuatro leds indicadores, valores que son generados por el DAM (**figura 3.12**). El contador escoge el caso de manera secuencial, siendo ascendente o descendente según la posición del control inversor y funcionando cíclicamente entre los valores de 0 y 3. Una demora de 100ms da el tiempo de permanencia de los leds en un estado.

Figura 3.12. Control de la función prueba IAC

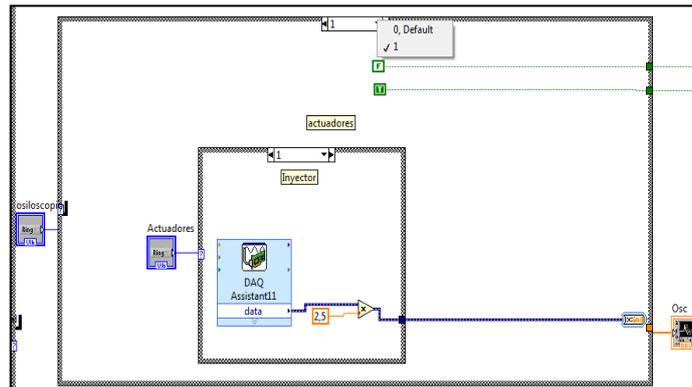


Fuente: Creación del Autor

### 3.8. Osciloscopio

Consiste en una estructura **CASE** principal de dos opciones. Cada opción alberga en su interior dos estructuras **CASE** secundarias que en total suman 13 señales a censar, (**figura 3.13**) para optimizar los canales del DAM dichas señales son multiplexadas por hardware manualmente en el tablero control.

Figura 3.13. Control de la función osciloscopio



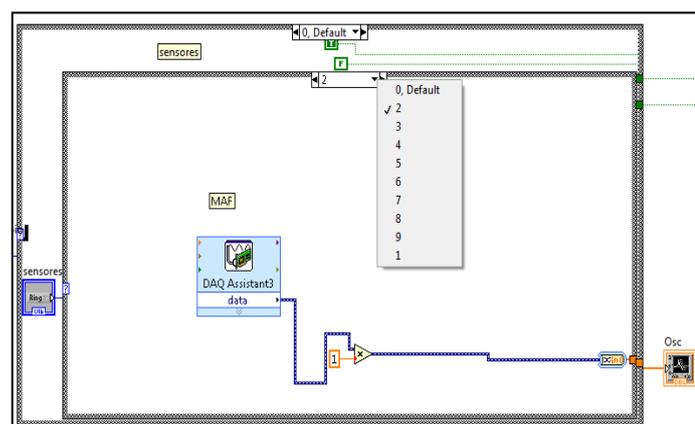
Fuente: Creación del Autor

#### 3.8.1. Sensores

Formada por una estructura **CASE** secundaria con 10 opciones, (**figura 3.14**)

- **Sensores:** TPS, MAF, ECT, IAT, VSS y CKP HALL

Figura 3.14. Control de la función osciloscopio, Sensores



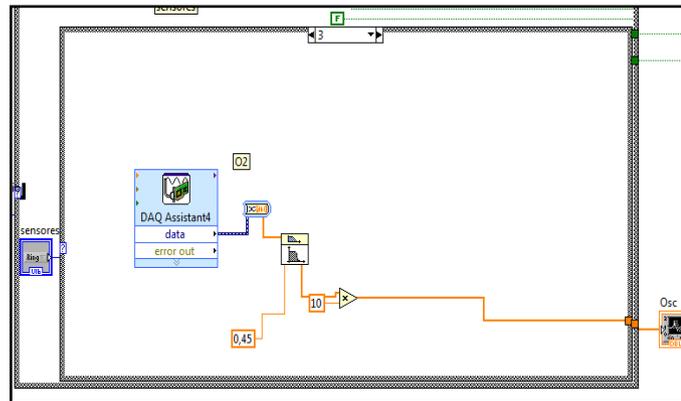
Fuente: Creación del Autor

La señal que obtienen estos sensores es adquirida por el DAM. La señal adquirida es visualizada después de ser convertida a arreglo. (CPK HALL es amplificado en 2.5)

### Sensores: MAP, O2

Señales análogas a las anteriores, pero pasan por un filtro Butterworth, antes de ser visualizadas. Ver la **figura 3.15**. (El sensor O2 es amplificado en 10, para una mejor visualización en pantalla).

Figura 3.15. Control de la función osciloscopio, sensor O2

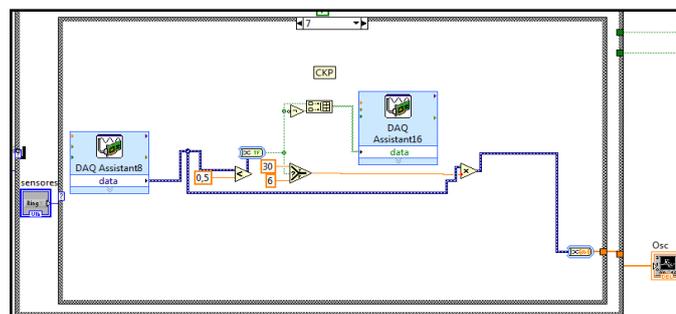


Fuente: Creación del Autor

### Sensores: CKP y KS

A demás de obtener la señal, se controla el canal en hardware por el que pasará la señal, cada canal tiene diferente nivel de ganancia, que son compensados por software. Si la señal es menor a 0.5V, por un asistente DAM se escoge el canal cuya ganancia en hardware es igual a 5, y se amplifica por software en 6, teniendo como resultado una señal amplificada en 30 como indica la **figura 3.16**. Cuando la señal es mayor a 0.5V. el canal por el que pasa tiene ganancia 1, por tanto es amplificada en 30 por software, para así siempre tener una señal con amplificación igual a 30 que es igual a la atenuación sufrida en el hardware.

Figura 3.16. Control de la función osciloscopio, sensor CKP

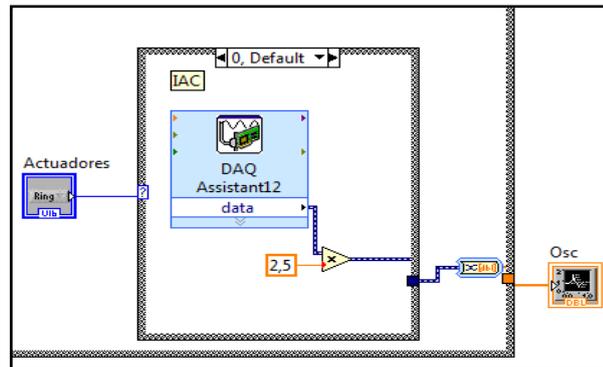


Fuente: Creación del Autor

### 3.8.2. Actuadores

Estructura case con las opciones IAC, Inyector y Bobina de encendido (**figura 3.17**). Adquieren señal por tres diferentes puertos del DAM, son amplificadas en 2.5, valor que compensa la atenuación por hardware, y pasan a ser visualizadas.

Figura 3.17. Control de la función osciloscopio, Actuadores



Fuente: Creación del Autor

### Conclusiones:

En el desarrollo del software de monitoreo el panel frontal y el diagrama de bloques está diseñado para operar el osciloscopio de manera fácil, disponiendo en los menús una gran variedad de sensores y actuadores que se pueden medir. Además se puede controlar la sección de pruebas desde el programa.

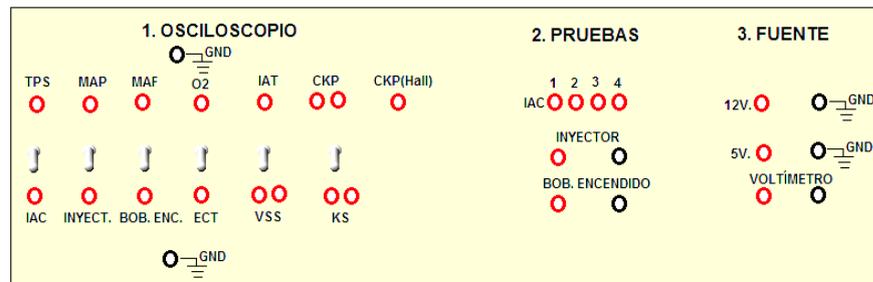
## CAPÍTULO IV

### 4. PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO EN EL VEHÍCULO

#### Introducción

Para un mejor manejo del banco se ha diseñado un tablero de control como indica la **figura 4.1**, el cual está dividido en tres secciones: osciloscopio, pruebas y fuente de alimentación que incluye un voltímetro.

Figura 4.1. Tablero de control del banco

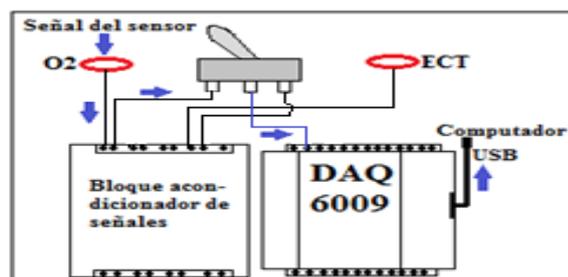


Fuente: Creación del Autor

#### 4.1. Osciloscopio

La sección de osciloscopio dispone de varias opciones para visualizar las señales en sensores y actuadores. Para lo cual se selecciona el sensor a través de un interruptor (ojo de cangrejo) el que se coloca indicando al sensor a medir, como indica la **figura 4.2**. y con la sonda de transmisión de señal se conectan los terminales en el tablero seleccionando el sensor y el otro extremo de la sonda se conecta la pinza a masa del vehículo y la punta de la sonda a la línea de señal del sensor a medir.

Figura 4.2. Flujo de la señal para ser visualizada en pantalla



Fuente: Creación del Autor

Se corre el programa, en el menú principal se selecciona Osciloscopio y en el menú secundario se selecciona el sensor que se va a medir, se empezará a visualizar su forma de onda en la pantalla, para detener el programa se presiona Stop en el menú secundario.

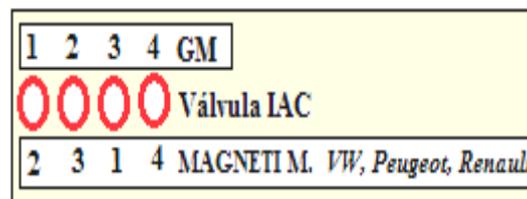
## Pruebas

### 4.1.1. Prueba Válvula IAC

Se conectan los terminales del cable en el tablero y dependiendo del tipo de IAC que se trate GM o Magneti Marelli se hace la conexión según la numeración descrita en los cables y en el tablero como indica en la **figura 4.3**. Para la conexión de la IAC tipo GM se hace de forma directa, las bananas: 1, 2, 3 y 4. con sus porta bananas respectivos. Para la IAC tipo Magneti M. se conecta: la banana 2 en el primer porta bananas, la banana 3 en el segundo, la banana 1 en el tercer y la banana 4 en el cuarto porta bananas.

Luego el otro extremo del cable se conecta a la válvula, pudiendo estar instalada o desmontada del vehículo. Se corre el programa, en el menú principal se selecciona pruebas y en el menú secundario válvula IAC. Con el pulsante ON/OFF se activa el funcionamiento de la válvula y con un interruptor ojo de cangrejo se selecciona el sentido de avance de la válvula ya sea adelante o atrás. Para detener el funcionamiento de la válvula se presiona nuevamente el pulsante ON/OFF.

Figura 4.3. Detalle para la conexión de los cables, prueba IAC



Fuente: Creación del Autor

### 4.1.2. Prueba del Inyector

Se conecta el cable de pruebas del inyector en el tablero, el porta bananas rojo, alimenta de 12V. al inyector, y el porta bananas negro da los pulsos de inyección, el otro extremo del cable al inyector. Se corre el programa y se selecciona en el menú secundario la prueba del inyector, con el botón ON/OFF se activan los pulsos de

inyección y con un control Dial (tipo potenciómetro) se varía la velocidad de los pulsos. Para detener esta prueba se presiona el botón ON/OFF, después el Stop del menú secundario.

#### **4.1.3. Prueba de la Bobina de encendido**

Esta prueba está disponible para bobinas de encendido sencillas de baja o alta tensión y para bobinas que lleven circuitos integrados en su interior. Para hacer la prueba de la bobina sin circuito integrado incorporado se conectan los cables en el tablero en la sección pruebas (bobina de encendido), el cable rojo al terminal de alimentación (12V), el cable negro al terminal del tablero que dice (primario de la bobina). En la bobina se conecta el terminal rojo del cable al positivo y el negro al negativo de la misma. Para la prueba de la bobina con circuito integrado incorporado se debe identificar los terminales de la bobina, entonces la alimentamos con 12V. y el negativo se conecta a GND (tierra), y el tercer terminal se conecta a 5V. de referencia del tablero. Permitiendo esta prueba un interruptor principal que se encuentra en el tablero dentro de esta sección.

Se corre el programa y se selecciona en el menú secundario la prueba de la bobina, con el botón ON/OFF se activan las interrupciones de encendido y un control Dial varía esta velocidad. La salida de alta tensión de la bobina se debe acercar a masa para que se produzca la descarga del chispazo. Para detener esta prueba se presiona nuevamente el botón ON/OFF, después el botón Stop del menú secundario.

#### **Fuente de Alimentación**

Son tomas de tensión 12V. y 5V. que se tienen disponibles en el tablero para usarlas cuando sea necesario. Además esta sección contiene un voltímetro y para su funcionamiento se deben conectar los cables en el tablero, luego se corre el programa. En el menú principal se selecciona la opción voltímetro, activándose inmediatamente esta función, la visualización de los valores medidos se la hace en la pantalla. Para detener el programa se presiona el botón Stop.

## 4.2. Pruebas del Osciloscopio en el Vehículo

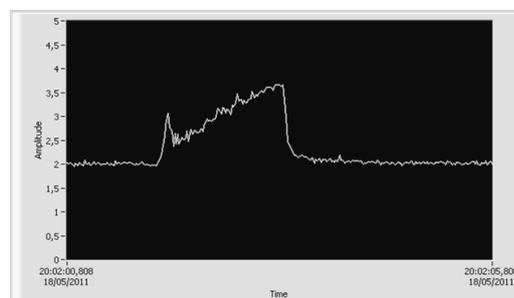
Para hacer estas pruebas de visualización de la forma de onda de los diferentes sensores en el vehículo, se debe identificar la línea de señal del sensor, para de esta forma obtener el patrón de la forma de onda de cada sensor, esperado.

Las pruebas del osciloscopio se realizaron en un vehículo Chevrolet Grand Vitara y un Spark.

### 4.2.1. Prueba del sensor TPS

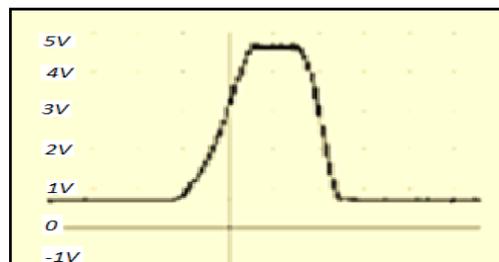
Antes de realizar la prueba se conectan los cables de la sonda, se enciende el motor y se corre el programa, seleccionando la opción del sensor TPS. De esta manera se empieza a visualizar en la pantalla del osciloscopio la forma de onda que es generada por este sensor, como indica en **la figura 4.4**. La curva varía en función a la apertura de la mariposa de aceleración, su rango de variación está entre 0 y 5V. En **la figura 4.5** se observa también el patrón de la forma de onda del sensor TPS, el cual se asemeja al obtenido en el osciloscopio didáctico.

Figura 4.4. Captura de la forma de onda del TPS (G. Vitara)



Fuente: Creación del Autor

Figura 4.5. Patrón de la forma de onda del Sensor TPS

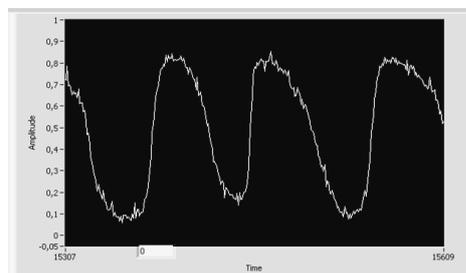


Fuente: Sistemas de Inyección Electrónica, Bosch, p.33

### 4.2.2. Prueba del sensor de Oxígeno (O2)

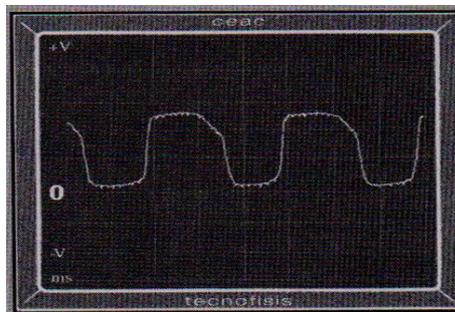
En esta prueba se observa la forma de onda del sensor de oxígeno, como indica en **la figura 4.6**. La curva varía en función de la cantidad de oxígeno en los gases de escape, su rango de variación está entre 0 y 1V. En la **figura 4.7**. se observa además el patrón de la forma de onda de un sensor de oxígeno, el cual se asemeja al obtenido en el osciloscopio didáctico, con lo que se deduce que el sensor está funcionando correctamente.

Figura 4.6. Captura de la forma de onda del sensor de oxígeno (Spark)



Fuente: Creación del Autor

Figura 4.7. Patrón de la forma de onda del sensor de oxígeno

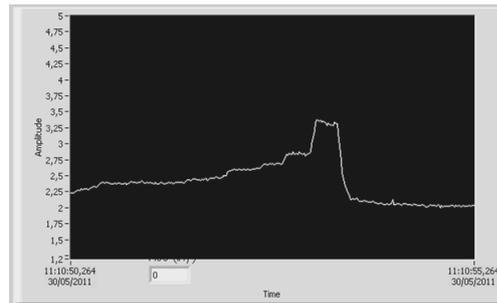


Fuente: Hermógenes Gil, Manual de Diagnóstico del Automóvil, p.318

### 4.2.3. Prueba del sensor MAF

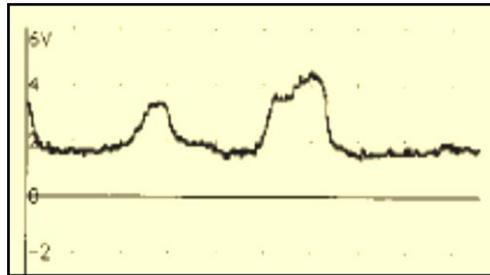
La forma de onda del sensor MAF, varía con el incremento de revoluciones del motor ya que ingresa mayor cantidad de aire y el sensor capta esta variación del caudal del aire, como indica en **la figura 4.8**. Su rango de variación está entre 0 y 5V. En la **figura 4.9**. se observa el patrón de la forma de onda de un sensor MAF, el cual se asemeja al obtenido en la prueba.

Figura 4.8. Captura de la forma de onda del MAF (G. Vitara)



Fuente: Creación del Autor

Figura 4.9. Patrón de la forma de onda del Sensor MAF analógico

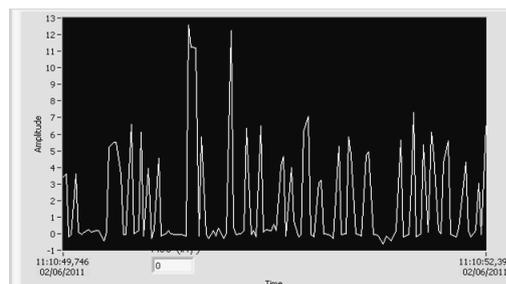


Fuente: Bosch, Sistemas de Inyección Electrónica, p. 36

#### 4.2.4. Prueba del sensor CKP (tipo inductivo)

En esta prueba se observa la forma de onda generada por el sensor CKP, en donde se observa que aumenta su frecuencia con el incremento de revoluciones del motor, se visualiza solamente la parte positiva de la onda ya que por ser una señal de corriente alterna que genera alto voltaje en altas revoluciones, lo conveniente fue captar la parte positiva de la señal, como indica en **la figura 4.10**. Su rango de variación de voltaje está en función de la aceleración. En **la figura 4.11** se observa el patrón de la forma de onda de un sensor CKP, el que se aproxima al obtenido en el osciloscopio didáctico.

Figura 4.10. Captura de la forma de onda del CKP inductivo (Spark)



Fuente: Creación del Autor

Figura 4.11. Patrón de la forma de onda del Sensor CKP

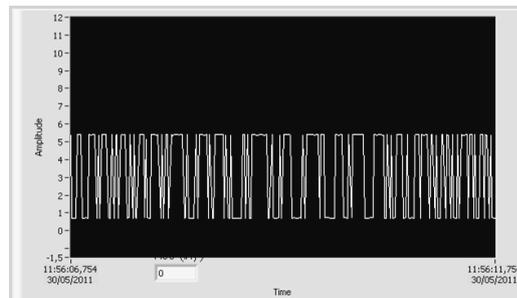


Fuente: Bosch, Sistemas de Inyección Electrónica, p. 29

#### 4.2.5. Prueba del sensor CMP (tipo Hall)

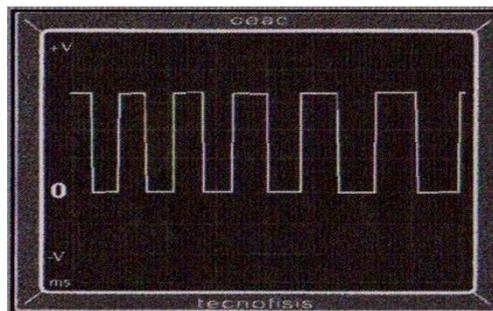
La forma de onda generada por el sensor CMP tipo hall es cuadrada, aumenta su frecuencia con el incremento de revoluciones del motor, como indica en **la figura 4.12**. Tiene un rango entre 0 y 5V. En **la figura 4.13** se observa el patrón de la forma de onda del sensor, el que se asemeja al obtenido en la prueba.

Figura 4.12. Captura de la forma de onda del sensor CMP (G. Vitara)



Fuente: Creación del Autor

Figura 4.13. Patrón de la forma de onda del sensor de ángulo de giro



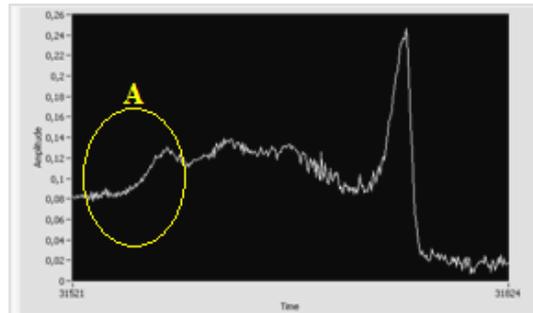
Fuente: Hermógenes Gil, Manual de Diagnóstico del Automóvil, p.308

#### 4.2.6. Prueba del sensor MAP

En la prueba realizada al sensor MAP se obtuvo una forma de onda que varía con la aceleración del motor, ya que al acelerar disminuye el vacío en el múltiple de admisión y por tomar este vacío el sensor, su señal también cambia, como indica **la figura 4.14**. Su rango de voltaje es entre 0 y 5V. En **la figura 4.15** se observa el

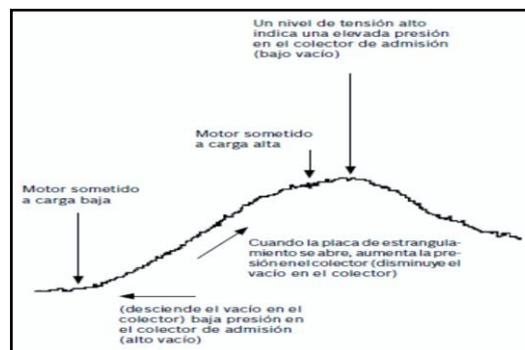
patrón de la forma de onda del sensor, el que se aproxima al obtenido en el osciloscopio didáctico, en el detalle A.

Figura 4.14. Captura de la forma de onda del sensor MAP (Spark)



Fuente: Creación del Autor

Figura 4.15. Patrón de la forma de onda del MAP analógico

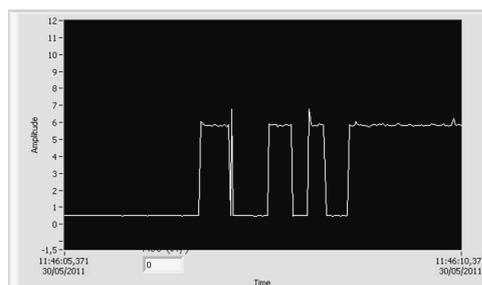


Fuente: Bosch, Sistemas de Inyección Electrónica, p. 30

#### 4.2.7. Prueba de la válvula IAC

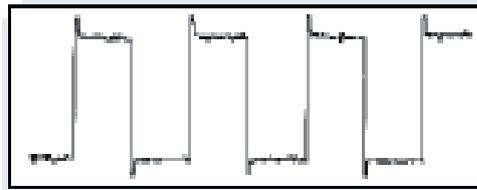
La prueba de esta válvula muestra una forma de onda tipo cuadrada, como indica en la **figura 4.16**, ya que las bobinas de la válvula se alimentan con 12V. y masa. Al ser un motor actuador que funciona paso a paso, su voltaje de alimentación se invierte secuencialmente. En la **figura 4.17**. se observa el patrón de la forma de onda de la válvula, el que se asemeja al obtenido en la prueba.

Figura 4.16. Captura de la forma de onda de la válvula IAC



Fuente: Creación del Autor

Figura 4.17. Patrón de la forma de onda de la IAC

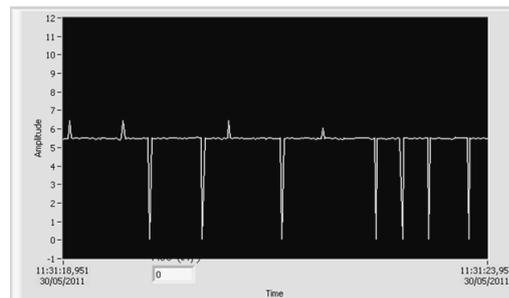


Fuente: Bosch, Sistemas de Inyección Electrónica, p. 41

#### 4.2.8. Prueba del Inyector

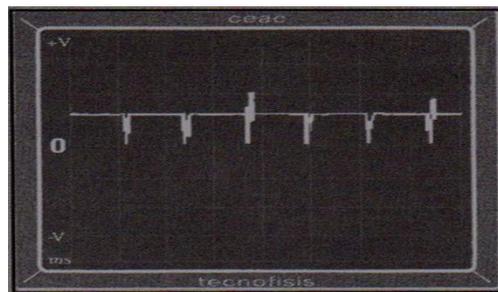
Esta prueba muestra una forma de onda con picos hacia abajo, como indica la **figura 4.18**. ya la señal es tomada de la línea del inyector que cierra el circuito a masa comandada por la computadora, es por esto que los picos de la señal se dirigen a masa. En la **figura 4.19**. se observa el patrón de la forma de onda del inyector, el mismo que se parece al obtenido en el osciloscopio didáctico.

Figura 4.18. Captura de la forma de onda del Inyector (G. Vitara)



Fuente: Creación del Autor

Figura 4.19. Patrón de la forma de onda del Inyector



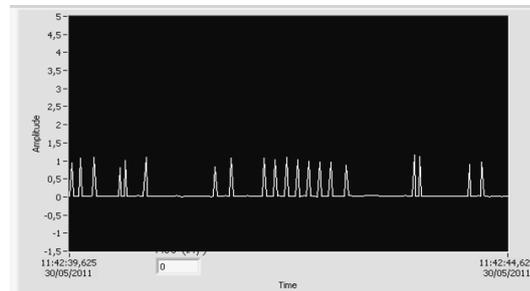
Fuente: Hermógenes Gil, Manual de Diagnóstico del Automóvil, p.312

#### 4.2.9. Prueba de la Bobina de encendido

Al realizar esta prueba, en la línea de referencia de la bobina. Muestra una forma de onda con picos hacia arriba, como indica la **figura 4.20**. En la **figura 4.21**. se

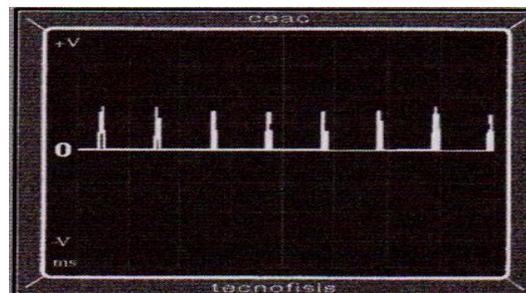
observa el patrón de la forma de onda de una bobina de encendido, la misma que se asemeja a la obtenida en esta prueba.

Figura 4.20. Captura de la forma de onda de la bobina de enc. (G. Vitara)



Fuente: Creación del Autor

Figura 4.21. Patrón de la forma de onda de la bobina de encendido



Fuente: Hermógenes Gil, Manual de Diagnóstico del Automóvil, p.317

## Conclusiones y Recomendaciones Finales

Luego de haber realizado las pruebas en los diferentes sensores, se concluye que las curvas de funcionamiento de las señales en los sensores y actuadores obtenidas a través del osciloscopio didáctico, se asemejan a los patrones de las formas de onda de sensores y actuadores descritos en teoría por diferentes documentos. El banco osciloscopio que se obtuvo, servirá para hacer diagnósticos en el sistema de inyección de una manera rápida y sencilla a vehículos que dispongan estos sensores.

Además se podrá hacer pruebas en actuadores como: **inyectores**, ya que se simula los pulsos de inyección que genera la computadora del vehículo, en la **válvulas IAC** se la activa para que salga o entre el vástago con su punta obturadora y en lo concerniente a las **bobinas de encendido** se debe hacer primeramente las conexiones dentro de la sección de pruebas de bobinas ya que la tensión de alimentación para las mismas proviene de una fuente exclusiva por su alto consumo de tensión. Para todas las pruebas del banco se dispone de los respectivos cables.

## BIBLIOGRAFÍA

- BOSCH, Robert, Manual de la Técnica del Automóvil, 4ta Edición, Alemania, 2005.
- BOSCH, Robert, Sistemas de Inyección Electrónica, Campinas, Brasil. Robert Bosch Ltda, 2006.
- COELLO, Efrén, Sistemas de Inyección Electrónica de Gasolina, Ediciones América, 2002.
- Grupo Editorial Ceac, Manual Ceac del Automóvil, Ediciones Ceac, Barcelona, 2003.
- GIL, Hermogenes, Sistemas de Inyección de Gasolina, Ediciones Ceac, 2001.
- GIL, Hermogenes, Manual de Diagnóstico del Automóvil, Ediciones Ceac, 2007.
- General Motors Venezolana, C.A, Manual Técnico, Compañía Técnica de Entrenamiento, C.A.
- Manuales Negri, Manual Práctico de Inyección Electrónica, 2005.
- México Digital Comunicación S.A, Inyección Electrónica en Motores a gasolina Diagnóstico y Servicio, Vol 1, 2006.
- México Digital Comunicación S.A, Electrónica y Electricidad Automotriz, Edición 2006.
- Sistemas de Inyección Electrónica: [http://www.itca.com.ar/carrera\\_mecanica\\_automotriz](http://www.itca.com.ar/carrera_mecanica_automotriz). [Acceso: 2 de julio de 2010].
- Sensores en el Automóvil: <http://www.km77.com/sensores>. [Acceso 11 de julio de 2010].
- Tutorial LabView: [http://www.lab\\_view.com/tutorial](http://www.lab_view.com/tutorial). [Acceso: 18 de julio de 2010].
- Sistemas de Inyección: <http://www.mecanicadeautos.info>. [Acceso: 24 de julio de 2010].
- Osciloscopio automotriz: <http://www.mecanicavirtual.org>. [Acceso: 27 de julio de 2010].
- Imágenes de sensores y actuadores <http://www.mpatv.com> [Acceso: 7 de agosto de 2010].
- Sensores y Actuadores: <http://www.redtecnicautomotriz.com>. [Acceso: 16 de agosto de 2010].
- Gráficos de sensores: <http://www.shoponline2011.com> . [Acceso: 4 de septiembre de 2010].
- Osciloscopios: [http://www.usuarios.iponet.es/agusbo/osc/osc\\_1.htm](http://www.usuarios.iponet.es/agusbo/osc/osc_1.htm) [Acceso: 25 de septiembre de 2010].
- Microcontroladores: <http://www.msebilbao.com> [Acceso: 14 de octubre de 2010].

# **Anexos.**

Foto 1: Construcción del banco



Foto 2: Banco construido



Foto 3: Fuente de alimentación

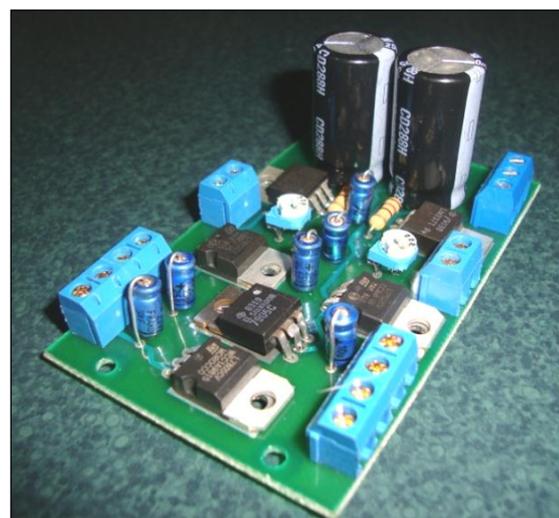


Foto 4: Tarjeta para control de actuadores



Foto 5: Tarjeta de interface para sensores de bajo voltaje

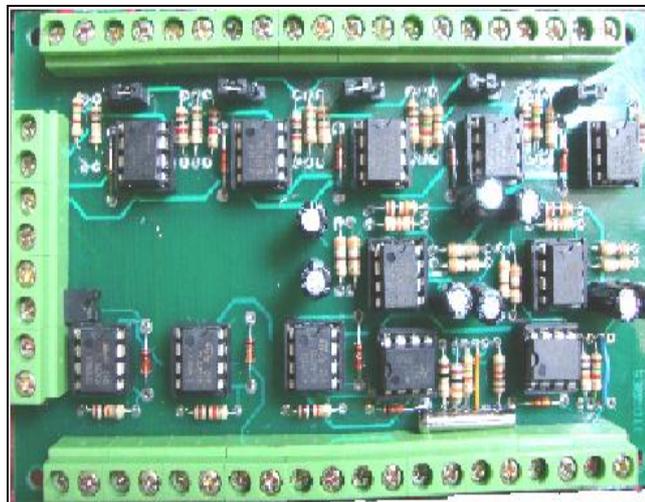


Foto 6: Tarjeta de interface para sensores inductivos

