



Universidad del Azuay

Facultad de Ciencia y Tecnología

Escuela de Ingeniería Mecánica Automotriz

**Construcción de un tester para la comprobación y
simulación de los sensores del sistema de inyección**

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

Autor

Jaramillo Pesántez Cristian Germán

Director

Ing. Leonel Pérez Rodríguez

**Cuenca, Ecuador
2009**

DEDICATORIA

A mi Esposa, mis Padres y a todas las personas que me brindaron su apoyo para seguir adelante en mis estudios y culminar mi carrera, logrando cumplir con una de mis metas y poderme convertir en un gran profesional.

Cristian Germán Jaramillo Pesántez .

AGRADECIMIENTO

Un agradecimiento muy especial al Ing. Ismael Minchala y a mi director de Tesis Ing. Leonel Pérez, por todo su apoyo y la forma en que me ayudaron para sacar adelante este proyecto, además a la Universidad del Azuay; a los profesores de la Escuela de Ingeniería Automotriz que compartieron sus conocimientos.

RESUMEN

Este proyecto nace con la idea de facilitar el diagnóstico de los sistemas de inyección que poseen actualmente los vehículos. La primera parte de esta tesis trata sobre los diferentes tipos de sensores y actuadores para realizar un control de funcionamiento sobre ellos.

El paso siguiente fue dividir la información en dos partes, lo que respecta a la adquisición de señales para su comprobación y la simulación para el control de actuadores. Donde se realizó diferentes pruebas, teniendo como resultado final un Útil que puede comprobar varios sensores de sistema de inyección y además hacer trabajar a ciertos actuadores.

ABSTRACT

This project arose from the idea of facilitating the diagnosis of the injection systems, which are currently used in cars. The first part of this thesis deals with the different types of sensors and operators, which allows us to be able to control their functioning.

The next stage consists of dividing the information in two parts: the acquisition of signals for their testing and the simulation for the control of the operators. Different tests were done, which resulted in a useful tool that can test diverse injection system sensors and also make work certain operators.

INDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
RESUMEN	iv
ABSTRACT	v
INDICE DE CONTENIDOS	vi
INDICE DE ANEXOS.....	.xi
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES Y CUADROS	xii

INTRODUCCIÓN.....	1
-------------------	---

CAPITULO 1: SISTEMAS DE INYECCION A GASOLINA

1.1 Ventajas	3
1.1.1 Consumo reducido	3
1.1.2 Mayor potencia	3
1.1.3 Gases de escape menos contaminantes	3
1.1.4 Arranque en frío y fase de calentamiento.....	4
1.2 Clasificación	4
1.2.1 Según el lugar donde inyectan	4
1.2.2. Según el número de inyectores.....	6

1.2.3 Según la secuencia de inyección	7
1.3 Señales que recibe la ECU	8
1.3.1 Señales de entrada a la ECU	8
1.3.2 Señales de salida de la ECU	9
1.4 Principio de Funcionamiento de la ECU	9
1.4.1 Gestión de Lazo o Bucle abierto	10
1.4.2 Gestión de Lazo o Bucle Cerrado	10
1.4.3 Arquitectura de la ECU	11
1.4.4 Memorización de Errores y Estructura	14

CAPITULO 2: SENSORES Y ACTUADORES

2.1 Generalidades	15
2.2 Tipos y principios de funcionamiento	16
2.2.1 Sensores	16
2.2.1.1 Sensor de temperatura del refrigerante (ETC)	16
2.2.1.2 Sensor de Temperatura del Aire Aspirado (IAT)	18
2.2.1.3 Sensor de Posición de la Mariposa de Aceleración (TPS)	19
2.2.1.4 Sensor de Presión Absoluta (MAP)	21
2.2.1.5 Sensor de flujo de masa de aire (MAF)	22
2.2.1.6 Sensor de Golpeteo (Knock)	23
2.2.1.7 Sensor de Posición y Velocidad del Volante Motor (CKP)	24

2.2.1.8 Sensor de Oxígeno (Sonda Lambda)	27
2.2.2 Actuadores	30
2.2.2.1 Inyectores Electromagnéticos	30
2.2.2.2 Válvula Reguladora de Ralentí de motor pasó a paso (Válvula IAC).....	32
2.2.2.3 Bobinas de encendido	34
2.2.2.4 Relés y Solenoides.....	37
2.3 Comprobaciones	39
2.3.1 Sensor de temperatura del refrigerante (ETC)	40
2.3.2 Sensor de Temperatura del Aire Aspirado (IAT)	43
2.3.3 Sensor de Posición de la Mariposa de Aceleración (TPS).....	44
2.3.4 Sensor de Presión Absoluta (MAP).....	48
2.3.5 Sensor de Flujo de Masa de Aire (MAF)	51
2.3.6 Sensor de Golpeteo (Knock)	54
2.3.7 Sensor de Posición y Velocidad del motor (CKP)	55
2.3.8 Sensor de Oxígeno (Sonda Lambda).....	59
2.4 Datos y valores según la marca del vehículo	60
2.4.1 Datos y valores del Nissan Sentra B-15.....	60
2.4.1.1 Sensor de Temperatura del Refrigerante (ETC)	63
2.4.1.2 Sensor de Temperatura del Aire Aspirado (IAT)	65
2.4.1.3 Sensor de Posición de la Mariposa de Aceleración (TPS).....	67
2.4.1.4 Sensor de Flujo de Masa de Aire (MAF)	69

2.4.1.5 Sensor de Golpeteo (Knock)	71
2.4.1.6 Sensor de Posición y Velocidad del Volante Motor (CKP)	73
2.4.1.7 Sensor de Oxígeno (Sonda Lambda)	75
2.4.1.8 Inyector Electromagnético	77
2.4.1.9 Bobina de Encendido	79

CAPITULO 3: ACONDICIONAMIENTO Y GENERACION DE SEÑALES

3.1 Tarjeta Analógica	81
3.2 Acoplamiento de Señales de Adquisición	81
3.2.1 Amplificador Operacional	82
3.2.2 Interfase para Tensión de 0 a 5v	85
3.2.3 Interfase para Tensión de 0 a 15v	87
3.2.4 Interfase para Tensión Sinusoidal	88
3.3 Acoplamiento de Señales de Simulación	90
3.3.1 Interfase para salida de 0 a 5v	90
3.3.2 Interfase para el Control de Pulsos de Inyección	91
3.3.3 Interfase para el Control de un motor de PaP Bipolar	92
3.4 DAQ NI USB - 6008	93
3.4.1 Datos y Especificaciones	94
3.4.2 Conexiones	96

CAPITULO 4: SOFTWARE

4.1 Introducción a LabVIEW.....	101
4.2. Software	105
4.2.1 Instrumentos virtuales de Adquisición de Datos.....	106
4.2.2 Instrumentos virtuales de Simulación.....	111

CAPITULO 5: DISEÑO, CONSTRUCCION Y PRUEBA FUNCIONAL

5.1 Construcción del Prototipo	117
5.1.1 Componentes Utilizados	117
5.1.1.1 Amplificador Operacional LM324	118
5.1.1.2 Transistor de Potencia TIP 121	119
5.1.1.3 Integrado L293.....	120
5.1.1.4 Regulador de Voltaje 7805	122
5.1.1.5 Fuente de Alimentación.....	123
5.1.1.6 Elementos varios.....	124
5.1.2 Diseño constructivo	127
5.1.2.1 AltiumDesing	128
5.1.2.2 Construcción del Tester y elementos varios.....	133
5.2 Características de funcionalidad	135
5.3 Pruebas de Funcionamiento	138
5.3.1. Pruebas en la interfase de adquisición.....	138
5.3.2 Pruebas en la interfase de Simulación	142

5.3.3 Evaluación General	144
CONCLUSIONES FINALES Y RECOMENDACIONES	145
BIBLIOGRAFÍA	146

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexos 1: Distribución de las Borneras de la Tarjeta de Acondicionamiento	148
Anexos 2: Distribución de las Borneras de la NI USB-6008.....	149
Anexos 3: Conexión entre NI USB-6008 y Tarjeta de Acondicionamiento.....	150
Anexos 4: Materiales utilizados en la Tarjeta de Acondicionamiento.....	150
Anexos 5: Sensor, canal de comprobación, forma de onda y visualización en el programa	151

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES Y CUADROS

Fig. 1-1 Lugar de Inyección.....	5
Fig. 1-2 Tipos de Inyección Indirecta.....	5
Fig. 1-3 Clasificación según el número de inyectores.....	6
Fig. 1-4 Esquema General de un Sistema de Inyección.....	8
Fig. 1-5 Esquema de bloques del funcionamiento de la ECU en lazo abierto.....	10
Fig.1-6 Arquitectura de la Gestión Electrónica del Sistema de Inyección.....	13
Fig. 2-1 Ciclo funcional del Sistema de Inyección.....	16
Fig. 2-2. Esquema de Sensor de Temperatura.....	17
Fig. 2-3. Sensor de Temperatura del aire.....	19
Fig. 2-4. Interruptor de posición de la mariposa de aceleración.....	20
Fig. 2-5. Potenciómetro de aceleración.....	21
Fig. 2-6 Sensor de Presión Absoluta (MAP).....	21
Fig. 2-7 Sensor de flujo de masa de aire.....	23
Fig. 2-8 Sensor de Golpeteo.....	24
Fig. 2-9 Sensor CKP.....	25
Fig. 2-10 Sensor CKP.....	26
Fig. 2-11 Onda sinusoidal el momento que pasa la coronilla dentada.....	26
Fig. 2-12 Sensor de posición tipo hall.....	27

Fig. 2-13 forma de onda rectangular	27
Fig. 2-14 Sensor de Oxigeno	28
Fig. 2-15 Sonda Lambda de Zirconio sin calefactor	29
fig. 2-16 sonda Lambda de Titanio	30
Fig. 2-17 Inyector Electromagnético.....	31
Fig. 2-18 Pulso de inyección en ralénti	31
Fig. 2-19 Esquema de apertura de la valvula IAC en porcentaje	32
Fig. 2-20 Partes de la válvula IAC	33
Fig. 2-21 Tipos de válvula IAC	33
Fig. 2- 22 Secuencia de pulsos para el funcionamiento de la válvula IAC.....	34
Fig. 2-23 Bobina con módulo de potencia	35
Fig. 2-24 Bobina con módulo de potencia	36
Fig. 2-25 Bobina tipo lápiz	37
Fig. 2-26 Sistema EVAP.....	38
Fig. 2-27 Sistema “EGR”	38
Fig. 2-28 Comando del Relé del Aire Acondicionado.....	39
Fig. 2-29 Comprobación #1 en el sensor ETC	40
Fig. 2-30 Comprobación #2 en el sensor ETC	41
Fig. 2-31 Comprobación #3 en el sensor ETC	42
Fig. 2-32 Comprobación #3 en el sensor ETC	42
Fig. 2-33 Onda de funcionamiento sensor ETC	43

Fig. 2-34 Onda de funcionamiento sensor ETC	43
Fig. 2-35 Comprobación #1 del sensor TPS	44
Fig. 2-36 Comprobación #2 del sensor TPS	45
Fig. 2-37 Comprobación #3 del sensor TPS	45
Fig. 2-38 Comprobación #4 del sensor TPS	46
Fig. 2-39 Comprobación #5 del sensor TPS	47
Fig. 2-40 Forma de onda patrón.....	47
Fig. 2-41 Comprobación #1 del sensor MAP.....	48
Fig. 2-42 Comprobación #2 del sensor MAP.....	49
Fig. 2-43 Comprobación #3 del sensor MAP.....	50
Fig. 2-44 Condiciones de señal.....	50
Fig. 2-45 Comprobación #4 del sensor MAP.....	51
Fig. 2-46 Comprobación #1 del sensor MAF	52
Fig. 2-47 Comprobación #2 del sensor MAF	53
Fig. 2-48 Comprobación #3 del sensor MAF	54
Fig. 2-49 Comprobación del Sensor de Golpeteo	55
Fig. 2-50 Comprobación del Sensor Posición Tipo Inductivo.....	56
Fig. 2-51 Forma de Onda del Sensor de Posición Tipo Inductivo	56
Fig. 2-52 Comprobación del Sensor Posición Tipo Hall	57
Fig. 2-53 Comprobación #2 del Sensor Posición Tipo Hall	58
Fig. 2-54 Forma de Onda del Sensor de Posición Tipo Hall	58

Fig. 2-55 Comprobación del Sensor de Oxígeno	59
Fig. 2-56 Forma de Onda patrón del Sensor de Oxígeno	60
Fig. 2-57 Nissan Sentra B-15	61
Fig. 2-58 Ubicación de Componentes del Control de Motor.....	62
Fig. 2-59 Sensor de Temperatura del Refrigerante (Nissan B-15).....	63
Fig. 2-60 Tabla De Referencia Del Sensor ETC (Nissan B-15)	63
Fig. 2-61 Esquema de Conexiones Del Sensor ETC (Nissan B-15)	64
Fig. 2-62 Sensor de Temperatura del Aire Aspirado (Nissan B-15)	65
Fig. 2-63 Tabla De Referencia Del Sensor ETC (Nissan B-15)	65
Fig. 2-64 Esquema de Conexiones Del Sensor ETC (Nissan B-15)	66
Fig. 2-65 Sensor TPS (Nissan B-15).....	67
Fig. 2-66 Tabla De Referencia Del sensor TPS (Nissan B-15)).....	67
Fig. 2-67 Esquema de Conexiones Del Sensor TPS (Nissan B-15)	68
Fig. 2-68 Sensor MAF (Nissan B-15)	69
Fig. 2-69 Tabla De Referencia Del Sensor MAF (Nissan B-15)).....	69
Fig. 2-70 Esquema de Conexiones del Sensor MAF (Nissan B-15)	70
Fig. 2-71 Sensor de Golpeteo (Nissan B-15)	71
Fig. 2-72 Tabla De Referencia Del Sensor de Golpeteo (Nissan B-15)).....	71
Fig. 2-73 Esquema de Conexiones Del Sensor de Golpeteo (Nissan B-15).....	72
Fig. 2-74 Sensor de Posición del Árbol de Levas Tipo Hall (Nissan B-15)	73
Fig. 2-75 Tabla De Referencia De la Forma de Onda (Nissan B-15).....	73

Fig. 2-76 Esquema del sensor de Posición del Árbol de Levas (Nissan B-15)	74
Fig. 2-77 Sensor de Oxígeno (Nissan B-15).....	75
Fig. 2-78 Tabla De Referencia del Sensor de Oxígeno (Nissan B-15).....	75
Fig. 2-79 Esquema del Sensor de Oxígeno (Nissan B-15).....	76
Fig. 2-80 Inyector (Nissan B-15).....	77
Fig. 2-81 Tabla De Referencia del Inyector (Nissan B-15).....	77
Fig. 2-82 Esquema del Inyector (Nissan B-15).....	78
Fig. 2-83 Bonina de Encendido (Nissan B-15)	79
Fig. 2-84 Tabla De Referencia Del Pulso de Encendido (Nissan B-15).....	79
Fig. 2-85 Esquema de la Bobina de Encendido (Nissan B-15)	80
Fig. 3-1 Simbología Amplificador Operacional	82
Fig. 3-2 Esquema funcional del amplificador operacional.....	83
Fig. 3.3 Conexión en forma de Lazo Cerrado o Seguidor	85
Fig. 3.4 Diagrama de Interfase para Tensión de 0a 5v	86
Fig. 3.5 Comparación de Señales con Tensión de 0 a 5v	86
Fig. 3.6 Diagrama de Interfase para Tensión de 0 a 15v	87
Fig. 3.7 Comparación de Señales con Tensión de 0 a 15v	88
Fig. 3-8 Diagrama de Interfase para Tensión Sinusoidal	89
Fig. 3.9 Comparación de Señales con Tensión Sinusoidal	89
Fig. 3-10 Diagrama de Interfase para Salida de 0 a 5v.....	91

Fig. 3-11 Diagrama de Interfase para el Control de Pulso de Inyección	92
Fig. 3-12 Diagrama de Interfase para el Control de un motor de PaP Bipolar	93
Fig. 3-13 Ni - USB 6008	94
Fig. 3-14 Características NI USB-6008	95
Fig. 3-15 Conexión en Modo Diferencial	97
Fig. 3-16 Conexión en Modo Referenciado Sencillo	98
Fig. 3-17 Conexión en Modo No-Referenciado Sencillo	99
Fig. 3-18 Cuadro de Recomendaciones.....	99
Fig. 4-1 Presentación de LabVIEW 8.2	102
Fig. 4-2 Panel Frontal LabVIEW 8.2.....	104
Fig. 4-3 Diagrama de Bloque LabVIEW 8.2	104
Fig. 4-4 Panel frontal software final.....	105
Fig. 4-5 Diagrama bloques Final	106
Fig. 4-6 Instrumento de Adquisición # 1	107
Fig. 4-7 Propiedades DAQ Assistant (Inst. Adquisición # 1)	108
Fig. 4-8 Instrumento de Adquisición # 2.....	109
Fig. 4-9 Propiedades DAQ Assistant (Inst. Adquisición # 2)	109
Fig. 4-10 Instrumento de Adquisición # 3.....	110
Fig. 4-11 Instrumento de Simulación Panel Frontal # 1	111
Fig. 4-12 Instrumento de Simulación Diagrama de Bloque # 1	112

Fig. 4-13 Propiedades DAQ Assistant (Inst. Simulación # 1)	113
Fig. 4-14 Instrumento de Simulación # 2.....	114
Fig. 4-15 Propiedades DAQ Assistant (Inst. Simulación # 2)	115
Fig. 4-16 Instrumento de Simulación # 3.....	116
Fig. 4-17 Propiedades DAQ Assistant (Inst. Simulación # 3)	116
Fig. 5-1 Distribución interna del LM324	118
Fig. 5-2 Características de Funcionamiento LM324.....	118
Fig. 5-3 Disposición TIP 121	119
Fig. 5-4 Características TIP 121.....	120
Fig. 5-5 Distribución Integrado L293	121
Fig. 5-6 Características Integrado L293	121
Fig. 5-7 Medias y Distribución del 7805	122
Fig. 5-8 Características 7805	123
Fig. 5.9 Bornera de Alimentación	124
Fig. 5.10 Representación real de una Resistencia.....	125
Fig. 5-11 Representación Simbólica un Diodo	126
Fig. 5-12 Representación Simbólica un Diodo Zener.....	126
Fig. 5 -13 Representación Simbólica un Diodo Led	127
Fig. 5 -14 Protoboard	128
Fig. 5.15 Diseño Final del Plano Eléctrico.....	130

Fig. 5-16 Diseño Final Tarjeta Electrónica	131
Fig. 5-17 Representación 3D de la Tarjeta Electrónica.....	132
Fig. 5-18 Tarjeta final	132
Fig. 5-19 Tarjeta Terminada	133
Fig. 5-20 Cuerpo del Tester	134
Fig. 5-21 Cableado	135
Fig. 5-22 Tester	136
Fig. 5-23 Tester	136
Fig. 5-24 Características de funcionamiento del Tester	137
Fig. 5-25 Evaluación señal de 0 a 5v	139
Fig. 5-26 Grafica de Comparación	139
Fig. 5-27 Evaluación señal de 0 a 15v	140
Fig. 5-28 Grafica de Comparación	140
Fig. 5-29 Evaluación señal Sinusoidal.....	141
Fig. 5-30 Grafica de Comparación	141
Fig. 5-31 Evaluación Señal de Simulación de 0 a 5v	142
Fig. 5-32 Evaluación control del Motor paso a paso	143
Fig. 5-33 Evaluación control de pulsos de inyección.....	144

Jaramillo Pesantez Cristian Germán
Trabajo de graduación
Ing. Leonel Pérez
Abril del 2009

CONSTRUCCIÓN DE UN TESTER PARA LA COMPROBACIÓN Y SIMULACIÓN DE LOS SENSORES DEL SISTEMA DE INYECCIÓN

INTRODUCCIÓN

El conjunto de modificaciones aplicadas a los motores y sistemas de inyección de los vehículos generan una necesidad a los mecánicos automotrices de conocer sobre el tema y actualizar sus conocimientos, capacitándose sobre los diferentes elementos que lo componen, su funcionamiento, verificación y reparación.

En nuestro mercado automotriz existen diferentes aparatos de diagnóstico, entre ellos los más completos como los scanners, ya sean de un concesionario o aquellos que son multimarca, pero existe dificultad al trabajar con ellos, ya que nos dan códigos de falla, donde muchas veces el daño no es el del sensor, sino del cableado o de otro elemento, donde se producen una serie de fallas que afectan a otros.

Ésta es la razón por la cual es importante la construcción de un Tester que combine el funcionamiento de un multímetro, de un osciloscopio y además pueda controlar actuadores como el inyector, la válvula IAC generando salidas de voltaje, y de esta forma obtener un aparato no antes construido, pero que facilitará el diagnóstico de fallas en el sistema de inyección.

CAPÍTULO 1

SISTEMA DE INYECCION A GASOLINA

Todo motor de combustión interna requiere de una mezcla aire-combustible para ser combustionada (quemada) dentro de la cámara de cada cilindro, la cual es inflamada por una chispa eléctrica.

En los motores de gasolina, la mezcla se prepara utilizando un carburador o un equipo de inyección. Hasta ahora, el carburador era el medio más usual de preparación de mezcla (medio mecánico). Desde hace algunos años, aumentó la tendencia a preparar la mezcla por medio de la inyección de combustible en el colector de admisión.

Esta tendencia se explica por las ventajas que supone la inyección de combustible en relación con las exigencias de potencia, consumo, comportamiento de marcha, así como de limitación de elementos contaminantes en los gases de escape.

Las razones de estas ventajas residen en el hecho de que la inyección permite una dosificación muy precisa del combustible en función de los estados de marcha y de carga del motor; teniendo en cuenta así mismo el medio ambiente, controlando la dosificación de tal forma que el contenido de elementos nocivos en los gases de

escape sea mínimo, además, asignando una electro válvula o inyector a cada cilindro se consigue una mejor distribución de la mezcla.

1.1 Ventajas

1.1.1 Consumo reducido

Con la utilización de carburadores se producen mezclas desiguales de aire/gasolina para cada cilindro. La necesidad de formar una mezcla que alimente suficientemente incluso al cilindro más desfavorecido obliga, en general, a dosificar una cantidad de combustible demasiado elevada. La consecuencia es un excesivo consumo de combustible y una carga desigual de los cilindros. Al asignar un inyector a cada cilindro, en el momento oportuno y en cualquier estado de carga se asegura la cantidad de combustible, exactamente dosificada.

1.1.2 Mayor potencia

La utilización de los sistemas de inyección permite optimizar la forma de los colectores de admisión con el que se consigue un mejor llenado de los cilindros. El resultado se traduce en mayor potencia específica y aumento del par motor.

1.1.3 Gases de escape menos contaminantes

La concentración de los elementos contaminantes en los gases de escape depende directamente de la proporción aire/gasolina. Para reducir la emisión de contaminantes es necesario preparar una mezcla de una determinada proporción.

Los sistemas de inyección permiten ajustar en todo momento la cantidad necesaria de combustible respecto a la cantidad de aire que entra en el motor.

1.1.4 Arranque en frío y fase de calentamiento

Mediante la exacta dosificación del combustible en función de la temperatura del motor y del régimen de arranque, se consiguen tiempos de arranque más breves y una aceleración más rápida y un ralentí más estable. En la fase de calentamiento se realizan los ajustes necesarios para lograr una marcha normal del motor, ambas con un consumo mínimo de combustible, lo que se consigue mediante la adaptación exacta del caudal de éste.

1.2 Clasificación

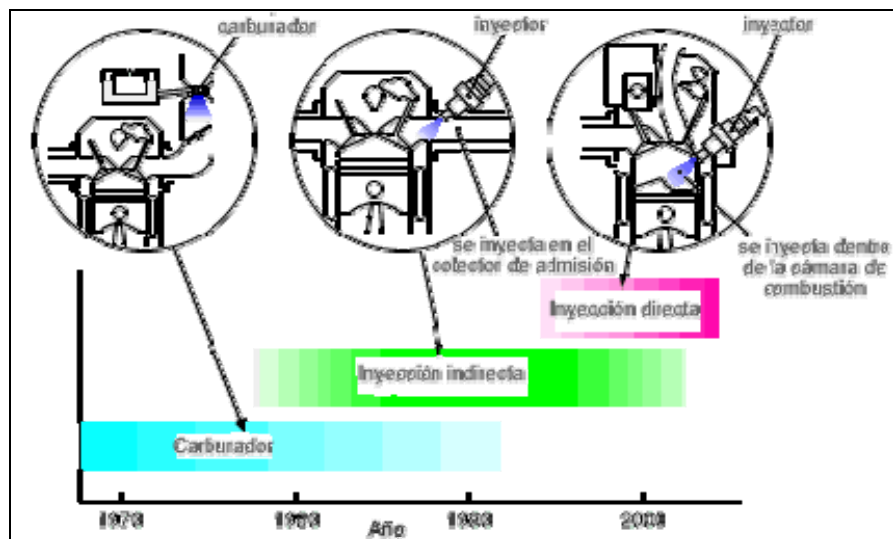
1.2.1 Según el lugar donde inyectan

Como se representa en la Fig. 1.1 existen dos tipos que serán detallados a continuación:

INYECCION DIRECTA: El inyector introduce el combustible directamente en la cámara de combustión. Este sistema de alimentación es el más novedoso y actualmente se utiliza en los motores de inyección a gasolina como el motor GDi de Mitsubishi o el motor IDE de Renault.

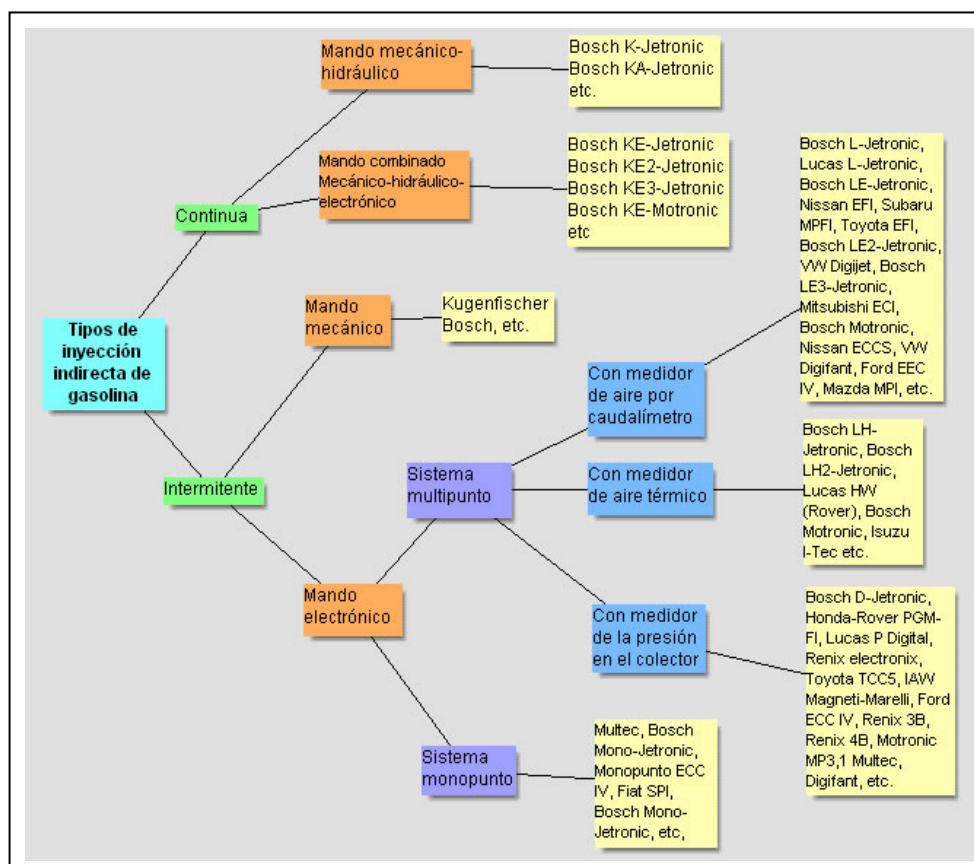
INYECCION INDIRECTA: El inyector introduce el combustible en el colector de admisión, sobre la válvula de admisión. Es la más usada actualmente. En la Fig. 1- 2 se observa algunos de sus tipos.

Fig. 1-1 Lugar de Inyección



Fuente: <http://www.mecanicavirtual.org/inyecci-gasoli-intro.htm> Acceso: 2 septiembre 2007

Fig. 1-2 Tipos de Inyección Indirecta



Fuente: http://www.bosch.com.co/divisiones/inyeccion_monomotronic.htm.
Acceso: 2 septiembre 2007

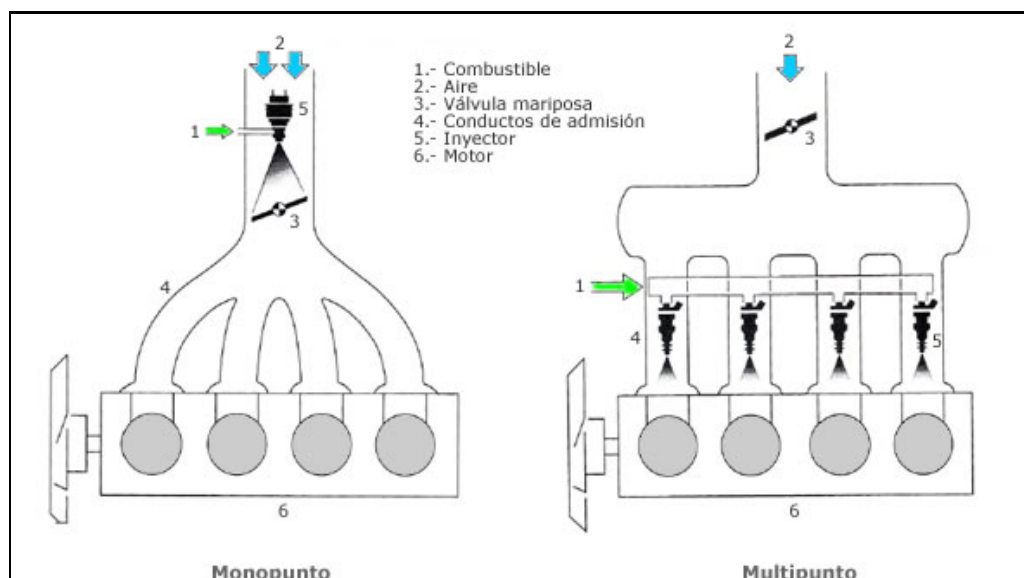
1.2.2. Según el número de inyectores

En la Fig. 1-3 podemos ver la disposición de los inyectores en el múltiple de admisión y observar que existen dos tipos:

INYECCION MONOPUNTO: Existe solamente un inyector, que introduce el combustible en el colector de admisión después de la mariposa de gases. Es la más usada en vehículos turismo de baja cilindrada que cumplen normas de antipolución.

INYECCION MULTIPUNTO: Existe un inyector por cilindro, pudiendo ser del tipo "inyección directa o indirecta". Es la que se usa en vehículos de media y alta cilindrada, con antipolución o sin ella.

Fig. 1-3 Clasificación según el número de inyectores



Fuente: http://www.bosch.com.co/divisiones/inyeccion_monopunto.htm

Acceso: 15 septiembre 2007

1.2.3 Según la secuencia de inyección

INYECCION CONTINUA: Los inyectores introducen el combustible de forma continua en los colectores de admisión, previamente dosificada y a presión, la cual puede ser constante o variable.

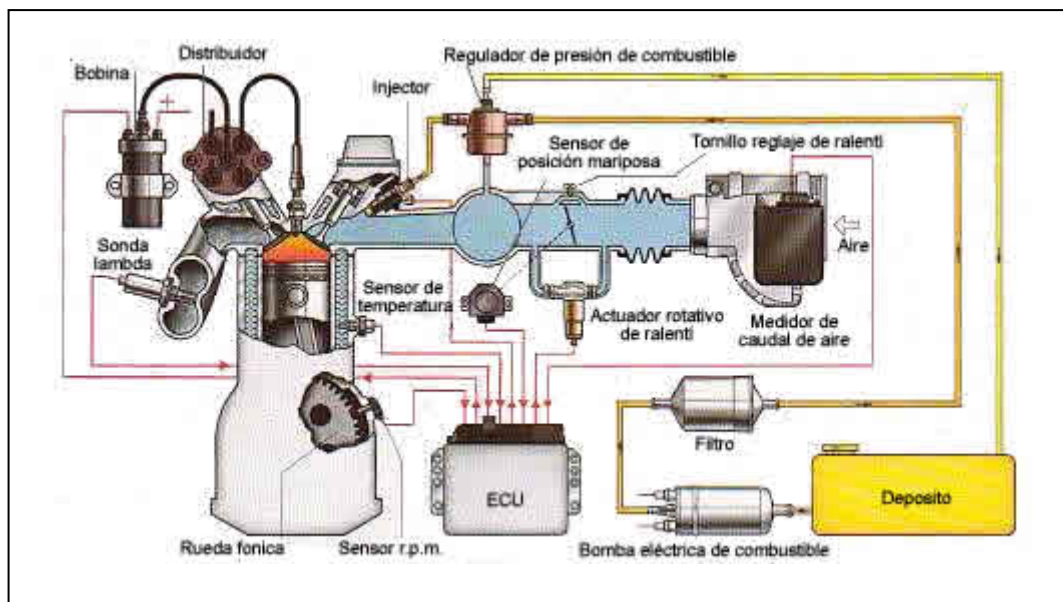
INYECCION INTERMITENTE: Los inyectores introducen el combustible de forma intermitente, es decir el inyector abre y cierra según recibe órdenes de la centralita de mando. La inyección intermitente se divide a su vez en tres tipos:

- Secuencial: El combustible es inyectado en el cilindro con la válvula de admisión abierta, es decir, los inyectores funcionan de uno en uno.
- Semisecuencial: El combustible es inyectado en los cilindros de forma que los inyectores abren y cierran de dos en dos.
- Simultánea: El combustible es inyectado en los cilindros por todos los inyectores a la vez, es decir, abren y cierran todos los inyectores al mismo tiempo.

1.3 Señales que recibe la ECU

El sistema de inyección electrónica se basa en la medición de ciertos parámetros como la cantidad o densidad de aire que ingresa al motor, su temperatura, la temperatura del motor en el cual está instalado, la cantidad de aceleración que desea el conductor y otras más que van variando según las necesidades de los fabricantes y de los normas de anticontaminación y así obtener más señales que transmitan información para un correcto comportamiento del sistema de inyección. En la Fig. 1-4 se observara un esquema general de un sistema de inyección.

Fig. 1-4 Esquema General de un Sistema de Inyección



Fuente: <http://www.mecanicavirtual.org/inyecci-gasoli-intro.htm>. Acceso: 27 septiembre 2007

1.3.1 Señales de entrada a la ECU

1. Señal del sensor de temperatura del combustible
2. Señal del sensor de régimen (rpm)
3. Señal del sensor de temperatura del refrigerante motor
4. Señal del medidor del volumen de aire y señal del sensor NTC de temperatura de aire
5. Señales del sensor de posición del pedal del acelerador

6. Señal del sensor de presión atmosférica
7. Señal de la sonda lambda
8. Señal del sensor de golpeteo

Se tienen otras señales de entrada en caso de que el vehículo monte caja de cambios automática, aire acondicionado e inmovilizador.

1.3.2 Señales de salida de la ECU

1. Señal de control de las válvulas magnéticas (inyectores)
2. Señal de control del relé de la bomba de combustible
3. Señal de control de la bobina que alimenta a las bujías
4. Señal de control del relé que alimenta a los electro ventiladores
5. Electro ventiladores de refrigeración del motor
6. Señal de control del sistema EGR
7. Señal de control de la válvula IAC

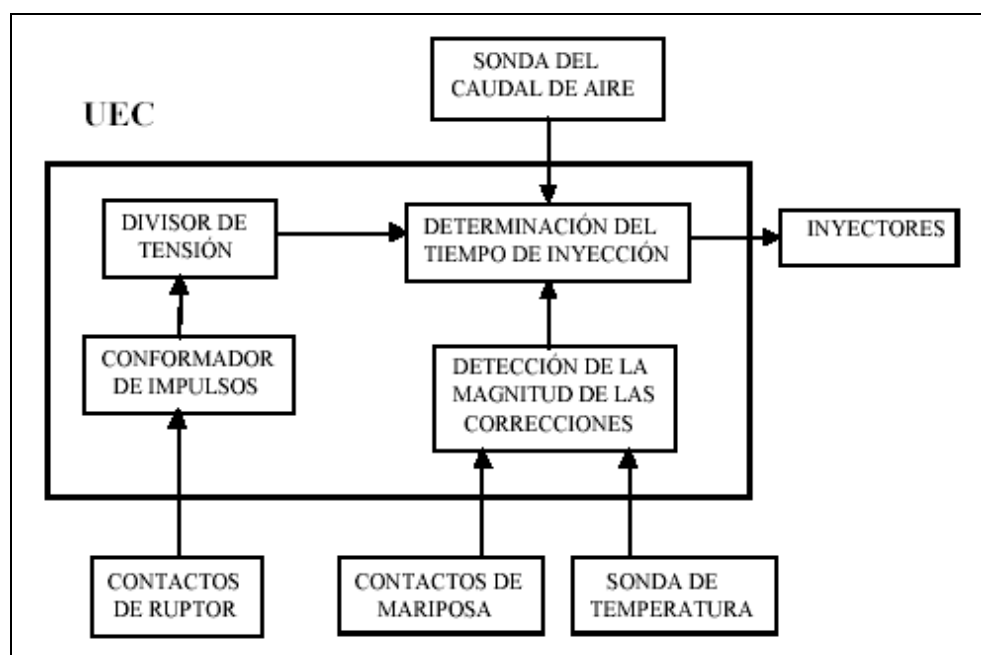
1.4 Principio de Funcionamiento de la ECU

Este dispositivo es el cerebro electrónico donde se encuentra la programación original con que funciona el motor. Básicamente, la función de la ECU es recibir información de los sensores y en base de un programa alojado en la memoria, hacer funcionar a los actuadores y lograr una correcta dosificación, el tiempo exacto de combustible y salto de la chispa.

1.4.1 Gestión de Lazo o Bucle abierto

En la Fig. 1-5 se observa un esquema funcional del bucle abierto, denominado así ya que la ECU no tiene una retro alimentación que le indique que está otorgando la dosificación de combustible adecuada para el motor, solo se guía de las señales principales que recibe para poder saber si permite la inyección y el salto de la chispa.

Fig. 1-5 Esquema de bloques del funcionamiento de la ECU en lazo abierto



Fuente: Inyección Secuencial no Cartográfica para Motores de Ciclo Otto p. 16

1.4.2 Gestión de Lazo o Bucle Cerrado

Actualmente las normativas anticontaminantes obligan el empleo de catalizadores y de una sonda Lambda para realimentar a la ECU y conseguir una regulación de lazo cerrado.

La sonda Lambda, situada en el escape, informa si la mezcla es pobre o rica, permitiendo modificar la inyección realizada por la ECU para el aporte de combustible.

Otra forma de controlar la dosificación es mediante la ECU que controla el tiempo de encendido, el momento de inyección y la bomba de combustible.

1.4.3 Arquitectura de la ECU

La ECU (Fig. 1-6) contiene básicamente un conformador de impulsos, un convertidor analógico-digital, un bus digital de transmisión y un microordenador, que se compone de una unidad aritmético/lógica de funcionamiento digital.

CONFORMADOR DE IMPULSOS

Actúa para recibir los impulsos de tensión de los diferentes órganos y se encarga de modificarlos en forma y magnitud, para que puedan ser procesados por el microordenador. Una vez hechas las transformaciones pasan al circuito de entrada/salida.

CONVERTIDOR ANALÓGICO DIGITAL

Es el encargado de recibir las señales que se producen por las variaciones de tensión y corresponden al resto de la información producida por los sensores. Sin embargo, estas señales que son procesadas de manera analógica, son convertidas en señales digitales

BUS DIGITAL DE TRANSMISIÓN

Está formado por un conjunto de líneas de transmisión que permiten el acceso a todas las unidades preparadas para la recepción. Son las vías que a través de las cuales se alimenta de información la ECU. Estas unidades son:

Microprocesador

Es la unidad central de proceso (CPU) y contiene en su interior tres dispositivos fundamentales que son:

- La Unidad Lógica de Cálculo (ALU): Realiza las operaciones aritméticas y lógicas. Los programas y datos que necesita los obtiene de la memoria ROM, y los que procesa de la memoria RAM, que almacena los datos suministrados por los sensores.
- El Acumulador: Es una memoria intermedia que le permite a la ALU guardar datos, mientras trabaja con otros que se encuentra procesando.
- La Unidad de control: Es el elemento activo que controla los datos, las entradas, las salidas y el desarrollo de las operaciones.

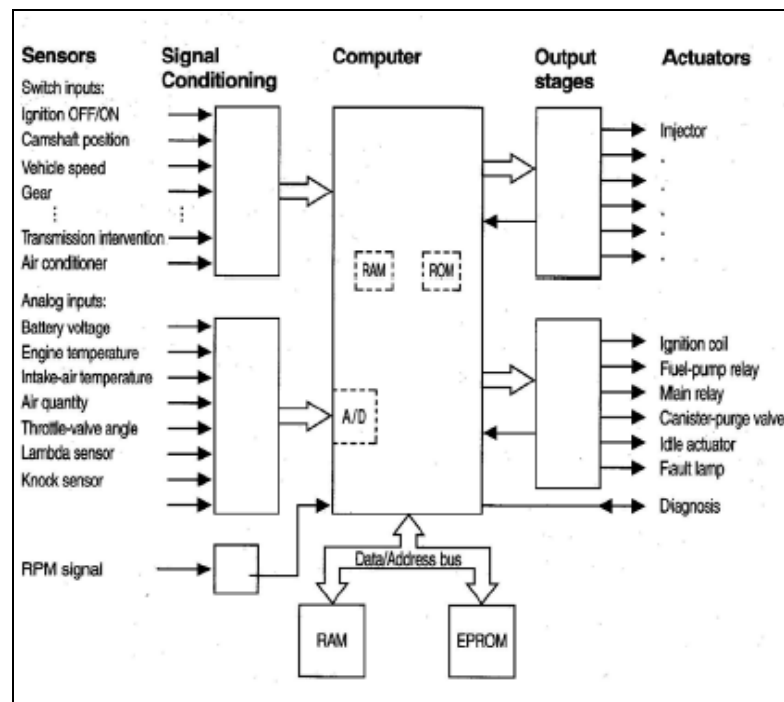
Memoria ROM

En ella se mantiene grabados los programas con los datos, cartografías, valores teóricos, etc. con los que ha de funcionar el sistema. Esta memoria no puede borrarse.

Memoria RAM

Se almacenan los datos que proporcionan los sensores hasta el momento que son requeridos por la CPU, en cada instante son sobre grabados por los nuevos datos que se reciben de los sensores. Este trabajo se efectúa de manera constante durante el funcionamiento de la ECU, todo se borra al desconectar la instalación. Finalmente, los datos elaborados son enviados al exterior a través de las Etapas de Salida, que mandan señales eléctricas elaboradas a los actuadores.

Fig.1-6 Arquitectura de la Gestión Electrónica del Sistema de Inyección



Fuente: Inyección Secuencial no Cartográfica para Motores de Ciclo Otto p.19

1.4.4 Memorización de Errores y Estructura

Los errores quedan grabados en la ECU a medida que aparecen. Cuando se muestra un defecto y perdura en un tiempo mayor a 0,5 segundos, éste se memoriza como permanente. Si este defecto desaparece enseguida se memoriza como intermitente. Si una avería se clasifica como permanente, se activa la función de emergencia o modo de avería.

El testigo de averías se enciende cuando hay un defecto memorizado como presente e importante, o cada vez que se conecta el encendido del motor. Si no hay averías importantes presentes, el testigo se apaga normalmente y, según el modelo, después de 4 segundos de haberse conectado el encendido del motor.

Los errores almacenados en la memoria de la ECU pueden eliminarse accediendo directamente a la memoria, generalmente de tipo EEPROM, donde están almacenados mediante la opción "Borrado de memoria de errores". Debido a que el protocolo de acceso es codificado, es necesario utilizar los equipos de diagnóstico propios de cada fabricante.

CAPÍTULO 2

SENSORES Y ACTUADORES

2.1 Generalidades

El incesante crecimiento de prestaciones, sistemas de seguridad y confort, y restricciones legales de funcionamiento en los automóviles hace que se desarrollen constantemente nuevos sistemas. Estos sistemas, gestionados electrónicamente, hacen funciones de regulación y control ya sea el motor, los frenos o el climatizador.

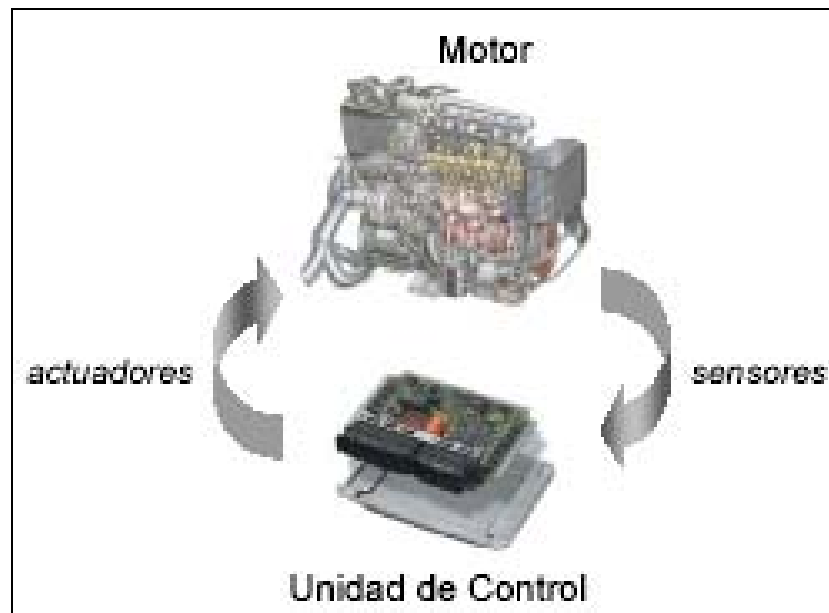
El sistema de inyección electrónica es una mejora real para reducir los niveles de emisión de gases contaminantes, controlando la inyección del combustible, a través de un micro computador, que de acuerdo a cada condición de manejo, siempre se tenga la relación estequiometrica más adecuada, incluyendo mejoras en el consumo de combustible.

Esto se logra por medio de sensores ubicados en la periferia del motor, los cuales se encargan de informarle al computador cada variación que se produce, dependiendo de la cantidad de aire succionada por el motor, la temperatura del refrigerante, la posición de la aleta de aceleración y un sin número de valores adicionales.

En la Fig. 2-1 se observa un ciclo de funcionamiento entre el motor los sensores, la ECU y los actuadores.

Cada constructor y diseñador ha utilizado la mayor cantidad de elementos que supone son los más importantes para que de esta manera los sistemas de inyección sean cada vez más eficaces.

Fig. 2-1 Ciclo funcional del Sistema de Inyección



Fuente: <https://upcommons.upc.edu/pfc/handle/2099.1/2902>. Acceso: 20 octubre 2007

2.2 Tipos y principios de funcionamiento

2.2.1 Sensores

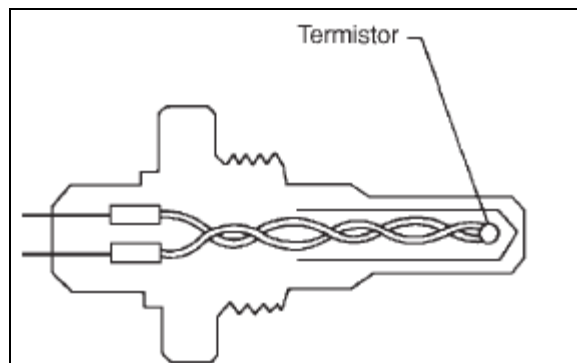
2.2.1.1 Sensor de temperatura del refrigerante (ETC)

Este elemento Fig. 2-2 detecta la temperatura del agua de enfriamiento del motor para compensar la cantidad de inyección de combustible de acuerdo a su variación.

El sensor es un Termistor NTC (NEGATIVE TEMPERATURE COEFFICIENT) o PTC (POSITIVE TEMPERATURE COEFFICIENT), en el primer caso la resistencia del sensor irá disminuyendo con el incremento de la temperatura medida, al contrario que el tipo PTC, que al tener un coeficiente positivo de temperatura sus comportamiento es totalmente inverso, ya que a menor temperatura menor resistencia y por consiguiente mejor conductividad y a mayor temperatura mayor resistencia.

El Sensor posee un cuerpo de Bronce para que pueda resistir los agentes químicos del Refrigerante y tener una buena conductibilidad térmica. Se encuentra localizado generalmente cercano al termostato del Motor, lugar que adquiere el valor máximo de temperatura de trabajo y asimila rápidamente los cambios bruscos de temperatura.

Fig. 2-2. Esquema de Sensor de Temperatura



Fuente: <http://www.redtecnicautomotriz.com/Archivo%20Tecnico>. Acceso: 30 Octubre 2007

“Alimentación POSITIVA del sensor

El Sensor recibe en uno de sus pines una alimentación de 5 Voltios como valor de referencia, tensión eléctrica que le envía la computadora.

Cuando existe una variación en la conductibilidad del sensor, envía a la computadora una tensión o voltaje ascendente cuando se calienta, variando desde décimas de Voltio cuando el Sensor está frío hasta cercano al valor de 5 Voltios cuando se ha calentado a niveles de temperatura máxima del motor (tipo PTC).

Alimentación NEGATIVA del sensor

Igual que en el caso anterior, algunos sistemas utilizan una alimentación negativa para el sensor de temperatura del Refrigerante, es decir, tomando un contacto de MASA. Cuando el sensor está frío, la alta resistencia interior del sensor permite enviar una señal negativa muy pequeña hacia la computadora, por medio del segundo pin, pero con el incremento de la temperatura, la señal negativa que llega a la computadora aumenta en la misma relación.”¹

2.2.1.2 Sensor de Temperatura del Aire Aspirado (IAT)

La temperatura del aire que aspira el Motor (Fig. 2-3), es un dato indispensable para que la computadora pueda calcular la masa de aire entrante del motor. Ya que el aire frío tiene mayor densidad de oxígeno y necesita más combustible para lograr el punto estequiométrico.

Tiene la misma tecnología que el captador de temperatura del agua del motor (termistor NTC). Este sensor está localizado convenientemente, de tal manera que el flujo de aire que ingresa al Múltiple o colector de admisión del motor, detectando rápidamente cualquier variación de la temperatura. Generalmente está localizado en el depurador o filtro de aire, en el colector común de admisión o en la entrada de la mariposa de aceleración.

¹ Coello, Efrén, *Sistemas de inyección electrónica de gasolina*, p. 18

Fig. 2-3. Sensor de Temperatura del aire



Fuente: Creación del Autor

2.2.1.3 Sensor de Posición de la Mariposa de Aceleración (TPS)

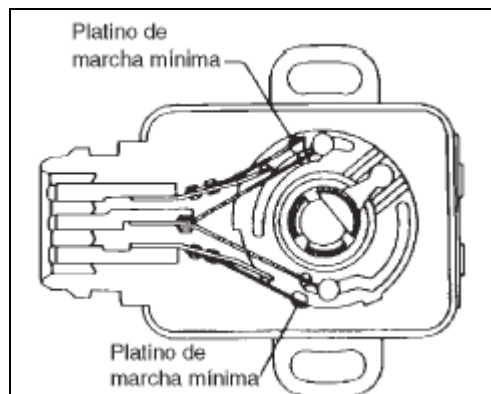
Esta señal es interpretada por la computadora como la cantidad de aceleración que imprime el conductor de un vehículo, logrando con ello incrementar la potencia del motor cuando se lo requiere, existen dos tipos.

Tipo Interruptor de posición de la mariposa de aceleración

El interruptor de posición de la mariposa de aceleración Fig. 2-4, detecta la posición completamente abierta y cerrada. Esta es la señal de entrada para los controles de la velocidad de marcha mínima del motor y la mezcla durante la apertura de la mariposa de aceleración.

Este tipo interruptor posee 3 posiciones. La ECU brinda dos voltajes por las líneas del sensor y se encarga de cerrar el circuito a masa cuando la mariposa está cerrada o totalmente abierta. La tierra del sensor puede ser suministrada en muchos casos por la ECU del vehículo.

Fig. 2-4. Interruptor de posición de la mariposa de aceleración



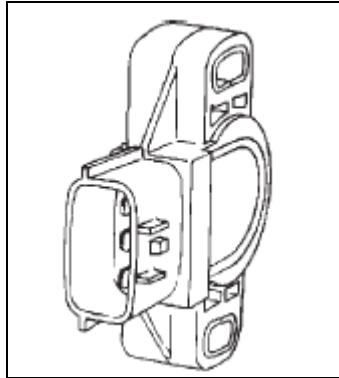
Fuente: <http://www.redtecnicaautomotriz.com/Archivo/Revision%20Tecnica/TPS/TPS.asp>,
Acceso: 20 Noviembre 2007

Tipo Potenciómetro de aceleración (Fig. 2-5)

Este sensor no es más que un potenciómetro localizado en el eje de la mariposa, ya que tiene una resistencia que varía con el movimiento angular del eje. Posee por lo general tres pines, en uno de ellos recibe un voltaje de referencia, (5 ó 12 voltios), en otro existe una derivación a tierra para cerrar el circuito de la resistencia y en el ultimo es la señal de salida a la computadora.

Cuando aceleramos, movemos la posición de la mariposa; el voltaje de referencia se altera debido a que circula por la resistencia y sale por el pin de referencia. La computadora lo interpreta y de acuerdo con su programa, hace la entrega de combustible a través de los inyectores. Debido a esto, los fabricantes instalan este sensor preajustándolo y obteniendo así un voltaje base.

Fig. 2-5. Potenciómetro de aceleración



Fuente: Manuel N-Step Nissan p. 62

2.2.1.4 Sensor de Presión Absoluta (MAP)

El sensor MAP por su nombre en inglés “manifold absolute pressure”, o medidor de presión absoluta (Fig. 2-6), informa al calculador la presión reinante en el colector de admisión, esta señal es uno de los parámetros principales para el cálculo del tiempo de inyección y del encendido.

Es del tipo piazó-resistivo y tiene un conducto abierto que va a la atmósfera, el separador o diafragma se moverá hacia arriba o abajo en reacción a los cambios de presión existentes entre el interior y el exterior del múltiple de admisión, generando una señal que puede ser analógica o digital.

Fig. 2-6 Sensor de Presión Absoluta (MAP)



Fuente: Creación del Autor

El sensor posee por lo general tres pines, en uno de ellos recibe un voltaje de referencia de 12 o 5v, el segundo sirve para conexión a tierra y el tercero es el voltaje de señal enviado por el sensor a la ECU que varía por la membrana piazorresistiva.

2.2.1.5 Sensor de flujo de masa de aire (MAF)

El caudalímetro másico de aire de tipo hilo o lamina caliente como el de la Fig. 2-7, informa al calculador de la masa de aire aspirada por el motor. Se encuentra entre el filtro de aire y la mariposa, mide la masa de aire aspirada por el motor. El caudalímetro de película caliente participa en el cálculo de la carga del motor.

El caudal másico admitido se determina midiendo la energía necesaria para mantener a una temperatura constante un elemento calefactante (película) sometido a la influencia del flujo medido.

“La corriente que se requiere para circular por un conductor eléctrico será mayor si su temperatura es menor y será menor la corriente si la temperatura es mayor, ya que cualquier conductor tendrá mejor conductibilidad o menor resistencia con temperaturas bajas y empeorará su conductibilidad o se aumentará su resistencia con temperaturas mas altas.

Basado en este principio, el Hilo o la Lámina que se calefacta (calienta) con una corriente venida de la Computadora, será mejor conductora eléctrica si un flujo de aire que choca sobre ella la enfría y si el flujo de aire es menor se mantendrá más caliente, disminuyendo su conductibilidad. La corriente que se requiere para calentar el Hilo o la lámina variará con el mayor menor flujo de aire y esta corriente de referencia es tomada como señal para la computadora, quien decide entregar

una cantidad de combustible acorde a las necesidades para lograr la mezcla exacta”².

Fig. 2-7 Sensor de flujo de masa de aire



Fuente: Creación del Autor

En algunos vehículos el sensor de temperatura de aire se encuentra incluido en la estructura de sensor MAF por lo cual éste posee cinco pines, dos que corresponde al sensor IAT de (voltaje de 5V y Tierra) y los otros tres son de voltaje de referencia de 12 o 5v, uno de tierra y otro de señal hacia la ECU según el flujo de Aire.

2.2.1.6 Sensor de Golpeteo (Knock)

Consta de una base atornillada en la culata o en el bloque motor (Fig. 2-8) y de un cajetín que contiene un disco de cerámica piazó-eléctrica comprimido por una masa metálica que está sujeta con una arandela elástica.

² Coello, Efrén, *Sistemas de inyección electrónica de gasolina*, p. 43

Fig. 2-8 Sensor de Golpeteo



Fuente: Creación del Autor

Este sensor emite unos impulsos eléctricos que son enviados al calculador. En caso de picado, aparecen unas vibraciones de frecuencia especial y generan unos impulsos eléctricos de la misma frecuencia. El calculador recibe estas informaciones, detecta el picado cilindro por cilindro y aporta las correcciones de avance necesarias para cada cilindro.

El principio de los captadores piazó-eléctricos se basa en la constatación siguiente: un choque, es decir, una variación de presión en un cuerpo de cerámica o de estructura cristalina provoca la aparición de una diferencia de potencial en los extremos del cuerpo (o una variación de resistencia en el caso de un piazó-resistiva) según la dirección del choque.

En caso de fallo del detector, el calculador retira algunos grados de avance al encendido.

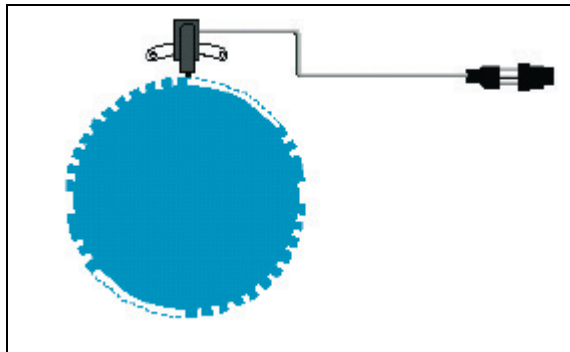
2.2.1.7 Sensor de Posición y Velocidad del Volante Motor (CKP)

Tiene como función informar al calculador:

- de la velocidad de rotación
- de la posición del motor

Las dos informaciones de velocidad y posición del cigüeñal son obtenidas por un captador magnético fijo como se observa en la Fig. 2-9, que retransmite al calculador la imagen eléctrica de la corona dentada arrastrada por el cigüeñal.

Fig. 2-9 Sensor CKP



Fuente: <http://www.automecanico.com/auto2002/GENERALMOTORS.HTML>,
Acceso: 5 Enero 2008

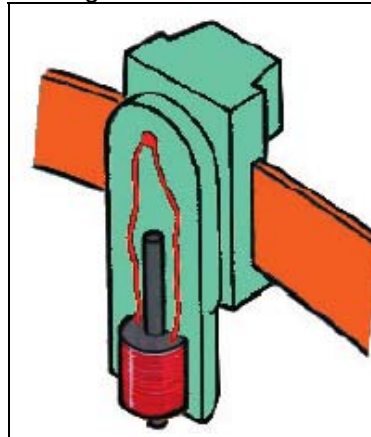
Es de tipo inductivo (generador de corriente). La corona dentada posee unos dientes anchos que sirven para identificar la posición y unos dientes estrechos para la medida de la velocidad de rotación. Los dientes de la cinta pasan muy cerca del sensor inductivo y por cada diente se genera un pulso de corriente alterna, es decir que si la periferia de la cinta dentada tuviera 100 dientes, por ejemplo, en cada vuelta completa del eje cigüeñal se inducirían o generarían 100 pulsos en el sensor.

Estos pulsos generados se envían a la ECU, la misma que traduce estos pulsos como número de vueltas del motor y posición del cigüeñal. Esta señal será mucho más exacta que la producida en los casos anteriores, ya que el número de pulsos, al ser en gran cantidad para identificar una vuelta del motor, no podrán generar un mayor error en la cuenta de vueltas, siendo este sistema muy efectivo.

El sensor inductivo está constituido por una bobina de alambre, un imán permanente y un núcleo de hierro (Fig. 2-10), todos ellos alojados en un cuerpo metálico o plástico.

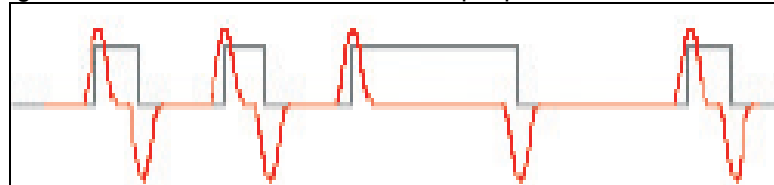
Los terminales de la bobina están conectados a dos pines del conector exterior, de los cuales el uno es de voltaje de referencia de 5v y en el otro se obtiene la señal generada obteniendo una onda sinusoidal representada en forma general en la Fig. 2-11.

Fig. 2-10 Sensor CKP



Fuente: <http://www.automecanico.com/auto2002/GENERALMOTORS.HTML>,
Acceso: 7 Enero 2008

Fig. 2-11 Onda sinusoidal el momento que pasa la coronilla dentada



Fuente: Manual Gestión del motor p. 57

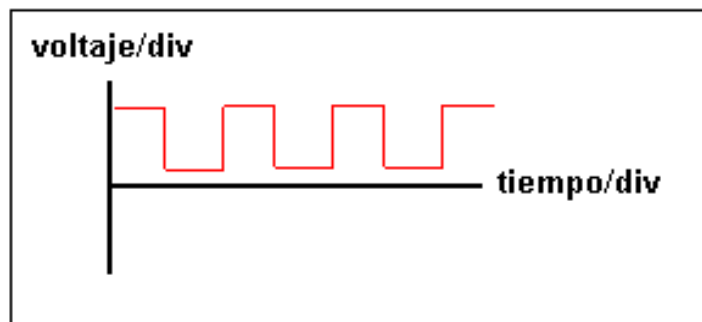
Existe también el sensor de posición de efecto Hall. Este sensor se caracteriza por que posee tres cables en su conector exterior, indicados en al Fig. 2-12, siendo uno de voltaje de referencia de 12 o 5v, el otro de tierra y el tercero de señal de esta forma el mismo envía a la ECU una forma de onda rectangular Fig. 2-13.

Fig. 2-12 Sensor de posición tipo hall



Fuente: Creación del Autor

Fig. 2-13 forma de onda rectangular

Fuente: <http://www.redtecnicaautomotriz.com>, Acceso: 10 Enero 2008

2.2.1.8 Sensor de Oxígeno (Sonda Lambda)

El sensor de oxígeno o más conocido como sonda lambda (Fig. 2-14), mide el oxígeno de los gases de combustión con referencia al oxígeno atmosférico, gracias a esto la ECU puede regular con mayor precisión la cantidad de aire y combustible hasta en una relación estequiométrica de 14.7 a 1, logrando una combustión menos contaminante al medio ambiente gracias al control de los gases de escape que realiza. La temperatura óptima de funcionamiento de la sonda es alrededor de los 300° o más. Una parte de la sonda lambda siempre está en contacto con el aire de la atmósfera (exterior al tubo de escape), mientras que la otra parte está con los gases de escape producidos por la combustión.

Fig. 2-14 Sensor de Oxígeno



Fuente: <http://motos.autocity.es/documentos-tecnicos/?cat=3&codigoDoc=87>

Acceso: 20 Enero 2008

Sonda lambda de Zirconio

La sonda de oxígeno de Zirconio (Fig. 2-15) es la más utilizada, el elemento activo es una cerámica de óxido de zirconio recubierto interna y externamente por capas de platino que hacen de electrodos. El electrodo interno está en contacto con el oxígeno atmosférico exento de gases de escape y el electrodo externo está en contacto con los gases de escape.

A temperaturas inferiores a 300 °C el sensor se comporta como un circuito abierto (resistencia infinita).

A temperaturas mayores de 300 °C la cerámica se transforma en una pila cuya tensión depende de la diferencia de concentración de oxígeno entre los dos electrodos.

Si la concentración de oxígeno en el escape es inferior a 0.3% la tensión es mayor que 0.8v, esto ocurre para factores lambda inferiores a 0.95.

Si la concentración de oxígeno en el escape es mayor que 0.5% la tensión es menor que 0.2v, esto ocurre para factores lambda superiores a 1.05.

Las sondas de oxígeno de zirconio pueden tener un calefactor interno para lograr un funcionamiento independientemente de la temperatura de los gases del escape, este calefactor es una resistencia.

Estas sondas pueden tener tres cables, dos para alimentación de la resistencia calefactor y uno para la salida de tensión (señal). El retorno se realiza a través del chasis.

Fig. 2-15 Sonda Lambda de Zirconio sin calefactor



Fuente: <http://www.mecanicadeautos.info/SondaLambda.php>, Acceso: 25 Enero 2008

Sonda lambda de Titanio (Fig. 2-16)

Este sensor está construido con óxido de titanio depositado sobre un soporte de cerámica calefaccionada, y presenta una variación de resistencia interna que depende de la concentración de oxígeno en los gases del escape. Este tipo de sonda no entrega tensión, solamente varía su resistencia interna. Tampoco necesita una referencia del oxígeno atmosférico. Es más frágil y tiene menos precisión que la sonda de zirconio.

- En ausencia de oxígeno (mezcla rica) su resistencia es inferior a 1000 ohms.
- En presencia de oxígeno (mezcla pobre) su resistencia es superior a 20000 ohms.
- El cambio de resistencia es brusco para una relación lambda de 1.

La unidad de control electrónico alimenta a la sonda con una tensión de 1v.
(En algunos vehículos de la alimentación es de 5v).

El circuito de entrada a la unidad de control electrónico es similar al utilizado por los sensores de temperatura y la tensión medida es similar a la que entrega la sonda de zirconio:

- tensión baja indica mezcla pobre.
- tensión alta indica mezcla rica.

fig. 2-16 sonda Lambda de Titanio



Fuente: <http://www.mecanicadeautos.info/SondaLambda.php>, Acceso: 25 Enero 2008

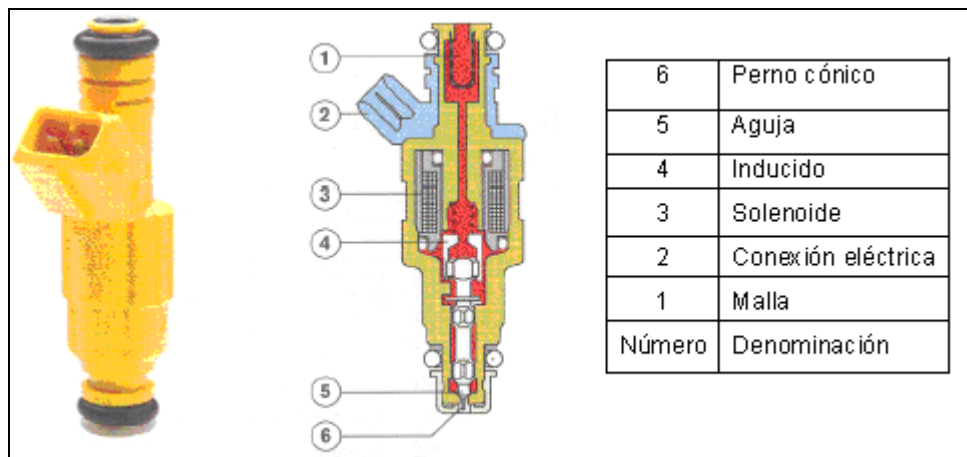
2.2.2 Actuadores

2.2.2.1 Inyectores Electromagnéticos

Representado en la Fig. 2-17 el inyector electromagnético incluye un cuerpo de inyector y una aguja con un núcleo magnético. Este conjunto está comprimido por un muelle en el asiento estanco del cuerpo de inyector. Éste lleva un enrollamiento magnético y una guía para la aguja del inyector. El mando eléctrico que procede del calculador crea un campo magnético en el enrollamiento. El inyector recibe un positivo después de contacto y el calculador envía masas secuenciales (pulsos).

El núcleo magnético es atraído y la aguja se despegas de su asiento, el carburante bajo presión puede entonces pasar. Al interrumpir este mando, el muelle empuja la aguja en su asiento y el circuito queda cerrado.

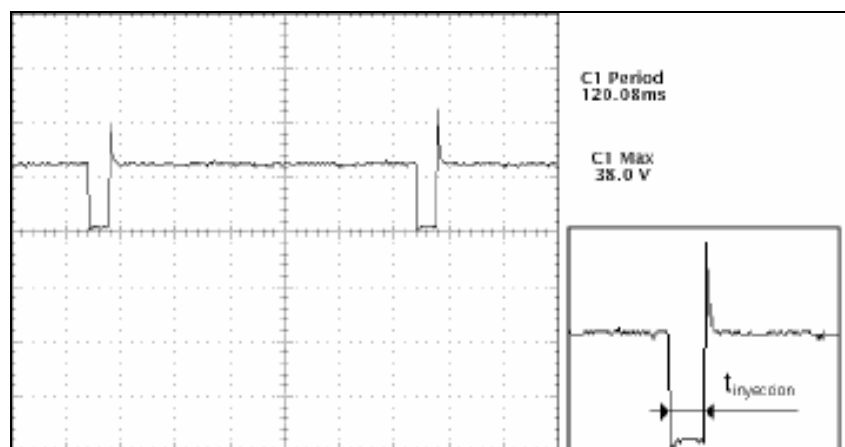
Fig. 2-17 Inyector Electromagnético



Fuente: Robert Bosch limitada, Sistemas de inyección electrónica, p.10

El tiempo de apertura de los inyectores depende del tiempo de masa pedido por el calculador variando la forma de onda que se muestra en la Fig. 2-18, según las necesidades del caso con el objetivo de logra un buen rendimiento del motor y una mezcla aire combustible homogénea.

Fig. 2-18 Pulso de inyección en ralénti

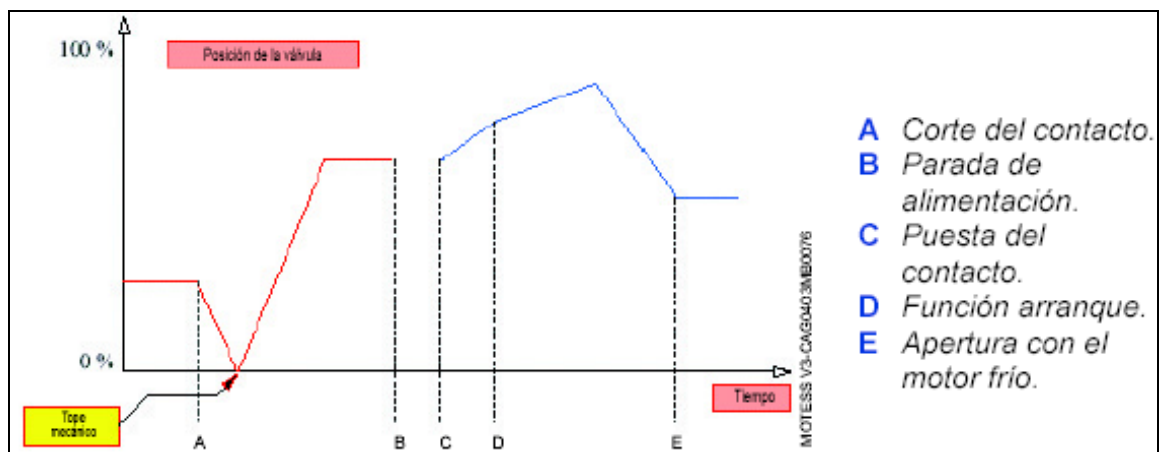


Fuente: Manual N-Step Nissan p. 70

2.2.2.2 Válvula Reguladora de Ralentí de motor pasó a paso (Válvula IAC)

La válvula de control de aire de ralentí –idle air control-, maneja el flujo de aire en una derivación que existe en el cuerpo de aceleración, la computadora la comanda para disminuir o aumentar el flujo de aire en ralentí como indica la Fig. 2-19, para de esta manera incrementar o disminuir las revoluciones del motor, de acuerdo a sus condiciones (motor frío, caliente, funcionamiento del aire acondicionado, etc.).

Fig. 2-19 Esquema de apertura de la valvula IAC en porcentaje



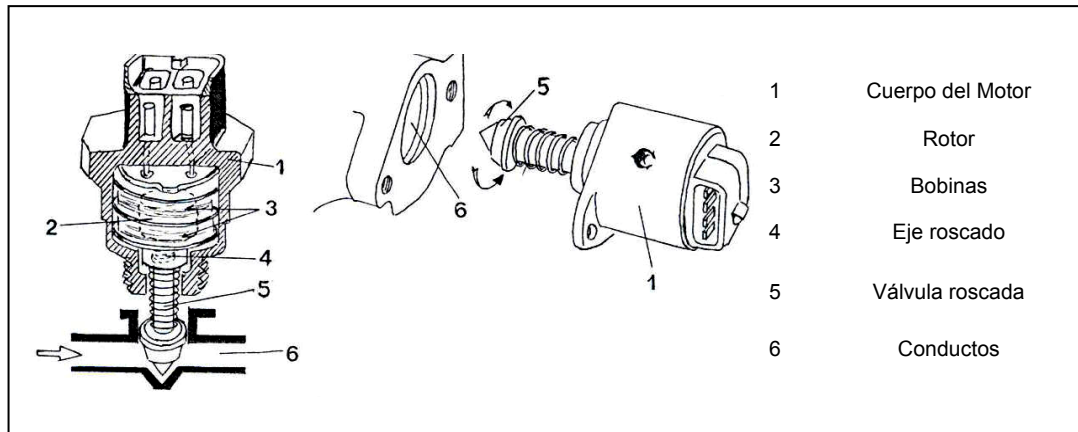
Fuente: Manual Gestión del motor p. 70

El Motor paso a paso está diseñado de la siguiente forma (Fig. 2-20): Un rotor magnético es obligado a girar por la atracción o repulsión ocasionada por el campo magnético creado dos bobinas, las cuales reciben un voltaje en forma de pulsos de la ECU. Cuando se alimenta de corriente a una bobina, se logra un cierto giro, para luego alimentar a otra bobina, la cual obliga al rotor a girar otro ángulo adicional y así sucesivamente.

Este campo magnético le permite girar al rotor en “pasos o partes”. Si el número de pulso que entrega la computadora a las bobinas es más seguido, el rotor girará rápidamente.

Una de las características de este motor es que la alimentación de las bobinas es conmutada, es decir, que la tensión puede ingresar por cualquiera de los 2 terminales haciendo que el obturador salga o se retraiga controlando la marcha mínima.

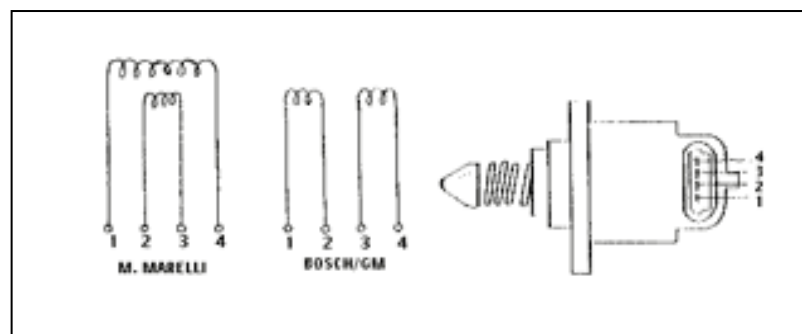
Fig. 2-20 Partes de la válvula IAC



Fuente: Coello, Efrén, Sistemas de inyección electrónica de gasolina, p. 63

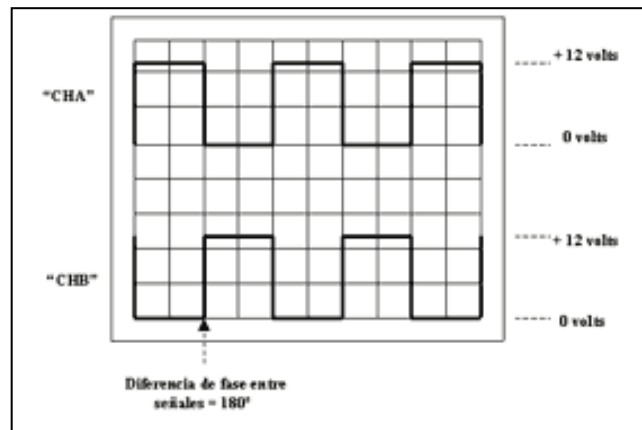
Existen dos tipos por de motores de paso a paso (válvula IAC), Magneti Marelli y Bosch. Estos se diferencian simplemente por la disposición de sus bobinados como se puede observar en la Fig. 2-21, encargándose la ECU de generar un tren de pulsos para la excitación de los mismos (Fig. 2-22) y de esta manera hacer girar el rotor en un sentido u otro.

Fig. 2-21 Tipos de válvula IAC



Fuente: <http://www.autocity.com/manuales-reparacion/index>. Acceso: 20 Febrero 2008

Fig. 2- 22 Secuencia de pulsos para el funcionamiento de la válvula IAC



Fuente: <http://www.autocity.com/manuales-reparacion/index>. Acceso: 20 Febrero 2008

2.2.2.3 Bobinas de encendido

El calculador de inyección controla también la función encendido. Los parámetros tenidos en cuenta son como para un encendido clásico, la velocidad y la carga del motor (curvas centrífugas y de depresión).

La gestión electrónica permite asimilar los parámetros tales como la temperatura del motor, la detección del picado, la función amortiguación del par en la transmisión automática, así como las funciones de diagnóstico en la bobina cuando ésta es activada directamente por el calculador.

Se pueden presentar dos casos:

- El calculador activa un módulo de potencia de Encendido.
- El calculador activa una bobina.

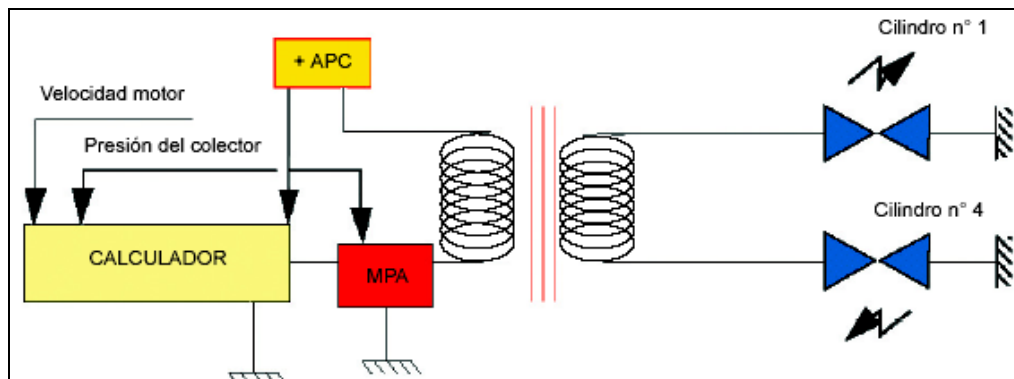
El calculador activa un Módulo de Potencia de Encendido (Fig. 2-23)

El calculador envía una señal de mando al módulo de potencia, quien autorizará o no la puesta a masa de la bobina.

La intensidad de carga de la bobina es gestionada por el módulo de potencia de encendido y el corte de la corriente en el bobinado primario es activado por el calculador en función de su cartografía.

- Si hay una sola bobina, el encendido es de tipo distribuido.
- Si hay varias bobinas, el encendido se denomina estático, se necesitará 1 señal de mando para 2 cilindros como máximo.

Fig. 2-23 Bobina con módulo de potencia



Fuente: Manual Gestión del motor p. 44

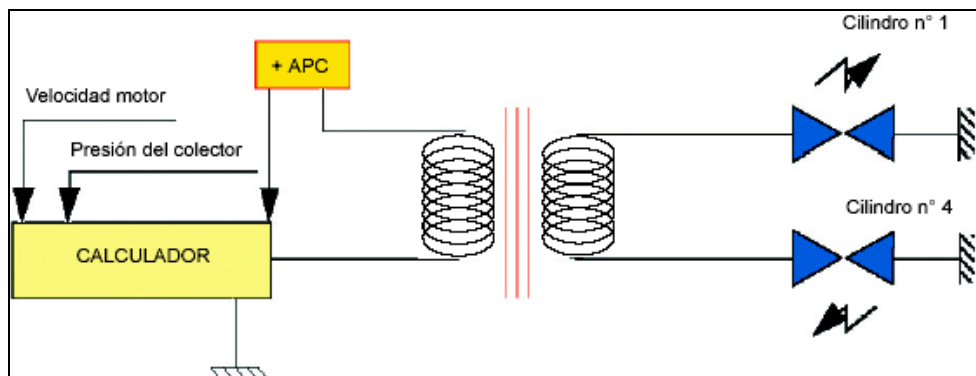
Una bobina para 2 cilindros (jumo-estático) (Fig. 2-24)

Una bobina y una etapa de salida están asignadas a cada par de cilindros.

Cada uno de los extremos del enrollamiento secundario va empalmado a la bujía de un cilindro diferente. El pilotaje se efectúa de tal forma que el tiempo de compresión de un cilindro coincida con el tiempo de escape del otro.

- En el punto de encendido, sale una chispa de cada una de las dos bobinas.
- El sistema no requiere sincronización a la altura del árbol de levas.

Fig. 2-24 Bobina con módulo de potencia



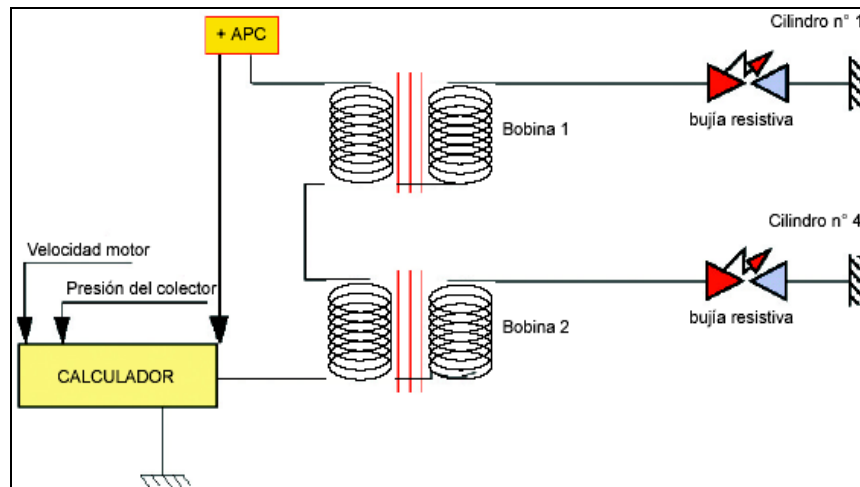
Fuente: Manual Gestión del motor p. 45

Una bobina por cilindro (bobina lápiz)(Fig.2-25)

Se asignan a cada cilindro una bobina y una etapa de salida pilotados por el calculador en función de la orden de encendido.

Cuando el calculador controla directamente la carga de la bobina, puede diagnosticar el circuito primario del encendido. Este diagnóstico no es posible cuando el calculador no hace más que activar la etapa de potencia.

Fig. 2-25 Bobina tipo lápiz



Fuente: Manual Gestión del motor p. 46

2.2.2.4 Relés y Solenoides

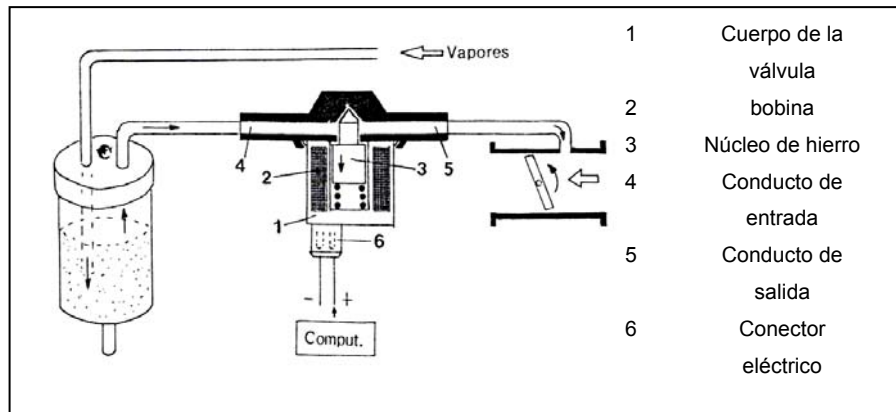
Como se observa la ECU es la encargada de interpretar las señales enviadas por los diferentes sensores, de esta manera controla los diferentes actuadores, logrando así que el motor adquiera su máximo rendimiento.

Es por esta razón que el calculador de inyección, también se encarga de hacer funcionar ciertos relés y solenoides, que a su vez hacen trabajar a otros sistemas, con el fin de tener control sobre ellos, ya sea por seguridad o para mejorar las prestaciones del motor.

A continuación se indica algunos de ellos:

1. Control de la válvula evaporadora (vapores del depósito de combustible), donde sus elementos se detallada en la Fig. 2-26.

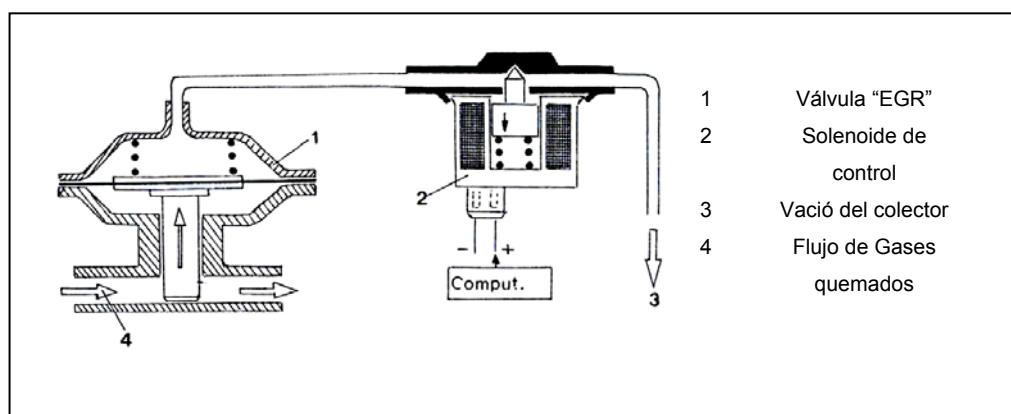
Fig. 2-26 Sistema EVAP



Fuente: Coello, Efrén, Sistemas de inyección electrónica de gasolina, p. 64

2. En la Fig. 2-27 se observa el circuito de control de la recirculación de gases de escape "EGR"

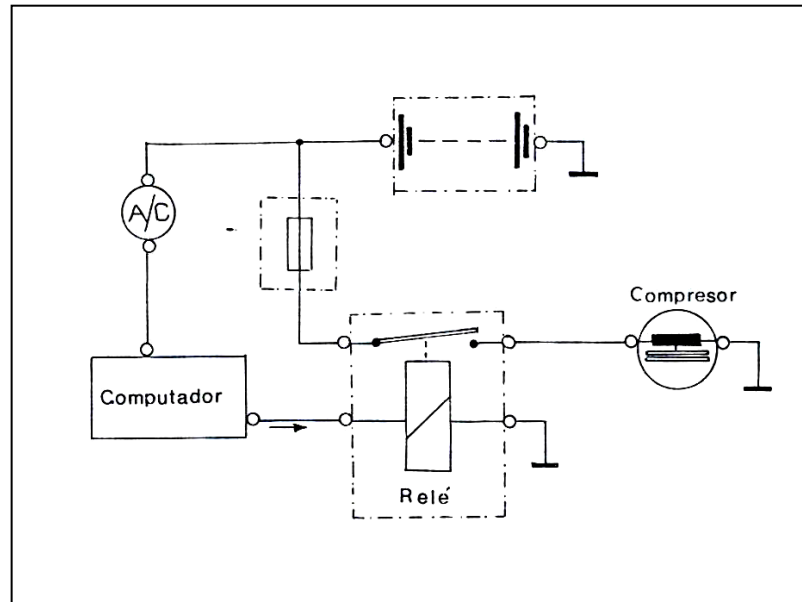
Fig. 2-27 Sistema "EGR"



Fuente: Coello, Efrén, Sistemas de inyección electrónica de gasolina, p. 66

3. Control del relé del compresor del aire acondicionado (Fig.2-28)

Fig. 2-28 Comando del Relé del Aire Acondicionado



Fuente: Coello, Efrén, Sistemas de inyección electrónica de gasolina, p. 67

2.3 Comprobaciones

Para realizar las diferentes comprobaciones es necesario conocer el funcionamiento de cada sensor, con el fin de no ocasionar algún daño, ya sea al aparato de medida, a la ECU o al mismo elemento en el que estamos realizando la prueba.

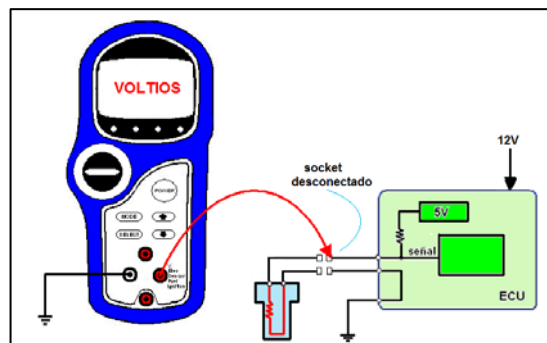
Una vez entendido la importancia del asunto, se detalla los pasos a seguir para la comprobación de cada elemento, teniendo en cuenta que es una representación general, ya que de vehículo a vehículo pueden existir diferencias.

2.3.1 Sensor de temperatura del refrigerante (ETC)

Revisión de la alimentación al sensor (Fig. 2-29):

- Desconectar el sensor
- Colocar el interruptor de encendido en “ON” y el motor apagado
- Multímetro en función voltios (DC)
- Cable negro del multímetro a una buena masa
- Cable rojo del multímetro al terminal de alimentación del sensor
- Verificar el valor de voltaje (5V)

Fig. 2-29 Comprobación #1 en el sensor ETC

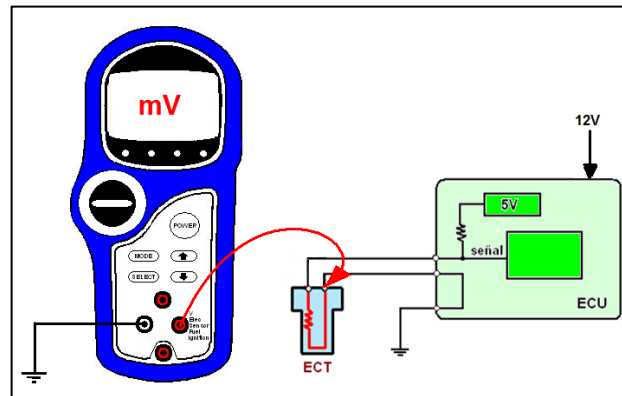


Fuente: Inyección a Gasolina, Prueba de tensión el los sensores, p. 6

Revisión de la masa del sensor (Fig. 2-30)

- Conectar el sensor.
- Interruptor de encendido en posición de “ON”, y el motor apagado
- Multímetro en función mili voltios (mV.)
- Cable negro del Multímetro a una buena masa.
- Cable rojo del Multímetro al terminal negativo del sensor.
- Verificar valor de la lectura: debe ser menor de 60 mili voltios

Fig. 2-30 Comprobación #2 en el sensor ETC

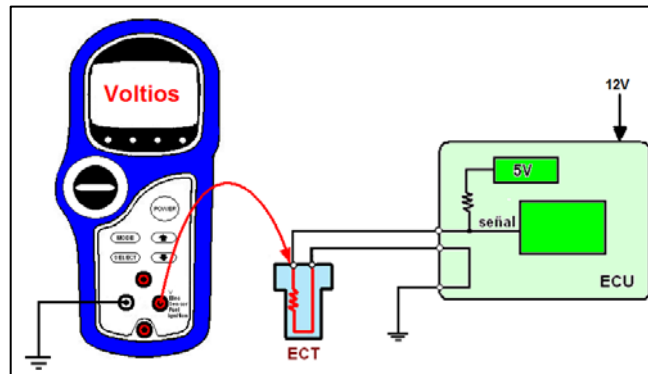


Fuente: Inyección a Gasolina, Prueba de tensión el los sensores, p. 7

Revisión de la señal del sensor (Fig.2-31)

- El sensor debe estar conectado
- Conectar el cable negro del Multímetro a una buena masa
- Conectar el cable rojo del Multímetro al terminal en donde se midió inicialmente la alimentación del sensor
- Coloque en marcha el motor
- Observe la lectura. Verificar que el voltaje disminuya (tipo NTC) o aumente (tipo PTC) a medida que el motor se calienta. Comparar los valores de voltaje con los que indica el fabricante

Fig. 2-31 Comprobación #3 en el sensor ETC

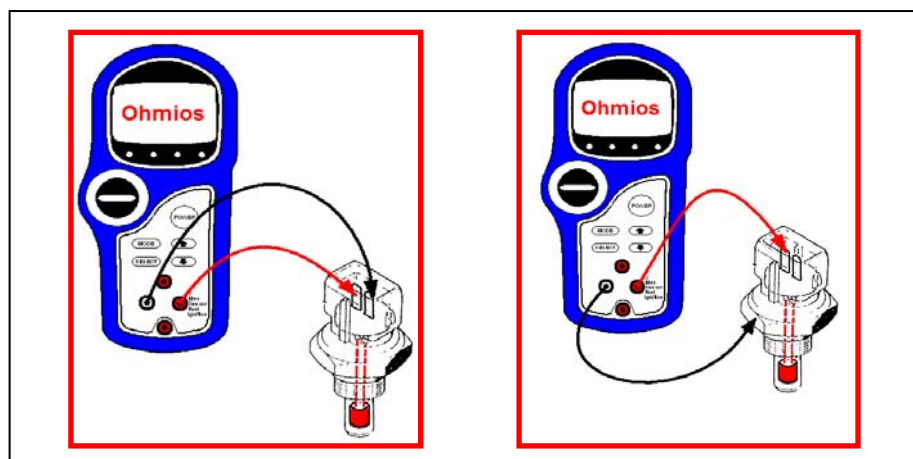


Fuente: Inyección a Gasolina, Prueba de tensión el los sensores, p. 7

Pruebas específicas (Fig. 2-32)

- Esta prueba se realiza con el sensor desconectado
- Se mide la resistencia entre los terminales de conexión
- Se varía la temperatura, se observa la variación de resistencia y se compara con los datos del fabricante.
- Se comprueba el aislamiento de los dos terminales con respecto a la carcasa del motor.

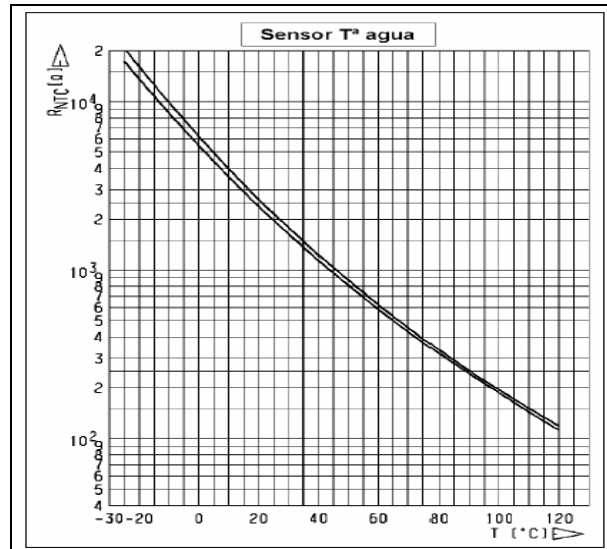
Fig. 2-32 Comprobación #3 en el sensor ETC



Fuente: Inyección a Gasolina, Prueba de tensión el los sensores, p. 8

Forma de onda patrón. (Fig. 2-33)

Fig. 2-33 Onda de funcionamiento sensor ETC



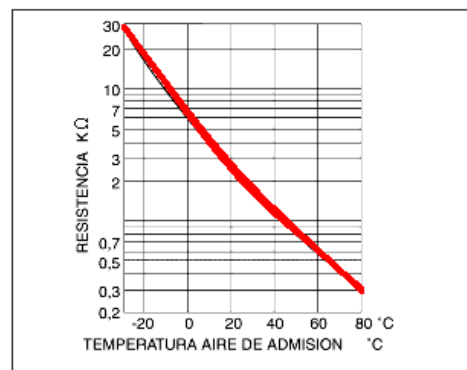
Fuente: Adaptación, programación de sensores, p 47

2.3.2 Sensor de Temperatura del Aire Aspirado (IAT)

Las pruebas a realizarse en el sensor IAT son las mismas que en el sensor ECT, ya que su conexión eléctrica con la central de mando es igual.

Forma de onda patrón (Fig. 2-34)

Fig. 2-34 Onda de funcionamiento sensor ETC



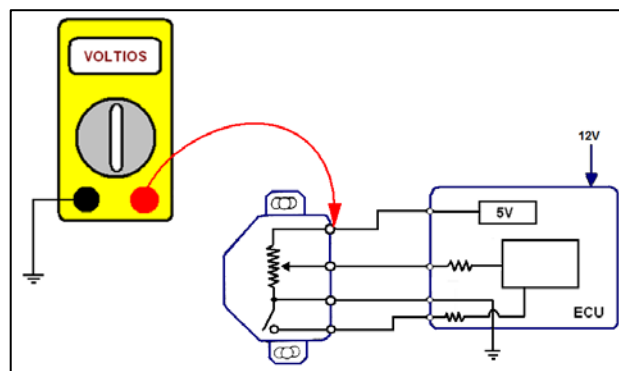
Fuente: Adaptación, programación de sensores, p 47

2.3.3 Sensor de Posición de la Mariposa de Aceleración (TPS)

Revisión de la alimentación al sensor (Fig. 2-35)

- Sensor conectado
- Colocar el interruptor de encendido en “ON” y el motor apagado
- Cable negro del multímetro a una buena masa
- Cable rojo del multímetro al terminal de alimentación del sensor
- Multímetro en función voltios (DC)
- Verificar el valor de voltaje: debe estar de 4.8 a 5.2 voltios (o especificación del fabricante)

Fig. 2-35 Comprobación #1 del sensor TPS

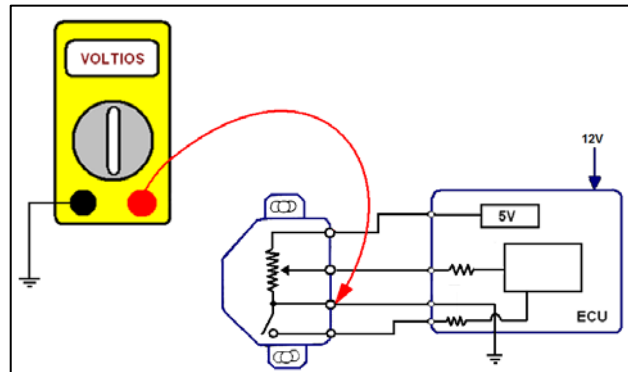


Fuente: Inyección a Gasolina, Prueba de tensión el los sensores, p. 13

Revisión de la masa del sensor (Fig. 2-36)

- Sensor conectado
- Interruptor de encendido en posición de “ON”, y el motor apagado
- Cable negro del Multímetro a una buena masa
- Cable rojo del Multímetro al terminal de masa del sensor
- Multímetro en función mili voltios (mV.)
- Verificar valor de la lectura: debe ser menor de 60 mili voltios

Fig. 2-36 Comprobación #2 del sensor TPS

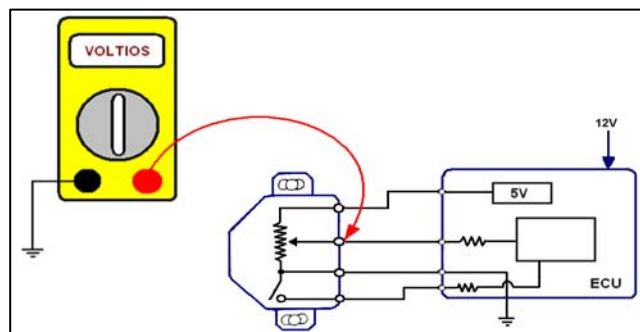


Fuente: Inyección a Gasolina, Prueba de tensión el los sensores, p. 13

Revisión de la señal del sensor (Fig. 2-37)

- El sensor debe estar conectado
- Verificar que la posición del sensor no haya sido modificada con los tornillos de ajuste y el correcto montaje del cable del acelerador
- Conectar el cable negro del Multímetro a una buena masa
- Conectar el cable rojo del Multímetro al terminal de señal del sensor
- Con mariposa cerrada, tensión $\approx 0.5V$
- Con mariposa abierta, tensión $\approx 4.5V$
- Abriendo la mariposa, tensión aumentando

Fig. 2-37 Comprobación #3 del sensor TPS

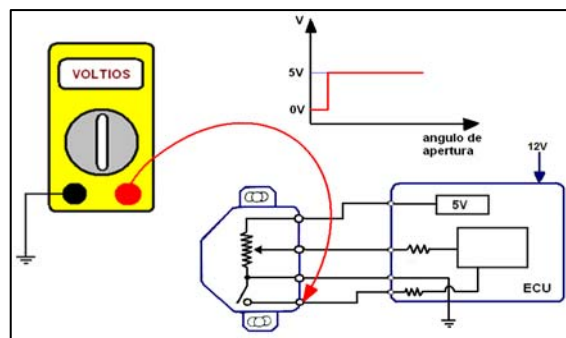


Fuente: Inyección a Gasolina, Prueba de tensión el los sensores, p. 14

Revisión de la señal del interruptor de ralentí (Fig. 2-38)

- El sensor debe estar conectado
- Conectar el cable negro del Multímetro a una buena masa
- Conectar el cable rojo del Multímetro al terminal de señal del interruptor del ralentí del sensor
- Con mariposa completamente cerrada, tensión de 0V
- Con la mariposa abierta $\approx 1\text{mm}$ del tope o abierta un ángulo $\approx 5\%$, aparece tensión de 5V

Fig. 2-38 Comprobación #4 del sensor TPS



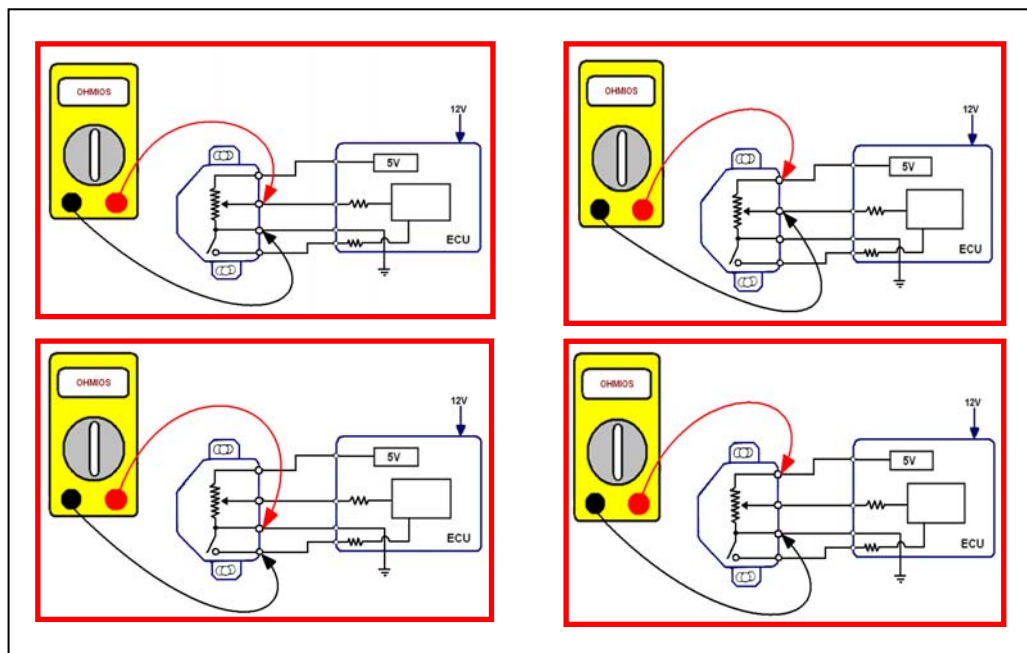
Fuente: Inyección a Gasolina, Prueba de tensión el los sensores, p. 16

Pruebas específicas (Fig. 2-39).

- Realizar una prueba de resistencia entre el terminal de señal del sensor y el terminal de alimentación del sensor. Realizar una prueba de resistencia entre el terminal de señal del sensor y el terminal de masa del sensor. En los dos casos la resistencia debe variar con la variación del ángulo de apertura.

- Se comprueba la resistencia entre el terminal de alimentación al sensor y el terminal de masa del sensor
- También se comprueba entre el terminal de señal del ralentí, con el terminal de masa del sensor:
- Con mariposa cerrada debe dar continuidad
- Con mariposa abierta debe dar aislamiento

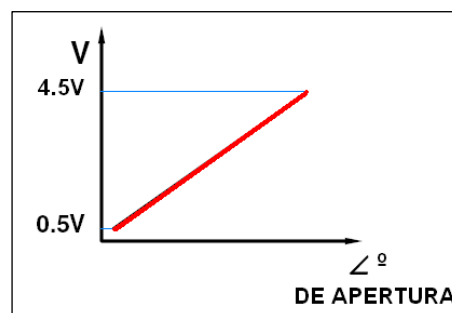
Fig. 2-39 Comprobación #5 del sensor TPS



Fuente: Inyección a Gasolina, Prueba de tensión el los sensores, p. 17

Forma de onda patrón (Fig. 2-40).

Fig. 2-40 Forma de onda patrón



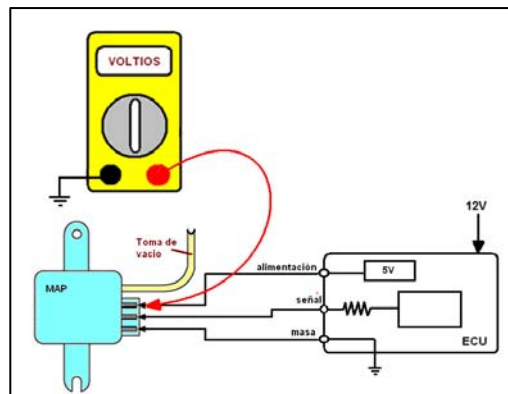
Fuente: Adaptación, programación de sensores, p 50

2.3.4 Sensor de Presión Absoluta (MAP)

Revisión de la alimentación al sensor (Fig. 2-41)

- Sensor conectado
- Colocar el interruptor de encendido en “ON” y el motor apagado.
- Cable negro del multímetro a una buena masa.
- Cable rojo del multímetro al terminal de alimentación del sensor.
- Multímetro en función voltios (DC)
- Verificar el valor de voltaje: debe estar de 4.8 a 5.2 voltios (o especificación del fabricante)

Fig. 2-41 Comprobación #1 del sensor MAP

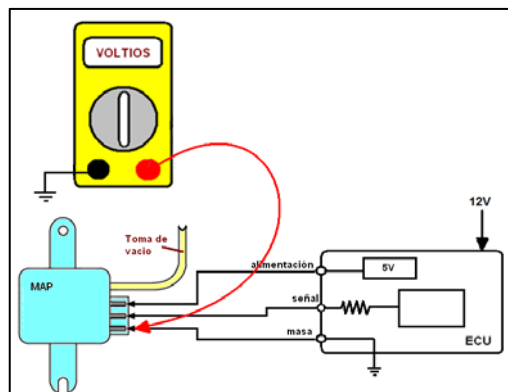


Fuente: Inyección a Gasolina, Prueba de tensión el los sensores, p. 24

Revisión de la masa del sensor (Fig. 2-42)

- Sensor conectado
- Interruptor de encendido en posición de “ON”, y el motor apagado
- Cable negro del Multímetro a una buena masa.
- Cable rojo del Multímetro al terminal de masa del sensor
- Multímetro en función mili voltios (mV.)
- Verificar valor de la lectura: debe ser menor de 60 mili voltios

Fig. 2-42 Comprobación #2 del sensor MAP

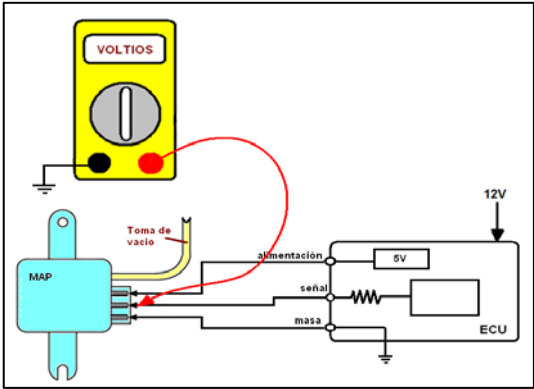


Fuente: Inyección a Gasolina, Prueba de tensión el los sensores, p. 25

Revisión de la señal del sensor (Fig. 2-43)

Se debe comprobar la señal de voltaje en diferentes condiciones de funcionamiento del motor y variar en rangos parecidos a los indicados en la Fig. 2-44.

Fig. 2-43 Comprobación #3 del sensor MAP



Fuente: Inyección a Gasolina, Prueba de tensión el los sensores, p. 26

Fig. 2-44 Condiciones de señal

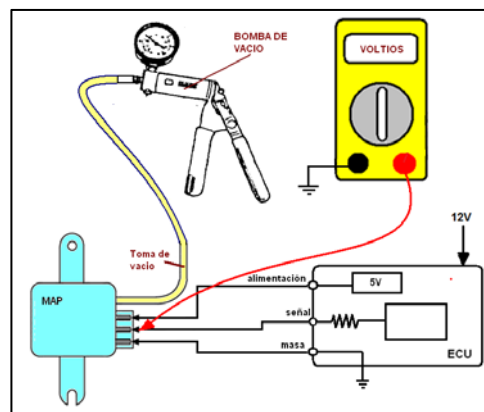
COMPORTAMIENTO DE LA SEÑAL		
Condición del motor	Valor en el sensor digital.	Valor en el sensor analógico.
Apagado	<i>aproximadamente 160Hz</i>	Entre 3.8V a 4.8V
Marcha en ralentí	<i>Entre 100Hz a 110Hz</i>	Entre 1.2V a 1.8V
Marcha crucero	<i>Entre 100Hz a 110Hz</i>	Entre 1.2V a 1.8V
Aceleración súbita	<i>aproximadamente 160Hz</i>	Entre 3.8V a 4.8V
Desaceleración	<i>Entre 90Hz a 100Hz</i>	Entre 0.5V a 1.2V

Fuente: Creación del Autor

Pruebas específicas (Fig. 2-45)

- En primer lugar se debe comprobar que haya vacío para el accionamiento del sensor MAP
- Un motor a nivel del mar produce un vacío entre 17" a 21" de Hg
- Con la ayuda de una bomba de vacío se acciona el sensor MAP y se observa la variación de la señal
- NOTA: en un sensor MAP no se debe medir resistencia, ya que se puede estropear la electrónica interna del sensor

Fig. 2-45 Comprobación #4 del sensor MAP



Fuente: Inyección a Gasolina, Prueba de tensión el los sensores, p. 28

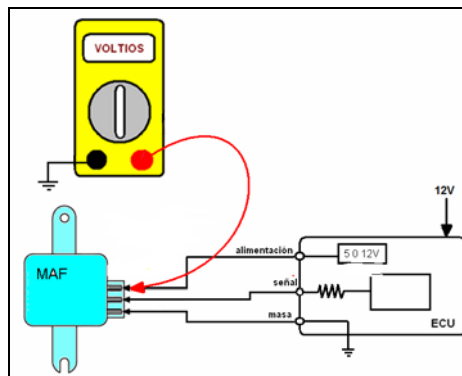
2.3.5 Sensor de Flujo de Masa de Aire (MAF)

Antes de realizar las comprobaciones en este sensor se debe tomar en cuenta la cantidad de cables que posee el conector del mismo, ya que en la mayoría, el sensor de temperatura de aire se encuentra ubicado en el compartimiento del sensor MAF por lo cual debemos identificar que cableado corresponde a cada sensor, para posteriormente realizar las comprobaciones.

Revisión de la alimentación al sensor (Fig. 2-46)

- Sensor conectado
- Colocar el interruptor de encendido en “ON” y el motor apagado.
- Cable negro del multímetro a una buena masa.
- Cable rojo del multímetro al terminal de alimentación del sensor.
- Multímetro en función voltios (DC)
- Verificar el valor de voltaje: debe esta ser de 5 o 12 voltios (o especificación del fabricante)

Fig. 2-46 Comprobación #1 del sensor MAF

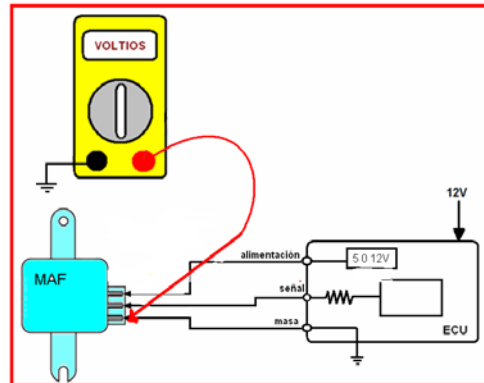


Fuente: Inyección a Gasolina, Prueba de tensión el los sensores, p. 29

Revisión de la masa del sensor (Fig. 2-47)

- Sensor conectado
- Interruptor de encendido en posición de “OFF”, y el motor apagado
- Cable negro del Multímetro a una buena masa
- Cable rojo del Multímetro al terminal de masa del sensor
- Multímetro en función continuidad
- Verificar que exista continuidad

Fig. 2-47 Comprobación #2 del sensor MAF

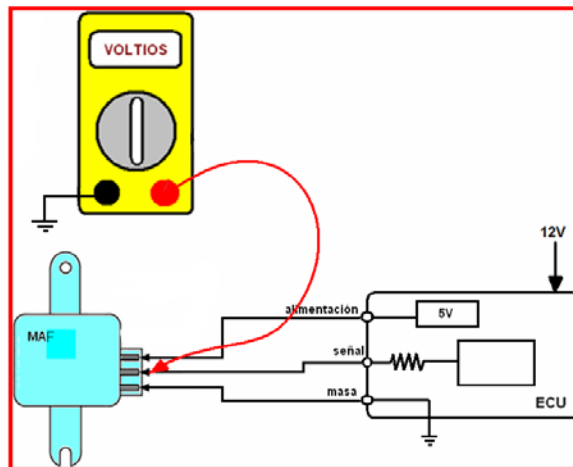


Fuente: Inyección a Gasolina, Prueba de tensión el los sensores, p. 29

Revisión de la señal del sensor (Fig. 2-48)

- Sensor conectado
- Interruptor de encendido en posición de "ON", y el motor encendido
- Cable negro del Multímetro a una buena masa
- Cable rojo del Multímetro al terminal de señal del sensor
- Multímetro en función voltios
- Observar que el voltaje varia constantemente de 1.5v en ralenti y conforme se va acelerando aumenta el voltaje aproximadamente hasta 4v.
- Los valores varían según el fabricante

Fig. 2-48 Comprobación #3 del sensor MAF



Fuente: Inyección a Gasolina, Prueba de tensión el los sensores, p. 30

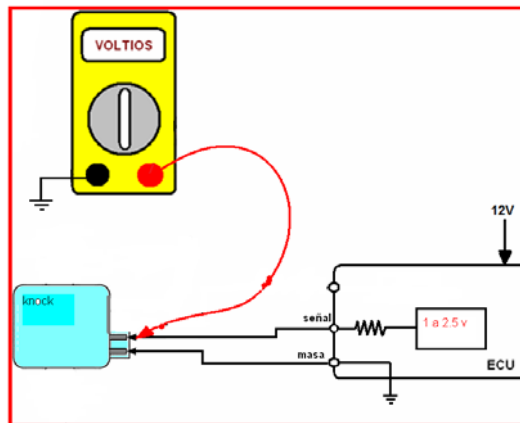
2.3.6 Sensor de Golpeteo (Knock)

Como se conoce este sensor es de tipo piezo-electrico, por lo cual posee un solo cable de señal hacia la ECU o dos donde el segundo es derivación a masa del vehículo.

Revisión de la señal del sensor (Fig. 2-49)

- Sensor conectado
- Interruptor de encendido en posición de "ON", y el motor encendido
- Cable negro del Multímetro a una buena masa
- Cable rojo del Multímetro al terminal de señal del sensor
- Multímetro en función voltios
- Observar que el voltaje varia constantemente de 1v en ralénti y conforme se va acelerando aumenta el voltaje aproximadamente hasta 2.5v.
- Los valores varían según el fabricante

Fig. 2-49 Comprobación del Sensor de Golpeteo



Fuente: Creación del Autor

2.3.7 Sensor de Posición y Velocidad del motor (CKP)

Para las comprobaciones de este de sensor, ya sea tipo Inductivo o tipo Hall, es necesario utilizar un osciloscopio donde se puede observar con exactitud el funcionamiento del sensor.

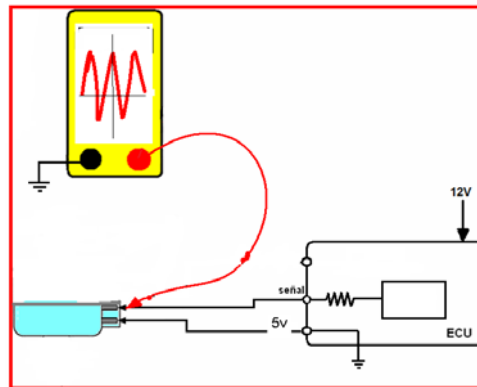
Revisión de la alimentación al sensor Tipo Inductivo

- Sensor conectado
- Colocar el interruptor de encendido en “ON” y el motor apagado
- Cable negro del multímetro a una buena masa
- Cable rojo del multímetro al terminal de alimentación del sensor
- Multímetro en función voltios (DC)
- Verificar el valor de voltaje: debe esta ser de 5 voltios (o especificación del fabricante)

Revisión de la señal del sensor Tipo Inductivo (Fig. 2-50)

- Sensor conectado
- Interruptor de encendido en posición de “ON”, y el motor encendido
- Cable negro del Osciloscopio a una buena masa
- Cable rojo del Osciloscopio al terminal de señal del sensor
- Graduar el osciloscopio para obtener lo forma de onda clara

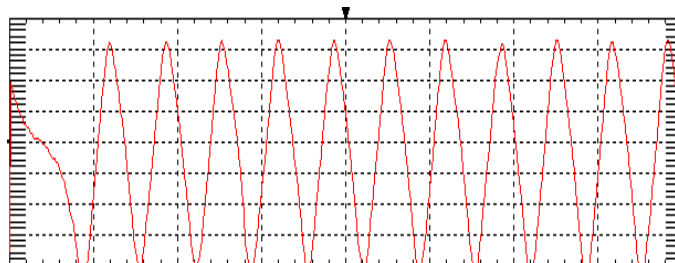
Fig. 2-50 Comprobación del Sensor Posición Tipo Inductivo



Fuente: Creación del Autor

Forma de onda patrón (Fig. 2-51)

Fig. 2-51 Forma de Onda del Sensor de Posición Tipo Inductivo

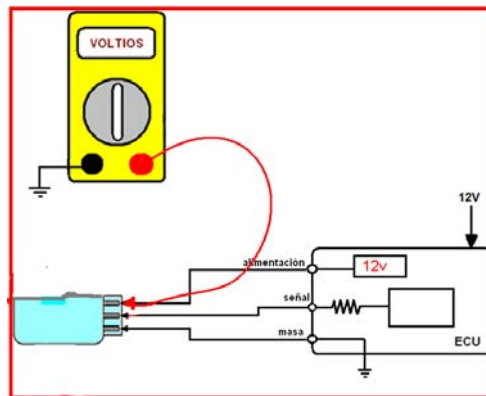


Fuente: Creación del Autor

Revisión de la alimentación al sensor Tipo Hall (Fig. 2-52)

- Sensor conectado
- Colocar el interruptor de encendido en “ON” y el motor apagado
- Cable negro del multímetro a una buena masa
- Cable rojo del multímetro al terminal de alimentación del sensor
- Multímetro en función voltios (DC)
- Verificar el valor de voltaje: debe esta ser de 12 voltios (o especificación del fabricante)

Fig. 2-52 Comprobación del Sensor Posición Tipo Hall



Fuente: Creación del Autor

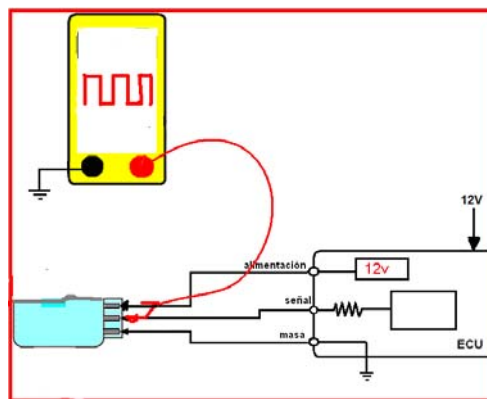
Revisión de masa al sensor Tipo Hall

- Sensor conectado
- Interruptor de encendido en posición de “OFF”, y el motor apagado
- Cable negro del Multímetro a una buena masa
- Cable rojo del Multímetro al terminal de masa del sensor
- Multímetro en función continuidad
- Verificar que exista continuidad

Revisión de la señal del sensor Tipo Hall (Fig.2-53).

- Sensor conectado
- Interruptor de encendido en posición de “ON”, y el motor encendido
- Cable negro del Osciloscopio a una buena masa.
- Cable rojo del Osciloscopio al terminal de señal del sensor
- Graduar el osciloscopio para obtener lo forma de onda clara

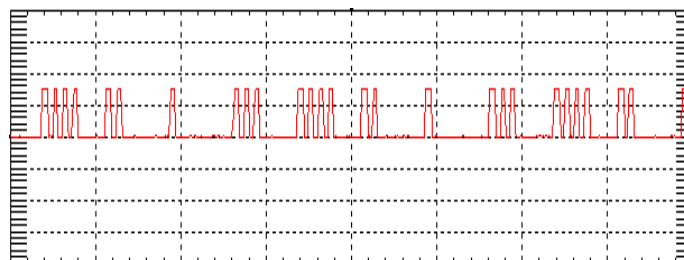
Fig. 2-53 Comprobación #2 del Sensor Posición Tipo Hall



Fuente: Creación del Autor

Forma de onda patrón (Fig. 2-54)

Fig. 2-54 Forma de Onda del Sensor de Posición Tipo Hall



Fuente: Creación del Autor

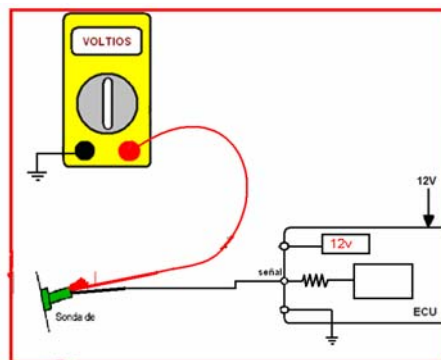
2.3.8 Sensor de Oxígeno (Sonda Lambda)

En el caso del sensor de Oxígeno, cualquiera que sea su tipo, solamente se medirá la señal que envía a la ECU.

Revisión de la señal del sensor (Fig. 2- 55)

- Sensor conectado
- Interruptor de encendido en posición de “ON”, y el motor encendido
- Cable negro del Multímetro a una buena masa
- Cable rojo del Multímetro al terminal de señal del sensor
- Multímetro en función voltios
- Observar que el voltaje varía constantemente de 0v a un 1v y conforme se va acelerando

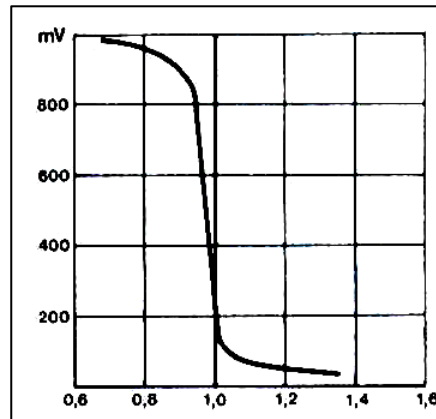
Fig. 2-55 Comprobación del Sensor de Oxígeno



Fuente: Creación del Autor

Forma de onda patrón (Fig. 2-56)

Fig. 2-56 Forma de Onda patrón del Sensor de Oxígeno



Fuente: Coello, Efrén, Sistemas de inyección electrónica de gasolina, p. 90

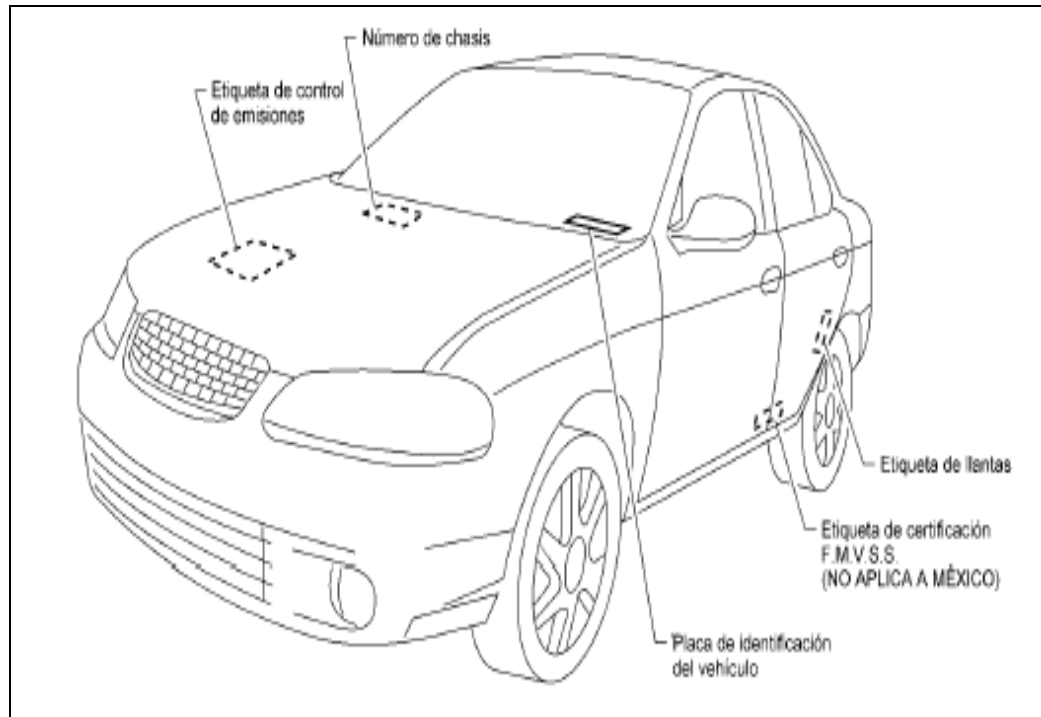
2.4 Datos y valores según la marca del vehículo

A continuación se detalla con exactitud los diferentes datos y valores que proporcionan los sensores que posee el Nissan Sentra B-15, el mismo que servirá de guía para la comparación de señales y valores para el proyecto. Y de esta forma tener una referencia para la utilización del Útil en cualquier tipo de vehículo.

2.4.1 Datos y valores del Nissan Sentra B-15

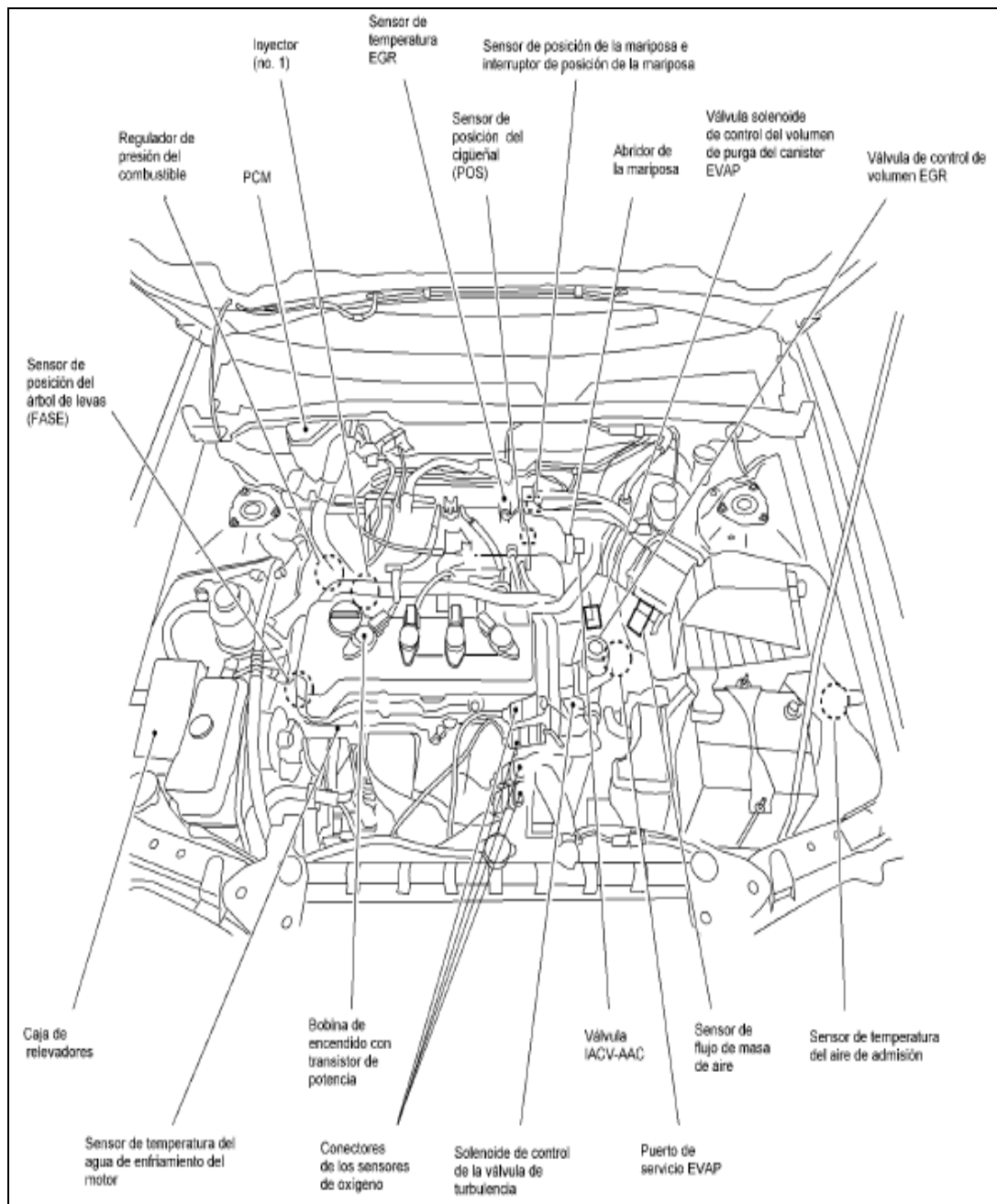
La Fig. 2-57 indica la forma exterior del vehículo y la fig. 2-58 como estarán ubicados los diferentes elementos dentro del compartimiento del motor.

Fig. 2-57 Nissan Sentra B-15



Fuente: Creación del Autor

Fig. 2-58 Ubicación de Componentes del Control de Motor

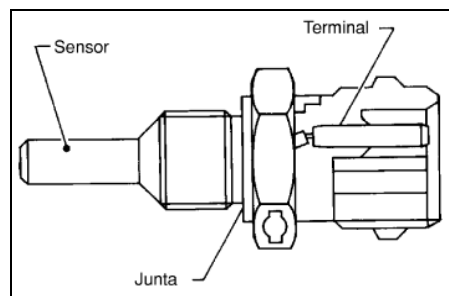


Fuente: Manual de Servicio, p. EC-28

2.4.1.1 Sensor de Temperatura del Refrigerante (ETC)

Forma de Sensor (Fig. 2-59)

Fig. 2-59 Sensor de Temperatura del Refrigerante (Nissan B-15)



Fuente: Manual de Servicio, p. EC-207

Tabla de Valores

La Fig. 2-60 indica los valores de voltaje de señal que recibe la ECU de este vehículo según el incremento de la temperatura.

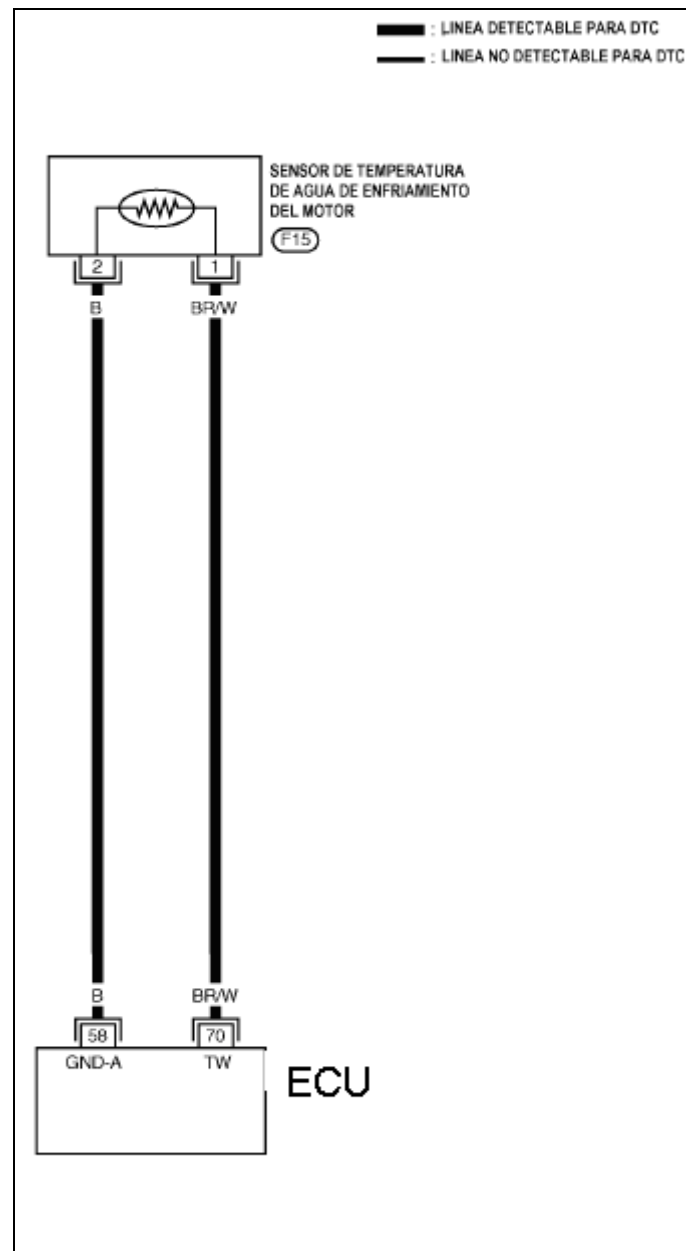
Fig. 2-60 Tabla De Referencia Del Sensor ETC (Nissan B-15)

Temperatura del Motor (°C)	Voltaje	Resistencia K Ω
-10	4.4	7.0 – 11.4
20	3.5	2.1 – 2.9
50	2.2	0.68 – 1.00
90	0.9	0.235- 0.260

Fuente: Manual de Servicio, p. EC-207

Esquema Eléctrico (Fig. 2-61)

Fig. 2-61 Esquema de Conexiones Del Sensor ETC (Nissan B-15)



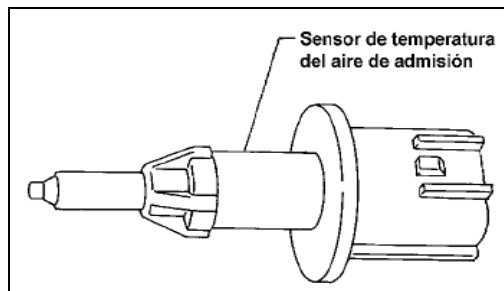
Fuente: Manual de Servicio, p. EC-208

Se debe considerar que los colores de los cables están en inglés y varias veces no coinciden.

2.4.1.2 Sensor de Temperatura del Aire Aspirado (IAT)

Forma de Sensor (Fig. 2-62)

Fig. 2-62 Sensor de Temperatura del Aire Aspirado (Nissan B-15)



Fuente: Manual de Servicio, p. EC-196

Tabla de Valores (Fig. 2-63)

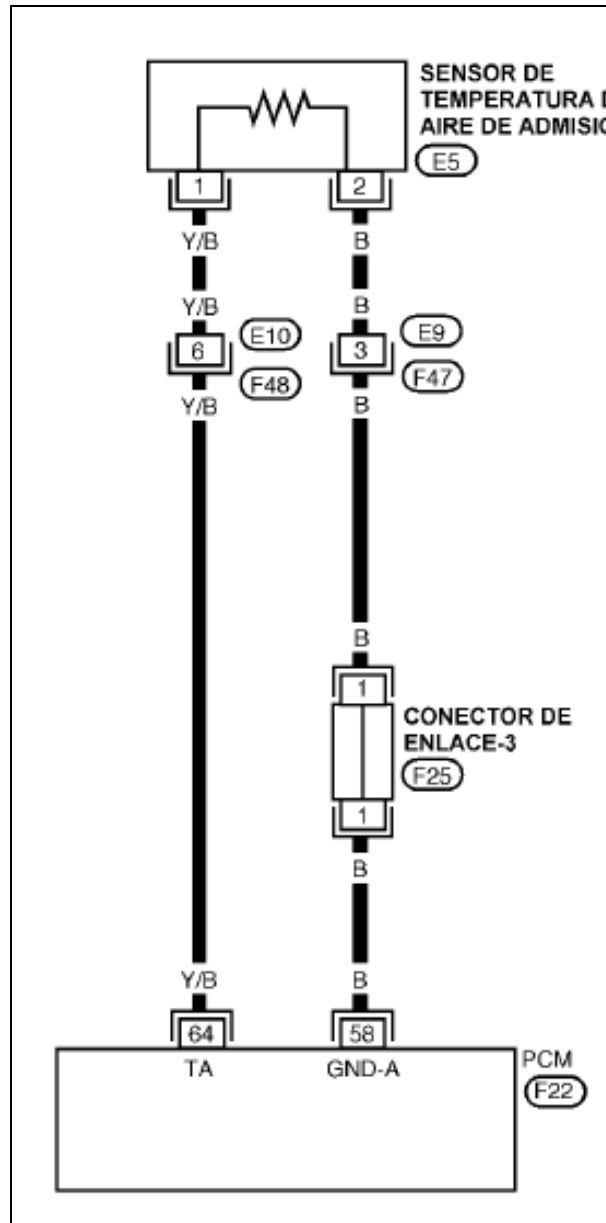
Fig. 2-63 Tabla De Referencia Del Sensor ETC (Nissan B-15)

Temperatura del Motor (°C)	Voltaje	Resistencia K Ω
20	3.5	2.1 – 2.9
80	1.23	0.27- 0.38

Fuente: Manual de Servicio, p. EC-196

Esquema Eléctrico (Fig. 2-64)

Fig. 2-64 Esquema de Conexiones Del Sensor ETC (Nissan B-15)

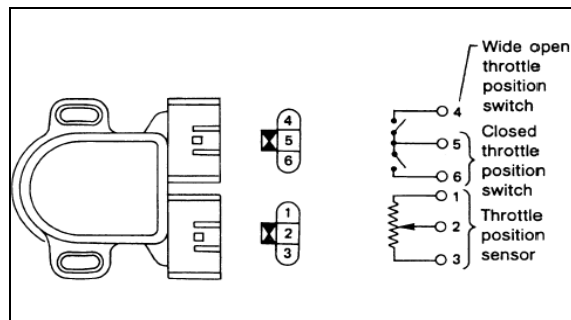


Fuente: Manual de Servicio, p. EC-198

2.4.1.3 Sensor de Posición de la Mariposa de Aceleración (TPS)

Forma de Sensor (Fig. 2-65)

Fig. 2-65 Sensor TPS (Nissan B-15)



Fuente: Manual de Servicio, p. EC-208

Tabla de Valores (Fig. 2-66)

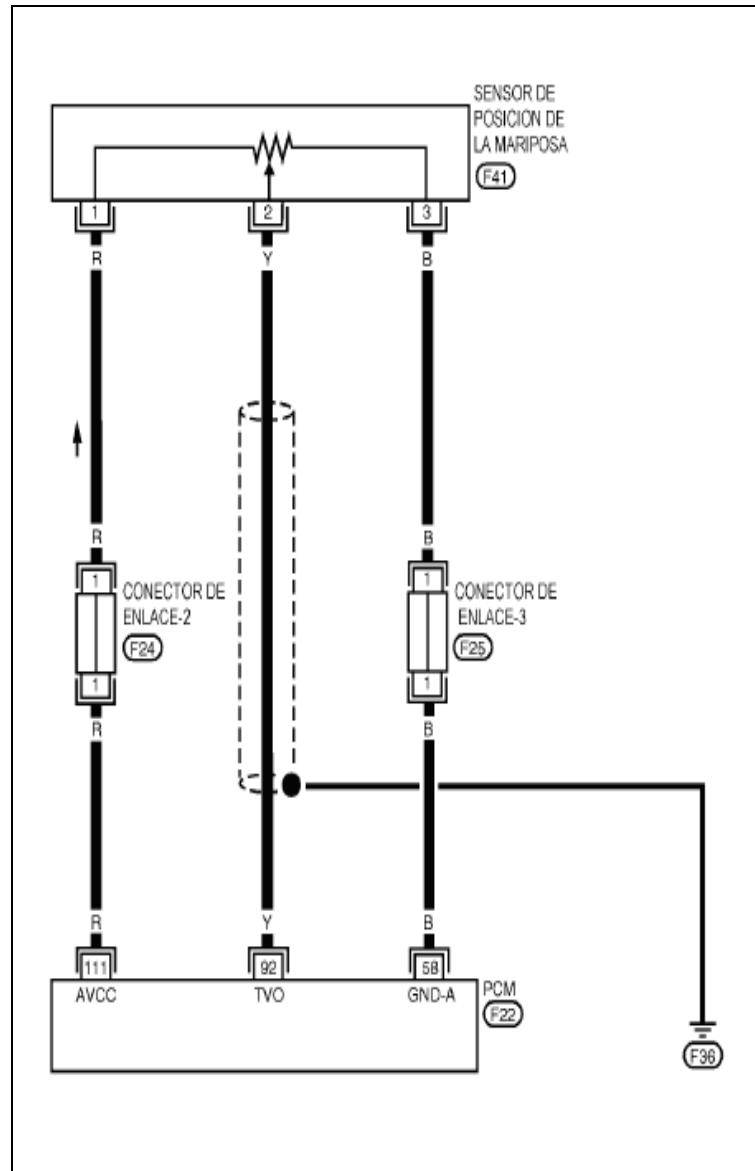
Fig. 2-66 Tabla De Referencia Del sensor TPS (Nissan B-15)

Estado	Voltaje
Motor después de calentarlo, pedal del acelerador Totalmente suelto.	0.15– 0.85v
Motor Apagado, pedal del acelerador Totalmente pisado a fondo.	3.5 – 4.7v

Fuente: Manual de Servicio, p. EC-208

Esquema Eléctrico (Fig. 2-67)

Fig. 2-67 Esquema de Conexiones Del Sensor TPS (Nissan B-15)

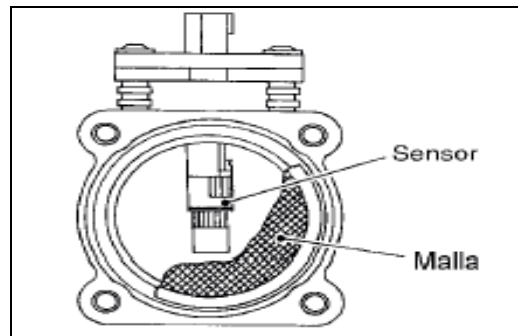


Fuente: Manual de Servicio, p. EC-208

2.4.1.4 Sensor de Flujo de Masa de Aire (MAF)

Forma de Sensor (Fig. 2-68)

Fig. 2-68 Sensor MAF (Nissan B-15)



Fuente: Manual de Servicio, p. EC-182

Tabla de Valores (Fig. 2-69)

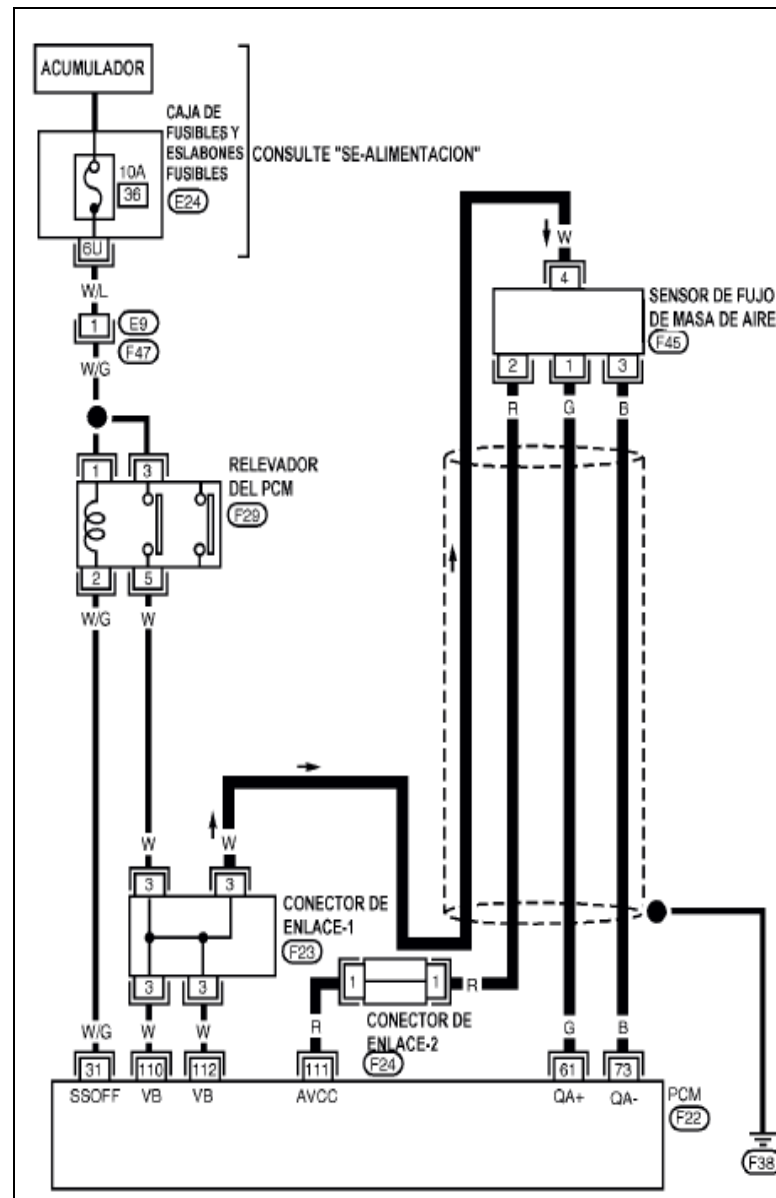
Fig. 2-69 Tabla De Referencia Del Sensor MAF (Nissan B-15)

Estado	Voltaje
Motor después de calentarlo, en Ralentí.	1.0 – 1.7v
Motor después de calentarlo, a 2500 R.P.M.	1.5 – 2.4v

Fuente: Manual de Servicio, p. EC183

Esquema Eléctrico (Fig. 2-70)

Fig. 2-70 Esquema de Conexiones del Sensor MAF (Nissan B-15)

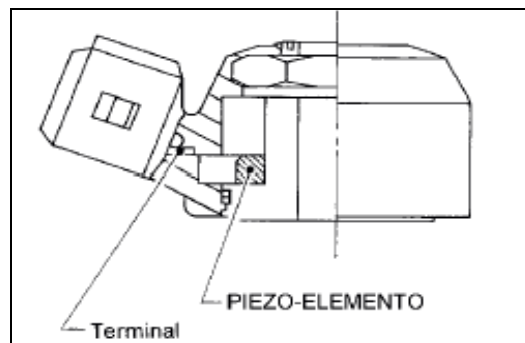


Fuente: Manual de Servicio, p. EC-186

2.4.1.5 Sensor de Golpeteo (Knock)

Forma de Sensor (Fig. 2-71)

Fig. 2-71 Sensor de Golpeteo (Nissan B-15)



Fuente: Manual de Servicio, p. EC-367

Tabla de Valores (Fig. 2-72)

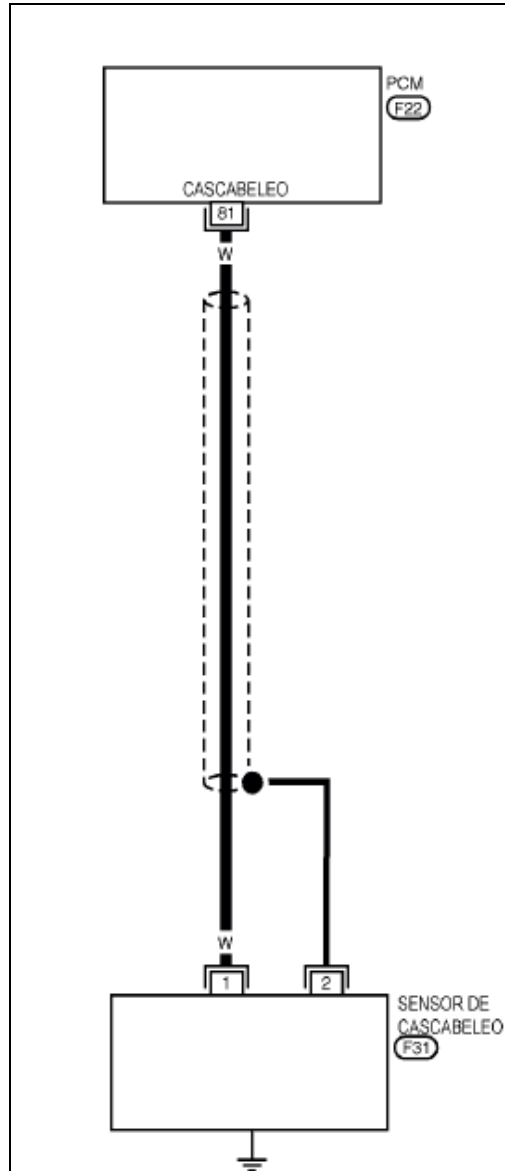
Fig. 2-72 Tabla De Referencia Del Sensor de Golpeteo (Nissan B-15)

Estado	Voltaje
Motor después de calentarlo, a 2500 R.P.M.	Aproximadamente 2.4v

Fuente: Manual de Servicio, p. EC-367

Esquema Eléctrico (Fig. 2-73)

Fig. 2-73 Esquema de Conexiones Del Sensor de Golpeteo (Nissan B-15)

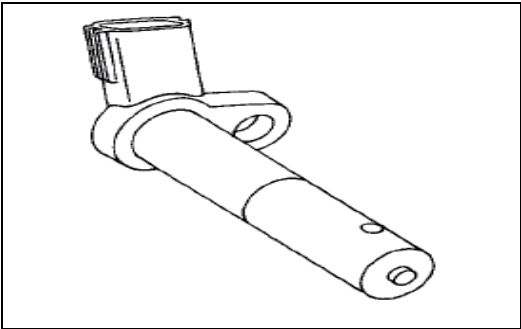


Fuente: Manual de Servicio, p. EC-369

2.4.1.6 Sensor de Posición y Velocidad del Volante Motor (CKP)

Forma de Sensor (Fig. 2-74)

Fig. 2-74 Sensor de Posición del Árbol de Levas Tipo Hall (Nissan B-15)



Fuente: Manual de Servicio, p. EC-376

Tabla de Valores (Fig. 2-75)

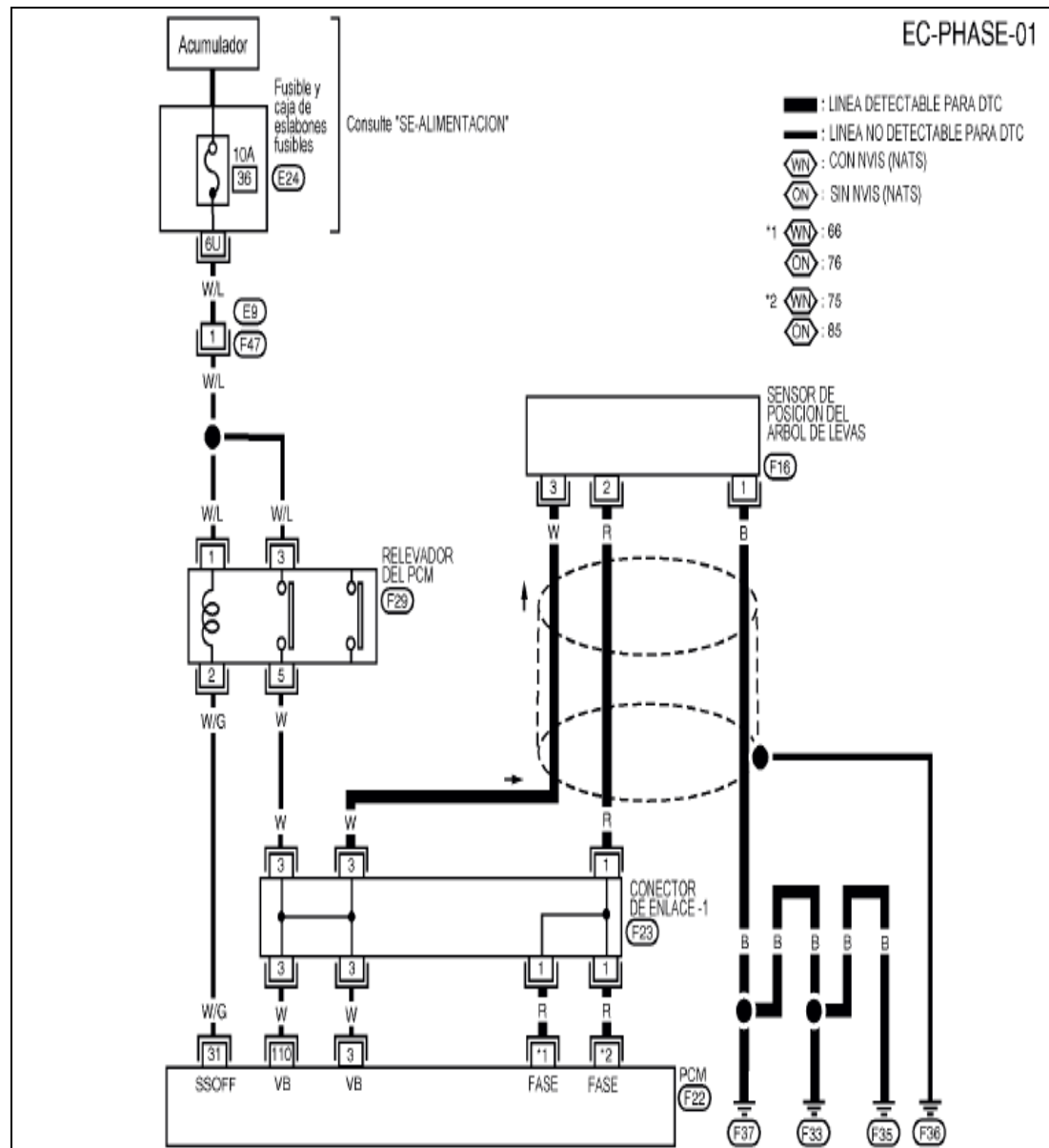
Fig. 2-75 Tabla De Referencia De la Forma de Onda (Nissan B-15)

Estado	Voltaje
Motor en marcha mínima en estado de calentamiento	APROX. 3.0V - 4.0V (V)
Motor, a 2000 R.P.M.	APROX. 3.0V - 4.0V (V)

Fuente: Manual de Servicio, p. EC-377

Esquema Eléctrico (Fig. 2-76)

Fig. 2-76 Esquema del sensor de Posición del Árbol de Levas (Nissan B-15)

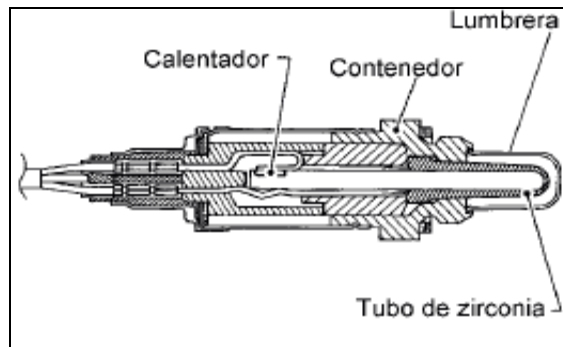


Fuente: Manual de Servicio, p. EC-379

2.4.1.7 Sensor de Oxígeno (Sonda Lambda)

Forma de Sensor (Fig. 2-77)

Fig. 2-77 Sensor de Oxígeno (Nissan B-15)



Fuente: Manual de Servicio, p. EC-224

Tabla de Valores (Fig. 2-78)

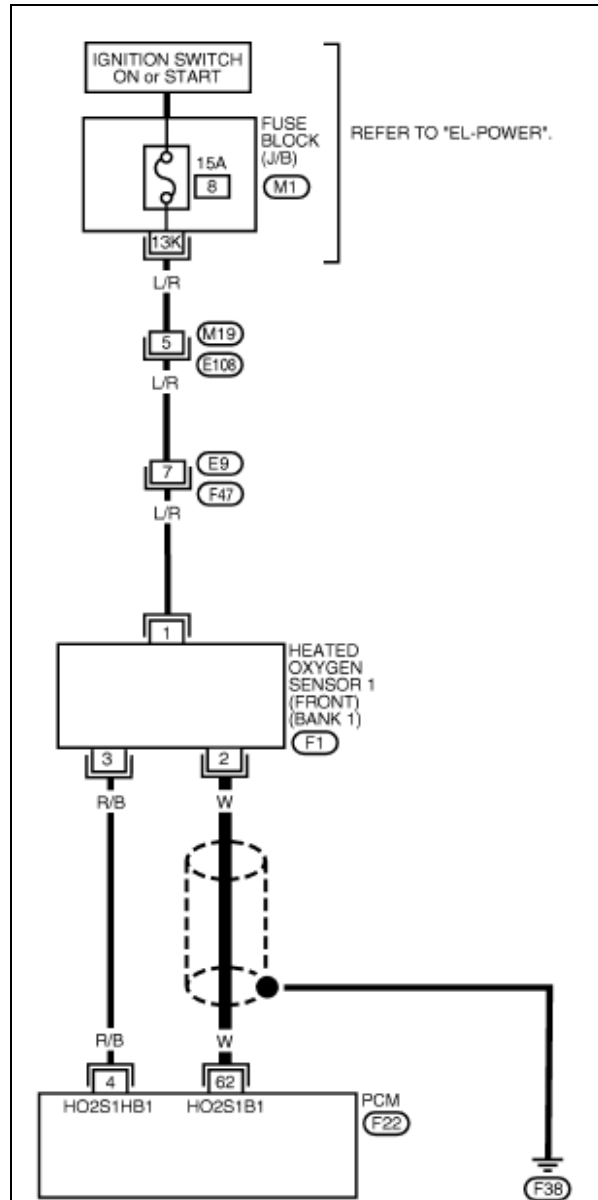
Fig. 2-78 Tabla De Referencia del Sensor de Oxígeno (Nissan B-15)

Estado	Voltaje
Motor a 2000 R.P.M., después de calentarlo	0.0- 0.3v a 0.6 – 1v

Fuente: Manual de Servicio, p. EC-225

Esquema Eléctrico (Fig. 2-79)

Fig. 2-79 Esquema del Sensor de Oxígeno (Nissan B-15)

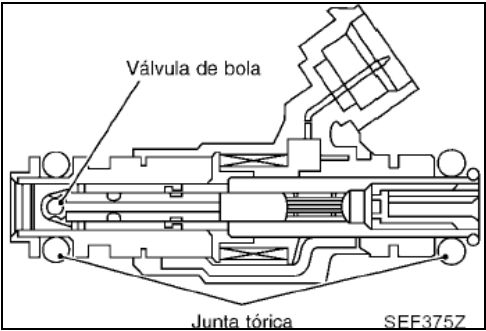


Fuente: Manual de Servicio, p. EC-226

2.4.1.8 Inyector Electromagnético

Forma del Actuador (Fig. 2-80)

Fig. 2-80 Inyector (Nissan B-15)



Fuente: Manual de Servicio, p. EC-390

Tabla de Valores (Fig. 2-81)

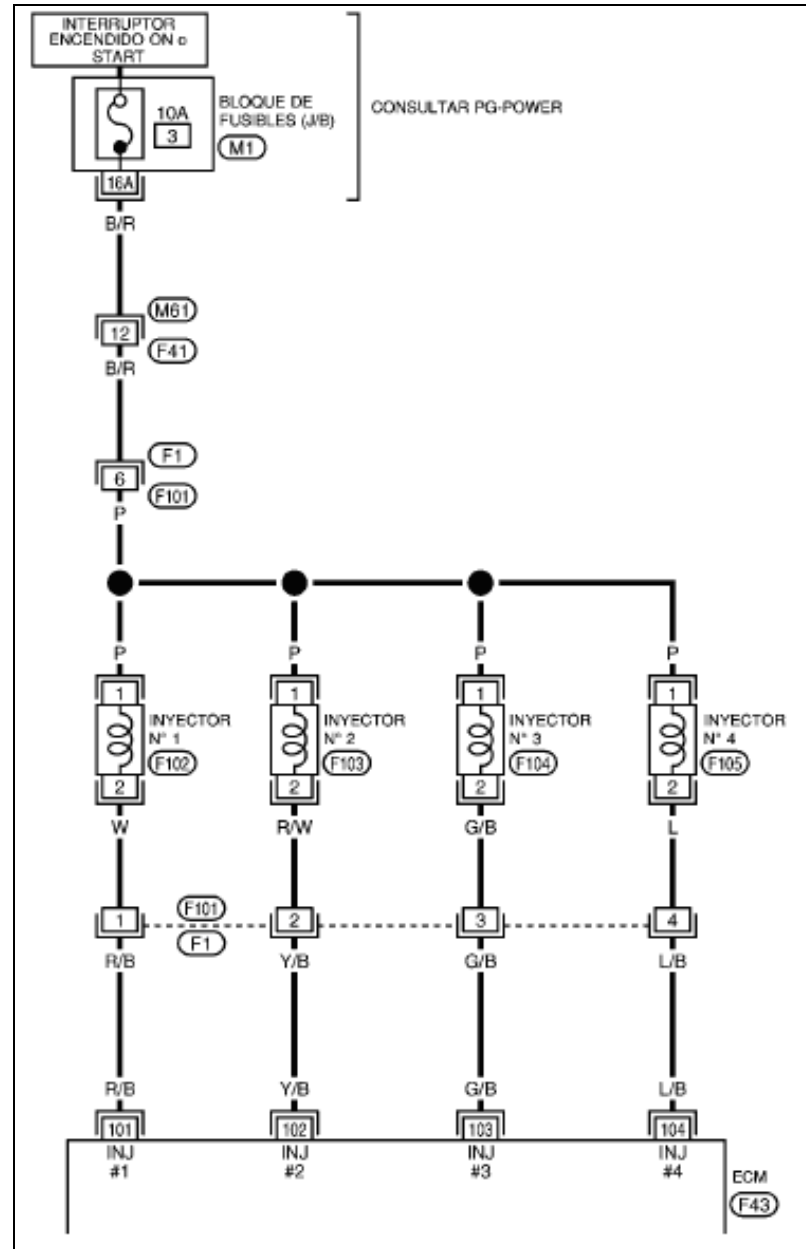
Fig. 2-81 Tabla De Referencia del Inyector (Nissan B-15)

Estado De Pulso de Inyección	Voltaje
Motor en marcha mínima en estado de calentamiento	(11 - 14 V) ★
Motor, a 2000 R.P.M.	(11 - 14 V) ★

Fuente: Manual de Servicio, p. EC-390

Esquema Eléctrico (Fig. 2-82)

Fig. 2-82 Esquema del Inyector (Nissan B-15)

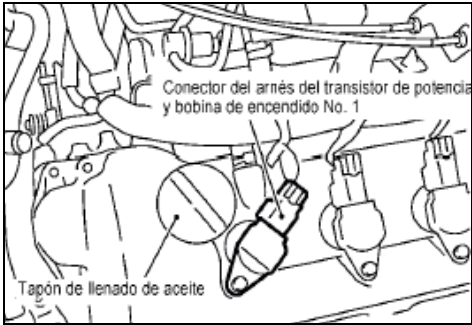


Fuente: Manual de Servicio, p. EC-392

2.4.1.9 Bobina de Encendido

Forma del Actuador (Fig. 2-83)

Fig. 2-83 Bonina de Encendido (Nissan B-15)



Fuente: Manual de Servicio, p. EC-567

Tabla de Valores (Fig. 2-84)

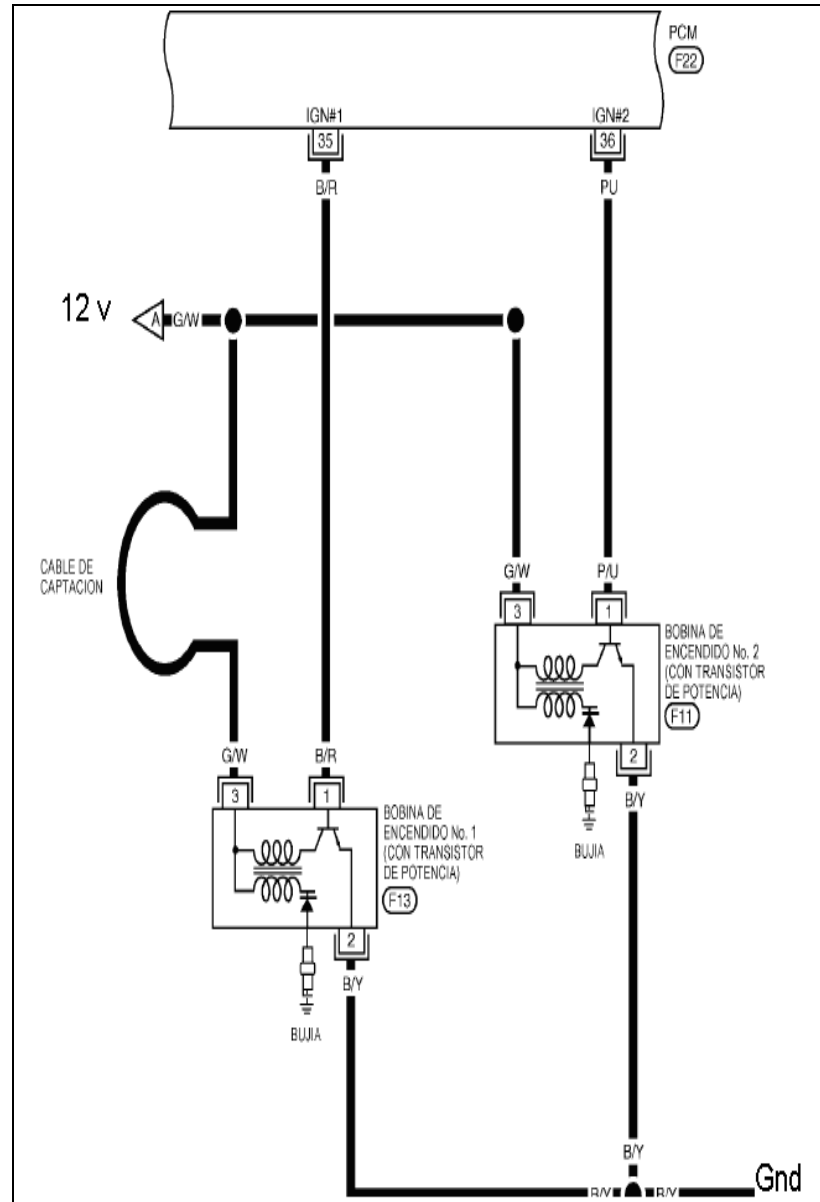
Fig. 2-84 Tabla De Referencia Del Pulso de Encendido (Nissan B-15)

Estado De Pulso Encendido	Voltaje
Motor en marcha mínima en estado de calentamiento	Aproximadamente 0.3V★
Motor, a 2000 R.P.M.	Aproximadamente 0.5V★

Fuente: Manual de Servicio, p. EC-568

Esquema Eléctrico (Fig. 2-85)

Fig. 2-85 Esquema de la Bobina de Encendido (Nissan B-15)



Fuente: Manual de Servicio, p. EC-392

CAPÍTULO 3

ACONDICIONAMIENTO Y GENERACION DE SEÑALES

3.1 Tarjeta Analógica

El objetivo del proyecto es la adquisición de información enviada por los sensores del sistema de inyección y a la vez controlar actuadores, simulando las señales que genera la ECU.

Existen diferentes valores de voltaje e intensidad que se manejan en un sistema de inyección, siendo ésta la principal razón por la que se debe acondicionar las diferentes señales analógicas y no ocasionar daños a los diferentes elementos electrónicos que se manipularan.

3.2 Acoplamiento de Señales de Adquisición

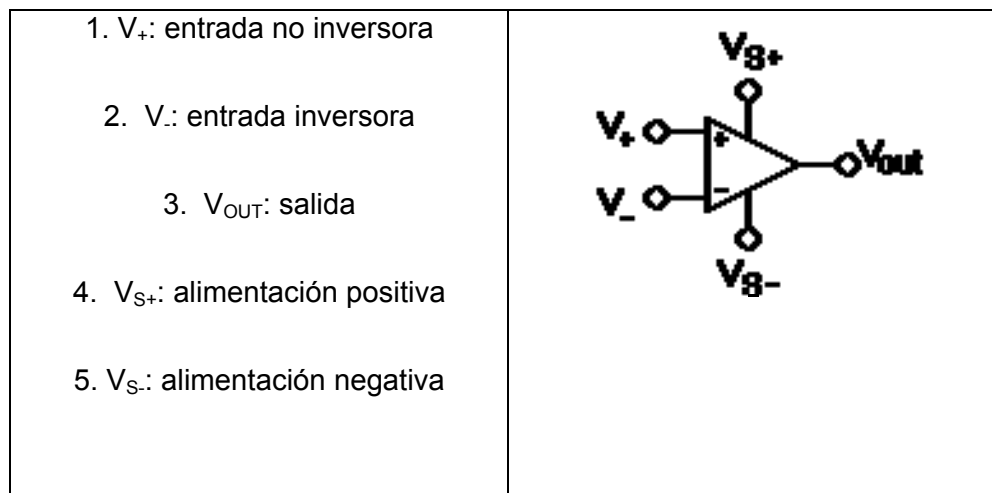
Para hacer los diferentes circuitos de acondicionamiento de señales se deberá conocer los valores que se manejarán, y observar como se deben tratar cada una de ellas y de esta forma poder conectar la tarjeta analógica a la DAQ NI USB-6008, el cual es un instrumento que realizará la interconexión con el software.

3.2.1 Amplificador Operacional

El nombre de *amplificador operacional* deriva del concepto de un amplificador DC (amplificador acoplado en continua) con una entrada diferencial y ganancia extremadamente alta, cuyas características de operación están determinadas por los elementos de realimentación utilizados. Cambiando los tipos y disposición de los elementos de realimentación, se podrán implementarse, en gran medida, diferentes operaciones analógicas.

Este elemento es realmente un circuito complejo formado por muchos transistores y otros componentes integrados en un solo cuerpo muy pequeño. En la Fig. 3-1 se indica la forma de representación de este elemento y la distribución de sus pines.

Fig. 3-1 Simbología Amplificador Operacional



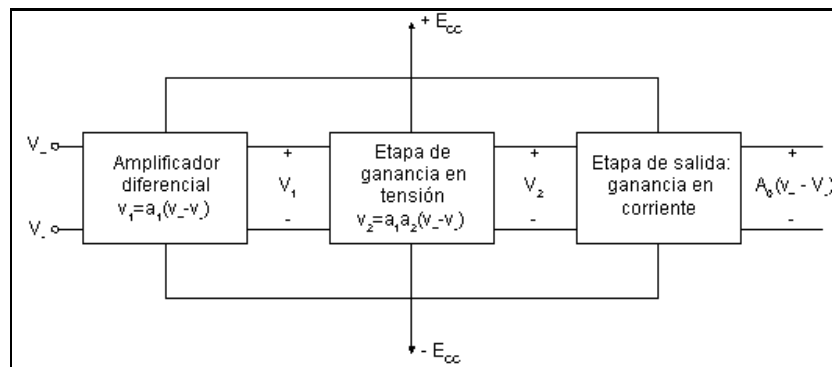
Fuente: http://es.wikipedia.org/wiki/Amplificador_operacional. Acceso: Julio 30 de 2008

Amplificador Operacional Ideal

El Amplificador operacional internamente realiza tres etapas indicadas en la Fig. 3-2, que depende de las señales que entren por sus dos pines de V_+ y V_- . En la primera etapa se amplifica levemente la diferencia de las mismas.

Posteriormente se pasa a segunda etapa de ganancia intermedia, en la que se amplifica nuevamente el modo diferencial filtrado por la primera. La ganancia total es muy elevada, típicamente del orden de 10^5 . Finalmente, en la última etapa no se amplifica la tensión, sino que se posibilita el suministrar fuertes intensidades.

Fig. 3-2 Esquema funcional del amplificador operacional



Fuente: http://es.wikipedia.org/wiki/Amplificador_operacional. Acceso: Julio 30 de 2008

Teniendo en mente estas funciones de la entrada y salida, se puede definir ahora las propiedades del amplificador ideal que son las siguientes:

- La ganancia de tensión es infinita:

$$a = \infty$$

- La resistencia de entrada es infinita:

$$R_i = \infty$$

- La resistencia de salida es cero:

$$R_o = 0$$

- La tensión offset de entrada es cero:

$$V_+ = 0 \text{ si } V_- = 0$$

Además para que este dispositivo pueda funcionar necesita una fuente de alimentación que polarice sus transistores internos. Habitualmente se emplean dos fuentes de alimentación, una positiva V_{s+} y otra negativa V_{s-} . De este modo se permite que la salida sea de uno u otro signo. Evidentemente, la tensión de salida nunca podrá superar los límites que marquen las alimentaciones.

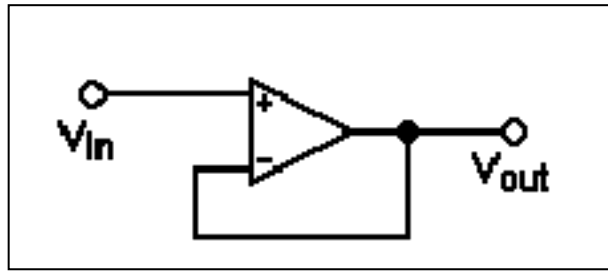
Configuración de tipo Seguidor de Tensión

En este caso no interesa que exista una ganancia en la salida del operacional sino que el voltaje e intensidad de entrada sea el mismo de salida. Es por esta razón que se debe realizar una configuración de lazo cerrado como se indica en la Fig. 3-3.

Las tensiones en las dos entradas son exactamente iguales, donde se supone que la tensión V_+ sube y, por tanto, la tensión en la V_{out} también se eleva. Como existe la realimentación entre V_{out} y V_- , la tensión en esta patilla también se eleva, la diferencia entre las dos entradas se reduce, disminuyéndose también la salida. Este proceso pronto se estabiliza y se tiene que la salida es la necesaria para mantener las dos entradas, idealmente con el mismo valor, donde se manifiesta que

$$V_+ = V_{out} \text{ y } I_{in} = I_{out}$$

Fig. 3.3 Conexión en forma de Lazo Cerrado o Seguidor



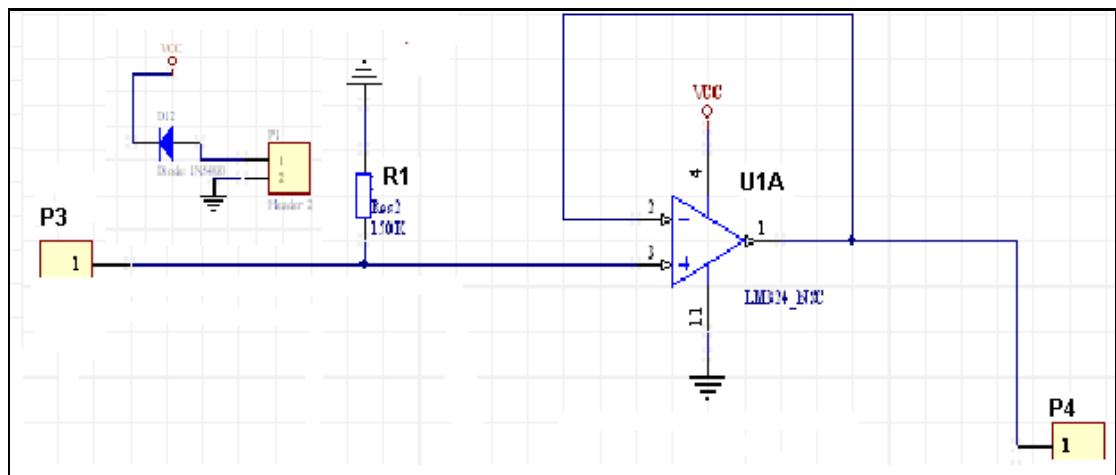
Fuente: http://es.wikipedia.org/wiki/Amplificador_operacional. Acceso: Julio 30 de 2008

3.2.2 Interfase para Tensión de 0 a 5v

Esta señal maneja un rango de tensión de 0 a 5v e intensidad de alrededor de 1 mA, siendo estos valores los más utilizados por los sensores del sistema de inyección.

El circuito interfase propuesto consiste de una fuente de corriente continua de 12v para la alimentación del amplificador operacional **U1A** que se muestra en la Fig. 3-4. La tensión que ingresa por el terminal **1** de la bornera **P3** es igualada por el amplificador operacional **U1A** a la tensión de salida del terminal **1** de la bornera **P4**. La resistencia **R1** tiene la función de evitar el efecto de offset en la salida cuando no exista ningún tipo de señal de entrada.

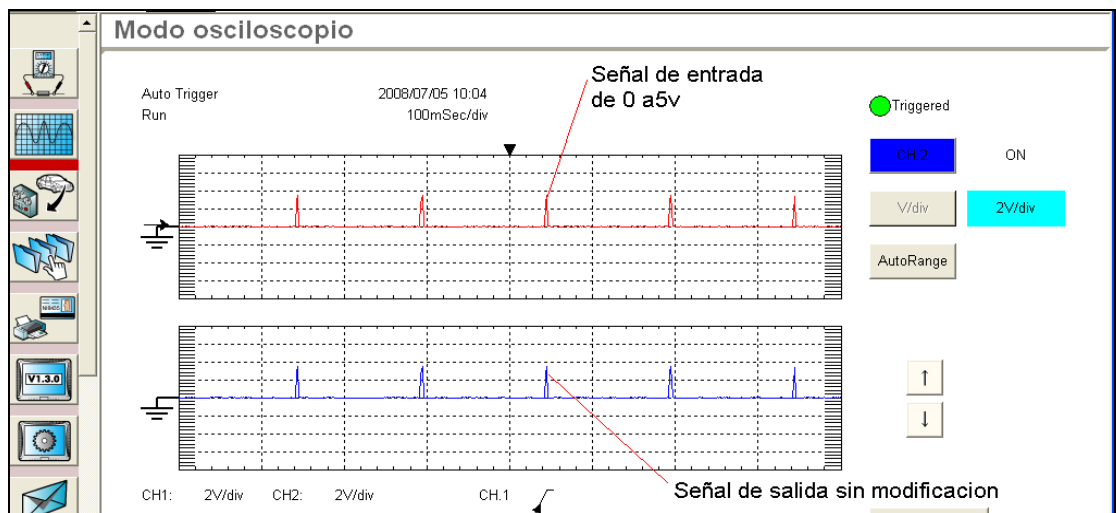
Fig. 3.4 Diagrama de Interfase para Tensión de 0a 5v



Fuente: Creación Autor

En la Fig. 3-5 se observa como a través de un osciloscopio no se distorsiona el valor de tensión que entra en la tarjeta analógica con respecto al de salida de la misma.

Fig. 3.5 Comparación de Señales con Tensión de 0 a 5v



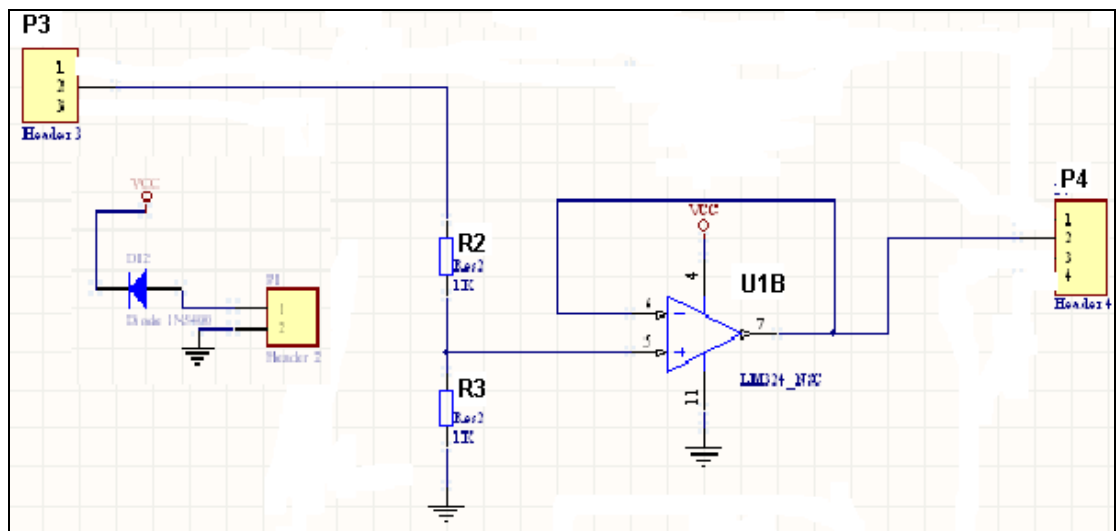
Fuente: Creación del Autor

3.2.3 Interfase para Tensión de 0 a 15v

Este canal es el encargado de admitir los valores de voltaje que están alrededor de 12v, pero debido a la limitación que tiene la DAQ NI USB-6008 se debe regular el voltaje hasta un valor máximo de 10v.

En este caso el circuito interfase consiste de una fuente de corriente continua de 12v para la alimentación del amplificador operacional **U1B** que se muestra en la **Fig. 3-6**. La tensión que ingresa por el terminal **2** de la bornera **P3** es dividida por las resistencias **R2** y **R3**. Igualada por el amplificador operacional **U1B** a la tensión de salida del terminal **1** de la bornera **P4**.

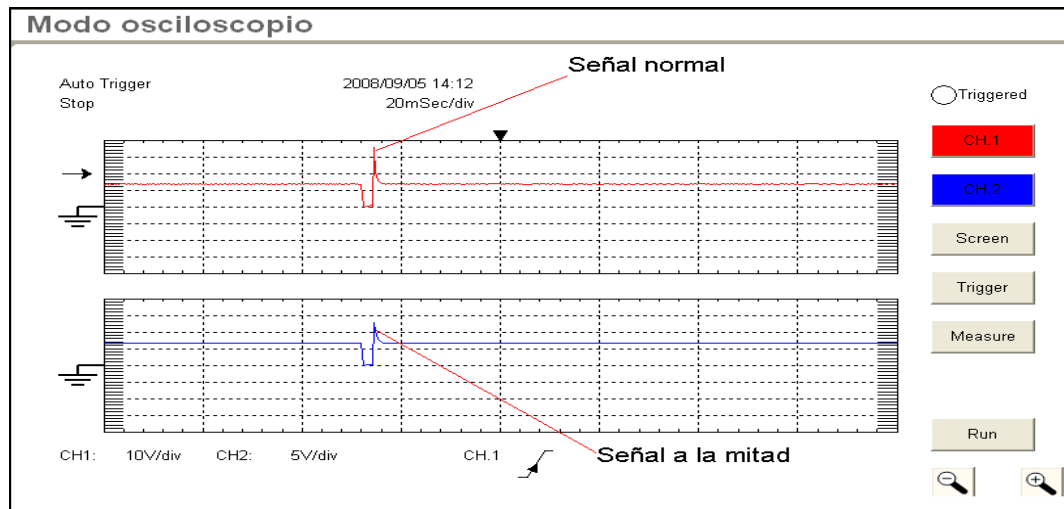
Fig. 3.6 Diagrama de Interfase para Tensión de 0 a 15v



Fuente: Creación del Autor

Como se observa en la Fig. 3-7 la tensión de la gráfica azul está a la mitad del valor de la gráfica roja indicando que el circuito de la tarjeta analógica es operacional.

Fig. 3.7 Comparación de Señales con Tensión de 0 a 15v



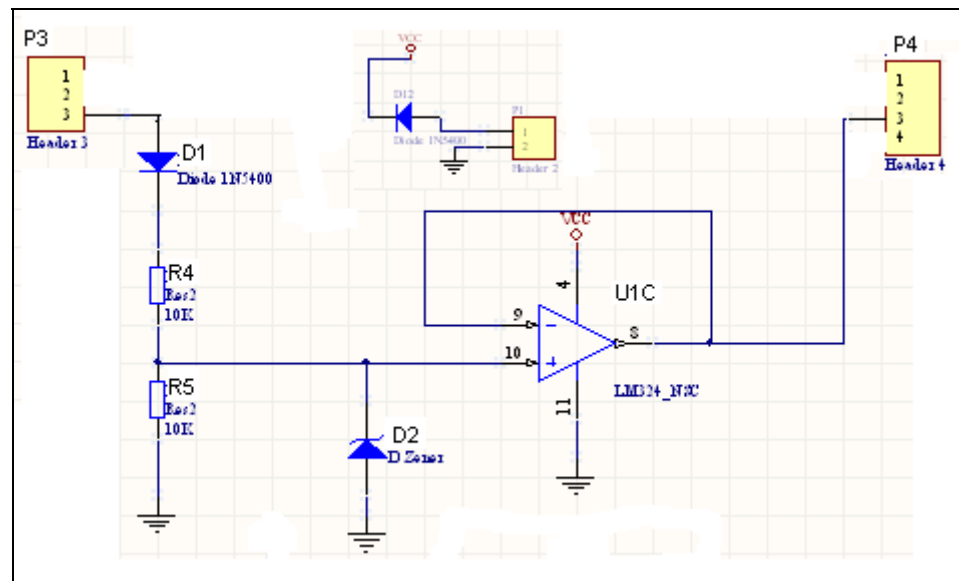
Fuente: Creación del Autor

3.2.4 Interfase para Tensión Sinusoidal

Cuando se habla de tensión Sinusoidales se refiere que existe una variación de polaridad constante pero el problema principal es que en algunos sensores al aumentar la frecuencia aumentan su amplitud o tensión, lo cual no es conveniente.

Este circuito de interfase dispone de una fuente de corriente continua de 12v para la alimentación del amplificador operacional **U1C** que se muestra en la Fig. 3-8. La tensión sinusoidal que ingresa por el terminal **3** de la bornera **P3** es rectificada por el diodo **D1**. Después esta señal es dividida por las resistencias **R4** y **R5** e igualada por el amplificador operacional **U1C** a la tensión de salida del terminal **3** de la bornera **P4**. El diodo Zener **D2** tiene la función de evitar un nivel de voltaje mayor a 10 v, en el que actúa y deriva a GND el exceso de voltaje.

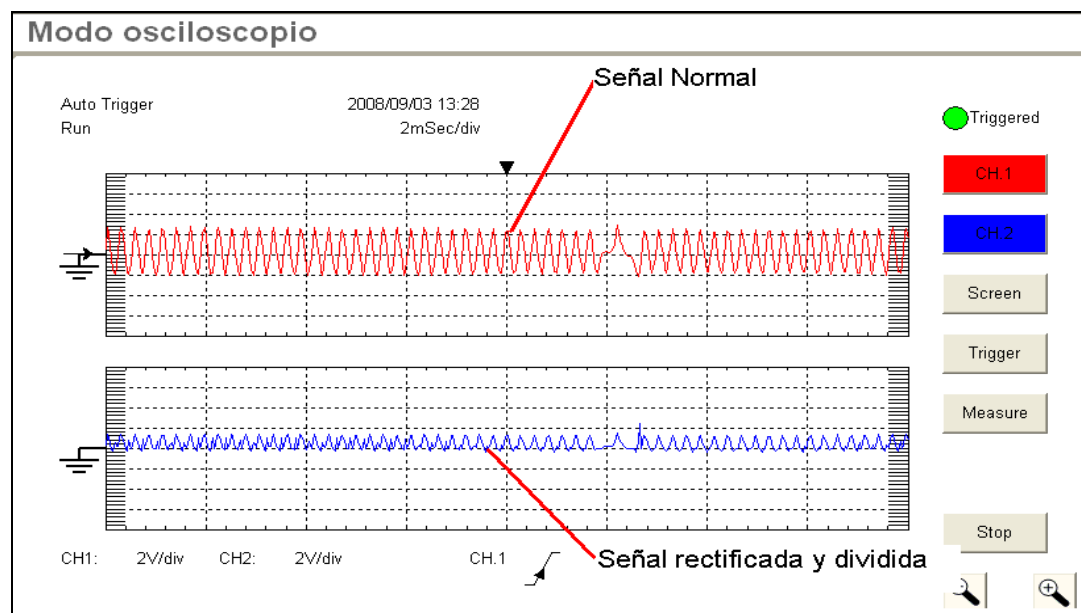
Fig. 3-8 Diagrama de Interfase para Tensión Sinusoidal



Fuente: Creación del Autor

Realizando el mismo procedimiento de los casos anteriores, en la Fig. 3.9 se observa como se rectifica la Onda sinusoidal y a la vez se ve reducida su amplitud a un valor intermedio comparando con el de entrada.

Fig. 3.9 Comparación de Señales con Tensión Sinusoidal



Fuente: Creación del Autor

3.3 Acoplamiento de Señales de Simulación

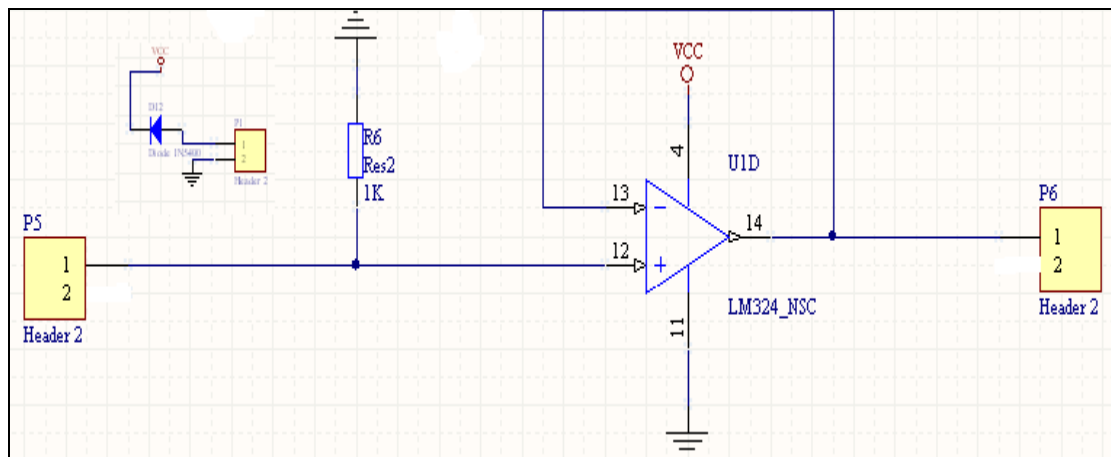
De la misma manera como se acondicionan las señales que entran a la NI USB-6008, las señales que salen de ésta deben tener un tratamiento parecido según el uso que se las vaya a dar.

3.3.1 Interfase para salida de 0 a 5v

Esta señal va ser usada para el control o simulación de los valores que entregan los sensores del sistema de inyección al ECU del vehículo, es por esta razón que para acondicionar esta señal no es necesario un circuito complejo ya que se maneja los mismos rangos tanto de tensión como de intensidad.

En el circuito representado en la Fig. 3-10 el amplificador operacional **U1D** es alimentado por fuente de corriente continua de 12v. La tensión suministrada por la NI USB – 6008 pasa por el terminal **1** de la bornera **P5**, donde el amplificador operacional **U1D** iguala los valores de tensión y de intensidad en el terminal **1** de la bornera **P6**. Para evitar el efecto offset se coloca la resistencia R6 con el fin de cerrar el circuito en el caso de que no se tenga ningún tipo de señal en la bornera **P5**.

Fig. 3-10 Diagrama de Interfase para Salida de 0 a 5v



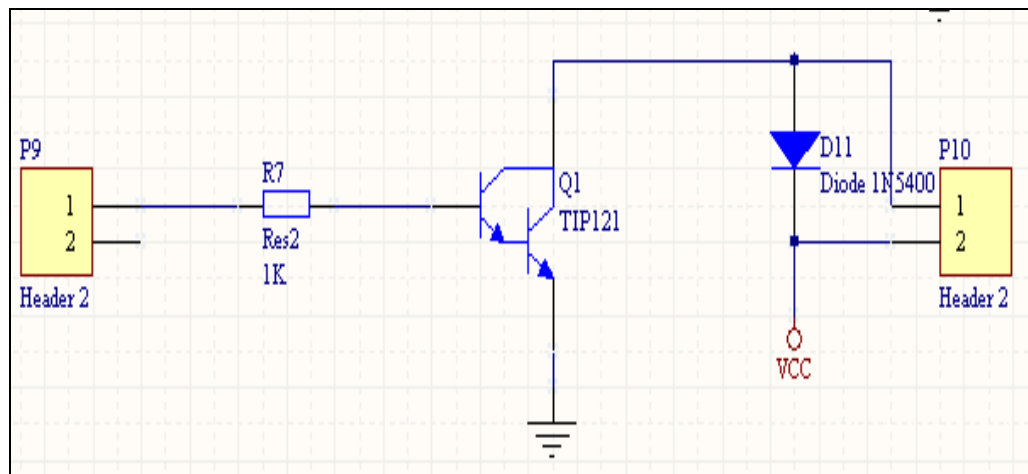
Fuente: Creación del Autor

3.3.2 Interfase para el Control de Pulsos de Inyección

Para este control se usará uno de los canales de salida Digital de la NI USB-6008, lo que interesa controlar es la base de un transistor de potencia; a través de un pulso alto o bajo va a lograr que el inyector permanezca mas o menos tiempo abierto aumentando la frecuencia del pulso.

En el circuito propuesto en la Fig. 3-11, la señal de mando digital pasa por el terminal **1** de la bornera **P9**. Donde la resistencia **R7** se encarga de crear una caída de tensión para lograr controlar de forma eficaz la base del transistor **TIP 121**, permitiendo que este cierre el circuito del bobinado del inyector, que está conectado al terminal **1** de la bornera **P10** y es alimentado por un voltaje de 12v del terminal **2** de la misma bornera. Para evitar un deterioro prematuro del transistor el diodo **D11** conectado en paralelo al bobinado del inyector protege de los picos de corriente al colector- emisor del transistor **TIP 121**.

Fig. 3-11 Diagrama de Interfase para el Control de Pulso de Inyección



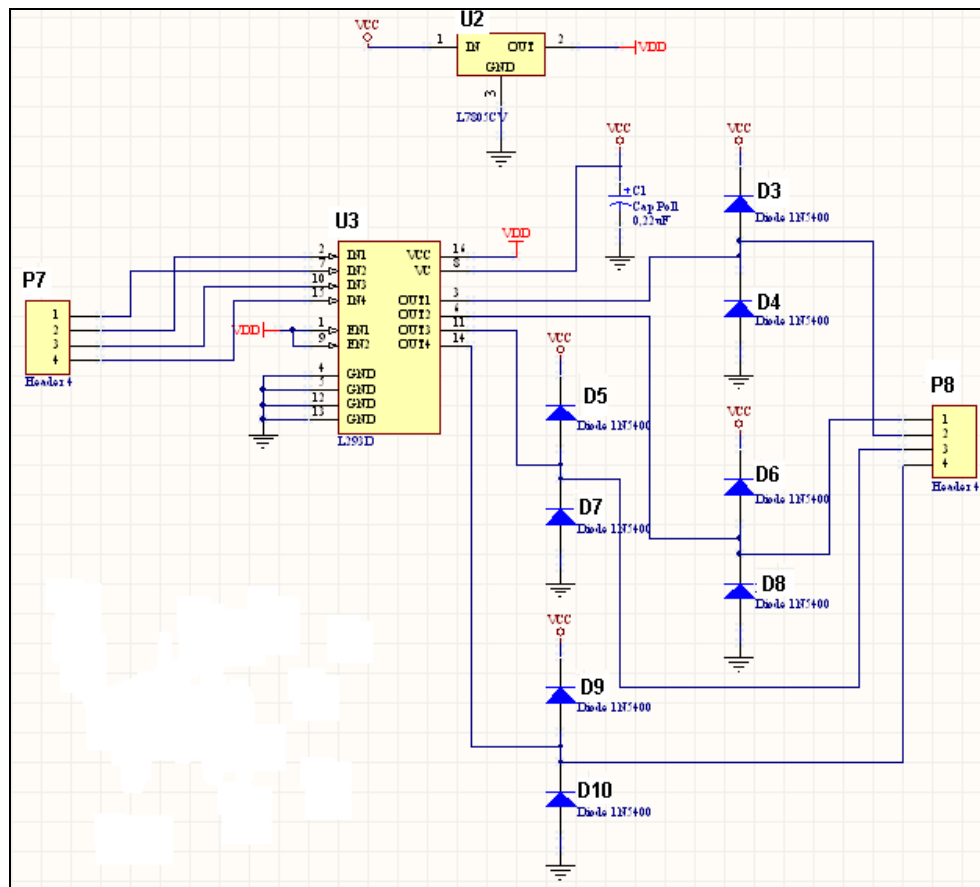
Fuente: Creación del Autor

3.3.3 Interfase para el Control de un motor de PaP Bipolar

Este es el último de los actuadores que se controlará, para este caso se utilizarán cuatro canales de salida digitales de la NI USB-6008, la misma que a través del Software enviara un tren de pulso altos y bajos.

El circuito de la Fig. 3-12 se encarga del control de la polarización de los bobinados de un motor PaP de tipo bipolar conectados en los terminales **1, 2, 3, y 4** de la bornera **P8**. Donde el integrado **U3** recibe las señales de mando provenientes de los terminales **1, 2, 3 y 4** de la bornera **P7**. El integrado U3 posee una alimentación de 5v proveniente del integrado **U2** para el control de las compuertas lógicas y una alimentación de 12v para el control del motor PaP bipolar. La función de los diodos **D3, D4, D5, D6, D7, D8, D9 y D10**, es la de ayudar a la polarización en un sentido u en otro de los bobinados.

Fig. 3-12 Diagrama de Interfase para el Control de un motor de PaP Bipolar



Fuente: Creación del Autor

3.4 DAQ NI USB - 6008

DAQ NI USB – 6008 (Fig. 3-13) es el elemento encargado de interactuar entre la tarjeta analógica y el software. De tal manera que envía y entrega las señales que recibe de forma exacta. Por esta razón se debe conocer las indicaciones dadas por el manual del usuario para evitar que sufra algún daño.

Fig. 3-13 Ni - USB 6008



Fuente: <http://sine.ni.com/nips/cds/view/p/lang/es/nid/14604> Acceso: 30 Julio 2008

Otra recomendación es conocer los valores de tensión, intensidad y frecuencia que puede recibir y dar la NI- USB 6008 y además como se deben conectar en ella las diferentes señales, para de esta forma lograr aprovechar al máximo este dispositivo.

3. 4.1 Datos y Especificaciones

La Fig. 3-14 detalla con exactitud los diferentes datos y especificaciones que dispone la NI USB-60008 para darle un correcto uso.

Fig. 3-14 Características NI USB-6008

General	
Formato Físico	USB
Soporte para SO	Windows, Linux, Mac OS, Pocket PC
Tipos de Medida	Voltaje
Familia de Productos DAQ	Serie B
Entrada Analógica	
Número de Canales	8 SE/4 DI
Velocidad de Muestreo	10 kS/s
Resolución	12 bits
Muestreo Simultáneo	No
Rango de Voltaje Máximo	-10..10 V
Precisión del Rango	138 mV
Rango de Voltaje Mínimo	-1..1 V
Precisión del Rango	37.5 mV
Número de Rangos	8
Memoria Interna	512 B
Salida Analógica	
Número de Canales	2
Razón de Actualización	150 S/s
Resolución	12 bits
Rango de Voltaje Máximo	0..5 V
Precisión del Rango	7 mV
Rango de Voltaje Mínimo	0..5 V
Precisión del Rango	7 mV
Capacidad de Corriente (Canal/Total)	5 mA/10 mA
E/S Digital	
Número de Canales	12 DIO
Temporización	Software
Niveles Lógicos	TTL
Máximo Rango de Entrada	0..5 V
Máximo Rango de Salida	0..5 V
Entrada de Flujo de Corriente	Sinking, Sourcing
Filtros de Entrada Programables	No
Salida de Flujo de Corriente	Sinking, Sourcing
Capacidad de Corriente (Canal/Total)	8.5 mA/102 mA
Temporizador Watchdog	No
¿Soporta Estados de Encendido Programables?	No
¿Soporta Protocolo de Sincronización para E/S?	No

¿Soporta E/S de Patrones?	No
Contadores/Temporizadores	
Número de Contadores/Temporizadores	1
Resolución	32 bits
Frecuencia Máxima de la Fuente	5 MHz
Entrada Mínima de Ancho de Pulso	100 ns
Niveles Lógicos	TTL
Rango Máximo	0..5 V
Estabilidad de Tiempo	50 ppm
Sincronización GPS	No
Generación de Pulso	No
Operaciones a Búfer	Sí
Eliminación de Rebotes	No
Disparo	Digital
Especificaciones Físicas	
Longitud	8.51 cm
Ancho	8.18 cm
Altura	2.31 cm
Conector de E/S	Terminales de tornillo

Fuente: Creación del Autor

3.4.2 Conexiones

Como se observa en el cuadro Especificaciones, se puede conocer cuantos canales analógicos de entrada y salida dispone, al igual de la cantidad de canales digitales y según esto determinar que canales se ocuparán y cual es la forma correcta de utilizarlos.

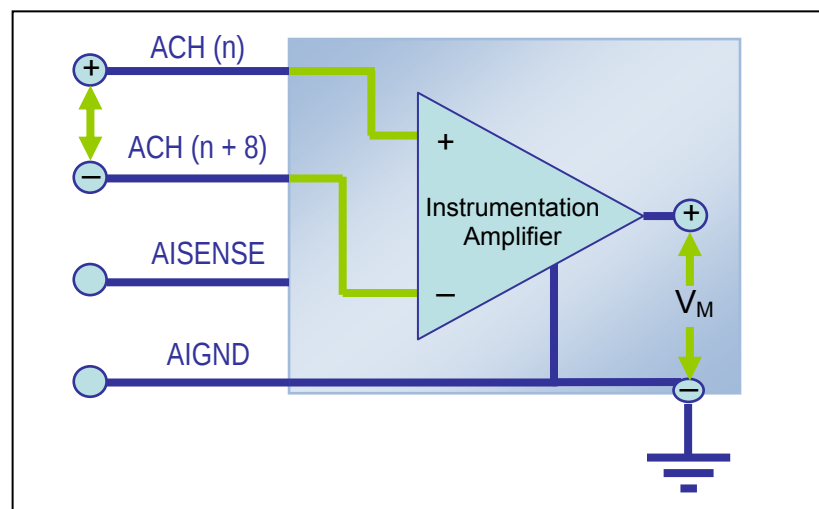
Una observación importante es que este dispositivo posee siete canales de GND o tierra que están unidos internamente, al menos uno de estos debe estar unido al GND o tierra de la tarjeta Analógica para logra cerrar el circuito y no tener problemas de funcionamiento.

Con respecto los canales analógicos, existen dos canales de salida de voltaje que van de un rango de 0 a 5v y tiene ocho canales de entrada para los cuales hay tres maneras de lograr que la NI USB-6008 lea las señales que se está enviando.

1. Modo diferencia

En este modo (Fig. 3-15), se utilizan dos líneas para cada señal, es decir el valor o los datos analógicos entran por uno de los canales y se le da una señal de tierra a la pareja del canal inicial que se eligió; por ejemplo si enviamos la señal al canal Ai0 la pareja que debe recibir el valor de Tierra es el Ai4, logrando así un valor de voltaje exacto y reduciendo la interferencia por ruido.

Fig. 3-15 Conexión en Modo Diferencial

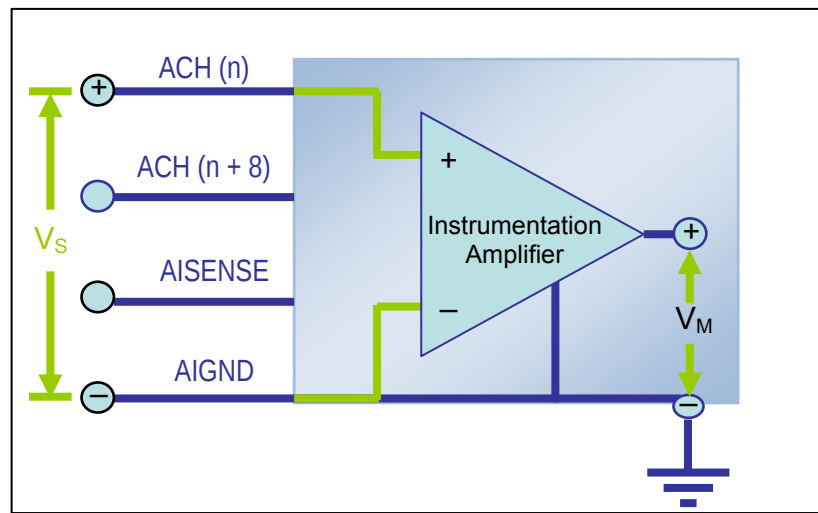


Fuente: Manual de Adquisición de Datos NI. p. 33

2. Modo Referenciado Sencillo

En este método la medición se realiza por un solo canal, con respecto a GND del dispositivo (Fig. 3-16), logrando de esta forma aprovechar todos los canales analógicos de entrada, pero sin mucha precisión.

Fig. 3-16 Conexión en Modo Referenciado Sencillo

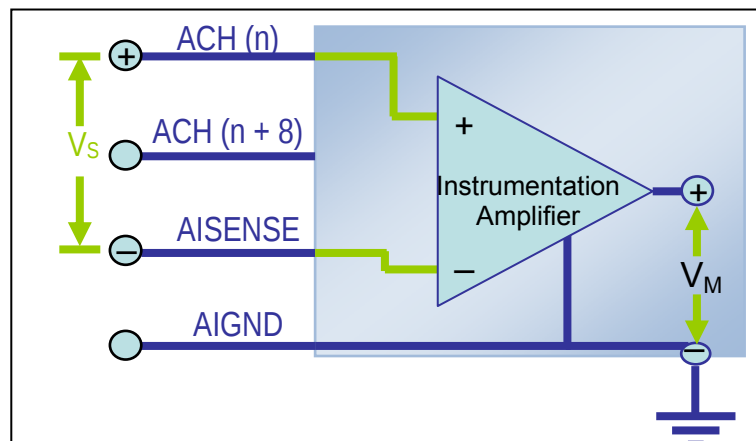


Fuente: Manual de Adquisición de Datos NI. p. 34

3. Modo No- Referenciado Sencillo

En este último método, la medición se realiza de igual manera por un solo canal, con respecto a AISENSE como indica la Fig. 3-17, que poseen algunos dispositivos de adquisición pero en este caso no aplica, se usa para aprovechar todos los canales Analógicos de Entrada, ya que es más seguro que el método anterior.

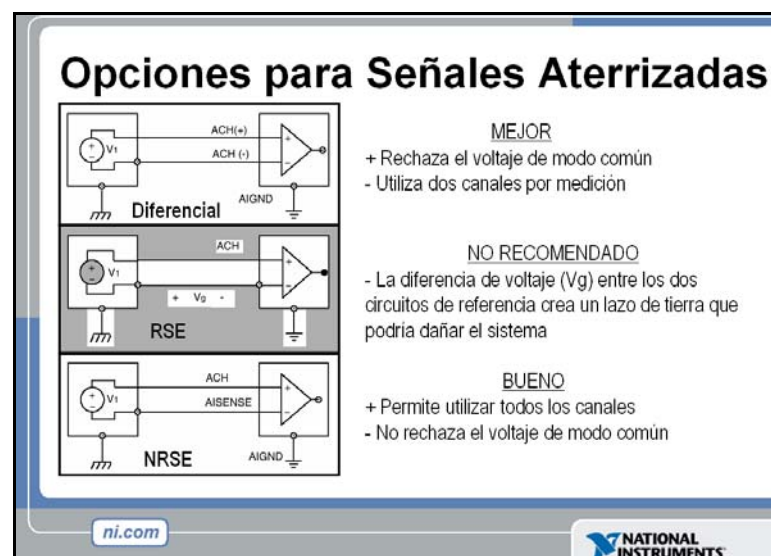
Fig. 3-17 Conexión en Modo No-Referenciado Sencillo



Fuente: Manual de Adquisición de Datos NI. p. 35

La Fig. 3-18 indica cuál es el mejor método recomendado por National Instruments.

Fig. 3-18 Cuadro de Recomendaciones



Fuente: Manual de Adquisición de Datos NI. p. 36

Una vez conocidos los diferentes métodos para la conexión de entradas analógicas se estudia el bloque digital, el mismo que posee dos puertos: el Puerto "0" que tiene ocho canales y el Puerto "1" que cuenta con cuatro canales.

Cualquiera de los puertos tiene una salida High de un valor MAX de 5v y un valor LOW de 0- 0.8v, estos son puertos de salida y entrada.

CAPÍTULO 4

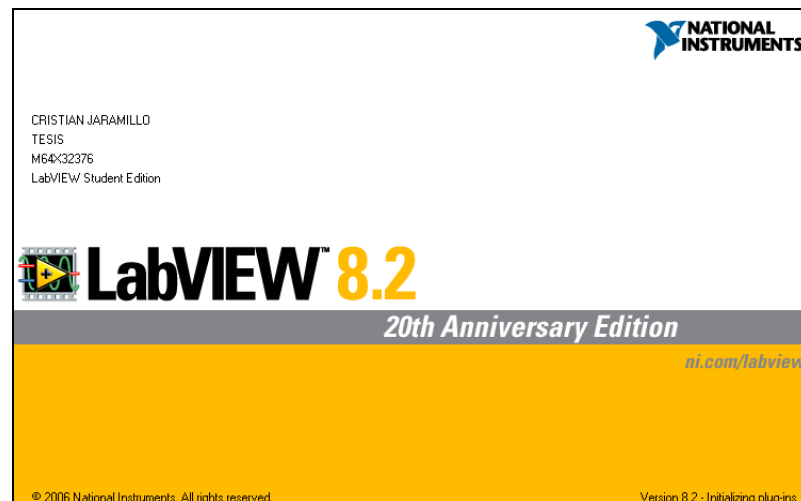
SOFTWARE

4.1 Introducción a LabVIEW

LabVIEW (Fig. 4-1) constituye un revolucionario sistema de programación gráfica para aplicaciones que involucren adquisición, control, análisis y presentación de datos. Las ventajas que proporciona el empleo de LabVIEW se resumen en las siguientes:

- Reducir el tiempo de desarrollo de las aplicaciones, ya que es muy intuitivo y fácil de aprender.
- Dotar de gran flexibilidad al sistema, permitiendo cambios y actualizaciones tanto del hardware como del software.
- Dar la posibilidad a los usuarios de crear soluciones completas y complejas.
- Con un único sistema de desarrollo se integran las funciones de adquisición, análisis y presentación de datos.

Fig. 4-1 Presentación de LabVIEW 8.2



Fuente: Creación de Autor

LabVIEW es un entorno de programación destinado al desarrollo de aplicaciones, a diferencia a otros softwares de programación, LabVIEW emplea la programación gráfica o *lenguaje G* para crear programas basados en diagramas de bloques.

LabVIEW no requiere gran experiencia en programación, ya que emplea íconos, términos e ideas familiares a científicos e ingenieros, y se apoya sobre símbolos gráficos en lugar de lenguaje escrito para construir las aplicaciones. Por ello resulta mucho más intuitivo que el resto de lenguajes de programación convencionales.

LabVIEW posee extensas librerías de funciones y subrutinas. Además de las funciones básicas de todo lenguaje de programación, LabVIEW incluye librerías específicas para la adquisición, presentación y control de datos.

Programación en LabVIEW

Los programas desarrollados mediante LabVIEW se denominan *Instrumentos Virtuales (VIs)*, porque su apariencia y funcionamiento imitan los de un instrumento

real. Sin embargo son análogos a las funciones creadas con los lenguajes de programación convencionales. Los VIs tienen una parte interactiva con el usuario y otra parte de código fuente, y aceptan parámetros procedentes de otros VIs.

Todos los VIs tienen un *panel frontal* y un *diagrama de bloques*. Las *paletas* contienen las opciones que se emplean para crear y modificar los VIs. A continuación detallan estos conceptos.

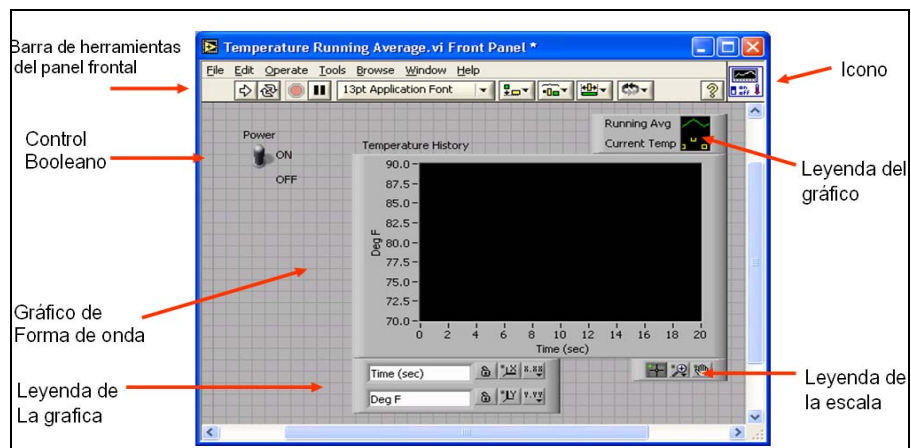
¿Qué es el Panel Frontal?

El panel frontal como se muestra en la Fig. 4-2 es la interfase del usuario con el VI (instrumento virtual). Se construye el panel frontal con controles e indicadores, que son las entradas y salidas que interactúan con las terminales del VI respectivamente.

Los controles son botones de empuje, marcadores y otros componentes de entradas.

Los indicadores son las graficas, luces y otros dispositivos. Los controles simulan instrumentos de entradas de equipos y suministra datos al diagrama de bloques del VI. Los indicadores simulan salidas de instrumentos y suministra datos que el diagrama de bloques adquiere o genera.

Fig. 4-2 Panel Frontal LabVIEW 8.2



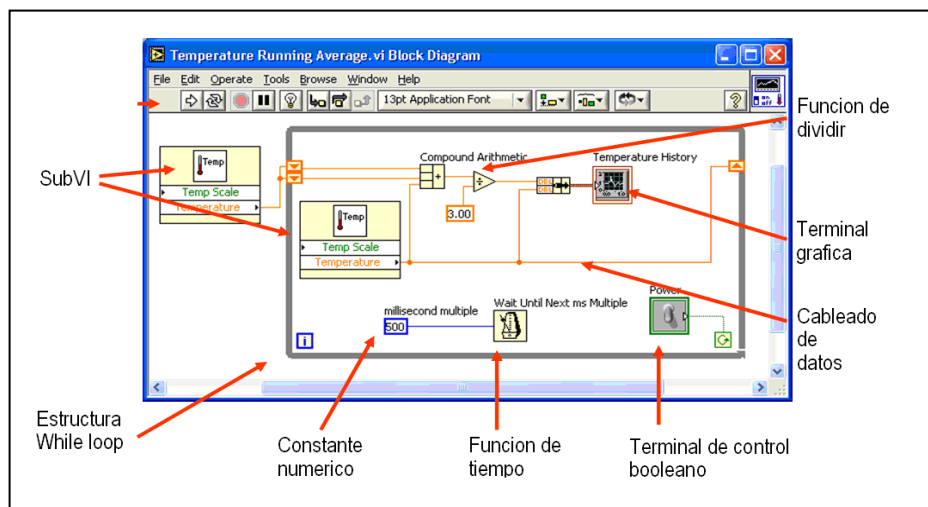
Fuente: Tutorial de LabView, p 3.

¿Qué es el Diagrama de Bloque?

El diagrama de bloque (fig. 4-3) contiene el código fuente gráfico. Los objetos del panel frontal aparecen como terminales en el diagrama de bloque.

Adicionalmente, el diagrama de bloque contiene funciones y estructuras incorporadas en las bibliotecas de LabVIEW VI. Los cables conectan cada uno de los nodos en el diagrama de bloques, incluyendo controles e indicadores de terminal, funciones y estructuras.

Fig. 4-3 Diagrama de Bloque LabVIEW 8.2

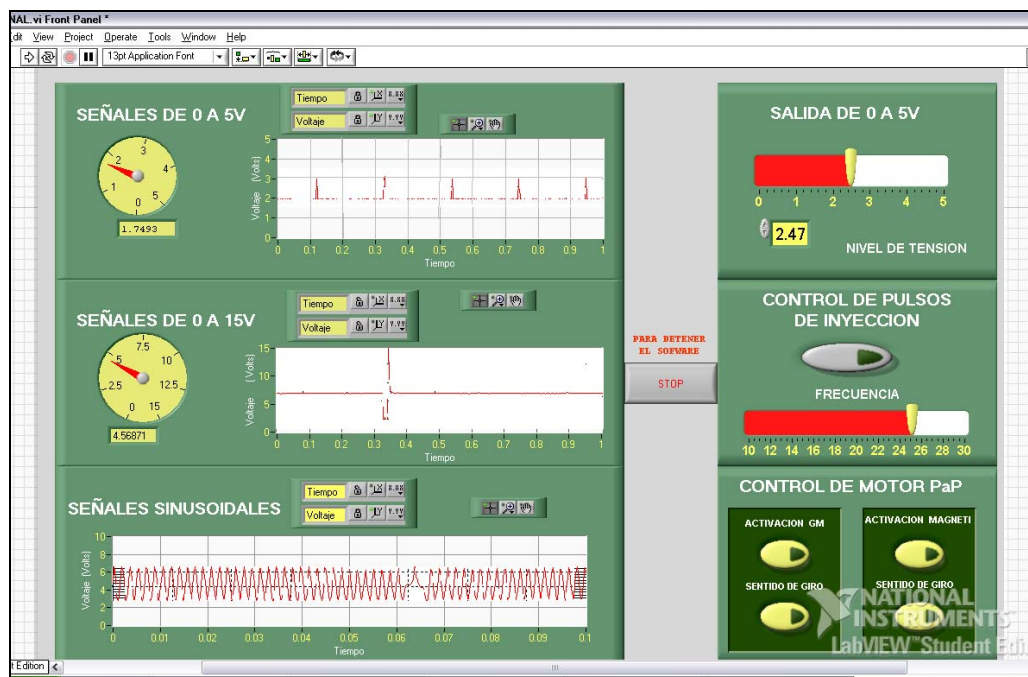


Fuente: Tutoría de LabView, p 3.

4.2. Software

En la Fig. 4-4 se observa el panel frontal de este proyecto, el cual esta dividido en las señales de adquisición y las señales de simulación que van a ser observadas y controladas mediante la interacción de la DAQ NI USB – 6008 y la Tarjeta Analógica.

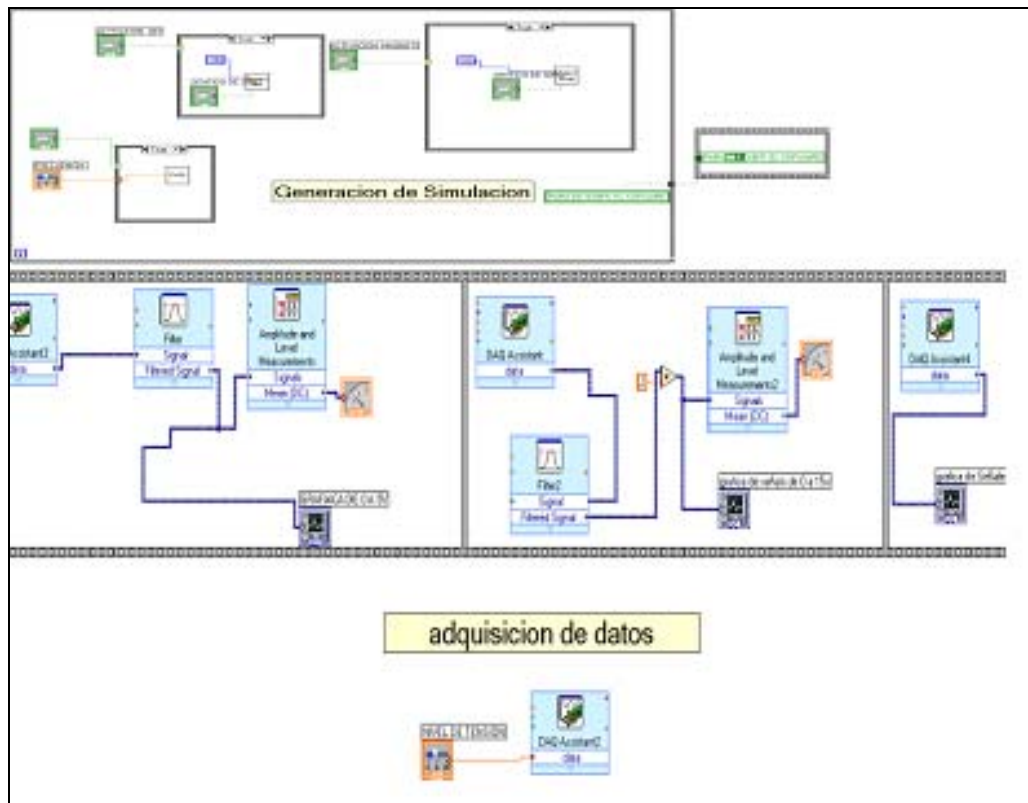
Fig. 4-4 Panel frontal software final



Fuente: Creación del Autor

El Diagrama de Bloque mostrado en la Fig. 4-5 logrará que todos los elementos que se encuentra en el panel frontal funcionen correctamente y cumplan con su objetivo. Se usarán las diferentes configuraciones de programación que se encuentran en LabVIEW, para evitar problemas el momento de que el Programa comience a funcionar.

Fig. 4-5 Diagrama bloques Final



Fuente: Creación del Autor

Para lograr esto se debe realizar el diseño individual de cada instrumento virtual, ya sea de adquisición de datos o de simulación, por objeto de pruebas de funcionamiento.

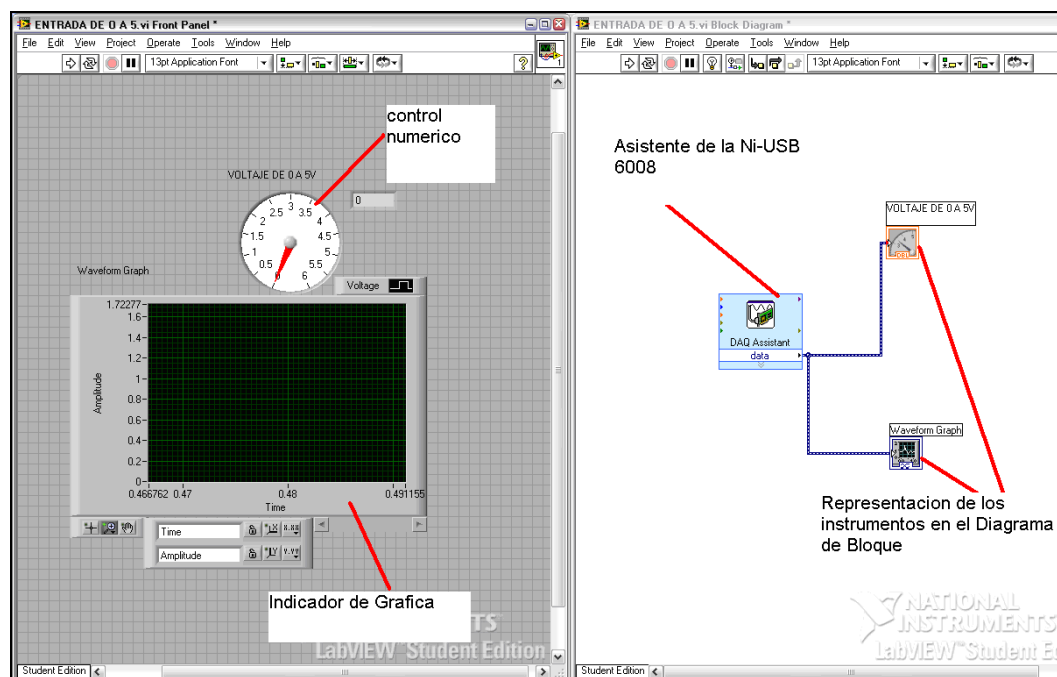
4.2.1 Instrumentos virtuales de Adquisición de Datos

Instrumento de Adquisición # 1

El instrumento propuesto de la Fig. 4-6 se encargará de mostrar tanto los valores de voltaje que oscilan entre 0 a 5v, como de la gráfica de la forma de onda de ciertos sensores del sistema de inyección.

En el panel frontal se colocará un control numérico tipo GAUGE al igual que un instrumento de gráfica del tipo WAVEFORM GRAPH, los mismos que aparecen en el Diagrama de Bloque, con un elemento más que es el DAQ Assistant, encargado de configurar el uso que se le dará a la NI – USB 6008 logrando de esta forma el obtener formas de grafica y valores correctos.

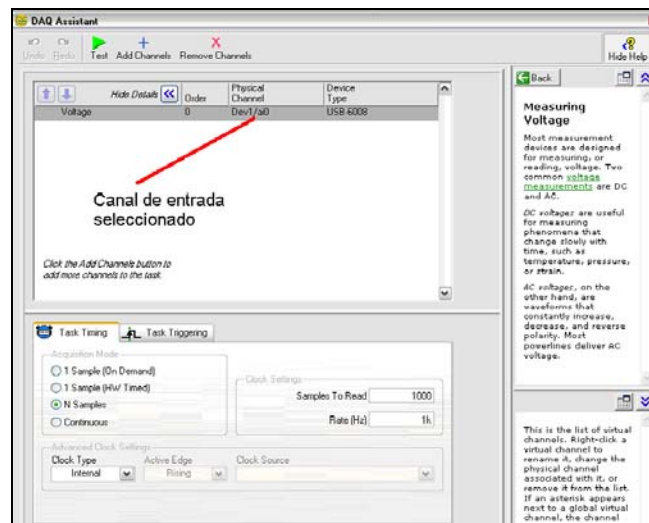
Fig. 4-6 Instrumento de Adquisición # 1



Fuente: Creación del Autor

En lo que corresponde a la NI – USB 6008, se deberá conectar en la entrada de Análogo Input 0 (ai0) en modo diferencial. Para lo cual se verificará observando las propiedades del Instrumento DAQ Assistant como se indica en la Fig. 4-7.

Fig. 4-7 Propiedades DAQ Assistant (Inst. Adquisición # 1)



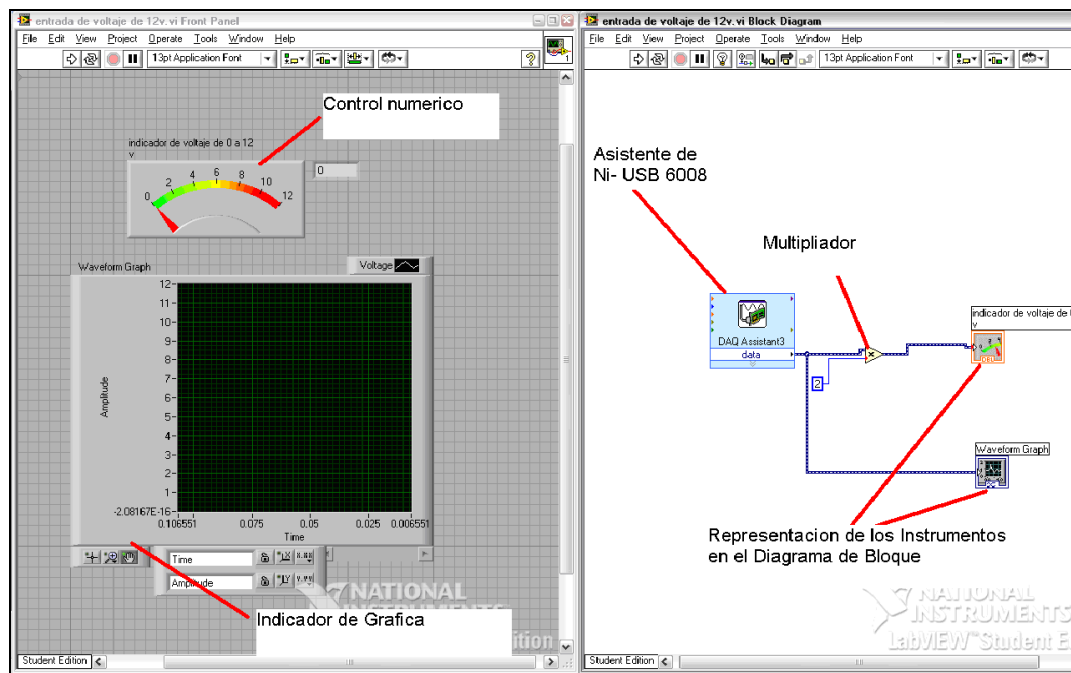
Fuente: Creación del Autor

Instrumento de Adquisición # 2

Este instrumento indicado en la Fig. 4-8 tendrá un funcionamiento similar al de adquisición de señales de 0 a 5v; con la diferencia que manejará un rango entre 0 a 15v.

En el Panel Frontal se colocará un control numérico pero del tipo METER, al igual que un instrumento de gráfica tipo WAVEFORM GRAPH, los mismos que aparecen en el Diagrama de Bloque, con dos elementos más que es el DAQ Assistant y un elemento multiplicador por una constante numérica de valor “2”, los cuales servirán para que los valores entren en la NI – USB 6008 se dupliquen, todo esto se realizó debido al acoplamiento de la DAQ. NI USB-6008.

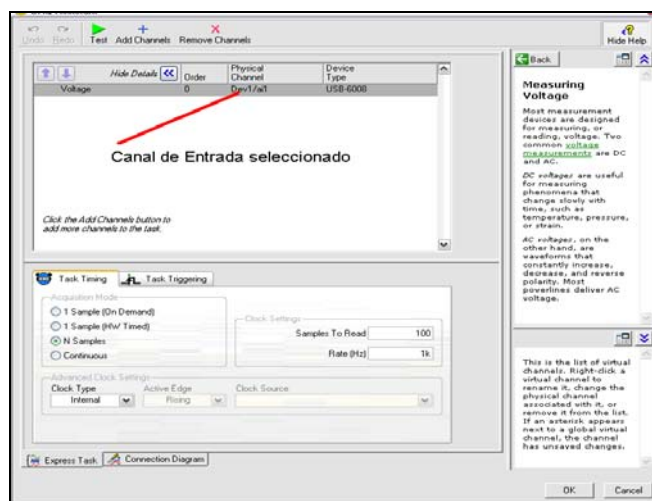
Fig. 4-8 Instrumento de Adquisición # 2



Fuente: Creación del Autor

En lo que corresponde a la NI – USB 6008, se deberá conectar en la entrada de Análogo Input 1 (ai1) en modo diferencial. Observando las propiedades la Instrumento DAQ Assistant como muestra la Fig. 4-9.

Fig. 4-9 Propiedades DAQ Assistant (Inst. Adquisición # 2)



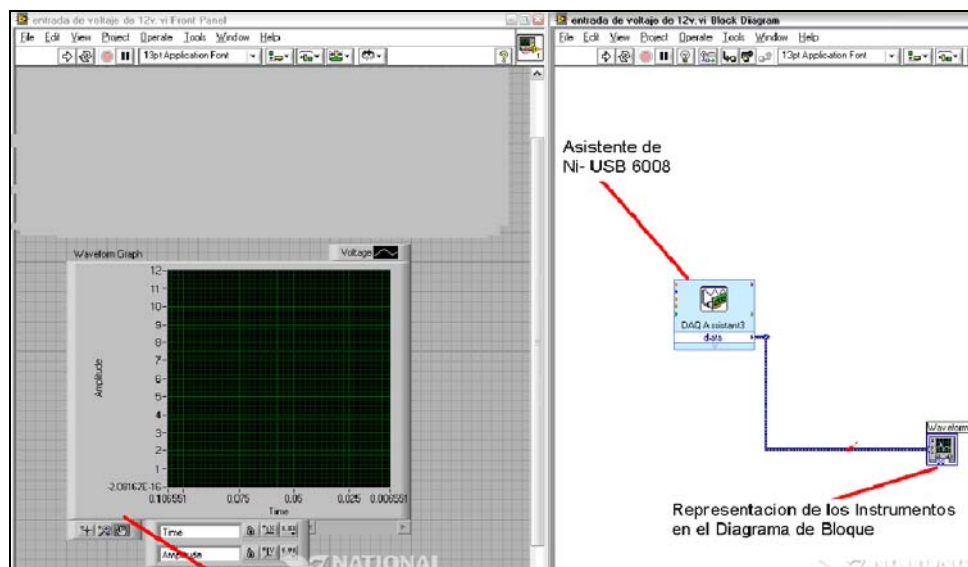
Fuente: Creación del Autor

Instrumento de Adquisición # 3

Este Instrumento mostrado en la Fig. 4-10, es el más sencillo de todos debido a que se encarga de representar la gráfica de sensores que emitan formas de ondas sinusoidales.

En el Panel Frontal se coloca el instrumento de gráfica del tipo WAVEFORM GRAPH, los mismos que aparecen en el Diagrama de Bloque junto al DAQ Assistant.

Fig. 4-10 Instrumento de Adquisición # 3



Fuente: Creación del Autor

De igual manera en lo que corresponde a la NI – USB 6008, se deberá conectar en la entrada de Análogo Input 2 (ai2) en modo diferencial, comprobando que la configuración sea la correcta observando los propiedades de la DAQ Assistant.

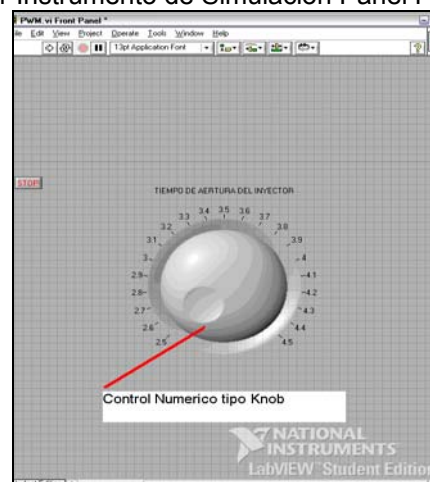
4.2.2 Instrumentos virtuales de Simulación

Instrumento de simulación #1

Este instrumento se encarga de crear una secuencia de pulsos en una de las salidas digitales de la NI – USB 6008, siendo ésta la encargada de controlar la base de un transistor, el cual excitará la bobina de un inyector haciendo que trabaje, y según como se varíe la frecuencia, el inyector trabajara más rápido o lento.

En lo que corresponde al panel frontal indicado en la Fig. 4-11 se colocará un control numérico tipo KNOB que según se vaya variando sus valores, el tiempo de apertura del inyector será mayor o menor.

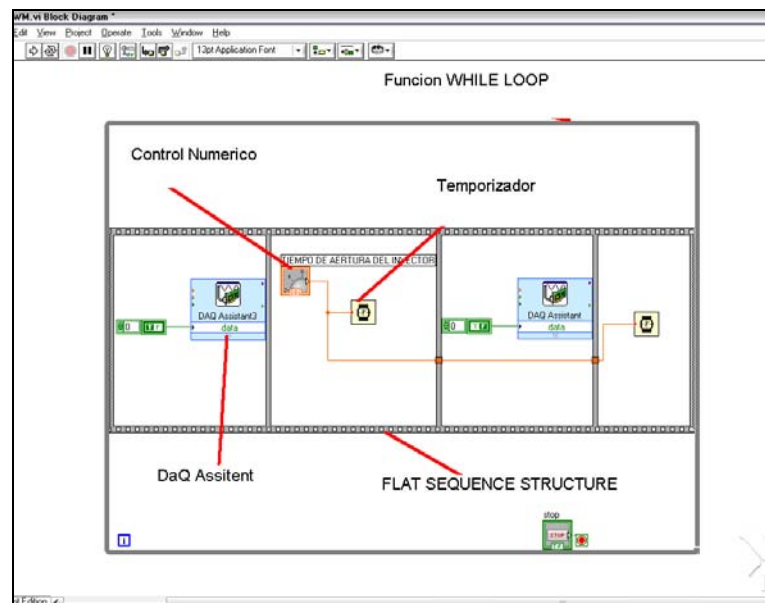
Fig. 4-11 Instrumento de Simulación Panel Frontal # 1



Fuente: Creación del Autor

El Diagrama de Bloque de la Fig. 4-12 está unido a programador de tiempo que hará que los valores del indicador numérico sean en milisegundos, entre la unión de estos dos se logra que el DAQ Assistant varié la frecuencia de salida digital alta (5V) o salida baja (0v) y todo esto incluido en una secuencia de tipo FLAT SEQUENCE STRUCTURE, que se simula a una cinta de película, y tendrá sucesos repetitivos. Para complementar este diagrama de bloque se colocó todo dentro de un WHILE LOOP, logrando que el funcionamiento del programa sea un proceso continuo.

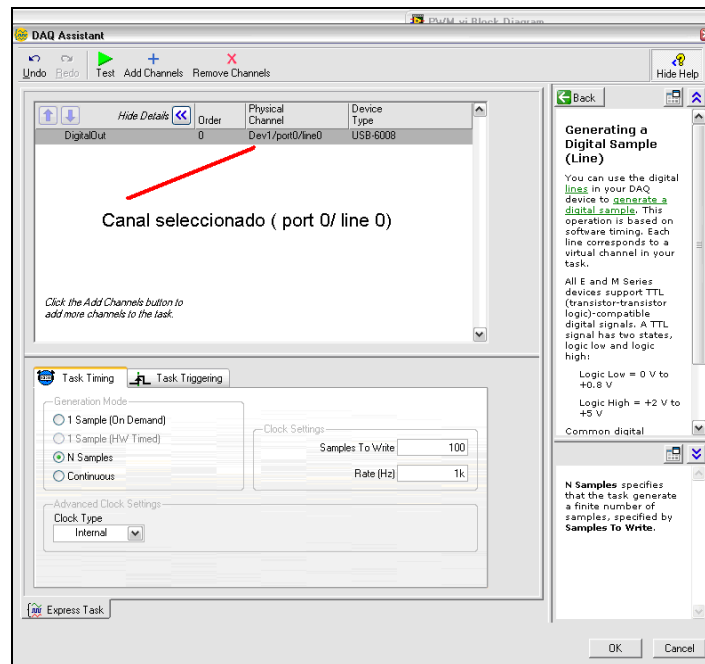
Fig. 4-12 Instrumento de Simulación Diagrama de Bloque # 1



Fuente: Creación del Autor

Para la conexión de la NI – USB 6008 se ocupa solo una salida digital en el puerto 0 salida 0, esto se podrá comprobar en las propiedades del instrumento DAQ Assistant como indica la Fig. 4-13.

Fig. 4-13 Propiedades DAQ Assistant (Inst. Simulación # 1)



Fuente: Creación del Autor

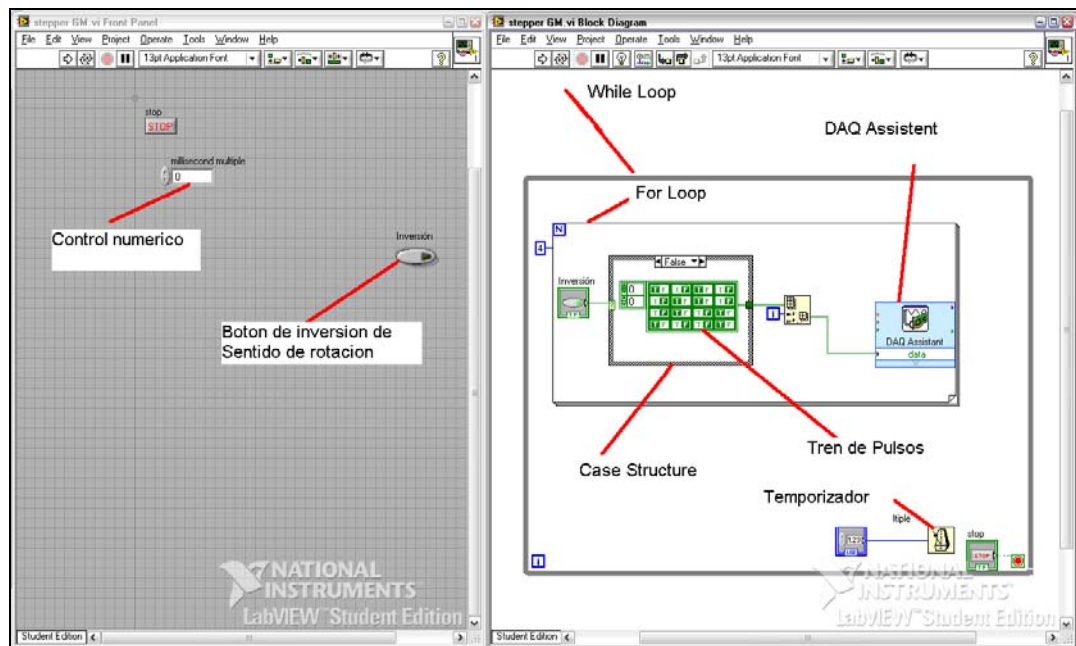
Instrumento de simulación #2

Su función es la de enviar un tren de pulso digitales de VERDADERO o FALSO (5v o 0v), provocando que a través de la tarjeta de acondicionamiento de señales, lograr trabajar un motor de pasos del tipo bipolar.

En el panel frontal del instrumento que indica la Fig. 4-14, se observa un control numérico de tipo DISPLAY DIGITAL, que gradúa en milisegundos y puede ser manipulable para variar la velocidad del tren de pulsos junto con la velocidad de rotación del motor de pasos bipolar, además se encuentra un control Bolean del tipo PUSH BUTTON, que invierte el sentido de rotación del motor. Estos elementos se encuentran representados en el Diagrama de Bloque (Fig. 4-14) pero con otros elementos de programación como son las estructuras tipo FOR LOOP, CASE STRUCTURE Y WHILE LOOP, que se encargan de lograr que sea un proceso

continuo, que se pueda obtener el tren de pulsos y logran que se invierta la secuencia de VERDADERO o FALSO, además de la DAQ Assistant, se encuentra un programador de tiempo del tipo WAIT UNTIL NEXT, el cual trabaja con el valor del display digital.

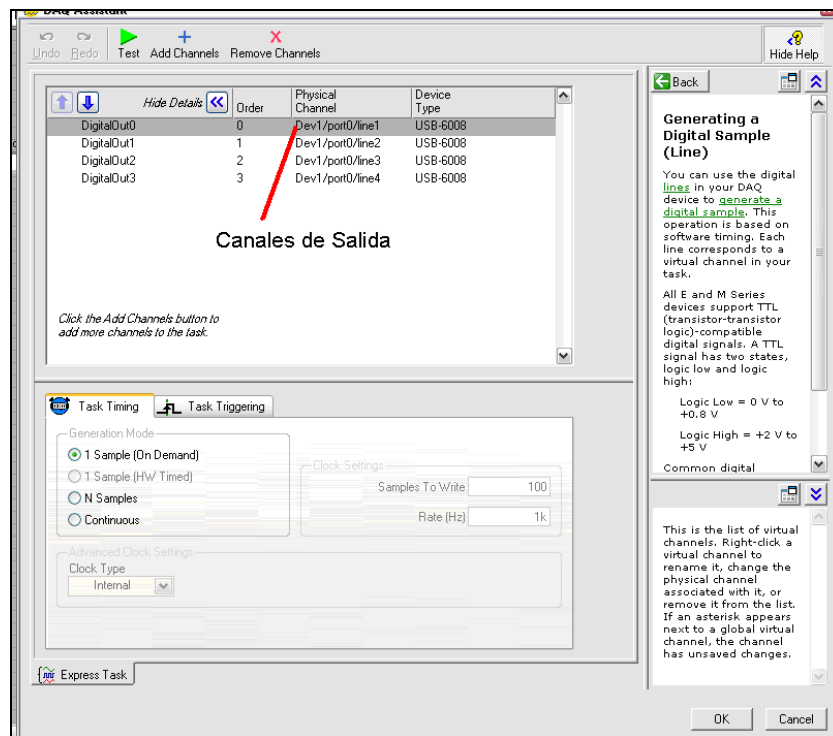
Fig. 4-14 Instrumento de Simulación # 2



Fuente: Creación del Autor

Para la configuración del DAQ Assistant se recurre a sus propiedades donde se ocupan cuatro salidas digitales del Puerto 0, siendo en el siguiente orden: P0.1, P0.2, P0.3 y P0.4, indicados en la Fig. 4-15, además se deberá respetar el mismo orden en las entradas de la tarjeta de acondicionamiento para que la secuencia del tren de pulsos sea la correcta.

Fig. 4-15 Propiedades DAQ Assistant (Inst. Simulación # 2)



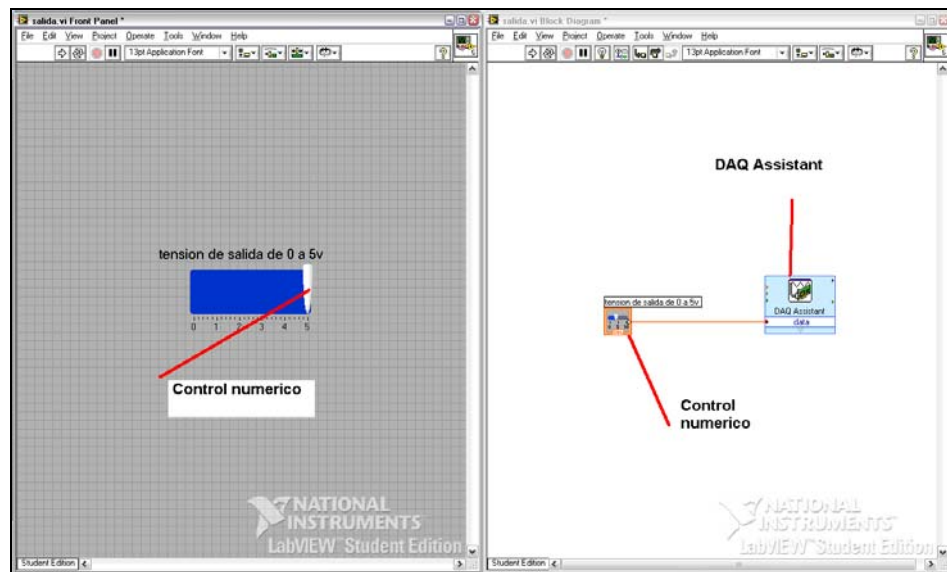
Fuente: Creación del Autor

Instrumento de simulación #3

El instrumento propuesto de la Fig. 4-16 se encarga de generar una tensión de salida en un rango de 0 a 5v, simulando los valores que por lo general trabajan los sensores del sistema de inyección.

En el panel frontal se coloca un control numérico tipo HORIZONTAL POINTER SLIDE que varia la tensión en un rango de 0 a 5v y aparece en el Diagrama de Bloque, con un elemento más que es el DAQ Assitant, encargado de configurar el uso que se le va a dar a la NI – USB 6008 logrando que entregue un voltaje de salida por su canal análogo out.

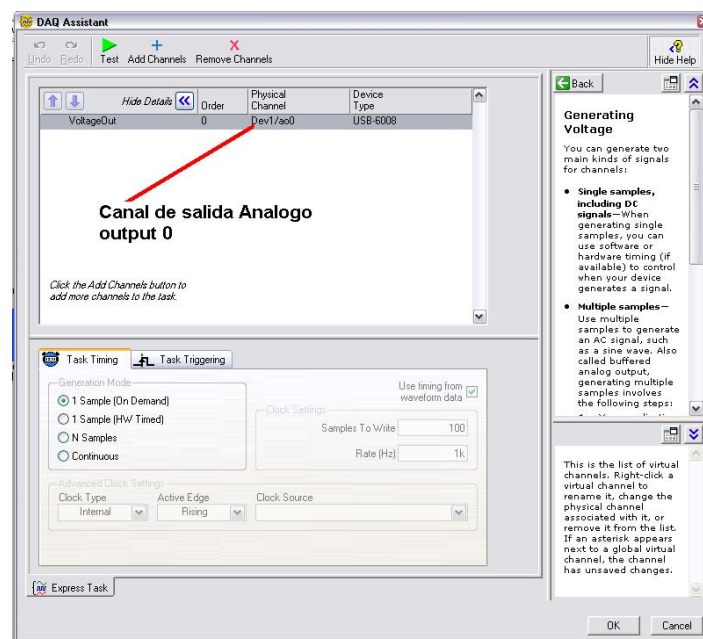
Fig. 4-16 Instrumento de Simulación # 3



Fuente: Creación del Autor

En lo que corresponde a la NI – USB 6008, se deberá conectar en la salida de Análogo output 0 (ao0). Para verificar se observa las propiedades del Instrumento DAQ Assistant como muestra la Fig. 4-17.

Fig. 4-17 Propiedades DAQ Assistant (Inst. Simulación # 3)



Fuente: Creación del Autor

CAPÍTULO 5

DISEÑO, CONSTRUCCION Y PRUEBA FUNCIONAL

A lo largo del proyecto se adquiere varias experiencias e informaciones, que se deberán tener en cuenta para el Diseño Final del prototipo, tomando en cuenta todos los detalles para evitar cualquier problema en su funcionamiento.

El primer paso a realizar, es la selección de materiales para este proyecto. Luego la construcción de la tarjeta Analógica, con el fin de unir este elemento a la DAQ NI USB-6008 y poder comprobar el funcionamiento tanto del Software como del Hardware.

Es importante que una vez terminado el proyecto se realice una evaluación del equipo observando su comportamiento y que se podría mejorar en su diseño.

5.1 Construcción del Prototipo

5.1.1 Componentes Utilizados

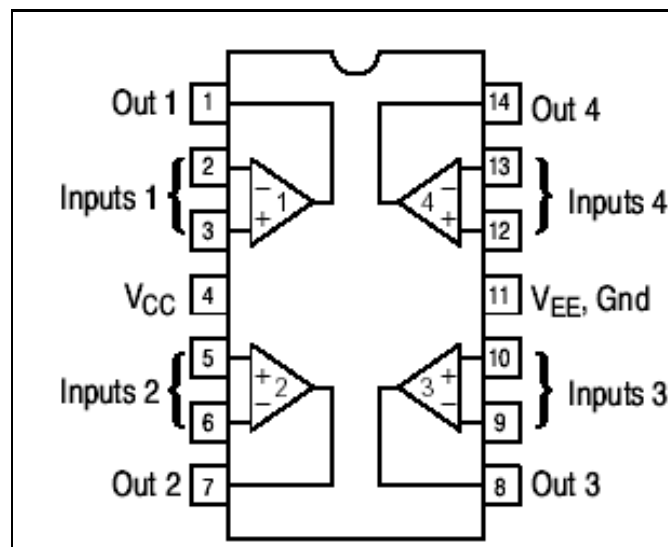
5.1.1.1 Amplificador Operacional LM324

Este elemento posee cuatro amplificadores operacionales, como se observa en la Fig. 5-1 donde se detalla su distribución interna.

Estos pueden ser usados perfectamente para los circuitos que se proponen con una sola fuente de alimentación y Gnd.

Se debe conocer las características del LM324 que están detalladas en la Fig. 5-2 para aprobar su utilización.

Fig. 5-1 Distribución interna del LM324



Fuente: Data Sheet LM324

Fig. 5-2 Características de Funcionamiento LM324

Voltaje de alimentación	3.0 v a 32v
Intensidad mínima de entrada	100 mA
Temperatura Ambiental de funcionamiento	0 a 70 °C

Intensidad Máx. de salida con Una alimentación de 15v	20 a 40 mA
---	------------

Fuente: Creación del Autor

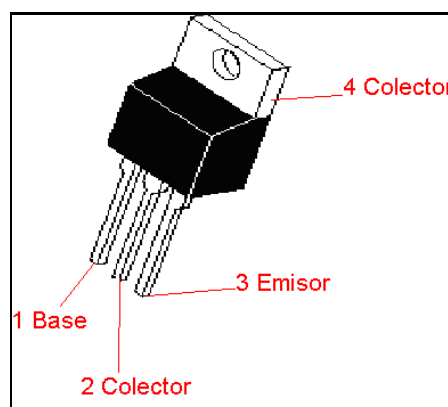
Analizadas las características del Amplificador Operacional LM324 se puede asegurar su perfecto funcionamiento en las condiciones a las que estará expuesto, ya que tendrá una alimentación que va de 12v a 15v y la intensidad mínima de entrada será 1mA y la máxima de salida del mismo valor.

5.1.1.2 Transistor de Potencia TIP 121

Su utilización se enfoca únicamente al control de pulsos de inyección, es decir, que el bobinado del inyector estará conectado, por un lado a 12v y por otro al colector del transistor, el cual a recibir una señal en su base provoca que el transistor permita circular una alta corriente entre Colector-Emisor donde este último derivara a Gnd (Tierra) y se cerrará el circuito.

El TIP 121 (Fig. 5-3) posee ciertas características detalladas en la Fig. 5-4 que se deben tener en cuenta para confirmar su elección.

Fig. 5-3 Disposición TIP 121



Fuente: Creación del Autor

Fig. 5-4 Características TIP 121

Voltaje Colector - Emisor	80v
Voltaje Colector- Base	80v
Voltaje Base Emisor	5v
Intensidad de circulación Colector-Emisor	5 a 8A
Intensidad en Base Máx.	120 mA

Fuente: Creación del Autor

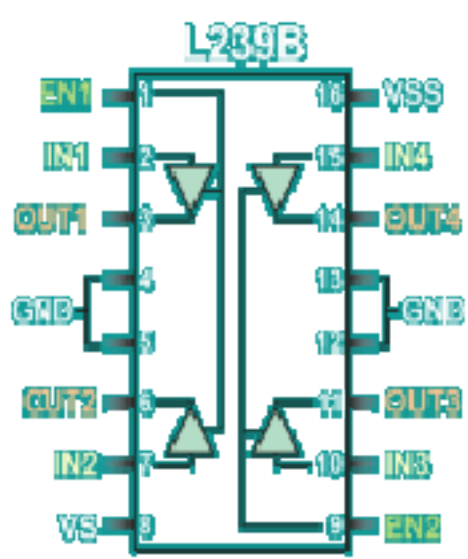
Al observar las características del Transistor TIP 121 se deduce que acopla perfectamente en este proyecto, ya que se maneja un voltaje Colector- Emisor alrededor de los 15v que puede alcanzar los 30v, una intensidad de 0.2A como máximo y la alimentación de base un voltaje de 5v con una intensidad alrededor de los 50 mA.

5.1.1.3 Integrado L293

Este integrado controla el giro del Motor Paso a Paso Bipolar, invirtiendo constantemente en sus salidas, el sentido de la corriente para logra la polarizar los bobinados.

El L293 como se indica en la Fig. 5-5 es un drive diseñado para proporcionar corriente de hasta 1 A. con voltajes entre 4,5 y 36 V. Cada canal de salida es controlado por señales de entrada compatibles con la NI USB 6008 y cada pareja de canales dispone de una señal de habilitación de 5v constante.

Fig. 5-5 Distribución Integrado L293



- 1 Habilitación de los canales 1 y 2
- 2 Input 1 Entrada del Canal 1
- 3 Output 1 Salida del Canal 1
- 4 GND Tierra de Alimentación
- 5 GND Tierra de Alimentación
- 6 Output 2 Salida del Canal 2
- 7 Input 2 Entrada del Canal 1
- 8 Vs Alimentación de las cargas
- 9 Habilitación de los canales 3 y 4
- 10 Input 3 Entrada del Canal 3
- 11 Output 3 Salida del Canal 3
- 12 GND Tierra de Alimentación
- 13 GND Tierra de Alimentación
- 14 Output 4 Salida del Canal 4
- 15 Input 4 Entrada del Canal 4

Fuente: Creación del Autor

Una característica importante es disponer de una patilla para la alimentación de las cargas que se está controlando, de forma que dicha alimentación es independiente de la lógica de control, además posee otras características que se detallan en la Fig. 5-6.

Fig. 5-6 Características Integrado L293

Voltaje de Alimentación de cargas (Vs)	36v Máx.
Voltaje de Habilitación (Vss)	7v Máx.
Voltaje de entrada (In)	7v Más
Intensidad de Entrada	100 la Máx.
Intensidad pico de salida	2 A

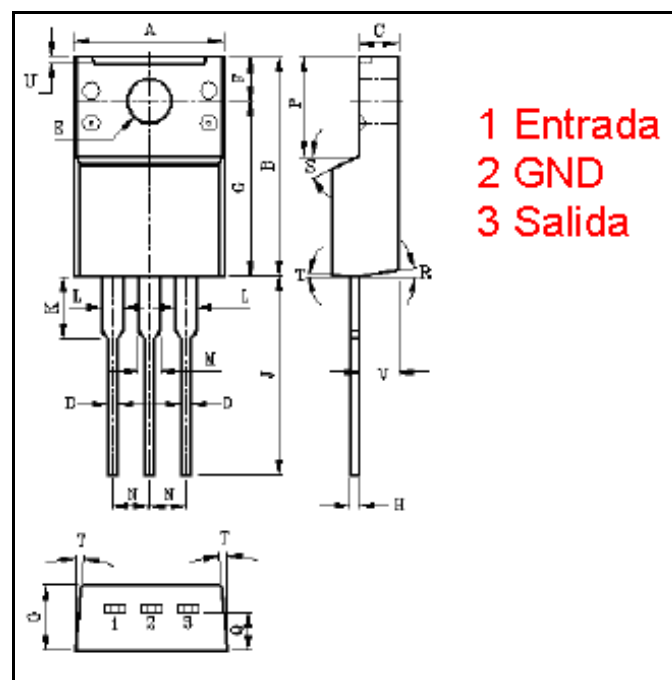
Fuente: Creación del Autor

Al observar las características del integrado l293, se determina que es ideal para el control del Motor PaP, ya que necesita una alimentación de 12v y una intensidad de 1A para poder funcionar correctamente y además las señales de entrada se acoplan perfectamente a lo que la NI USB-6008 puede entregar en sus salidas digitales.

5.1.1.4 Regulador de Voltaje 7805

El 7805 indicado en la Fig. 5-7 es un elemento comúnmente utilizado por su canal de salida que entrega una tensión fija de 5v sin importar el valor con el cual está siendo alimentado en su canal de entrada.

Fig. 5-7 Medias y Distribución del 7805



Fuente: Creación del Autor

Es utilizado para trabajar con integrados que necesitan de un valor de 5v en canales específicos sin importar, que la fuente de la tarjeta donde está montado pueda ser de 12v o más como indica las características de la Fig.5-8.

Fig. 5-8 Características 7805

Voltaje de entrada (Vin)	35v Max
Voltaje de salida (Vout)	5.2v
Intensidad de Salida	1 A

Fuente: Creación del Autor

En el proyecto el 7805 se utiliza para la alimentación del integrado L293 y a su vez tener una salida de voltaje disponible de 5v para el control de algún sensor del sistema de inyección.

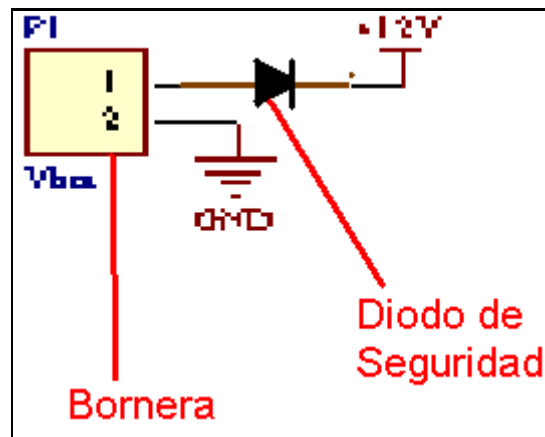
5.1.1.5 Fuente de Alimentación

Toda tarjeta electrónica necesita de una fuente de alimentación y hacer trabajar a sus componentes y cumplir con la función para los cuales fueron colocados, ya sea solo para transmitir señales, generar las mismas, o convertirlas.

Un ejemplo claro es la ECU del Sistema de Inyección, para que ésta funcione, se necesita la alimentación de la batería del vehiculo y de esta manera podrá controlar a los sensores para que respondan y a la vez trabajar a los actuadores.

Es por esta razón que la tarjeta analógica se alimentara de una fuente de 12v, que en este caso es la batería del vehiculo a través de una bornera, y por seguridad de la tarjeta, en su diseño se coloca un diodo en la entrada de 12v como nos indica la Fig. 5-9, evitando que se estropee el equipo, ya que si se invierten las polaridades de alimentación, el diodo no va a permitir cerrar el circuito.

Fig. 5.9 Bornera de Alimentación



Fuente: Creación del Autor

Otra forma de alimentación de esta tarjeta es a través de un conector que recibe voltaje de un transformador de 110v AC a 12v DC, de esta forma se puede utilizar el proyecto fuera del vehículo.

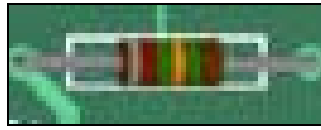
5.1.1.6 Elementos varios.

Además de los elementos mencionados anteriormente, son necesarios otros elementos como resistencias de distintos valores y diodos de diferentes tipos, que serán colocados según la necesidad de cada circuito de entrada o de salida de señales.

Resistencias

Las resistencias (Fig. 5-10) son elementos que ofrecen oposición al flujo de electrones, por esto, se debe conocer que corriente y voltaje promedio van a circular por ellas, para determinar la potencia que deben tener evitando su destrucción.

Fig. 5.10 Representación real de una Resistencia



Fuente: Creación del Autor

Se trabaja con resistencias de $\frac{1}{2}$ watt de potencia, ya que se maneja un voltaje de alrededor de 14v promedio y con una intensidad de 0.050 A.

$$P = V \cdot I \quad P = 0.7 \text{ Watt}$$

Las resistencias serán utilizadas en los circuitos de adquisición de datos, salida de voltaje de 0 a 5v, alimentación de la base del transistor y alimentación de diodo LED, donde el nivel de resistencia que tiene cada una se especifica en el diagrama eléctrico, con las cuales se realizó pruebas previas para determinar el valor ideal y evitar efectos de Offset en el Amplificador Operacional o un mal funcionamiento del transistor y del diodo LED.

Diodo Común (Fig. 5-11)

La función de este elemento es permitir que la corriente circule en un solo sentido y que sea solo de valor positivo.

Para la elección de un diodo se debe considerar la corriente que circulará por él y según ese valor elegir el tipo de diodo.

Fig. 5-11 Representación Simbólica un Diodo



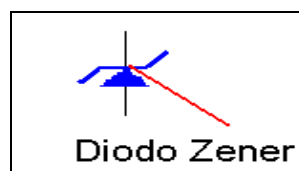
Fuente: Creación del Autor

Por esa razón se coloca diodos normales en la tarjeta que soportan corrientes de hasta 1A, ya que estos diodos son utilizados en la protección de la tarjeta, funcionamiento del motor de pasos, rectificación de señales sinusoidales y protección del transistor.

Diodo Zener

Este tipo de diodo representado en la Fig. 5-12, tiene la particularidad de comportarse como un diodo normal pero al ser alimentado por su lado de bloqueo con una tensión de superior a la especificada, permite el paso de la corriente, es por eso que muchas veces se lo usa como elemento de protección. Será usado en el circuito de adquisición de datos de señales Sinusoidales, evitando que llegue un voltaje mayor a 10v a la NI USB-6008.

Fig. 5-12 Representación Simbólica un Diodo Zener



Fuente: Creación del Autor

Diodo Led

Representado en la Fig. 5-13, este elemento tiene la característica que cuando circula corriente en su sentido normal y no por el de bloqueo emite luz, pero para lograr esto necesita una corriente de un umbral mínima, que puede ser alrededor de 1.7v (varia según el diodo led).

Fig. 5 -13 Representación Simbólica un Diodo Led



Fuente: Creación del Autor

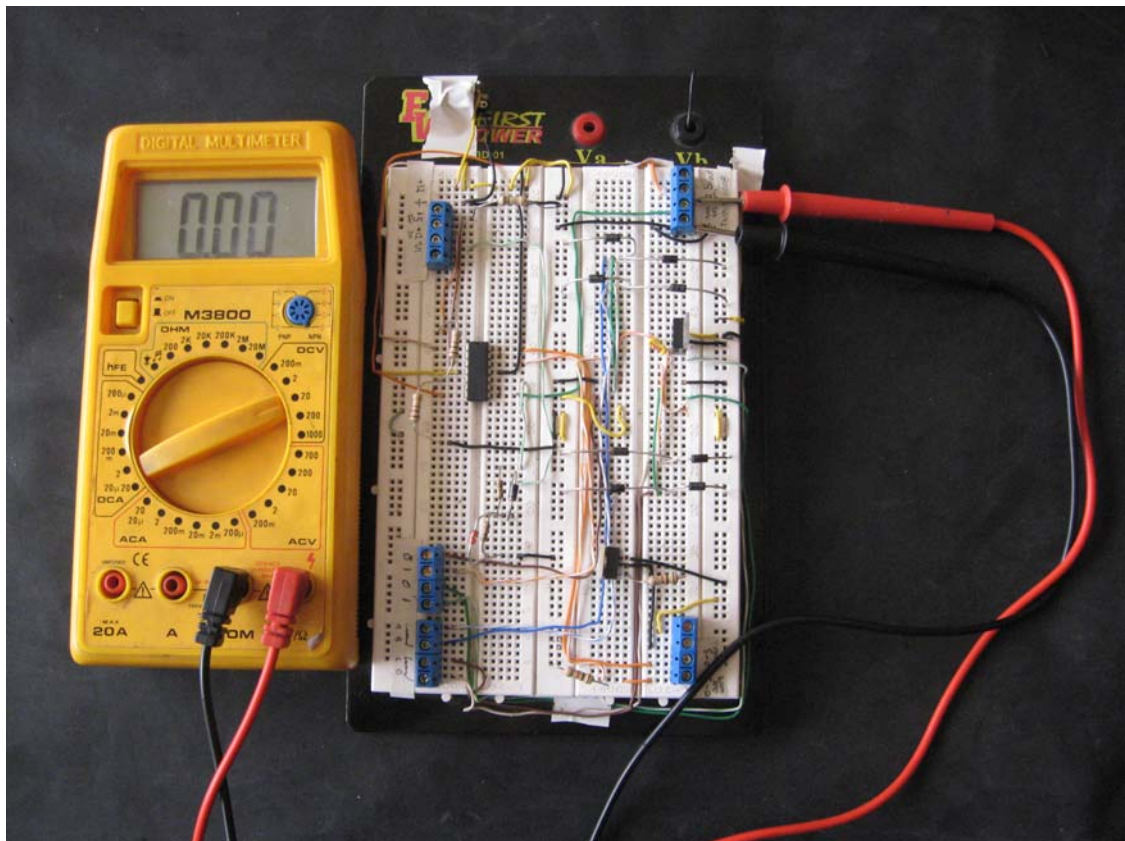
El Diodo Led indica que la tarjeta ha sido alimentada y esta lista para usarse.

5.1.2 Diseño constructivo

Determinados los componentes que se utilizarán y se colocarán en la superficie de la tarjeta analógica, es recomendable armarla sobre un protoboard que ayuda a comprobar que todos los componentes se comporten según lo planificado.

Como se observa en la Fig. 5-14 el protoboard dará una idea clara del comportamiento de la Tarjeta Analógica con los componentes seleccionados y si existe algún problema podrán realizarse cambios en forma oportuna.

Fig. 5 -14 Protoboard



Fuente: Creación del Autor

5.1.2.1 AltiumDesing

Es un programa de Diseño Electrónico que facilita la creación de tarjetas para el uso electrónico.

Plano eléctrico

Como primer paso se realiza el plano eléctrico, donde se colocaran todos los elementos con sus respectivas uniones y alimentaciones. Esto es muy importante debido a que si por cualquier motivo falta algún detalle, la tarjeta final estará mal construida.

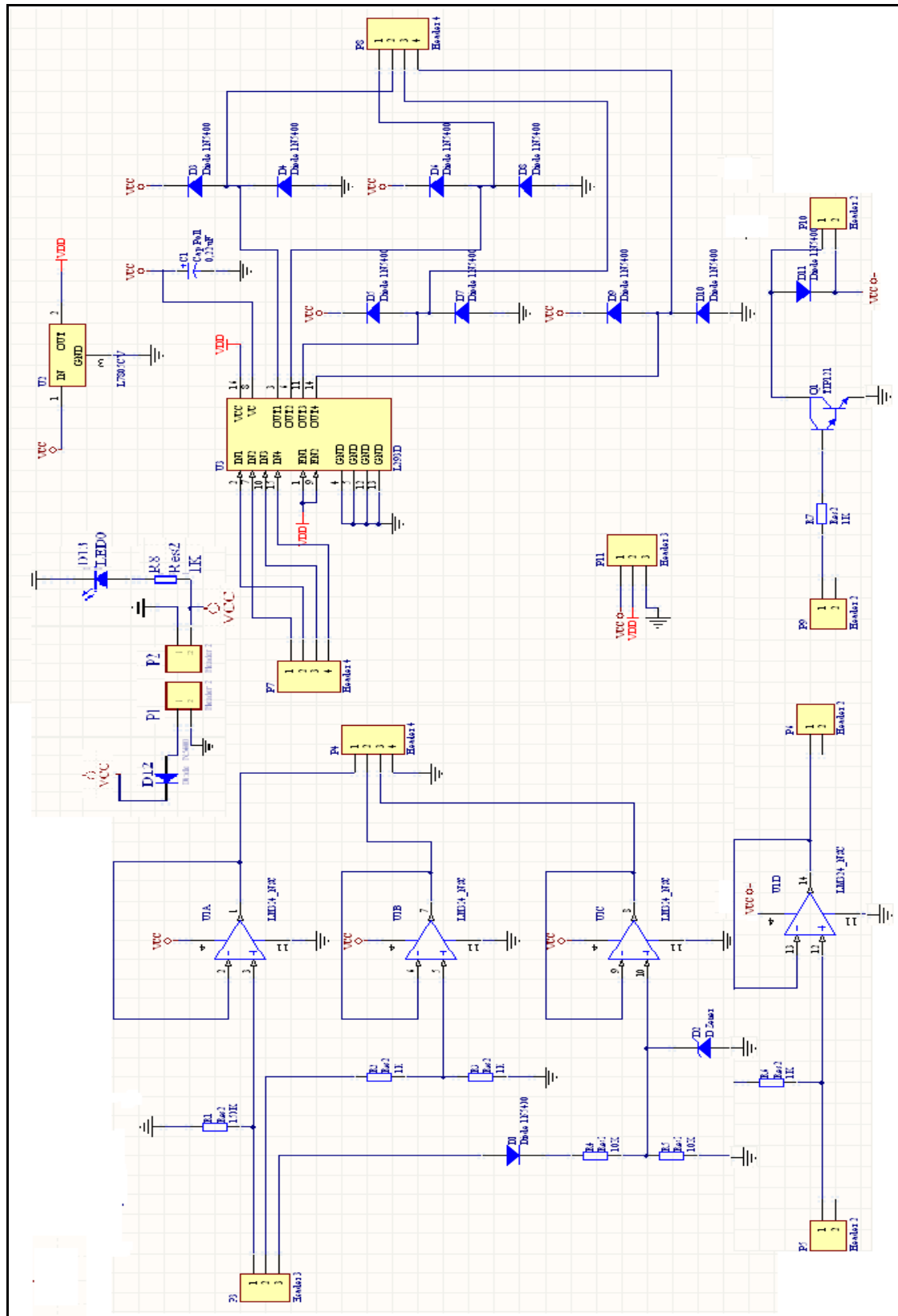
El circuito propuesto en la Fig. 5-15 muestra el plano eléctrico final, que dispone **P1** y **P2** para la alimentación del circuito; **P3** y **P4** para los circuitos de adquisición de señales; **P5** y **P6** para la simulación de señal de 0 a 5v, **P7** y **P8** maneja al inyector, **P9** y **P10** para el control del motor de pasos bipolar y finalmente **P11** de donde se obtendrá valores de voltaje de 12v, 5v y Gnd.

Se encuentran los diferentes integrados como el amplificador operacional LM324 dividido en **U1A**, **U1B**, **U1C** y **U1D** el transistor TIP 121 designado como **Q1**, el integrado L293 con el nombre de **U3** junto con el regulador 7805 como **U2**.

Otros elementos como los diodos que van de **D1** hasta **D12** con su designación o tipo. Resistencias numeras desde **R1** hasta **R7**, donde cada una tiene su determinado valor.

Se debe revisar varios detalles antes de aprobar el plano eléctrico como si la disposición de los diodos es la correcta, la fuente de alimentación de los integrados está en los pines correctos, si las salidas y entradas a las borneras son las ideales y si las resistencias están bien ubicadas.

Fig. 5.15 Diseño Final del Plano Eléctrico



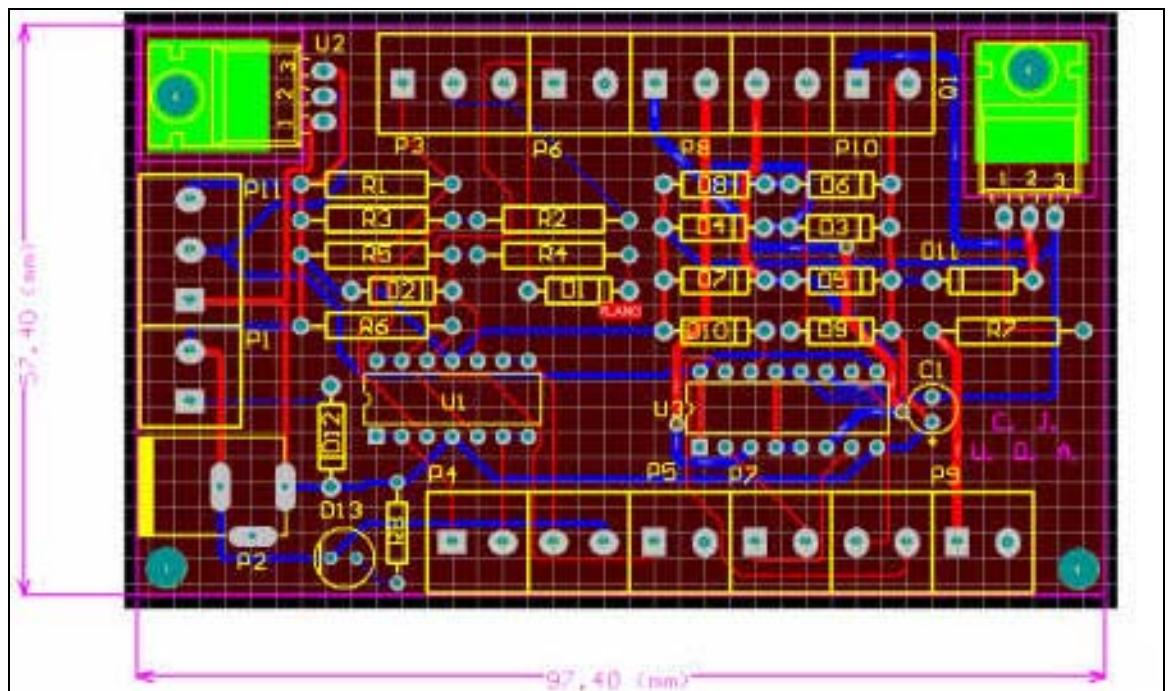
Fuente: Creación del Autor

Diseño PCB

Concluido el plano eléctrico, el programa toma en cuenta todas estas informaciones y procede a realizar un diseño preliminar de la tarjeta, realizando un escaneo y determinando que todas las conexiones sean correctas y no existan cruces de pistas, lo que puede provocar un error. Si esto llegara a suceder se debe acomodar los elementos hasta obtener la mejor disposición.

Una vez confirmado que el diseño está correcto, se procede a realizar ajustes como: el ancho de las pistas para circuitos de adquisición (0.6mm) y para los de potencia (1mm) y la creación de agujeros para atornillar la placa a algún elemento. El programa se encarga de hacer un diseño preliminar como se indica en la Fig. 5-16.

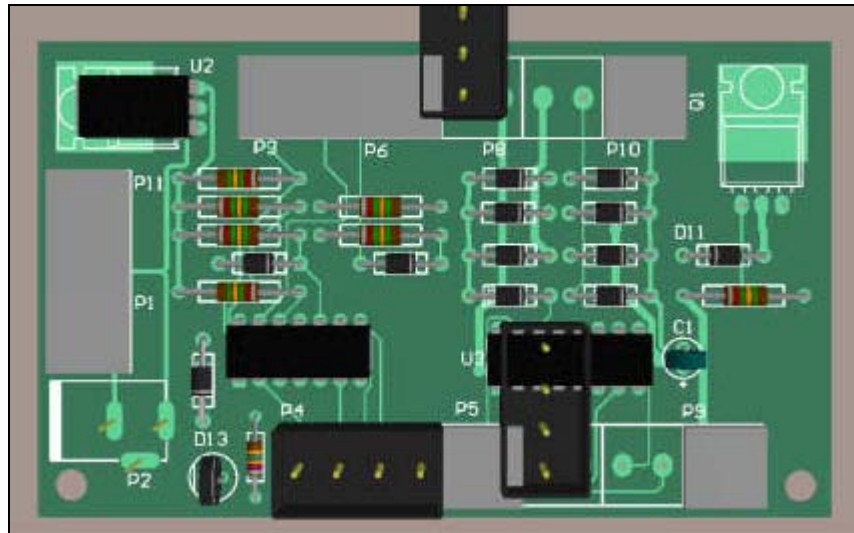
Fig. 5-16 Diseño Final Tarjeta Electrónica



Fuente: Creación del Autor

Otra de las facilidades que brinda este programa es poder dar una representación en 3D de la tarjeta, dando una idea de cómo será físicamente (ilustrado en la Fig. 5-17).

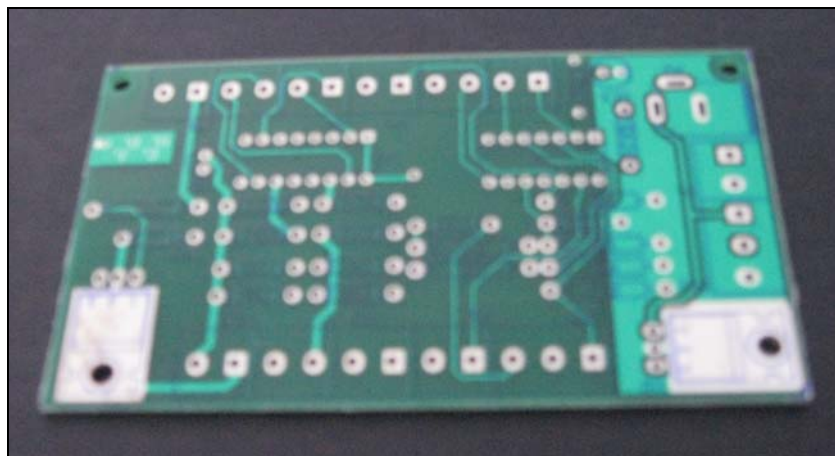
Fig. 5-17 Representación 3D de la Tarjeta Electrónica



Fuente: Creación del Autor

El diseño es fabricado por profesionales quienes revisan para determinar errores de diseño, dando como resultado la Fig. 5-18

Fig. 5-18 Tarjeta final

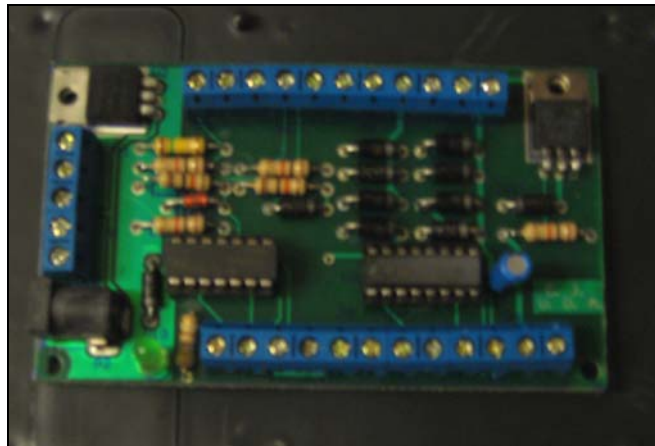


Fuente: Creación del Autor

5.1.2.2 Construcción del Tester y elementos varios

Construida la tarjeta analógica se suelda todos los elementos para que quede completamente funcional. Quedando terminada como indica la Fig. 5-19

Fig. 5-19 Tarjeta Terminada



Fuente: Creación del Autor

Se debe pensar que la tarjeta analógica junto con la NI USB-6008 debe convertirse en un elemento fácil de manipular y que posea todas las conexiones necesarias para su alimentación, interfase de adquisición y de simulación

Cuerpo del Tester

El cuerpo del Tester es la forma exterior donde se colocará la tarjeta analógica y la NI USB-6008 conectados entre sí.

Se recomienda una caja de plástico indicada en la Fig. 5-20, diseñada para proyectos electrónicos con las medidas necesarias para albergar a dichos elementos y que sea fácil de trabajar para poder sacar el cableado y conectores.

Fig. 5-20 Cuerpo del Tester



Fuente: Creación del Autor

Cableado (Fig. 5-21)

El cableado debe ser fácil de usar, con variedad en sus conexiones y seguridad.

Se recomienda tener un conector general que salga de la caja del tester, donde está el cableado tanto de adquisición de señales como de simulación, además se tendrá una variedad de puntas para las diferentes medias.

Para la alimentación de la tarjeta se necesita dos cables: un positivo y un negativo con puntas de pinzas tipo lagarto y por el otro lado conectores de presión que entren en la caja del tester y además el conector para el transformador de 110v a 12v.

Fig. 5-21 Cableado

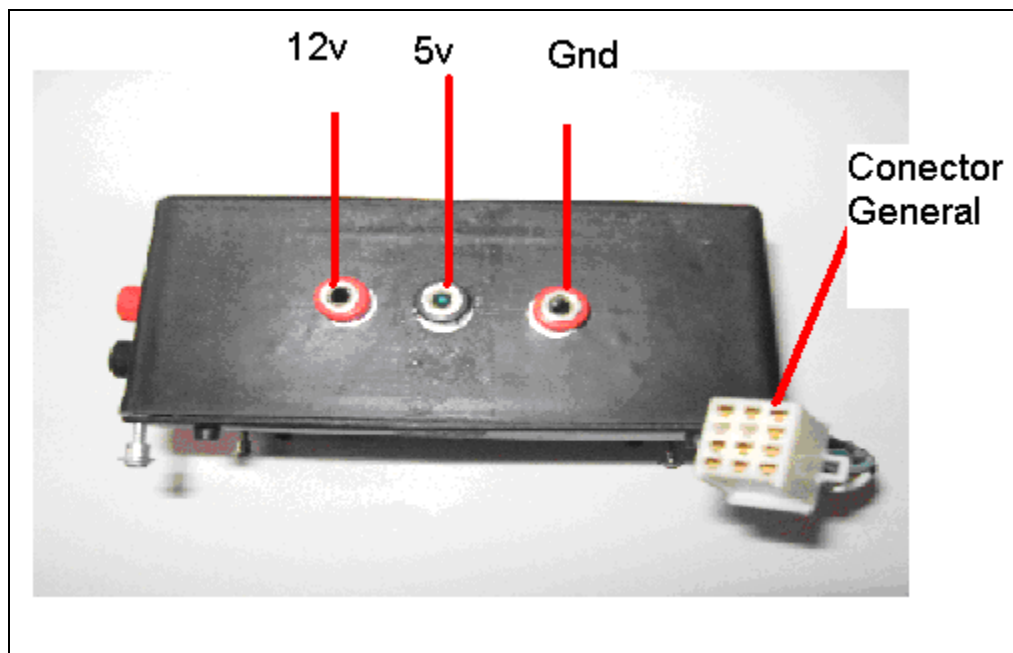


Fuente: Creación del Autor

5.2 Características de funcionalidad

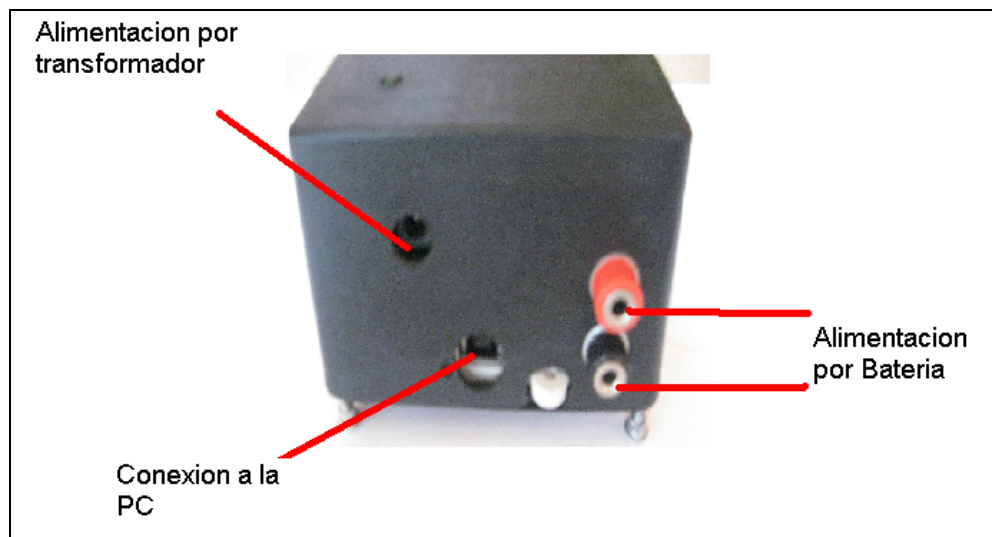
Con el proyecto concluido como se indica en la Fig. 5-22 y Fig. 5-23 se especifica las características de funcionamiento, las cuales deben ser respetadas para evitar estropear el aparato y lograr obtener su máxima eficiencia.

Fig. 5-22 Tester



Fuente: Creación del Autor

Fig. 5-23 Tester



Fuente: Creación del Autor

En la Fig. 5-24 se detalla con exactitud las características de este elemento.

Fig. 5-24 Características de funcionamiento del Tester

General	
Conexión	USB
Software	Lab VIEW 8.2
Soporte Para el Software	Windows, Linux, Mac OS, Pocket PC
Tipos de Medida	Voltaje
Alimentación	
Fuente de Alimentación de CC	15v
Transformador de AC a CC	De 110v a 12v
Adquisición	
Número de Canales	3
Canal 1	De 0 a 5v
Canal 2	De 0 a 15v
Canal 3	Señales Sinusoidales
Rango de intensidad Máximo de entrada	1 A
Simulación	
Número de Canales	7
Canal 4	Salida de voltaje de 0 a 5v
Canal 6 y 9	Control del motor de pasos
Canal del 10 y 11	Control del pulso de inyección
Intensidad máxima de 0 a 5v	4 uA
Intensidad máxima en control	1 A
Salidas fijas	
Números de canales	3
Canal 1	12v
Canal 2	5v
Canal 3	GND

Fuente: Creación del Autor

5.3 Pruebas de Funcionamiento

Todo equipo electrónico debe ser evaluado para que todos sus sistemas trabajen con normalidad y se cumplan las funciones para las cuales fueron creados.

Se realiza un estudio del comportamiento del equipo una vez fusionado el software con la tarjeta de acondicionamiento verificando que todas sus funciones son correctas.

Por esta razón la evaluación será en los dos grupos, señales de adquisición y señales de simulación.

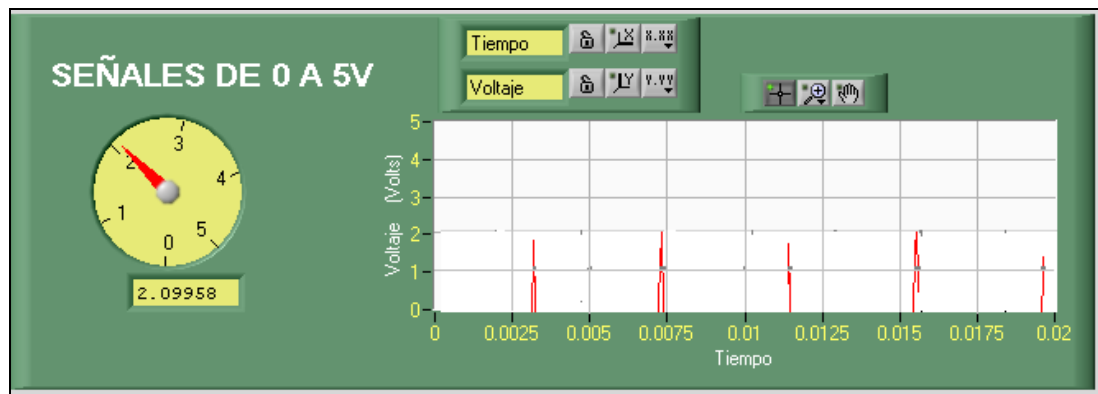
5.3.1. Pruebas en la interfase de adquisición

Una de las primeras pruebas que se realiza es observar el comportamiento de las señales de adquisición en el momento de entrada al dispositivo y la salida mediante la ayuda de un osciloscopio que dispone de dos canales y al mismo tiempo se verifica que el Software refleje los mismos valores.

Interfase de Adquisición de 0 a 5v

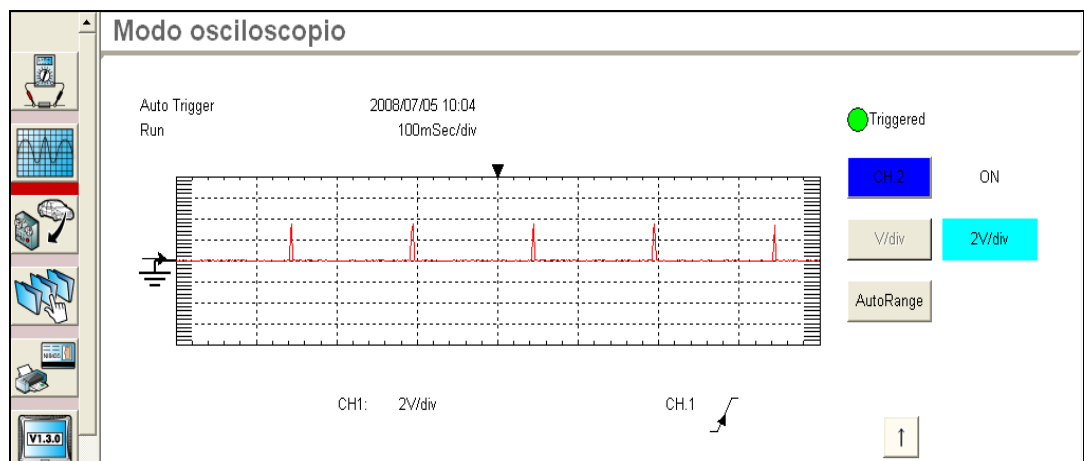
Como indica la Fig. 5-25 no existe ninguna variación en la forma de onda y además los valores son los correctos con respecto a la Fig. 5-26 que es tomada de un osciloscopio de marca.

Fig. 5-25 Evaluación señal de 0 a 5v



Fuente: Creación del Autor

Fig. 5-26 Grafica de Comparación

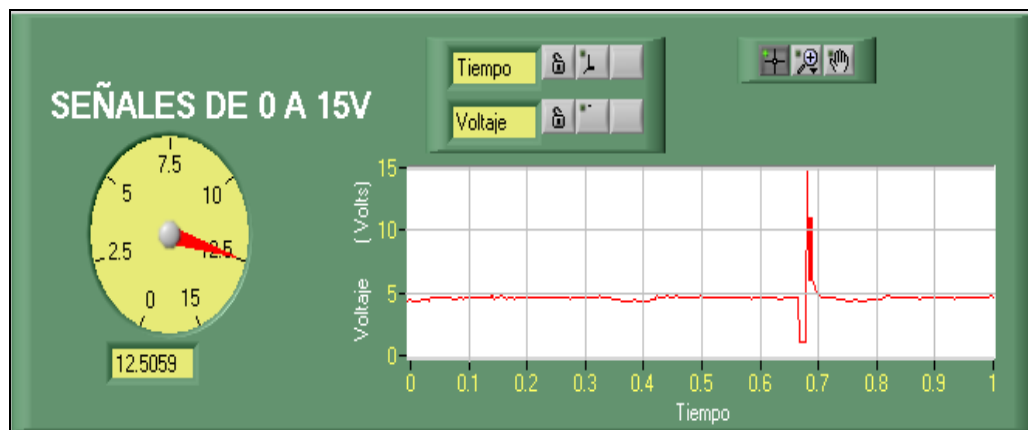


Fuente: Creación del Autor

Señales de Adquisicion de 0 a 15v

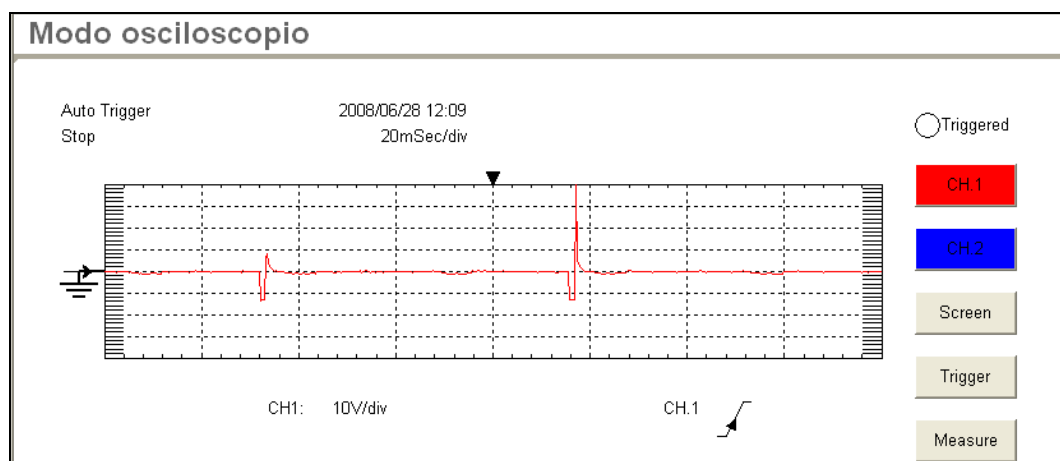
La Fig. 5-27 demuestra que no existe ninguna variación con la Fig. 5-28, ya que la forma de la onda es la misma y los valores son iguales.

Fig. 5-27 Evaluación señal de 0 a 15v



Fuente: Creación del Autor

Fig. 5-28 Grafica de Comparación



Fuente: Creación del Autor

Señales de adquisición de ondas sinusoidales

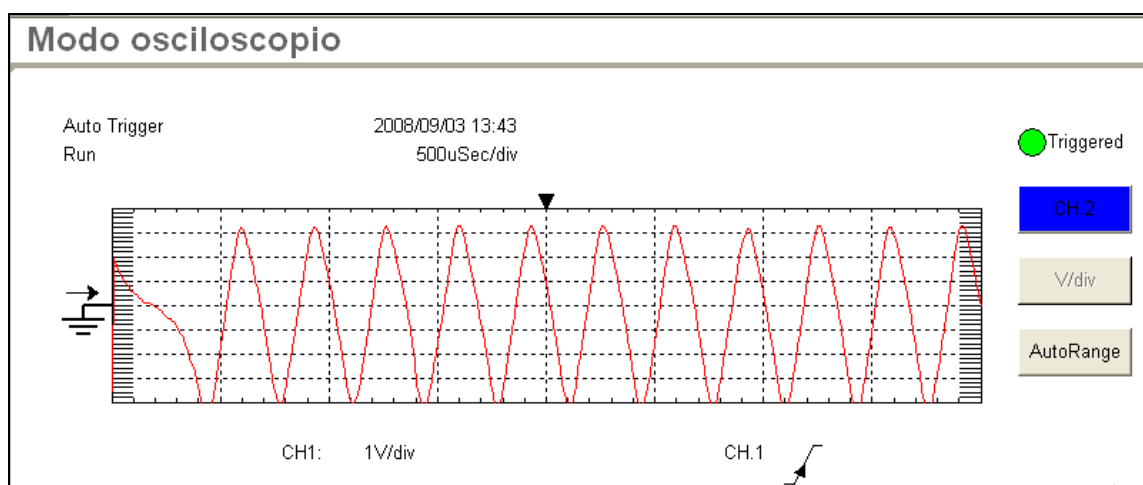
Se observa en esta señal en la Fig.5-29, que con respecto a la Fig. 5-30 existe una rectificación de los picos negativos junto con una división por la mitad de la tensión. Lo que indica que el circuito propuesto es totalmente operacional.

Fig. 5-29 Evaluación señal Sinusoidal



Fuente: Creación del Autor

Fig. 5-30 Grafica de Comparación



Fuente: Creación del Autor

5.3.2 Pruebas en la interfase de Simulación

Luego de realizar las pruebas en la parte de adquisición y comprobar que todo funciona con normalidad se procede a evaluar la generación de señales de simulación donde no debe existir mayor problema.

Señal de salida de 0 a 5v

Esta prueba consiste en comprobar que en el momento que se da la variación de voltaje en el programa de la PC se obtenga un valor similar a la salida del tester. La Fig. 5-31 demuestra que el valor generado es medido por un multímetro y que el equipo esta trabajando.

Fig. 5-31 Evaluación Señal de Simulación de 0 a 5v



Fuente: Creación del Autor

Señal de Control de Motor Paso a Paso

Se debe comprobar que en el momento que se da la señal de funcionamiento en el computador (Fig. 5-32) el Motor de Paso a Paso comienza a girar ya sea en sentido de las manecillas del reloj o en contra a ellas.

Fig. 5-32 Evaluación control del Motor paso a paso



Fuente: Creación del Autor

Señal de Control de Pulsos de Inyección (Fig. 5-33)

Una de las funciones principales de este dispositivo es generar pulsos de inyección y hacer trabajar a un inyector. Por esta razón al momento que se da la señal de inicio y regulación del tiempo de inyección este actuador debe cambiar su comportamiento.

Fig. 5-33 Evaluación control de pulsos de inyección



Fuente: Creación del Autor

5.3.3 Evaluación General

Al terminar las pruebas sobre el equipo, se concluye que es totalmente operacional y cumple con cada una de las funciones para las cuales fue creado, teniendo en cuenta que posee otras dos alternativas como son:

- Alimentación a un sensor con una tensión de 5 voltios y GND
- Alimentación a un sensor con una tensión de 12 voltios y GND

Además se puede pensar en un proyecto de mayor escala, donde se aprovechará más canales de la NI USB-6008, logrando obtener otras medidas de temperatura, revoluciones o resistencia.

CONCLUSIONES FINALES Y RECOMENDACIONES

Una vez concluido el proyecto siento mucha satisfacción saber que con esfuerzo se ha logrado cumplir los objetivos planteados al comienzo, el tiempo estimado para su construcción no pudo ser respetado debido a la presentación de varias dificultades, principalmente con el acondicionamiento de señales mediante una tarjeta electrónica y a la programación en labVIEW.

Este proyecto tiene muy buenas bases para convertirse en dispositivo de ayuda para el diagnóstico de los sistemas de inyección, siempre y cuando se tenga conocimientos básicos sobre los sensores que van a ser comprobados.

Se recomienda para el uso correcto del equipo, consultar la documentación técnica de su utilización y realizar las pruebas estáticas y dinámicas según como se indica para que no exista ningún daño tanto en el Tester como en el sistema de inyección electrónica.

BIBLIOGRAFÍA

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS:

- ALONSO, J M, (2001) **Técnicas del Automóvil**, Ediciones Paraninfo, España.
- BOSCH, Robert, (2002) **Los Sensores en el Automóvil**, Serie amarilla, Barcelona (España).
- COELLO, Efrén, (2004) **Sistemas de Inyección Electrónica de Gasolina**, Ediciones América, Ecuador.
- DE CASTRO, Miguel, (1991) **Inyección de Gasolina**, Quinta Edición, Ediciones CEAC, Barcelona (España).
- MOMPIN, José, (1991), **Electrónica y Automática Industriales**, Primera Edición, Barcelona (España).
- BOOZ ALLEN. **La Industria Automotriz en la Argentina: Estado de Situación y Escenarios de Desarrollo Futuro**. 2001. ADEFA.
- AUTOMOTIVE MANUFACTURING AND ASSEMBLY GROUP. **Quality Original Equipment**. 1998. Supplier Catalogue for the Automotive Assembly Industry.
- CASALS, R. (1988): **Acrónimos coincidentes en artes gráficas e informática**. Howson-Algraphy.
- GORDILLO, Susana. **Pautas para Iniciarse en la Investigación**. 2001. Universidad de Barcelona.

REFERENCIAS ELECTRONICAS:

Funcionamiento de la ECU:

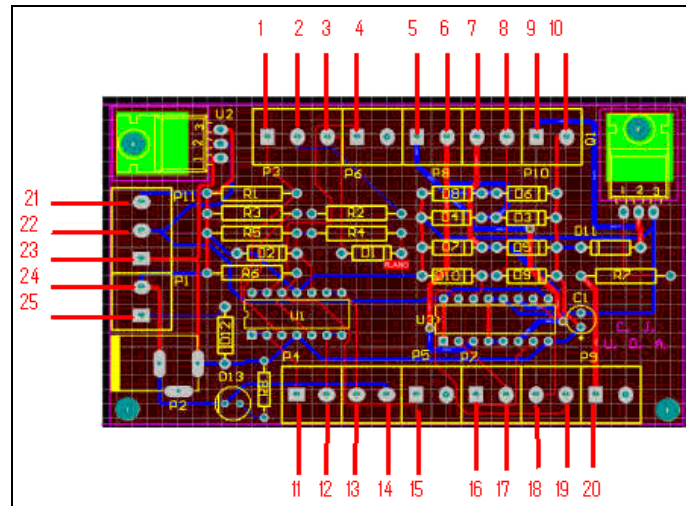
- http://www.bosch.com.co/divisiones/inyeccion_monomotronic.htm. Acceso: 2 septiembre 2007
- <http://www.mecanicavirtual.org/inyecci-gasoli-intro.htm>. Acceso: 27 septiembre 2007

Sensores y actuadores:

- <https://upcommons.upc.edu/pfc/handle/2099.1/2902>. Acceso: 20 octubre 2007
- <http://www.automecanico.com/auto2002/GENERALMOTORS.HTML> Acceso: 5 Enero 2008

ANEXOS

Anexos 1: Distribución de las Borneras de la Tarjeta de Acondicionamiento



Numero de Bornera	Señal
1	Entrada de voltaje de 0 a 5v
2	Entrada de voltaje de 0 a 15v
3	Entrada de señales sinusoidales
4	Salida de voltaje de 0 a 5v
5	Hacia entrada "A" del conector Motor P a P
6	Hacia entrada "B" del conector Motor P a P
7	Hacia entrada "C" del conector Motor P a P
8	Hacia entrada "D" del conector Motor P a P
9	Hacia entrada 1 del conector del Inyector
10	Hacia entrada 2 del conector del Inyector
11	Salida de 0 a 5v hacia NI USB-6008
12	Salida de 0 a 15v hacia NI USB-6008
13	Salida de Señal sinusoidal hacia NI USB-6008
14	Señal de GND hacia la NI USB-6008
15	Entrada de voltaje de 0 a 5v desde NI USB-6008
16	Señal "A" de la NI USB-6008
17	Señal "B" de la NI USB-6008
18	Señal "C" de la NI USB-6008
19	Señal "D" de la NI USB-6008
20	Señal de pulso de Inyección
21	GND
22	5v
23	12v
24	Alimentación "GND"
25	Alimentación "Positiva"

Anexos 2: Distribución de las Borneras de la NI USB-6008

Numero de Bornera	Señal
1, 4 ,7 ,10 ,13 ,16 y 32	GND
2	Análogo input 0
3	Análogo input 4
5	Análogo input 1
6	Análogo input 5
8	Análogo input 2
9	Análogo input 6
11	Análogo input 3
12	Análogo input 7
14	Análogo output 0
15	Análogo output 1
17	Puerto 0 salida 0
18	Puerto 0 salida 1
19	Puerto 0 salida 2
20	Puerto 0 salida 3
21	Puerto 0 salida 4
22	Puerto 0 salida 5
23	Puerto 0 salida 6
24	Puerto 0 salida 7
25	Puerto 1 salida 0
26	Puerto 1 salida 1
27	Puerto 1 salida 2
28	Puerto 1 salida 3
29	PFI0
30	Salida 2.5 v
31	Salida de 5 v

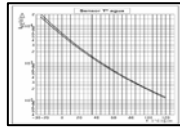
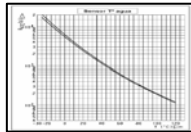
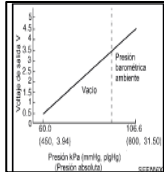
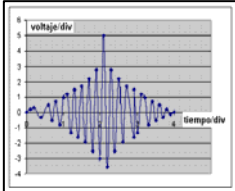
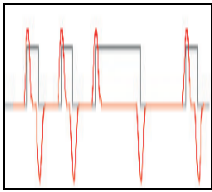
Anexos 3: Conexión entre NI USB-6008 y Tarjeta de Acondicionamiento

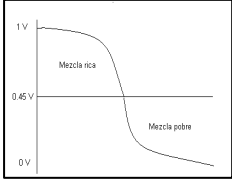
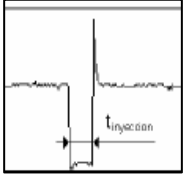
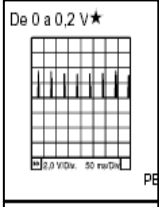
# de bornera de la Tarjeta	# de bornera de la NI USB-6008
11	2
12	5
13	8
14	3, 6 y 9
15	14
16	17
17	18
18	19
19	20
20	21

Anexos 4: Materiales utilizados en la Tarjeta de Acondicionamiento

- Placa con el circuito impreso
- Integrado LM324N
- Integrado L293D
- 4 resistencias de 1000 ohmios de ½ watt de potencia
- 2 resistencias de 10000 ohmios de ½ watt de potencia
- 1 resistencia de 150000 ohmios de ½ watt de potencia
- 1 resistencia de 450 ohmios de ½ watt de potencia
- 11 diodos de 1A 1N5400
- 1 diodo LED
- 1 diodo Zener de 10v.
- 1 transistor TIP 121
- 1 regulador 7805
- Un condensador de 2.2 micro faradios
- 1 adaptador para transformador
- 25 borneras

Anexos 5: Sensor, canal de comprobación, forma de onda y visualización en el programa

SENSOR	CANAL DE TESTER	FORMA DE ONDA	VISUALIZACIÓN
Sensor de Temperatura del refrigerante (ETC)	DE O A 5V		NUMERICA
Sensor de Temperatura del Aire Aspirado (IAT)	DE O A 5V		NUMERICA
Sensor de Posición de la Mariposa de Aceleración (TPS)	DE O A 5V		NUMERICA
Sensor de Presión Absoluta (MAP)	DE O A 5V		NUMERICA
Sensor de flujo de masa de aire (MAF)	DE O A 5V		NUMERICA
Sensor de Golpeteo (Knock)	SEÑAL SINUSOIDAL		OSILOSCOPIO O NUMERICA
Sensor de Posición y Velocidad del Volante Motor TIPO INDUCTIVO	SEÑAL SINUSOIDAL		OSILOSCOPIO

Sensor de Posición y Velocidad del Volante Motor (CKP) TIPO HALL	DE 0 A 15V		OSILOSCOPIO
Sensor de Oxígeno (Sonda Lambda)	DE 0 A 5V		NUMERICA
INYECTORES	DE 0 A 15V		OSILOSCOPIO
BOBINAS	DE 0 A 5V		OSILOSCOPIO
VOLTAJE DE LA BATERIA	DE 0 A 15V		NUMERICA