



UNIVERSIDAD DEL AZUAY

FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA

**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO PARA
DIAGNÓSTICO DE COMPONENTES DEL SISTEMA DE
INYECCIÓN DE GASOLINA**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO
DE INGENIERO MECÁNICO AUTOMOTRIZ**

AUTORES:

BORIS MAURICIO COELLO SALCEDO

GERARDO JOSÉ CORDERO PERALTA

DIRECTOR:

THELMO FERNANDO GUERRERO PALACIOS

CUENCA, ECUADOR

2011

DEDICATORIA

Este trabajo va dedicado para mi fuente inagotable de inteligencia y energía “Dios” y su constante y omnipresente bendición. A mis padres, quienes a más de haber destinado su apoyo incondicional durante todo este proyecto y mi vida estudiantil, han sabido ser una guía única para mi formación como persona; y a mis hermanos que han acompañado este proceso como un pilar fundamental. Deseo también hacer mención a todos los profesionales que de una u otra forma han sabido brindar su ayuda, conocimiento y consejo para el desarrollo de este trabajo con gran apertura y verdadera intención de formar excelentes profesionales para la sociedad.

BORIS

DEDICATORIA

Este trabajo de graduación está dedicado principalmente a Dios, por darme la fortaleza y el entusiasmo diario para llegar a este importante momento, cumpliendo una meta más en mi vida. A mis padres, Gerardo y Silvia, quienes me han sabido guiar correctamente para superar las adversidades que se han presentado a lo largo de este duro camino y que junto a mi hermana, Claudia, me han brindado su apoyo incondicional durante estos años de esfuerzo y sacrificio compartido.

GERARDO

AGRADECIMIENTO

Nuestros agradecimientos van dirigidos a la Universidad del Azuay y a los profesores y colaboradores de la escuela de Ingeniería Mecánica Automotriz por brindarnos abiertamente sus conocimientos y experiencia a lo largo de nuestra vida universitaria. Queremos expresar además un agradecimiento especial, al Ing. Fernando Guerrero Palacios director del proyecto, quien ha acompañado y colaborado desinteresadamente con el desarrollo del mismo.

070911
Boris

RESUMEN

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO PARA DIAGNÓSTICO DE COMPONENTES DEL SISTEMA DE INYECCIÓN DE GASOLINA

Para establecer las características de operación y funcionamiento de los sistemas de inyección de gasolina Chevrolet, Hyundai y Toyota, y determinar que variables físicas se deben modificar para simular el funcionamiento real de sensores y actuadores, se desarrolló un banco de comprobación y diagnóstico denominado “Full Inyección System Tester I - FIST I -”, con el cuál se emulan las condiciones de trabajo de estos componentes con el propósito de medir y diagnosticar sus parámetros de funcionamiento. El “FIST I” ha beneficiado ampliamente el entendimiento acerca de principios de funcionamiento y mejorado el diagnóstico de problemas de los elementos del sistema de inyección.


Boris Coello Salcedo


Gerardo Cordero Peralta


Ing. Fernando Guerrero Palacios

8
070911
Fernando

ABSTRACT

DESIGN AND COSTRUCTION OF A WORKTABLE FOR THE DIAGNOSIS OF THE GASOLINE INJECTION SYSTEM COMPONENTS

In order to establish the operational characteristics and the performance of the Chevrolet, Hyundai and Toyota gasoline injection systems and to determine the physical variables, it is necessary to modify these systems to simulate the actual performance of the sensors and actuators, therefore a worktable, called "Full Injection System Tester I – FIST I", was developed for verification and diagnosis. This way it is possible to emulate the working conditions of these components in order to measure and diagnose their performance parameters. The "FIST I" has helped understand the principles of performance and it has improved the diagnosis of problems in the elements of the injection system.



Diana Lee Rodas
Translated by,

Diana Lee Rodas

Boris Coello Salcedo
Boris Coello Salcedo

Gerardo Cordero Peralta
Gerardo Cordero Peralta

Fernando Guerrero Palacios
Ing. Fernando Guerrero Palacios

ÍNDICE DE CONTENIDOS

	Págs.
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iv
Resumen.....	v
Abstract.....	vi
Índice de Contenidos.....	vii
Índice de Figuras.....	xiii
Índice de Tablas.....	xx
INTRODUCCIÓN.....	1

CAPÍTULO I: SISTEMAS DE INYECCIÓN DE GASOLINA

1.1) Conceptos básicos y principios de funcionamiento.....	3
1.1.1) Generalidades del sistema de inyección.....	5
1.1.1.1) Según el lugar donde se inyecta.....	5
1.1.1.2) Según el número de inyectores.....	6
1.1.1.3) Según el número de inyecciones.....	6
1.1.1.4) Según las características de funcionamiento.....	7
1.1.2) Sensores que participan en la admisión de aire -MAP, MAF, TPS-.....	12
1.1.2.1) Sensor de presión absoluta del múltiple -MAP-.....	12
1.1.2.2) Sensor de flujo de masa de aire -MAF-.....	13
1.1.2.3) Sensor de posición del acelerador -TPS-.....	17
1.1.3) Sensores de temperatura -ECT, IAT-.....	18
1.1.3.1) Sensor de temperatura del refrigerante -ECT-.....	18
1.1.3.2) Sensor de temperatura de aire -IAT-.....	20

1.1.4) Sensores de posición -CKP, CMP-.....	21
1.1.4.1) Sensor de posición del cigüeñal -CKP-.....	21
1.1.4.2) Sensor de posición del árbol de levas -CMP-.....	22
1.1.5) Sensores que miden la calidad de la combustión –O ₂ , KNOCK-.....	25
1.1.5.1) Sensor de oxígeno –O ₂ , Sonda Lambda-.....	25
1.1.5.2) Sensor de detonación -knock sensor-.....	27
1.1.6) Actuadores.....	28
1.1.6.1) Inyectores.....	28
1.1.6.2) Válvula IAC.....	29
1.1.6.3) Bomba de combustible.....	32
1.2) Sistemas de Inyección de gasolina Chevrolet.....	33
1.3) Sistemas de Inyección de gasolina Hyundai.....	36
1.4) Sistemas de Inyección de gasolina Toyota.....	38

CAPÍTULO II: DISEÑO DE ELEMENTOS MECÁNICOS Y ELECTRÓNICOS DEL BANCO

2.1) Consideraciones para el diseño de elementos mecánicos.....	42
2.1.1) Materiales y herramientas necesarias para la construcción.....	43
2.1.1.1) Sensores.....	43
2.1.1.2) Actuadores.....	44
2.1.1.3) Instrumentos de medición.....	45
2.1.2) Diseño de elementos mecánicos -Ruedas fónicas, estructuras, soportes.....	47
2.1.2.1) Elementos en movimiento.....	47
2.1.2.2) Elementos sometidos a humedad.....	49
2.1.2.3) Elementos expuestos a flujos de gases.....	55

2.2) Diseño de circuitos electrónicos para la comprobación de sensores y actuadores.....	55
2.2.1) Diagrama de bloque de alimentación.....	55
2.2.2) Diseño de circuitos para comprobar sensores de temperatura y de flujo de aire.....	57
2.2.2.1) Circuito para calentar líquido.....	57
2.2.2.2) Circuito variador de flujo y temperatura de aire.....	57
2.2.3) Diseño de circuitos para comprobar sensores de posición.....	58
2.2.4) Diseño de circuitos generadores de pulsos.....	59
2.2.5) Diseño de mainboard para el microcontrolador.....	60
2.3) Diseño de la estructura del banco de comprobación de inyección.....	61
2.3.1) Elementos estructurales.....	61
2.3.2) Accesibilidad.....	63
2.3.3) Distribución de elementos.....	63

CAPÍTULO III: CONSTRUCCIÓN DEL BANCO

3.1) Elaboración del conjunto estructural del banco.....	65
3.2) Construcción e instalación de elementos mecánicos.....	68
3.2.1) Construcción e instalación de comprobador y limpiador de inyectores por ultrasonido.....	68
3.2.1.1) Construcción del riel de inyección.....	68
3.2.1.2) Construcción de acoples para el riel de inyección.....	69
3.2.1.3) Instalación de riel de inyectores.....	70

3.2.1.4) Instalación de probetas.....	70
3.2.1.5) Instalación de depósito para comprobar inyectores.....	71
3.2.1.6) Instalación de tina de ultrasonido.....	71
3.2.2) Instalación de recipientes para comprobar bombas de gasolina.....	72
3.2.3) Construcción del conjunto generador de flujo de aire.....	73
3.2.4) Instalación de vacuómetro y bomba de vacío.....	73
3.2.5) Instalación para comprobar sensores IAT.....	74
3.2.6) Instalación del sistema para calentar líquidos.....	75
3.2.7) Instalación de motor eléctrico para comprobar sensores CKP y CMP.....	75
3.2.7.1) Instalación de motor eléctrico.....	75
3.2.7.2) Construcción e instalación de rueda fónica y entrehierro.....	76
3.2.8) Construcción e instalación de platina para comprobar knock sensor...77	
3.2.9) Construcción e instalación del elemento graduado para comprobar TPS.....	77
3.2.10) Construcción e instalación de conducto para comprobar sensores O ₂	78
3.3) Construcción e Instalación de circuitos electrónicos de comprobación de sensores y actuadores.....	79
3.3.1) Construcción.....	79
3.3.2) Instalación.....	81
3.3.2.1) Panel de control.....	81
3.3.2.2) Ubicación de los circuitos electrónicos.....	82

3.3.2.3) Ubicación de fuente de alimentación.....	82
3.4) Ubicación de los equipos para medición.....	83

CAPÍTULO IV: PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO

4.1) Procedimientos Generales.....	84
4.1.1) Alimentación.....	84
4.1.2) Panel de control.....	85
4.1.3) Encendido.....	85
4.2) Comprobación y resultados de los sensores del sistema de inyección.....	86
4.2.1) Generador de flujo de aire.....	86
4.2.1.1) Sensor MAF.....	86
4.2.1.2) Sensor IAT.....	91
4.2.2) Sistema calefactor de líquido.....	95
4.2.2.1) Sensor ECT.....	96
4.2.3) Rueda fónica y entrehierro.....	101
4.2.3.1) Sensor CKP.....	101
4.2.3.2) Sensor CMP.....	106
4.2.4) Comprobador de sensor knock.....	110
4.2.4.1) Sensor knock.....	110
4.2.5) Generador de vacío.....	114
4.2.5.1) Sensor MAP.....	114
4.2.6) Comprobador de sensor TPS.....	119

4.2.6.1) Sensor TPS.....	119
4.2.7) Comprobador de sensor O ₂	124
4.2.7.1) Sensor O ₂	124
4.3) Comprobación y resultados de los actuadores del sistema de inyección.....	127
4.3.1) Comprobación de inyectores.....	127
4.3.1.1) Proceso de comprobación.....	128
4.3.1.2) Tina de ultrasonido.....	132
4.3.1.3) Resultados de las pruebas de inyectores.....	132
4.3.2) Comprobador de bombas de gasolina.....	133
4.3.3) Comprobador de válvulas IAC.....	134
CONCLUSIONES.....	139
RECOMENDACIONES.....	141
BIBLIOGRAFÍA.....	142
REFERENCIAS ELECTRÓNICAS.....	143
ANEXOS.....	144

ÍNDICE DE FIGURAS

	Págs.
Figura 1-1. Sistemas de inyección según el lugar donde se inyecta.....	5
Figura 1-2. Sistemas de inyección según el número de inyectores.....	6
Figura 1-3. Sistemas de inyección según el número de inyecciones.....	7
Figura 1-4. Inyección mecánica (K-jetronic).....	8
Figura 1-5. Sistema de inyección KE-jetronic.....	9
Figura 1-6. Inyección electrónica D-jetronic.....	10
Figura 1-7. Sistema de inyección L-jetronic.....	11
Figura 1-8. Sensor MAP.....	12
Figura 1-9. Sonda volumétrica de aire.....	14
Figura 1-10. Medidor de masa de aire por hilo caliente.....	15
Figura 1-11. Hilo caliente.....	15
Figura 1-12. Medidor de masa de aire por ultrasonidos.....	16
Figura 1-13. Sensor TPS.....	17
Figura 1-14. Sensor ECT.....	18
Figura 1-15. Curvas de termistores NTC, PTC.....	19
Figura 1-16. Sensor IAT.....	20
Figura 1-17. Sensor CKP.....	21
Figura 1-18. Posición del sensor CKP con respecto a la corona dentada.....	22
Figura 1-19. Sensor CMP de tipo HALL.....	23
Figura 1-20. Funcionamiento del sensor CMP de tipo HALL.....	24

Figura 1-21. Estructura de la sonda lambda.....	25
Figura 1-22. Sonda lambda.....	26
Figura 1-23. Sensor de detonación KNOCK.....	27
Figura 1-24. Inyector.....	29
Figura 1-25. Válvula IAC.....	30
Figura 1-26. Bomba de combustible.....	33
Figura 2-1. Multímetros.....	46
Figura 2-2. Osciloscopio.....	47
Figura 2-3. Rueda fónica.....	48
Figura 2-4. Entrehierro.....	49
Figura 2-5. Recipiente para comprobar sensor ECT.....	50
Figura 2-6. Recipientes de combustible.....	51
Figura 2-7. Riel de inyección.....	52
Figura 2-8. Acoples.....	53
Figura 2-9. Depósito para limpieza por ultrasonido.....	54
Figura 2-10. Circuito de alimentación.....	56
Figura 2-11. Fuente de alimentación.....	56
Figura 2-12. Circuito para calentar líquido.....	57
Figura 2-13. Circuito variador de flujo y temperatura de aire.....	58
Figura 2-14. Circuito de motor eléctrico de corriente alterna.....	59
Figura 2-15. Circuito generador de pulsos.....	59
Figura 2-16. Circuito del microcontrolador.....	61
Figura 2-17. Microcontrolador PIC18f4550.....	61

Figura 2-18. Material estructural.....	62
Figura 2-19. Estructura del banco.....	62
Figura 2-20. Vistas frontal y lateral de la estructura.....	63
Figura 2-21. Distribución de elementos.....	64
Figura 3-1. Material del conjunto estructural.....	65
Figura 3-2. Estructura.....	66
Figura 3-3. Paredes del conjunto estructural.....	67
Figura 3-4. Paneles de elementos.....	68
Figura 3-5. Riel de inyección.....	69
Figura 3-6. Acoples para inyectores.....	69
Figura 3-7. Conjunto riel y probetas.....	70
Figura 3-8. Depósito del comprobador de inyectores.....	71
Figura 3-9. Tina de ultrasonido.....	71
Figura 3-10. Conjunto comprobador de bombas.....	72
Figura 3-11. Conjunto generador de flujo de aire.....	73
Figura 3-12. Vacuómetro.....	74
Figura 3-13. Conducto de salida de aire.....	74
Figura 3-14. Calefactor de líquido.....	75
Figura 3-15. Motor eléctrico.....	76
Figura 3-16. Rueda fónica / entrehierro.....	76
Figura 3-17. Platina para comprobar el sensor KNOCK.....	77
Figura 3-18. Comprobador de TPS.....	78
Figura 3-19. Comprobador de sensor O2.....	79

Figura 3-20. Pruebas experimentales en protoboard.....	80
Figura 3-21. Tarjetas de cobre para prototipos.....	81
Figura 3-22. Elaboración de panel de control.....	82
Figura 3-23. Fuente de alimentación.....	82
Figura 3-24. Instrumentos de medición.....	83
Figura 4-1. Panel de control.....	85
Figura 4-2. Generador de flujo de aire.....	86
Figura 4-3. Conexión MAF, Grand Vitara.....	87
Figura 4-4. Conexión MAF, Accent.....	88
Figura 4-5. Conexión MAF, Tucson.....	88
Figura 4-6. Conexión MAF, Santa Fe.....	89
Figura 4-7. Conexión MAF, Corolla.....	89
Figura 4-8. Conexión MAF, Yaris.....	90
Figura 4-9. Conexión MAF, Rav4.....	90
Figura 4-10. Conexión MAF, Hilux.....	91
Figura 4-11. Comprobación sensor IAT.....	92
Figura 4-12. Comprobación sensor ECT.....	96
Figura 4-13. Comprobación de sensores de posición.....	102
Figura 4-14. Sensor CKP, Aveo, Corsa Evo. “inductivo”.....	103
Figura 4-15. Sensor CKP, Grand Vitara, Luv D-Max “inductivo”.....	103
Figura 4-16. Sensor CKP, Getz “inductivo”.....	103
Figura 4-17. Sensor CKP, Accent “inductivo”.....	104
Figura 4-18. Sensor CKP, Tucson, Santa Fe “efecto hall”.....	104

Figura 4-19. Sensor CKP, Corolla “inductivo”	104
Figura 4-20. Sensor CKP, Yaris “inductivo”	105
Figura 4-21. Sensor CKP, Rav4 “inductivo”	105
Figura 4-22. Sensor CKP, Hilux “inductivo”	105
Figura 4-23. Entrehierro para comprobar sensores de efecto hall.....	106
Figura 4-24. Sensor CMP, Aveo “efecto hall”	107
Figura 4-25. Sensor CMP, Grand Vitara “efecto hall”	107
Figura 4-26. Sensor CMP, Luv D-Max “efecto hall”	107
Figura 4-27. Sensor CMP, Getz “efecto hall”	108
Figura 4-28. Sensor CMP, Accent “efecto hall”	108
Figura 4-29. Sensor CMP, Tucson, Santa Fe “efecto hall”	108
Figura 4-30. Sensor CMP, Corolla “inductivo”	109
Figura 4-31. Sensor CMP, Yaris “inductivo”	109
Figura 4-32. Sensor CMP, Rav4 “inductivo”	109
Figura 4-33. Comprobación del sensor knock.....	110
Figura 4-34. Sensor knock, Aveo.....	111
Figura 4-35. Sensor knock, Grand Vitara, Luv D-Max.....	111
Figura 4-36. Sensor knock, Corsa Evo.....	111
Figura 4-37. Sensor knock, Getz, Accent.....	112
Figura 4-38. Sensor knock, Tucson.....	112
Figura 4-39. Sensor knock, Santa Fe.....	112
Figura 4-40. Sensor knock, Corolla.....	113
Figura 4-41. Sensor knock, Yaris.....	113

Figura 4-42. Sensor knock, Rav4.....	113
Figura 4-43. Sensor knock, Hilux.....	114
Figura 4-44. Comprobación del sensor MAP.....	115
Figura 4-45. Conexión MAP, Aveo.....	116
Figura 4-46. Conexión MAP, Luv D-Max.....	116
Figura 4-47. Conexión MAP, Corsa Evo.....	117
Figura 4-48. Conexión MAP, Getz.....	118
Figura 4-49. Conexión MAP, Santa Fe.....	118
Figura 4-50. Comprobación de sensor TPS.....	119
Figura 4-51. Comprobación de sensor O ₂	124
Figura 4-52. Señal del sensor O ₂ de cuatro conectores.....	125
Figura 4-53. Conexión de un sensor O ₂ de cuatro pines.....	126
Figura 4-54. Sensor O ₂ de un conector.....	126
Figura 4-55. Conexión de un sensor O ₂ de un pin.....	126
Figura 4-56. Sensor O ₂ de tres y cuatro conectores de vehículos Toyota.....	127
Figura 4-57. Conexión de un sensor O ₂ de tres pines.....	127
Figura 4-58. Instalación de inyector al riel.....	128
Figura 4-59. Instalación de riel.....	128
Figura 4-60. Calibración de base de inyectores.....	129
Figura 4-61. Calibración de riel para probetas.....	129
Figura 4-62. Conexión eléctrica de los inyectores.....	130
Figura 4-63. Selección del programa comprobador de inyectores.....	130
Figura 4-64. Selección de parámetros de prueba.....	131

Figura 4-65. Inicialización de prueba.....	131
Figura 4-66. Limpieza de inyectores por ultrasonido.....	132
Figura 4-67. Señal de inyección de correcto funcionamiento.....	133
Figura 4-68. Comprobación de bombas de gasolina.....	134
Figura 4-69. Conectores para válvula IAC de tres y cuatro conectores.....	135
Figura 4-70. Selección de programa de comprobación de válvulas IAC.....	135
Figura 4-71. Selección de parámetros de prueba.....	136
Figura 4-72. Inicialización de programa de comprobación de válvulas IAC.....	136
Figura 4-73. Conexión de válvula IAC de seis pines.....	138

ÍNDICE DE TABLAS

Págs.

Tabla 1-1. Esquema de funcionamiento válvula IAC.....	31
Tabla 2-1. Rueda fónica.....	48
Tabla 2-2. Entrehierro.....	49
Tabla 2-3. Recipiente para sensor ECT.....	50
Tabla 2-4. Recipiente para bombas.....	51
Tabla 2-5. Recipiente para pruebas de inyectores.....	51
Tabla 2-6. Datos de la fuente de alimentación.....	56
Tabla 4-1. Código de colores para cableado.....	84
Tabla 4-2. Sensor MAF, Grand Vitara “tres pines”.....	87
Tabla 4-3. Sensor MAF, Accent “cinco pines”.....	87
Tabla 4-4. Sensor MAF, Tucson “cinco pines”.....	88
Tabla 4-5. Sensor MAF, Santa Fe “cinco pines”.....	88
Tabla 4-6. Sensor MAF, Corolla “cinco pines”.....	89
Tabla 4-7. Sensor MAF, Yaris “cinco pines”.....	89
Tabla 4-8. Sensor MAF, Rav4 “cinco pines”.....	90
Tabla 4-9. Sensor MAF, Hilux “cinco pines”.....	90
Tabla4-10. Sensor IAT, Aveo.....	92
Tabla 4-11. Sensor IAT, Grand Vitara.....	93
Tabla 4-12. Sensor IAT, Luv D-Max.....	93
Tabla 4-13. Sensor IAT, Corsa Evo.....	93

Tabla 4-14. Sensor IAT, Getz.....	93
Tabla 4-15. Sensor IAT, Accent.....	94
Tabla4-16. Sensor IAT, Tucson.....	94
Tabla4-17. Sensor IAT, Santa Fe.....	94
Tabla4-18. Sensor IAT, Corolla.....	94
Tabla4-19. Sensor IAT, Yaris.....	95
Tabla4-20. Sensor IAT, Rav4.....	95
Tabla4-21 Sensor IAT, Hilux.....	95
Tabla4-22. Sensor ECT, Aveo.....	97
Tabla 4-23. Sensor ECT, Grand Vitara.....	97
Tabla 4-24. Sensor ECT, Luv D-Max.....	97
Tabla 4-25. Sensor ECT, Corsa Evo.....	98
Tabla 4-26. Sensor ECT, Getz.....	98
Tabla 4-27. Sensor ECT, Accent.....	98
Tabla 4-28. Sensor ECT, Tucson.....	99
Tabla 4-29. Sensor ECT, Santa Fe.....	99
Tabla 4-30. Sensor ECT, Corolla.....	99
Tabla 4-31. Sensor ECT, Yaris.....	100
Tabla 4-32. Sensor ECT, Rav4.....	100
Tabla 4-33. Sensor ECT, Hilux.....	100
Tabla 4-34. Sensor MAP, Aveo “tres pines”.....	115
Tabla 4-35. Sensor MAP, Luv D-Max “tres pines”.....	116
Tabla 4-36. Sensor MAP, Corsa Evo. “cuatro pines”.....	117

Tabla 4-37. Sensor MAP, Getz “cuatro pines”	117
Tabla 4-38. Sensor MAP, Santa FE “tres pines”	118
Tabla 4-39. Sensor TPS, Aveo.....	120
Tabla 4-40. Sensor TPS, Grand Vitara.....	120
Tabla 4-41. Sensor TPS, Luv D-Max.....	120
Tabla 4-42. Sensor TPS, Corsa Evo.....	121
Tabla 4-43. Sensor TPS, Getz.....	121
Tabla 4-44. Sensor TPS, Accent.....	121
Tabla 4-45. Sensor TPS, Tucson.....	122
Tabla 4-46. Sensor TPS, Santa Fe.....	122
Tabla 4-47. Sensor TPS, Corolla.....	122
Tabla 4-48. Sensor TPS, Yaris.....	123
Tabla 4-49. Sensor TPS, Rav4.....	123
Tabla 4-50. Sensor TPS, Hilux.....	123

Coello Salcedo Boris Mauricio
Cordero Peralta Gerardo José
Trabajo de Graduación
Ing. Fernando Guerrero Palacios
Septiembre 2011

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO PARA DIAGNÓSTICO DE COMPONENTES DEL SISTEMA DE INYECCIÓN DE GASOLINA.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, el parque automotor de nuestra ciudad y de nuestro país se compone en gran porcentaje de vehículos propulsados por motores de gasolina comandados por sistemas de inyección electrónica, los mismos que al cabo de los años se han consolidado sobre sistemas más antiguos como son los sistemas de carburador o inyección monopunto. Sin embargo, a pesar de que el área automotriz y los profesionales que se desenvuelven en este medio han adquirido total y completo conocimiento técnico – teórico acerca de los sistemas de inyección electrónica de gasolina, se hace notoria la ausencia de procedimientos técnico – prácticos en los cuales se plasme tales conocimientos.

La falta de actividad práctica se debe primordialmente a la escasez de herramientas que permitan comprobar y diagnosticar íntegramente los sensores y actuadores de los sistemas de inyección de gasolina. Motivo por el cual, se decidió diseñar y construir el banco para diagnóstico de componentes del sistema de inyección de gasolina, al cual se lo denominó **FISTI** - Full Injection Sistem Tester I -. Con la creación de esta herramienta se busca cumplir los siguientes objetivos:

- Respalda el conocimiento teórico existente en los profesionales del área automotriz, aplicándolo a pruebas técnicas y comprobaciones exactas de los sensores y actuadores bajo condiciones reales de funcionamiento.

- Evitar, ante un posible malfuncionamiento, el cambio innecesario de elementos ya que se puede realizar un diagnóstico acertado de cada uno de estos.
- Complementar el aprendizaje acerca del sistema de inyección de gasolina mediante la visualización del funcionamiento real de los sensores, actuadores y obtención de señales de los mismos con instrumentos de medición diseñados para este propósito.

Adicionalmente, al ser el inyector el elemento que sintetiza el trabajo de todo el sistema de inyección de gasolina, el banco cuenta con una unidad de limpieza por ultrasonido para realizar el respectivo mantenimiento periódico que necesita el mismo.

LOS AUTORES

CAPITULO I

SISTEMAS DE INYECCIÓN DE GASOLINA

1.1) Conceptos básicos y principios de funcionamiento

La inyección electrónica de gasolina es utilizada, desde hace algunos años, en los motores de combustión interna, reemplazando al antiguo carburador en la función de la alimentación de combustible al cilindro para generar la combustión que producirá el movimiento. Existe una razón por la cual se ha producido esta innovación, pues la configuración de la inyección electrónica de gasolina proporciona ciertas ventajas que mejoran notablemente el rendimiento del motor. Estas ventajas se deben a la dosificación de la mezcla aire-gasolina que inyecta el sistema de acuerdo a la carga del motor, las exigencias de manejo y las condiciones ambientales y geográficas. También al eliminar el carburador se mejoraron los diseños, siendo más favorables para mejorar el llenado del cilindro y con esto el par y potencia del motor, de esta manera se consiguieron los siguientes beneficios:

Se obtuvo una **mayor potencia** debido a que con el sistema de inyección electrónica se puede optimizar la forma de los conductos de admisión para obtener corrientes de aire favorables para un mejor llenado del cilindro. Se **disminuyó el consumo de gasolina** ya que se puede asignar un inyector a cada cilindro y se los alimenta con cantidades iguales de combustible; de esta manera, se contrarresta el problema de la dosificación desigual que sucedía con el carburador y provocaba un consumo excesivo.

Se mejoró el **arranque en frío, siendo más corto y con una mejor marcha en la fase de calentamiento** sin jalones, son consecuencia de la dosificación controlada electrónicamente en función de la temperatura y el régimen del motor. Teniendo en cuenta todas las ventajas mencionadas anteriormente; y además, sabiendo que la

cantidad de gasolina que se inyecta depende de la cantidad de aire aspirado por el motor y que se regula constantemente la mezcla exacta, durante cualquier condición de funcionamiento se consiguen *gases de escape menos contaminante*; obteniéndose así un aumento de la potencia del motor y un mejor rendimiento térmico.

Actualmente existen una gran cantidad de sistemas de inyección electrónica de gasolina, con los que vienen equipados los vehículos, entre los más importantes se pueden nombrar: LH-JETRONIC -Inyección regulada por el aire aspirado-, LE-JETRONIC -Inyección regulada por la calidad de los gases-, LU-JETRONIC -Inyección regulada electrónicamente-, etc. Todos estos sistemas pueden variar su constitución, su complejidad e incluso la existencia o no de algunos componentes adicionales, pero su principio de funcionamiento siempre será el mismo.

El sistema de inyección consta de sensores, actuadores y una Unidad Electrónica de Control –ECU-, todos los componentes trabajan de forma simultánea con el objetivo de inyectar la cantidad exacta de combustible según la cantidad de aire aspirado por el motor. Este proceso puede ser dividido en tres fases:

- En la primera fase los sensores, son los encargados de transformar variables o parámetros físicos del motor a pulsos eléctricos o voltajes que contienen información.
- Posteriormente la información de los sensores es leída por la Unidad Electrónica de Control, La ECU procesa estos datos y mediante una cartografía previamente grabada en la memoria envían señales a los actuadores.
- En la última fase, los actuadores regulan los tiempos de inyección según el régimen de funcionamiento, los márgenes de potencia y el consumo estipulado por el fabricante.

1.1.1) Generalidades del sistema de inyección

Los sistemas de inyección han ido sufriendo varios avances y modificaciones a lo largo de su desarrollo. Hoy en día se puede hablar de cuatro diferentes tipos en base a distintas características y la forma de realizar la mezcla, estos son:

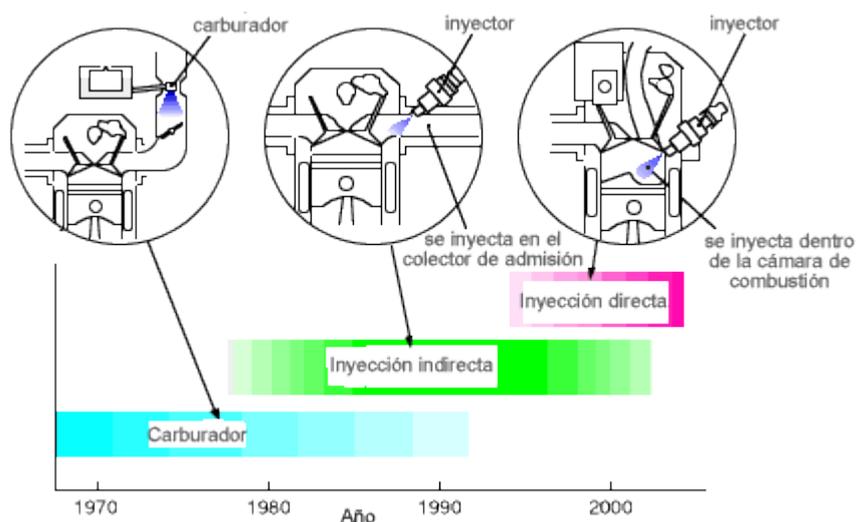
- Según el lugar donde se inyecta.
- Según el número de inyectores.
- Según el número de inyecciones.
- Según la característica de funcionamiento.

1.1.1.1) Según el lugar donde se inyecta:

Inyección Directa: La inyección se realiza de manera directa hacia la cámara de combustión, siendo este el sistema más popular.

Inyección Indirecta: La inyección de combustible para la mezcla, se la realiza en el colector de admisión, antes de ingresar a la cámara de combustión.

Fig. 1-1 “Sistemas de inyección según el lugar donde se inyecta”



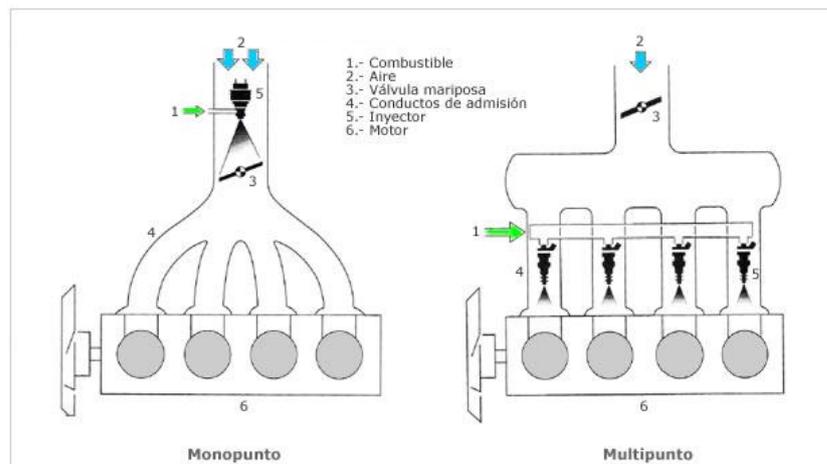
Fuente: <http://www.mecanicavirtual.org/inyecci-gasoli-intro.htm>

1.1.1.2) Según el número de Inyectores:

Inyección Monopunto: Este sistema dispone solamente de un inyector ubicado después de la válvula de aceleración, en el colector de admisión.

Inyección Multipunto: Este sistema aplica un inyector para cada cilindro, pudiendo estos inyectar directa o indirectamente el combustible.

Fig. 1-2 “Sistemas de inyección según el número de inyectores”



Fuente: <http://www.mecanicavirtual.org/inyecci-gasoli-intro.htm>

1.1.1.3) Según el número de inyecciones

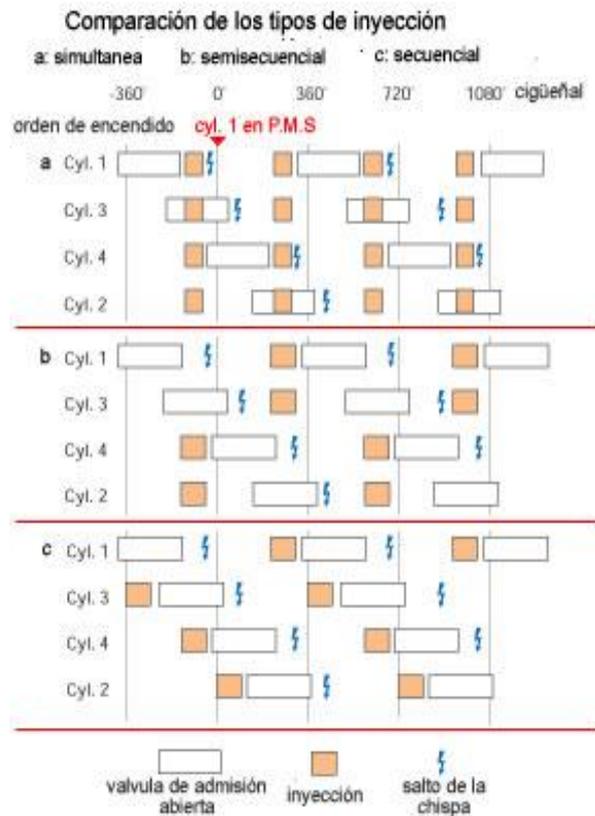
Inyección Continua: Los inyectores están permanentemente inyectando la gasolina en el múltiple de admisión a presión y dosificación propias del régimen de trabajo.

Inyección Intermitente: Aludiendo al nombre, los inyectores trabajan de manera intermitente, para esto, la Unidad Electrónica de Control se encargará de enviar la señal al inyector que corresponda realizar la inyección. La inyección intermitente presenta 3 subtipos:

- *Secuencial:* La inyección se produce en cada cilindro, uno por uno y de manera sincronizada.
- *Semi-secuencial:* La inyección en los cilindros se realiza en pares, los inyectores abren y cierran de dos en dos.

- *Simultánea*: La apertura y cierre de todos los inyectores se realiza al mismo tiempo.

Fig. 1-3: "Sistemas de inyección según número de inyecciones"



Fuente: <http://www.mecanicavirtual.org/inyecci-gasoli-intro.htm>

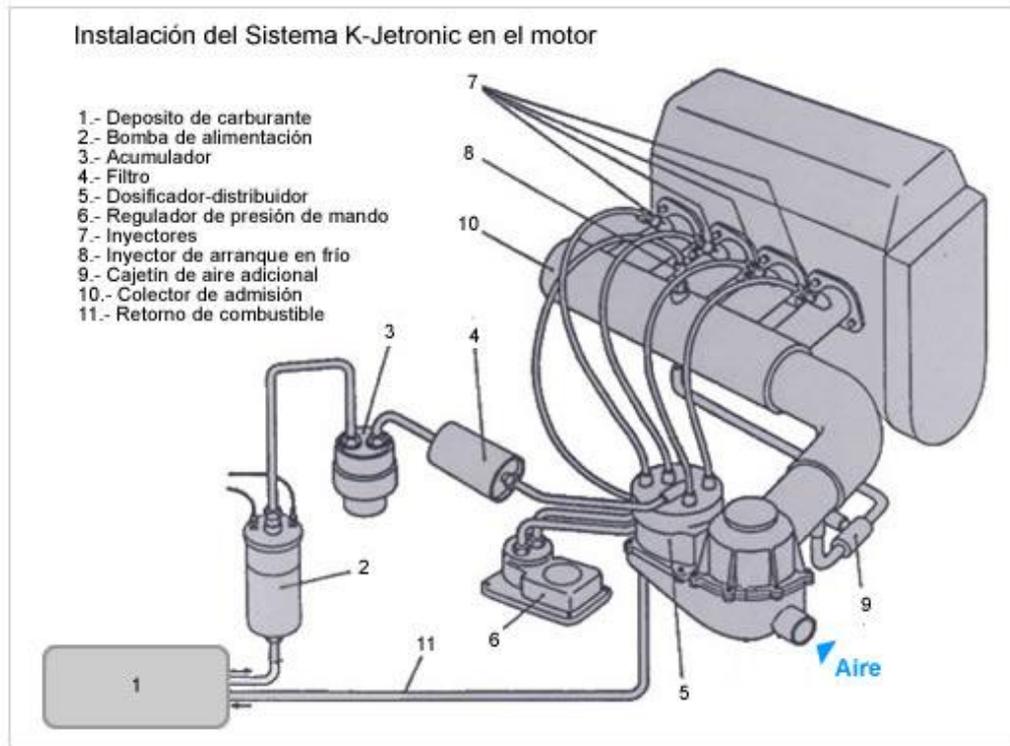
1.1.1.4) Según las características de funcionamiento

a) Inyección Mecánica - K-Jetronic -: Es un sistema que realiza de manera mecánica y de manera continua un caudal de inyección variable. Este sistema ejecuta tres operaciones fundamentales:

- 1) Medir el volumen de aire aspirado por el motor por medio de un caudalímetro especial.
- 2) Proveer de gasolina a un “dosificador – distribuidor” por medio de una bomba eléctrica, para que este proporcione el carburante a los inyectores

- 3) Dosificar el volumen de combustible a inyectarse en función de la posición de la válvula de aceleración, ligado al volumen de aire que lo determina el caudalímetro.

Fig. 1-4 “Inyección Mecánica - K-Jetronic -”

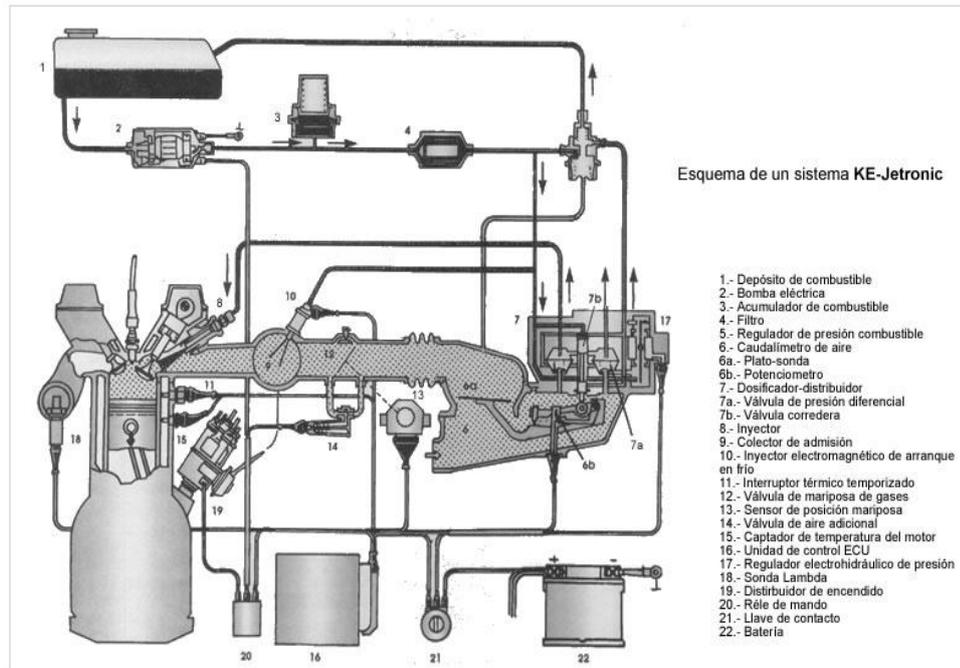


Fuente: <http://www.mecanicavirtual.org/inyeccion-k-jetronic.htm>

b) Inyección Electro - Mecánica - KE-Jetronic -: El sistema de inyección electro mecánica es un sistema desarrollado por Bosch que perfecciona el sistema Mecánico - K-Jetronic -, para este fin se conforma del mismo sistema de inyección mecánica con la inclusión de una ECU -Unidad electrónica de control- para controlar y realizar la dosificación de elementos que conforman la mezcla de manera electrónica, eliminando algunos circuitos controladores de presión usados en el sistema mecánico. En este sistema la ECU dispone de dos sensores para las correcciones de mezcla, el primero es un sensor de temperatura del refrigerante y un sensor de posición de la válvula de aceleración. El medidor de volumen y caudal de aire en este sistema lo realiza un potenciómetro. El dosificador-distribuidor instalado en este

sistema electromecánico regula la presión de carburante con la acción de una membrana de separación eliminando el regulador integral del sistema K - Jetronic.

Fig. 1-5 “Sistema de inyección KE - Jetronic”



Fuente: <http://www.mecanicavirtual.org/inyeccion-ke-jetronic.htm>

c) Inyección Electrónica: La inyección electrónica de combustible tiene varias configuraciones y variantes, el primer sistema apareció en el año 1967 y fue desarrollado por la firma Bosch, a continuación estos son los sistemas más conocidos:

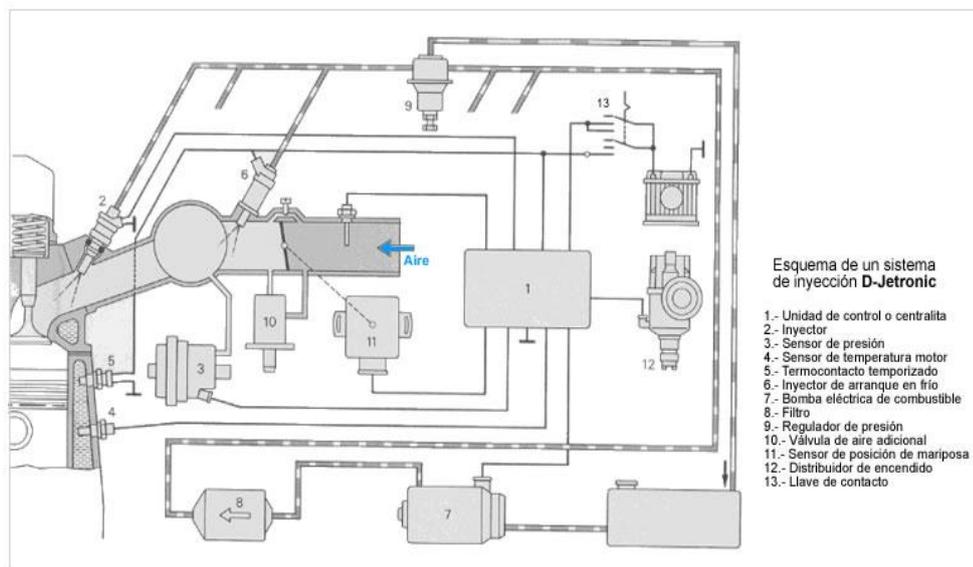
1.- Inyección Electrónica D - Jetronic: Fue el primer sistema de inyección electrónico, desarrollado por Bosch. La inyección la realizan unos inyectores electromagnéticos comandados por una ECU, la misma que recibía la información de los siguientes sensores:

- Sensor de presión -MAP-, que mide la cantidad de aire que ingresaba a los cilindros.
- Sensor de temperatura de aire -IAT-, para corregir la densidad del mismo.

- Sensor de temperatura del refrigerante -ECT-, para verificar la temperatura de funcionamiento.

Poseía un termo contacto temporizado que evitaba el enriquecimiento de mezcla con el motor ya caliente; además, una unidad electrónica de control recibía la posición exacta de la válvula de aceleración la cual accionaba un potenciómetro y que generaba una señal extra para enriquecer la mezcla en la aceleración.

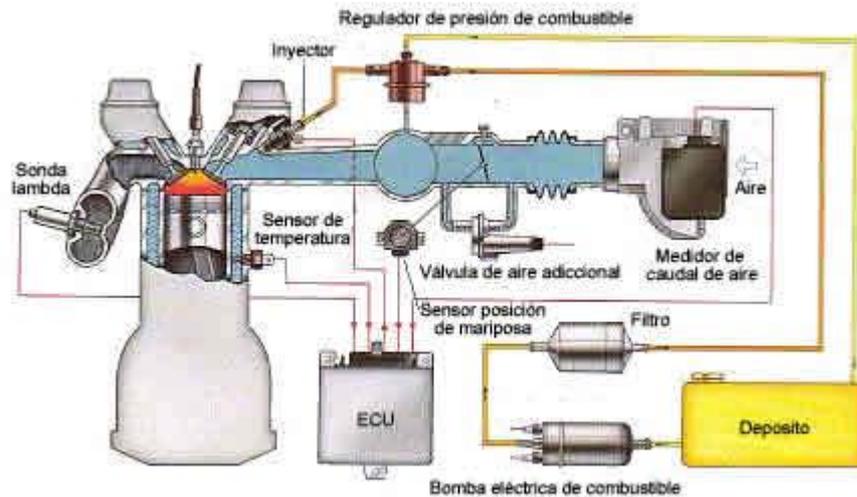
Fig. 1-6 “Inyección Electrónica D - Jetronic”



Fuente: <http://www.mecanicavirtual.org/inyeccion-d-jetronic.htm>

2.- Inyección Electrónica L - Jetronic: Es un sistema electrónico de inyección moderno e intermitente que inyecta gasolina en el colector de admisión o directamente en la cámara de combustión a intervalos regulares, en cantidades calculadas y comandadas enteramente por la ECU, carece de sistemas mecánicos o eléctricos.

Fig. 1-7 “Sistema de Inyección L - Jetronic”



Fuente: http://www.mecanicavirtual.org/inyeccion_gasolina1.htm

3.- El sistema L - Jetronic ha sufrido múltiples variaciones entre las cuales se puede citar el sistema Digijet, Digifant, Motronic, etc. Todos estos trabajan bajo el mismo principio de funcionamiento, variando específicamente en la disposición de elementos, el manejo digital de señales de sensores y el control de la ECU sobre el sistema de encendido respectivamente.

Estos sistemas son actualmente los más usados, la ECU trabaja con la señal de múltiples sensores, los procesos de dosificación de presión, caudal, y enriquecimiento o empobrecimiento al comandar distintos actuadores. Además, existe control de la ECU sobre los sistemas de encendido, aprovechándose así el máximo rendimiento de la combustión y por último se puede mantener una retroalimentación que permite tener información acerca del trabajo de sensores y actuadores y si existiese algún mal funcionamiento en ellos.

1.1.2) *Sensores que participan en la admisión de aire -MAP, MAF, TPS-*

1.1.2.1) Sensor de presión absoluta del múltiple -MAP-

Conocido como sensor MAP por sus siglas en inglés -Manifold Absolute Pressure-. Este sensor se encuentra ubicado luego de la válvula de aceleración generalmente en la parte externa del motor, sin embargo, en algunos casos viene integrado en la Unidad Electrónica de Control. Está constituido por un material piezoeléctrico muy sensible. Su misión consiste en medir la presión -depresión- generada en el múltiple de admisión y compararla con la presión atmosférica, con el objetivo de establecer el vacío generado cuando el motor está en funcionamiento y enviar una señal con esta información hacia la ECU, la cual toma esta referencia y junto con la del sensor de posición del cigüeñal CKP elabora la señal que enviará a los inyectores para controlar los tiempos de inyección.

Fig. 1-8: Sensor MAP



Fuente: <http://www.mecanicafacil.info/mecanica.php?id=sensorMap>

Existen dos tipos diferentes de sensores MAP, por variación de presión y por variación de frecuencia:

- *Por variación de presión:* su funcionamiento se basa en una resistencia variable que cambia de acuerdo al vacío producido por la admisión de aire.

Consta de tres conexiones: una de alimentación de voltaje al sensor, una segunda que es conexión a masa y otra de salida encargada de enviar la señal a la Unidad Electrónica de Control.

- *Por variación de frecuencia:* este tipo de sensores tienen dos misiones, medir la presión atmosférica y la presión en el colector de aire, y su finalidad es obtener una presión absoluta. Esta presión absoluta no es más que la diferencia obtenida entre ambas presiones. Al igual que los sensores por variación de presión, consta de tres conexiones: una de alimentación de voltaje, una de conexión a masa y otra de señal para la Unidad de Control pero con la diferencia que la señal es entregada en Hertzios y se la debe medir con un osciloscopio o un tester medidor de frecuencia.

1.1.2.2) Sensor de flujo de masa de aire -MAF-

Conocido como sensor MAF por sus siglas en inglés -Mass Air Flow-, este sensor es uno de los más importantes en el Sistema de Inyección y está ubicado entre el filtro de aire y la válvula de aceleración. Su función radica en medir la cantidad de aire aspirado por el motor y enviar una señal a la ECU, la misma que basándose en esta información y tomando en cuenta además otros parámetros como la temperatura y humedad del aire dosifica la cantidad de combustible que debe ser inyectado según el régimen de funcionamiento del motor. Se tienen tres tipos diferentes de sensores que miden el flujo de masa de aire:

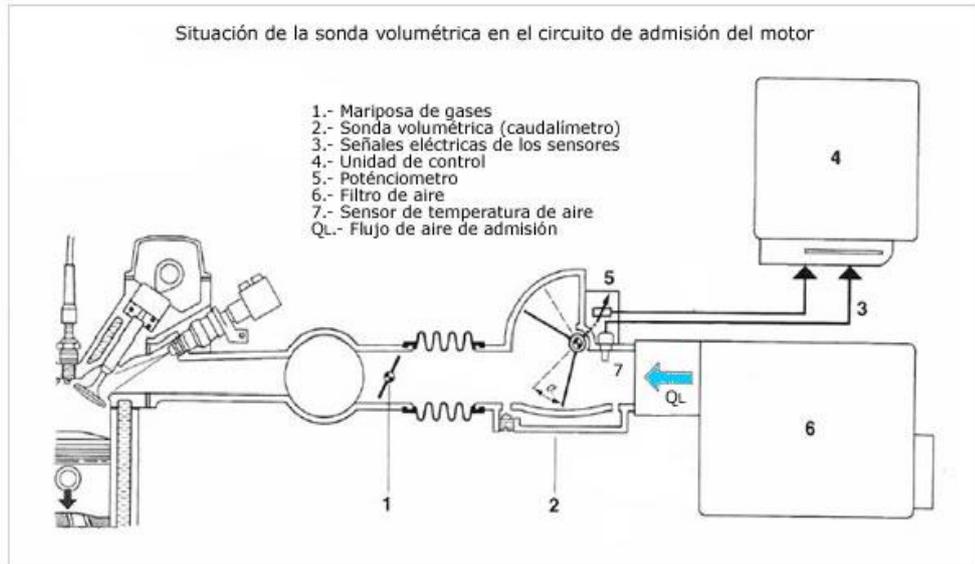
- Sonda volumétrica de aire por plato sonda LMM.
- Medidor de masa de aire por hilo caliente HLM.
- Medidor de masa de aire por ultrasonidos -Karman – Vortex-

a) Sonda volumétrica de aire por plato sonda LMM

Es utilizado en los motores con sistemas de inyección de gasolina L - Jetronic y M – Motronic. Su función consiste en medir el flujo volumétrico de aire aspirado por el motor, además posee un sensor NTC -Coeficiente Negativo de Temperatura- en su

cuerpo principal para medir la temperatura del aire. Al obtener estos dos parámetros podemos tener un valor de la real densidad del aire aspirado.

Fig. 1-9: Sonda volumétrica de aire

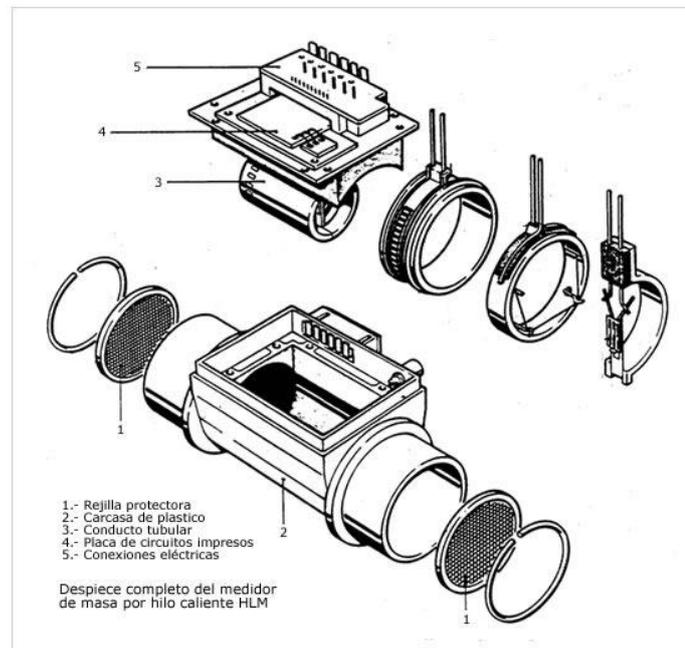


Fuente: <http://www.mecanicavirtual.org/sensores5.htm>

b) Medidor de masa de aire por hilo caliente HLM

Se lo encuentra en los motores con sistemas de inyección LH - Jetronic o M - Motronic. Este tipo de sensor presenta una resistencia, conocida como hilo caliente, que está alimentada continuamente por un voltaje proveniente desde la ECU del vehículo y se calienta hasta una temperatura aproximada de 200°C cuando el motor está en funcionamiento. Al estar el sensor colocado en la corriente de aire, la señal que emitirá depende del flujo de aire aspirado por el motor, pues este al pasar por el hilo caliente provocará un cambio de temperatura en el mismo, lo cual generará una variación de valores en la señal de salida hacia la ECU.

Fig. 1-10: Medidor de masa de aire por hilo caliente



Fuente: <http://www.mecanicavirtual.org/sensores5.htm>

La ECU previo al encendido del motor envía un voltaje mayor para que en caso de que exista algún tipo suciedad en el hilo caliente, la misma pueda limpiarse automáticamente y así se pueda obtener una medición mucho más precisa.

Fig. 1-11: Hilo caliente

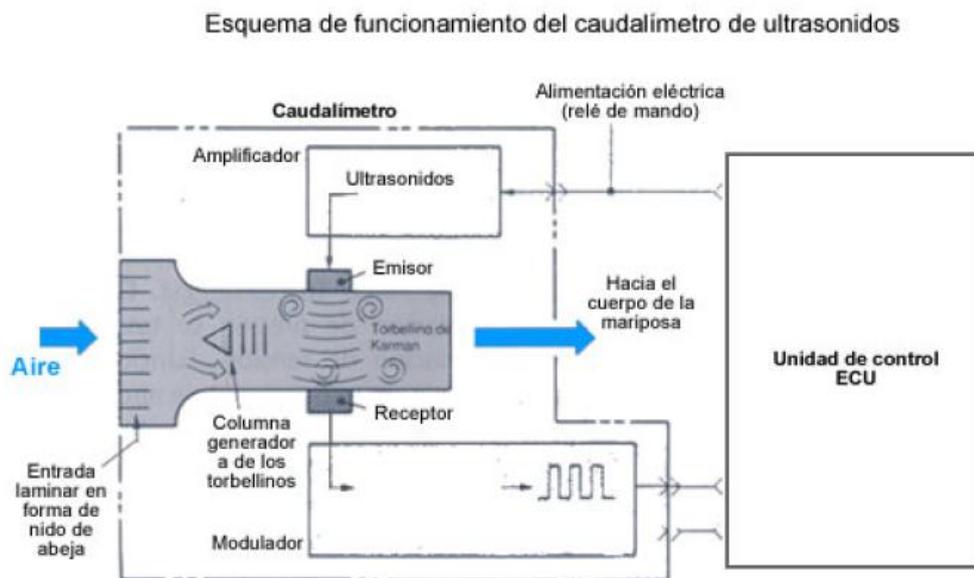


Fuente: <http://www.mecanicavirtual.org/sensores5.htm>

c) Medidor de masa de aire por ultrasonidos – Karman-Vortex -

Este tipo de sensor está estructurado de tal manera que la corriente de flujo de aire que pase lo haga en forma de torbellinos de “Karman” con sentidos de arrollamiento contrarios, la cantidad de torbellinos que se crean es directamente proporcional a la velocidad de flujo. En uno de los extremos se tiene un emisor de ondas ultrasónicas con una frecuencia controlada por la ECU, y colocado frente al emisor se tiene un receptor encargado de recibir dichas ondas y emitir una señal a la Unidad Electrónica de Control. Dependiendo de la cantidad de torbellinos que atraviesan las ondas de ultrasonido la frecuencia que pasa del emisor al receptor deja de ser constante y se obtiene una señal en relación a la cantidad volumétrica de aire aspirado, la cual será enviada a la ECU.

Fig. 1-12: Medidor de masa de aire por ultrasonidos



Fuente: <http://www.mecanicavirtual.org/inyeccion-mitsubishi.htm>

1.1.2.3) Sensor de posición del acelerador -TPS-

Conocido como sensor TPS por sus siglas en inglés -Throttle Position Sensor-, está ubicado sobre la válvula de aceleración y cumple la misión de informar a la ECU sobre la posición de esta válvula, la misma que depende de la cantidad de aceleración que imprima el conductor según la potencia que requiera. El tipo de sensor TPS más utilizado es el potenciómetro, con este modelo se puede tener una lectura continua de la posición exacta de la válvula de aceleración ya sea en ralentí, en proceso de aceleración o en proceso de desaceleración. Se pueden encontrar dos tipos de sensores, de tres cables y de cuatro cables, en caso de que incluyan un switch incorporado conocido como contacto de marcha lenta o de válvula de aceleración cerrada -idle switch-.

Todo sensor TPS necesita de tres cables, uno para alimentación de voltaje, otro para derivación a masa y el que enviará la señal de acuerdo a la posición del potenciómetro.

Marcha lenta: cuando el motor funciona en este régimen, el TPS debe enviar una señal de voltaje mínimo a la ECU. En un sensor de cuatro contactos cuando se establece marcha lenta, el switch se conecta y da aviso a la ECU para que esta entienda la condición de marcha lenta; pero en el caso de un sensor de tres cables es de suma importancia una correcta calibración de la válvula de aceleración para que la ECU interprete correctamente que el motor está funcionando en un régimen de marcha lenta.

Fig. 1-13: Sensor TPS



Fuente: <http://www.dtforum.net/index.php?topic=59970.0>

1.1.3) Sensores de temperatura -ECT, IAT-

1.1.3.1) Sensor de temperatura del refrigerante -ECT-

El sensor de temperatura del refrigerante es un “termistor”, es decir, es una resistencia variable cuyo valor depende de la variación de la temperatura. Como se sabe los sensores de tipo ECT pueden pertenecer al grupo de termistores NTC -coeficiente negativo de temperatura-, ó PTC -coeficiente positivo de temperatura-; de esta forma, la resistencia es inversamente proporcional a la variación de la temperatura para los sensores de tipo NTC; mientras que, la resistencia será directamente proporcional a la variación de temperatura para los de tipo PTC. El sensor ECT irá comúnmente alojado próximo a la conexión de la manguera del agua del radiador que ingresa al motor.

Fig. 1-14: Sensor ECT

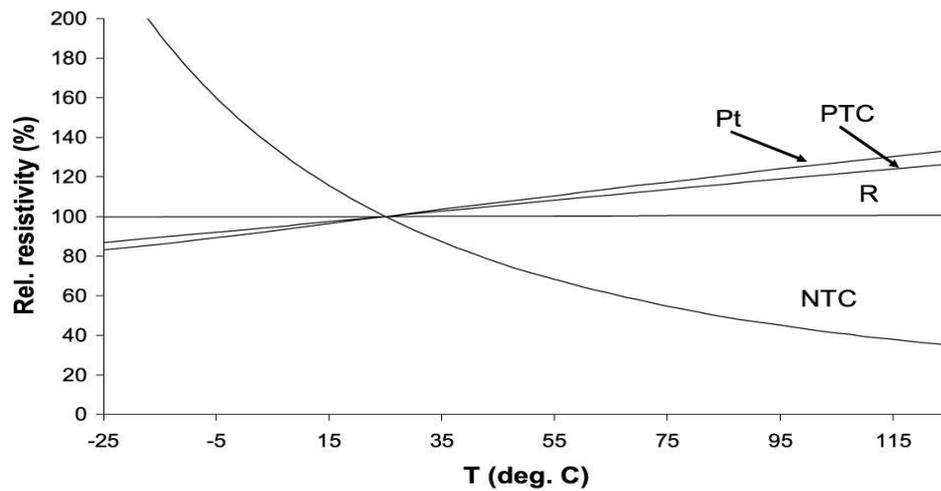


Fuente: <http://www.mecanicafacil.info/mecanica.php?id=sensorTemperaturaMotor>

Principio de Funcionamiento:

Los sensores de temperatura del refrigerante ECT, se encuentran dotados de dos terminales. Uno para su alimentación, el mismo que posee una conexión hacia la Unidad Electrónica de Control, que se encarga de alimentar con un voltaje nominal al sensor, mientras el otro terminal llega también a la ECU para conectarse a masa. Producto de la resistencia que genera el sensor la ECU comparará el voltaje nominal de alimentación con el voltaje final que se deriva a masa, así, se determina la temperatura a la cual se encuentra trabajando el sensor. Esta relación de voltajes que evalúa la ECU variará conforme la temperatura del sensor también varíe.

Fig. 1-15: Curvas de termistores NTC, PTC



Fuente: <http://www.emeraldinsight.com/journals.htm?articleid=1563422&show=html>

En los sistemas de inyección moderna existe una tendencia a optar por termistores de tipo NTC para el sensor ECT. Gracias a la información que obtiene la ECU tras la comparación de voltajes, esta se ve en capacidad de determinar la cantidad correcta de gasolina y el tiempo de apertura de los inyectores. El sensor determina además el adelanto al encendido para efectos de calentamiento cuando el motor está frío; ya que con la información de este sensor, la ECU interactuará con la válvula IAC para lograr el efecto mencionado.

Finalmente cabe mencionar que la señal generada por el sensor ECT, permitirá a la ECU mandar una señal adicional al tablero del vehículo para informar de la temperatura de funcionamiento al conductor. Otra función importante de este sensor es que a través del voltaje que este genere se determinará en que momento se deba activar el electro ventilador en aquellos vehículos que dispongan esta variante en el sistema de refrigeración.

1.1.3.2) Sensor de temperatura de aire -IAT-

Al igual que el sensor ECT, el sensor IAT es un termistor -resistencia variable en función de la temperatura-. Generalmente y contrariamente al sensor de temperatura del refrigerante este termistor es de tipo PTC, es decir, su resistencia aumenta conforme aumenta la temperatura. La localización de este sensor será siempre en el conducto plástico de admisión de aire, previo a donde se encuentre la válvula de aceleración; sin importar si se ubique antes o después del filtro de aire.

Fig. 1-16: Sensor IAT



Fuente: <http://www.mecanicafacil.info/mecanica.php?id=sensorTemperaturaAire>

Principio de Funcionamiento:

El principio de funcionamiento para el sensor IAT es el mismo que maneja el sensor de temperatura del refrigerante ECT; por ende, el sensor proveerá a la ECU de un voltaje, para que ésta lo compare con el voltaje nominal de alimentación y se determine la temperatura del aire que ingresa por el colector de admisión a los cilindros. Este sensor ayudará a la Unidad Electrónica de Control a ajustar la mezcla con mucha mayor precisión, por lo que su uso en los vehículos se ve supeditado a preferencias del fabricante en base a la eficiencia que se desee alcanzar, su uso permite lograr una mezcla que reduzca considerablemente las emisiones de CO -monóxido de carbono-, que aporte en el calentamiento del vehículo en los arranques en frío y se reduzca el consumo de combustible.

1.1.4) *Sensores de posición -CKP, CMP-*

1.1.4.1) Sensor de posición del cigüeñal -CKP-

El sensor de posición del cigüeñal o sensor CKP es un sensor inductivo reluctor o de reluctancia variable, consta de una bobina arrollada sobre un núcleo conformado por un imán permanente. Este sensor va localizado o sujeto al block del motor y se ubica de forma que enfrente a una “falsa” corona dentada acoplada al volante de inercia del motor. Al ser un sensor inductivo, este genera una onda de tipo sinusoidal. Este sensor cumple la función de detectar el recorrido y posición exacta del cigüeñal y por ende de los elementos móviles del motor, la señal que este entrega a la ECU permite que se sincronice los tiempos de inyección, los adelantos y atrasos al encendido, la señal para los módulos de encendido que generan la chispa en las bujías y también colabora en la determinación de la velocidad de trabajo del motor.

Fig. 1-17: Sensor CKP



Fuente: http://www.innotegelec.com/products/images/ckp_sensor.gif

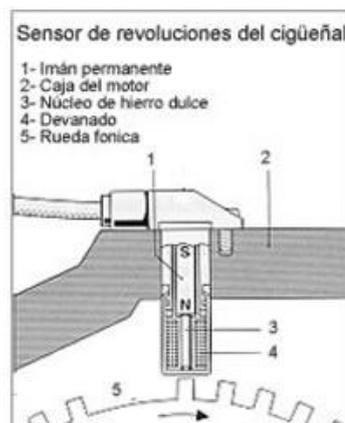
Principio de Funcionamiento:

Los sensores de posición del cigüeñal están constituidos por un imán permanente, con una espiga o núcleo de hierro dulce, una bobina de inducción de dos conexiones. Frente de este se encuentra la corona dentada ferromagnética, la cual al girar produce una tensión proporcional de tipo sinusoidal producto de la inducción existente entre el imán permanente y el elemento ferromagnético que se da por la variación del flujo magnético. La tensión que posea la onda sinusoidal depende directamente de la

velocidad de giro; un giro lento de la corona dentada entregará una señal con tensión cercana a cero.

A favor de que la ECU pueda determinar la posición del cigüeñal para efectuar todas las funciones mencionadas, la corona dentada suprimirá un diente a lo largo de su circunferencia; en la práctica al pasar esta sección sin diente frente al sensor el voltaje inducido se reduce a cero, para que así, la ECU interprete la posición del cigüeñal, ya que esta señal representa el punto cero del cigüeñal -0 grados, pistón 1 en el PMS-. La ECU puede entonces saber el número de grados que se ha girado al cigüeñal a partir del punto cero, al mismo tiempo que determina la frecuencia con la que la señal varía de un patrón normal para determinar la velocidad de giro. En la Fig. 1-18 se puede ver la disposición del sensor con respecto a la corona dentada adaptada al volante motor.

Fig. 1-18: Posición del Sensor CKP con respecto a la corona dentada



Fuente: <http://www.mecanicavirtual.org/sensores2.htm>

1.1.4.2) Sensor de posición del árbol de levas -CMP-

El sensor de posición del árbol de levas, al igual que el sensor CKP, informa a la ECU la posición o el ángulo de giro que ha recorrido el árbol de levas en su funcionamiento, con el propósito de ajustar conjuntamente con la señal del CKP los adelantos y los atrasos al encendido y por ende a los tiempos de inyección, este

sensor se encuentra localizado en el cabezote o culata del motor en el extremo donde se encuentra apoyado el árbol de levas.

Los sensores CMP son la mayoría de las veces sensores de efecto hall, sin embargo, existen sensores CMP de tipo inductivo de reluctancia variable, muy similares a los del CKP, por lo que su principio de funcionamiento es el mismo. Existen así mismo, muy pocos vehículos que para otorgar esta señal a la ECU hacen uso de un sensor óptico. El reducido tamaño en el alojamiento donde trabaja el árbol de levas en la culata convierte al sensor de efecto hall, el preferido para usarse como sensor CMP por dos razones de gran peso:

- Tamaño reducido y fácil instalación.
- Onda cuadrada, la cual implica un procesamiento más sencillo para la ECU.

Fig. 1-19: Sensor CMP de tipo Hall



Fuente: http://www.karscosensor.com/products_image/p15.jpg

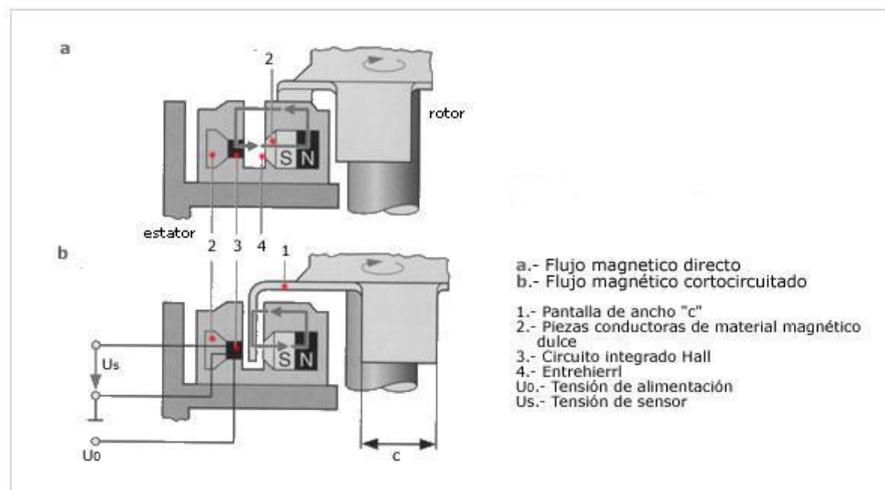
Si bien existe una tendencia de los sistemas de inyección por usar el sensor CMP con el CKP para coordinar perfectamente el avance y retraso al encendido y a la inyección, existen vehículos que solamente hacen uso de uno de los dos para dichas funciones.

Principio de Funcionamiento:

Como ya se dijo, si se tratase de un sensor CMP de tipo inductivo, el principio de funcionamiento es el mismo que del sensor CKP, por otro lado al tratarse de un sensor CMP de tipo Hall existen pequeñas variaciones. Se puede empezar comentando que el sensor CMP de tipo Hall es un circuito magnético prácticamente cerrado, se constituye de un imán permanente y piezas polares. El árbol de levas en

su giro proporciona el movimiento de un rotor de pantallas magnéticas, al ponerse en contacto las pantallas con el entrehierro interrumpe el flujo magnético existente. Una vez que el entrehierro se aleja, el hueco entre las pantallas del rotor permite nuevamente el flujo. Esta interrupción temporal del flujo genera una onda cuadrada de voltaje fijo. El sensor CMP de tipo Hall cuenta con tres conectores, uno de alimentación, otro que conecta el circuito a masa y un tercero que lleva la onda cuadrada hasta la ECU para informar a esta de la posición del mismo.

Fig. 1-20: Funcionamiento del Sensor CMP de tipo Hall



Fuente: <http://www.mecanicavirtual.org/sensores2.htm>

La onda cuadrada que genera un sensor CMP se puede obtener también con un sensor óptico el mismo que se ve interrumpido por un elemento mecánico ajustado al giro del árbol de levas que interrumpe la señal luminosa que generan los leds de este tipo de sensor, de esta forma, se podría decir que cumple la misma función que un sensor Hall pero haciendo uso de un elemento electrónico distinto.

1.1.5) Sensores que miden la calidad de la combustión –O₂, knock-

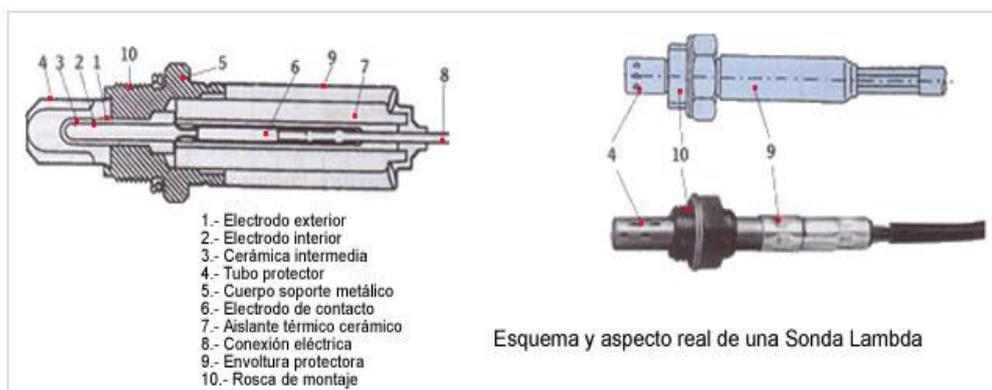
1.1.5.1) Sensor de Oxígeno –O₂, Sonda Lambda-

Este sensor está localizado en el múltiple de escape antes del catalizador; aunque en algunos casos se pueden encontrar dos sensores de oxígenos en un solo tubo de escape, el uno ubicado a la salida del múltiple y otro a la salida del convertidor catalítico, este segundo con el fin de captar la eficiencia del convertidor. La misión de la sonda lambda es medir la diferencia de la cantidad de oxígeno existente entre los gases de escape y el aire exterior, esta diferencia de oxígeno generará un voltaje que será enviado como señal hacia la ECU para que esta se encargue de determinar con exactitud los tiempos de apertura de los inyectores. Se puede decir entonces, que este sensor cumple una función de “juez” de todo el sistema de inyección del vehículo, pues se encarga de entregar una información permanente sobre la calidad de la combustión.

Principio de Funcionamiento:

El Sensor de Oxígeno está constituido por una cerámica porosa, formada de Bióxido de Circonio, la cual está rodeado por dos electrodos laminados de platino que son los encargados de medir la cantidad de oxígeno tanto en el aire exterior como en los gases combustionados, y todos estos elementos alojados en un cuerpo metálico.

Fig. 1-21: Estructura de la Sonda Lambda.



Fuente: <http://www.mecanicavirtual.org/inyeccion-ke-jetronic.htm>

Su funcionamiento está basado en la acción de los dos electrodos de platino; el uno está en contacto continuo con el aire y acumula los iones de oxígeno, mientras que de la misma manera el otro electrodo de platino recolecta los iones de oxígeno existentes en los gases de escape; creándose así una diferencia de voltaje entre ambos de entre 0 y 1 voltio; entonces, para que se produzca un salto de tensión entre los electrodos se necesita que la sonda alcance su temperatura de funcionamiento que son los 300°C, ya que la cerámica porosa de Bióxido de Circonio se hace conductora a altas temperaturas. Este voltaje obtenido se envía como señal a la Unidad Electrónica de Control para que con este dato regule la cantidad de gasolina necesaria según el régimen de giro del motor.

Se puede tener Sondas Lambda con diferentes números de cables, las antiguas que tenían solo uno o dos, y las modernas que tienen tres o cuatro:

Con un cable: no tiene calefactor y la derivación a masa es a través de su carcasa, su único cable es el encargado de enviar la señal de voltaje.

Con dos cables: no tiene calefactor, cuenta con un cable encargado de enviar la señal de voltaje y otro para derivación masa.

Con tres cables: tiene un calefactor que permitirá un rápido calentamiento; un cable está destinado para señal de salida, mientras que los otros dos corresponden al calefactor.

Con cuatro cables: cumple las mismas funciones que la de tres cables, y el cable adicional que tiene es una conexión de masa de la ECU.

Fig. 1-22: Sonda Lambda



Fuente: <http://www.todomecanica.com/sonda-lambda-y-sensores.html>

1.1.5.2) Sensor de detonación -knock sensor-

Está ubicado en la parte superior del bloque motor, en caso de ser un motor con la disposición en “V” se debe poner un sensor a cada lado. Este sensor entra en acción cuando se producen detonaciones, que es el golpe del pistón contra las paredes del cilindro, producidas por una mala combustión; entonces, al estar diseñado de un material piezoeléctrico recibe y controla las vibraciones para transformarlas en señal de voltaje y enviarla hacia la ECU, la misma que ajustará el adelanto al encendido según sea necesario hasta eliminar las detonaciones. Mientras mayor sean las vibraciones detectadas, aumentará el voltaje de señal que envía el sensor.

De esta manera el sensor ayudará al motor a reducir su consumo de combustible y mejorar su potencia, además se puede sacar un mejor provecho del mismo utilizando gasolina con un elevado nivel de octanaje. Complementariamente, se puede decir, que al ser un sensor sumamente sensible el torque de ajuste que se debe aplicar será el que está estipulado por el fabricante, ya que un apriete excesivo lo puede dañar indefinidamente y un ajuste insuficiente no permitiría que se detecten las detonaciones.

Fig. 1-23: Sensor de detonación -knock-



Fuente: <http://www.mecanicavirtual.org/sensores3.htm>

1.1.6) Actuadores

1.1.6.1) Inyectores

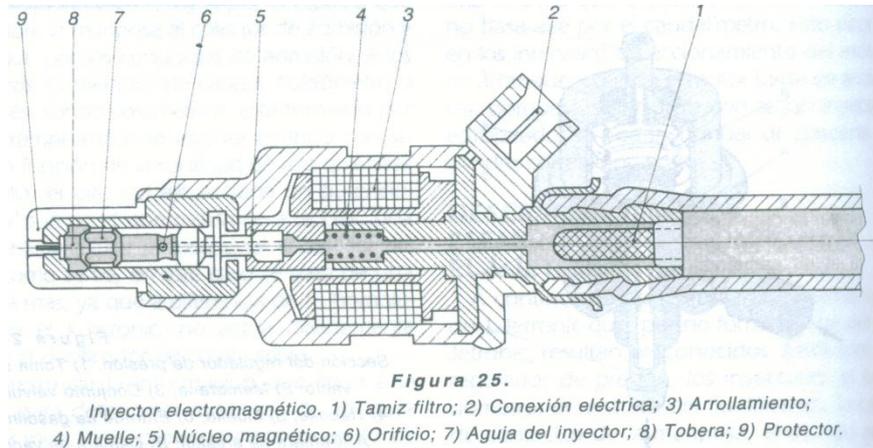
Los inyectores son los actuadores en el cual se resume todo el trabajo del sistema de inyección, ya que después de que la ECU haya censado toda la información que recibe de sus distintos elementos, genera pulsos eléctricos que activan estas “válvulas” encargadas de pulverizar el combustible que se mezclará con el aire, que posteriormente provocará la combustión. La ubicación que obtengan estas en el motor dependerá del sistema de inyección, ya que pueden ir alojados en los múltiples de admisión o directamente en la culata; siendo esta última disposición la más moderna. De cualquier forma, más importante que el alojamiento, los fabricantes centran su atención en la orientación que tengan los inyectores, es decir, el ángulo en el que van montados, un ángulo preciso se interpreta en perfecta distribución de combustible inyectado, el mismo que no roza con las paredes de los conductos de admisión, ó las paredes del cilindro para cualquier caso. Así mismo, la efectividad de la inyección depende en gran grado del número de agujeros que posea.

Principio de Funcionamiento:

Para entender el principio de funcionamiento de los inyectores nos enfocamos en la Fig. 1-24. La gasolina ingresa al inyector y llega hasta el taladro lateral 6; a continuación pasa por el espacio alrededor de la aguja del inyector 7 y por consiguiente al espacio anular de la tobera 8. Esta aguja del inyector se mantiene cerrada contra su asiento por el muelle 4. Cuando la ECU genere un pulso de inyección, lo enviará al terminal 2, generando excitación en la bobina o arrollamiento magnético 3, el mismo que desplaza al núcleo 5 solidario con la aguja que vence al muelle y deja salir la gasolina pulverizada por la tobera. La presión de inyección es la misma que existe en el riel de inyectores. Los pulsos de inyección de los distintos sistemas varían entre 2 y 10 milisegundos; estos dependen del régimen de trabajo del motor. Una vez retirado el pulso eléctrico, el muelle acciona nuevamente el núcleo hacia abajo conjuntamente con la aguja, cerrando nuevamente al inyector. Este

desplazamiento interno en el inyector comprende un recorrido aproximado de 0,05 milímetros.

Fig. 1-24: Inyector



Fuente: Manual CEAC del automóvil, (2002), p 222.

1.1.6.2) Válvula IAC

La válvula IAC de un sistema de inyección está ubicado en un conducto de admisión de aire adicional localizado en el cuerpo de aceleración, previo al múltiple de admisión, y no es más que un regulador encargado de permitir un paso adicional de aire durante la estabilización del vehículo en baja marcha “ralentí”; este elemento requiere gran exactitud de movimiento y velocidad a la hora de ejecutar su trabajo. La válvula IAC está compuesta en uno de sus lados por un vástago, el cual en su movimiento se desplaza a lo largo del paso adicional de aire, para así controlar el caudal de aire que circula por este conducto. Mientras tanto, por su lado opuesto encontraremos las conexiones eléctricas y los bobinados que generan el movimiento a un motor paso a paso que transmite el movimiento al vástago. Este actuador hace el uso de un motor paso a paso por tres razones muy importantes que solo este tipo de motor puede lograr:

- Controla la posición del rotor, que mueve al vástago.
- Controla la velocidad del giro que realiza el rotor.
- Controla el sentido del giro que realiza el rotor.

En las válvulas IAC la transmisión del movimiento giratorio del motor, a un movimiento rectilíneo que ejecuta el vástago se logra mediante el acople de un engranaje y un tornillo.

Fig. 1-25: Válvula IAC



Fuente: <http://www.autodaewoospark.com/problemas-de-arranque-en-frio.html>

Principio de Funcionamiento:

La válvula IAC funciona en un conducto adicional de aire y es comandada por la ECU. Si la velocidad del motor es lenta, la unidad electrónica de control acciona la IAC para retraer el vástago permitiendo mayor paso de aire, lo cual aumenta la marcha. Por otro lado, si el motor presenta marcha rápida, la ECU extiende el vástago para reducir al acceso adicional de aire y limitar la marcha. La posición exacta a la que se mantenga el vástago para lograr una marcha perfecta la calcula la ECU por medio de información como: la carga de la batería, la señal que entregue el sensor ECT, la posición del TPS, y la velocidad del motor o RPM. Si durante esta marcha existiera una caída en la velocidad del motor por debajo de un valor medido ya por la ECU, se genera nueva información que indica dicho comportamiento. Así, la ECU resuelve una nueva posición para la válvula IAC que permitirá mantener un régimen apropiado en ralentí.

La manera en que la ECU gobierna el movimiento de la IAC se aplica mediante pulsos eléctricos que son recibidos en las conexiones de los bobinados que mueven al rotor de la válvula, estos pulsos son sincronizados por la ECU para que se apliquen

de manera específica según la posición y la dirección que se decida colocar al vástago para mantener un régimen estable en ralentí. A continuación, en la siguiente tabla se muestra los pares de pulsos que genera la ECU para controlar el movimiento de una IAC.

Tabla 1-1: Esquema de funcionamiento de válvula IAC.

Paso \ Bobina	A	B	C	D
Bobina A alta (ECM J1-28)	Activado			Activado
Bobina A baja (ECM J1-30)		Activado	Activado	
Bobina B alta (ECM J1-13)	Activado	Activado		
Bobina B baja (ECM J1-29)			Activado	Activado

Fuente: Manual de Servicio, serie TF Motor C24SE, Sección 6

La tabla 1-1 indica cuatro situaciones de funcionamiento -A B C D-; a su vez, las bobinas A y B pueden recibir un voltaje –señal alta- que las activa, o un voltaje nulo -señal baja- que las desactiva. La bobina A mueve el vástago hacia dentro del conducto de aire adicional para reducir el flujo de aire; por el contrario, la bobina B lo mueve hacia afuera para liberar dicho paso.

El paso “A” indica que la llave de contacto esta en posición “ON”, se energizan ambas bobinas y por ende no existe movimiento. El paso “B” indica que el vehículo se ha encendido y necesita regular el paso adicional de aire para corregir la marcha lenta del motor, para lo cual únicamente la bobina B queda energizada y el vástago se recoge hasta alcanzar la posición requerida para dicho efecto. El paso “C” indica que se ha logrado regular la marcha lenta del motor, entonces se corta la alimentación a las bobinas para mantener esta posición. Finalmente, el paso “D”

indica que el vehículo inicia su marcha y no es necesario un paso adicional de aire; por lo tanto, se alimenta la bobina A para que se cumpla esta condición.

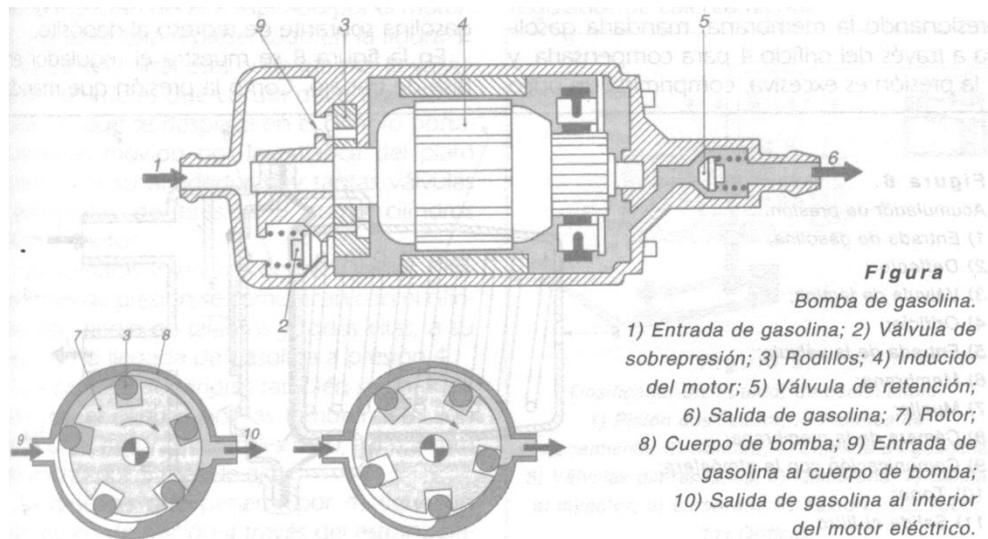
1.1.6.3) Bomba de Combustible

Este actuador del sistema de inyección es el que se encarga de mantener el sistema cargado de combustible a una presión apropiada para el trabajo del mismo. Esta bomba que se encuentra localizada en el tanque de combustible, aspira la gasolina y lo envía hasta el riel de inyectores, pasando previamente por filtros. Es necesario que esta bomba siempre envíe más combustible del necesitado con el propósito de mantener siempre la presión de trabajo a cualquier régimen; todo el combustible que no sea usado regresa al tanque por un circuito de retorno.

Funcionamiento:

Si nos fijamos en la Fig. 1-26. Vemos que la bomba representa una carcasa con un conducto de entrada 1 y otro de salida 6. Al interior encontramos que se encuentra girando a velocidad constante un pequeño motor eléctrico 4, cuyo eje mueve al rotor 7 alojado en el cuerpo de la bomba 8. Aquí trabajan dos válvulas, una de retención 5 que está a la salida, la cual evita retorno de combustible y pérdida de presión cuando la bomba se para, y la 2 de sobrepresión, la cual se acciona ante alguna obstrucción en el circuito. En el rotor se ven unas celdas donde se encuentran los rodillos 3. La caja del cuerpo de la bomba posee forma excéntrica comparada al rotor y cuando el rotor gira, los rodillos, se adaptan a las paredes de la caja, producto de efectos centrífugos. La gasolina se aspira en los ensanchamientos y se comprime por los rodillos a medida que alcanzan el sector más estrecho, por donde sale el combustible a presión.

Fig. 1-26: Bomba de Combustible



Fuente: Manual CEAC del automóvil, -2002-, p 211.

Es necesario recordar que esta bomba se encuentra refrigerada por el mismo combustible, y que los peligros de explosión son inexistentes por la ausencia de aire dentro del tanque.

1.2) Sistema de Inyección de gasolina Chevrolet

Es una marca que en nuestro medio, a lo largo del tiempo ha ido ganando la confianza de la gente con sus económicos pero muy confiables modelos para en la actualidad llegar a ser el líder de ventas en nuestro país. Los modelos que se analizarán están equipados con un sistema de inyección conocido como Sistema MPFI -Multipunto Fuel Injection- que cuenta con los siguientes componentes:

Aveo: a partir del año 2006 hasta el año 2010 está equipado con un Motor 1.4 E-TEC II constituido por los siguientes componentes:

- *Sensor IAT*: consta de 2 pines y es de tipo NTC
- *Sensor MAP*: consta de 3 pines

- *Sensor TPS*: consta de 3 pines
- *Sensor O₂*: tiene un sistema calefactor del sensor y consta de 4 pines
- *Sensor CKP*: formado por 3 pines y su principio de funcionamiento es por efecto HALL
- *Sensor CMP*: formado por 3 pines y su principio de funcionamiento es por efecto HALL
- *Sensor ECT*: consta de 2 pines y es de tipo NTC
- *Sensor knock*: consta de 2 pines
- *Válvula IAC*: consta de 4 pines
- *Inyector*
- *Bomba de Combustible*

Grand Vitara: a partir del año 2000 hasta el año 2010, puede estar equipado con un Motor G16 o un motor J20 constituidos por los siguientes componentes:

- *Sensor MAF*: consta de 3 pines
- *Sensor IAT*: consta de 2 pines y es de tipo NTC
- *Sensor TPS*: consta de 3 pines
- *Sensor O₂*: tiene un sistema calefactor del sensor y consta de 4 pines
- *Sensor CKP*: formado por 2 pines y su principio de funcionamiento es por inducción
- *Sensor CMP*: formado por 3 pines y su principio de funcionamiento es por efecto HALL
- *Sensor ECT*: consta de 2 pines y es de tipo NTC
- *Sensor knock*: consta de 2 pines
- *Válvula IAC*: consta de 6 pines
- *Inyector*
- *Bomba de Combustible*

Luv D-Max (2.4cc): a partir del año 2005 hasta el año 2010 está equipado con un Motor C24SE constituido por los siguientes componentes:

- *Sensor IAT*: consta de 2 pines y es de tipo NTC
- *Sensor MAP*: consta de 3 pines
- *Sensor TPS*: consta de 3 pines
- *Sensor O₂*: tiene un sistema calefactor del sensor y consta de 4 pines
- *Sensor CKP*: formado por 3 pines y su principio de funcionamiento es por inducción
- *Sensor CMP*: formado por 3 pines y su principio de funcionamiento es por efecto HALL
- *Sensor ECT*: consta de 2 pines y es de tipo NTC
- *Sensor knock*: consta de 2 pines
- *Válvula IAC*: consta de 4 pines.
- *Inyector*
- *Bomba de Combustible*

Corsa Evolution: a partir del año 2003 hasta el año 2006 está equipado con un Motor 1R 1.8MPFI constituido por los siguientes componentes:

- *Sensor MAP*: consta de 4 pines, 2 encargados de la alimentación y derivación a masa, mientras que los otros 2 son destinados a señal del MAP y del sensor IAT de tipo PTC
- *Sensor IAT*: integrado en el sensor MAP
- *Sensor TPS*: consta de 3 pines
- *Sensor O₂*: consta de 1 pin de señal
- *Sensor CKP*: formado por 3 pines y su principio de funcionamiento es por inducción
- *Sensor ECT*: consta de 2 pines y es de tipo NTC
- *Sensor knock*: consta de 2 pines
- *Válvula IAC*: consta de 4 pines
- *Inyector*
- *Bomba*

1.3) Sistema de Inyección de gasolina Hyundai

Es una marca coreana que en los últimos años ha tenido el mayor crecimiento en la industria automotriz a nivel mundial, y en nuestro país no es la excepción. Sus modelos han ingresado con gran fuerza en nuestro mercado y con sus novedosos diseños han podido ganar la confianza de la gente para convertirse en una de las marcas más reconocidas en la actualidad. Los modelos que se analizarán están equipados con un sistema de inyección electrónica conocido como Sistema MFI - Multiple Fuel Injection- y a continuación se detallarán los componentes que los conforman:

Getz: a partir del año 2005 hasta el año 2010 está equipado con un Motor 1.6GL-MFI DOHC constituido por los siguientes componentes:

- *Sensor MAP*: consta de 4 pines; de los cuales, 2 son encargados tanto de la alimentación como de la derivación a masa y 2 destinados a la señal del MAP y del sensor IAT de tipo PTC
- *Sensor IAT*: integrado en el sensor MAP
- *Sensor TPS*: consta de 3 pines
- *Sensor O₂*: tiene un sistema calefactor del sensor y consta de 4 pines
- *Sensor CKP*: formado por 2 pines y su principio de funcionamiento es por inducción
- *Sensor CMP*: formado por 3 pines y su principio de funcionamiento es por efecto HALL
- *Sensor ECT*: consta de 3 pines y es de tipo NTC
- *Sensor knock*: consta de 2 pines
- *Válvula IAC*: consta de 3 pines
- *Inyector*
- *Bomba de Combustible*

Accent: a partir del año 2002 hasta el año 2007 está equipado con un Motor MFI-GSL DOHC constituido por los siguientes componentes:

- *Sensor MAF*: consta de 5 pines; de los cuales, 1 es encargado de la alimentación, 2 son destinados al funcionamiento del MAF y 2 destinados al funcionamiento del sensor IAT de tipo NTC
- *Sensor IAT*: integrado en el sensor MAF
- *Sensor TPS*: consta de 3 pines
- *Sensor O₂*: tiene un sistema calefactor del sensor y consta de 4 pines
- *Sensor CKP*: formado por 2 pines y su principio de funcionamiento es por inducción
- *Sensor CMP*: formado por 3 pines y su principio de funcionamiento es por efecto HALL
- *Sensor ECT*: consta de 3 pines y es de tipo NTC
- *Sensor knock*: consta de 2 pines
- *Válvula IAC*: consta de 3 pines
- *Inyector*
- *Bomba de Combustible*

Tucson (2.0cc): a partir del año 2005 hasta el año 2010 está equipado con un Motor 2.0 MFI DOHC constituido por los siguientes componentes:

- *Sensor MAF*: consta de 5 pines; de los cuales, 1 es encargado de la alimentación, 2 son destinados al funcionamiento del MAF y 2 destinados al funcionamiento del sensor IAT de tipo PTC
- *Sensor IAT*: integrado en el sensor MAF
- *Sensor TPS*: consta de 3 pines
- *Sensor O₂*: tiene un sistema calefactor del sensor y consta de 4 pines
- *Sensor CKP*: formado por 3 pines y su principio de funcionamiento es por efecto HALL
- *Sensor CMP*: formado por 3 pines y su principio de funcionamiento es por efecto HALL
- *Sensor ECT*: consta de 3 pines y es de tipo NTC

- *Sensor knock*: consta de 2 pines
- *Válvula IAC*: consta de 3 pines
- *Inyector*
- *Bomba de Combustible*

Santa Fe (2.7cc): a partir del año 2001 hasta el año 2006 está equipado con un Motor MFI-GLS DOHC constituido por los siguientes componentes:

- *Sensor MAF*: consta de 5 pines; de los cuales, 1 es encargado de la alimentación, 2 son destinados al funcionamiento del MAF y 2 destinados al funcionamiento del sensor IAT de tipo PTC
- *Sensor IAT*: integrado en el sensor MAF
- *Sensor MAP*: consta de 3 pines
- *Sensor TPS*: consta de 3 pines
- *Sensor O₂*: tiene un sistema calefactor del sensor y consta de 4 pines
- *Sensor CKP*: formado por 3 pines y su principio de funcionamiento es por efecto HALL
- *Sensor CMP*: formado por 3 pines y su principio de funcionamiento es por efecto HALL
- *Sensor ECT*: consta de 3 pines y es de tipo NTC
- *Sensor knock*: consta de 2 pines
- *Válvula IAC*: consta de 3 pines
- *Inyector*
- *Bomba de Combustible*

1.4) Sistema de Inyección de gasolina Toyota

Es una marca de origen japonés que tiene una tecnología de punta y un prestigio muy bien ganado a lo largo de los años, por lo que es una marca reconocida a nivel mundial, además sus vehículos se encuentran entre los más comercializados en nuestro medio. Los modelos que se analizarán están equipados con un sistema de inyección electrónica conocido como Sistema EFI -Electronic Fuel Injection-, que

trabaja conjuntamente con la tecnología VVT-i -Válvulas inteligentes de Tiempo Variable-; a continuación se especificarán las características de funcionamiento de los componentes de los Sistemas de Inyección de cada modelo de vehículo:

Corolla: a partir del año 2000 hasta el año 2007 está equipado con un Motor 1ZZ-FE EFI System constituido por los siguientes componentes:

- *Sensor MAF*: consta de 5 pines; de los cuales, 3 son destinados al funcionamiento del MAF y 2 destinados al funcionamiento del sensor IAT de tipo NTC
- *Sensor IAT*: integrado en el sensor MAF
- *Sensor TPS*: consta de 3 pines
- *Sensor O₂*: tiene un sistema calefactor del sensor y consta de 4 pines
- *Sensor CKP*: formado por 2 pines y su principio de funcionamiento es por inducción
- *Sensor CMP*: formado por 2 pines y su principio de funcionamiento es por inducción
- *Sensor ECT*: consta de 2 pines y es de tipo NTC
- *Sensor knock*: consta de 2 pines
- *Válvula IAC*: consta de 3 pines
- *Inyector*
- *Bomba de Combustible*

Yaris: a partir del año 2000 hasta el año 2006 está equipado con un Motor 1NZ-FE EFI System constituido por los siguientes componentes:

- *Sensor MAF*: consta de 5 pines; de los cuales, 3 son destinados al funcionamiento del MAF y 2 destinados al funcionamiento del sensor IAT de tipo NTC
- *Sensor IAT*: integrado en el sensor MAF
- *Sensor TPS*: consta de 3 pines
- *Sensor O₂*: tiene un sistema calefactor del sensor y consta de 4 pines

- *Sensor CKP*: formado por 2 pines y su principio de funcionamiento es por inducción
- *Sensor CMP*: formado por 2 pines y su principio de funcionamiento es por inducción
- *Sensor ECT*: consta de 2 pines y es de tipo NTC
- *Sensor knock*: consta de 2 pines
- *Válvula IAC*: consta de 3 pines
- *Inyector*
- *Bomba de Combustible*

Rav4 (4x2 M/T): a partir del año 2000 hasta el año 2006 está equipado con un Motor 1ZZ-FE EFI System constituido por los siguientes componentes:

- *Sensor MAF*: consta de 5 pines; de los cuales, 3 son destinados al funcionamiento del MAF y 2 destinados al funcionamiento del sensor IAT de tipo NTC
- *Sensor IAT*: integrado en el sensor MAF
- *Sensor TPS*: consta de 3 pines
- *Sensor O₂*: tiene un sistema calefactor del sensor y consta de 4 pines
- *Sensor CKP*: formado por 2 pines y su principio de funcionamiento es por inducción
- *Sensor CMP*: formado por 2 pines y su principio de funcionamiento es por inducción
- *Sensor ECT*: consta de 2 pines y es de tipo NTC
- *Sensor knock*: consta de 2 pines
- *Válvula IAC*: consta de 3 pines
- *Inyector*
- *Bomba de Combustible*

Hilux: a partir del año 2000 hasta el año 2006 está equipado con un Motor 2RZ EFI System constituido por los siguientes componentes:

- *Sensor MAF*: consta de 5 pines; de los cuales, 3 son destinados al funcionamiento del MAF y 2 destinados al funcionamiento del sensor IAT de tipo PTC
- *Sensor IAT*: integrado en el sensor MAF
- *Sensor TPS*: consta de 3 pines
- *Sensor O₂*: consta de 3 pines
- *Sensor CKP*: formado por 3 pines y su principio de funcionamiento es por inducción
- *Sensor ECT*: consta de 2 pines y es de tipo NTC
- *Sensor knock*: consta de 2 pines
- *Válvula IAC*: consta de 3 pines
- *Inyector*
- *Bomba de Combustible*

CAPÍTULO II

DISEÑO DE ELEMENTOS MECÁNICOS Y ELECTRÓNICOS DEL BANCO

2.1) Consideraciones para el diseño de elementos mecánicos

El sistema de inyección de gasolina electrónico, como ya hemos visto, es un sistema destinado a determinar varios parámetros “medibles” de manera que la unidad electrónica de control –ECU-, regule una mezcla estequiométrica adecuada para la combustión en los cilindros con la ayuda de actuadores. Para la elaboración del banco para diagnóstico de inyección será necesario entonces, emular el funcionamiento de los sensores que usan estos sistemas, para medir las condiciones de trabajo y las órdenes que reciban los actuadores para ejecutar las regulaciones. Al hablar de emular condiciones de trabajo, se habla implícitamente de provocar un funcionamiento muy apegado a la realidad, para cada uno de estos sensores y actuadores; de manera que, dentro del banco se pueda probar y medir estos elementos durante su desempeño, y por medio de estas mediciones diagnosticar el estado real de cualquier elemento que se compruebe.

En base a la teoría sujeta al funcionamiento de cada sensor y actuador que se ha planteado diagnosticar, se considerará construir distintos sistemas que generen las condiciones físicas a las que se encuentran expuestos los elementos del sistema de inyección en el vehículo, entre las que podemos citar: corrientes de aire con variación de temperatura y caudal, depresión, cambio de temperatura de fluidos, generación de vibraciones, posición de funcionamiento de elementos, movimiento, etc. Así mismo, para los actuadores, los cuales no miden ningún parámetro sino ejecutan acciones para regular la combustión por medio de señales eléctricas, deberán instalarse dentro del banco, sistemas que generen estas señales o pulsos

eléctricos, de forma de comprobar su correcto accionar, para lo cual será necesario estructurar circuitos capaces de llevar a cabo estas acciones.

Exponiendo los elementos del sistema de inyección a condiciones reales, ya sean estas físicas o electrónicas, y valiéndose de instrumentos apropiados de medición y verificación, se podrá evaluar el desempeño de cada uno de los elementos, y el sistema de inyección en sí; de esta manera se ejecutarán diagnósticos acertados ante cualquier anomalía durante el funcionamiento de un vehículo.

2.1.1) Materiales y herramientas necesarias para la construcción

2.1.1.1) Sensores

a) Sensor MAP: con la ayuda de una herramienta que genera depresión - bomba de vacío -, conocida como vacuómetro, se producirá un vacío que imitará el producido por el motor en sus diferentes regímenes de funcionamiento para de esta manera poder diagnosticar su estado.

b) Sensor MAF: se necesita generar un flujo continuo de aire que circulará a través de un conducto donde deberá estar instalado el sensor que se desea diagnosticar; entonces, con un ventilador de diferentes velocidades y la corriente de aire que éste produce, se puede simular la admisión de aire que el motor necesita según su velocidad de funcionamiento.

c) Sensor TPS: para el diagnóstico de este sensor se necesita hacer comprobaciones técnicas verificando la relación entre: el cambio de los valores de resistencia que se produce con respecto a la variación del ángulo de apertura de este elemento. Para conseguir datos exactos del ángulo de apertura se utilizará un elemento graduado y para medir los valores de resistencia un óhmetro -multímetro-.

d) Sensor ECT: el funcionamiento de este sensor está ligado directamente a la variación de temperatura del líquido refrigerante del motor, por lo tanto, a través de un circuito electrónico variador de temperatura y un termómetro digital que informe los valores de temperatura del líquido se podrá obtener datos reales que serán comprobados con los datos entregados por el fabricante.

e) Sensor IAT: el principio de funcionamiento es el mismo que el del sensor ECT, con la diferencia que éste depende de la variación de temperatura del aire. Para realizar su comprobación utilizaremos un ventilador que además de generar una corriente de aire que circule por un conducto, sea capaz de variar su temperatura, para que el sensor pueda detectar estos cambios y entregar sus valores de funcionamiento.

f) Sensores CKP y CMP: para generar las condiciones reales de funcionamiento de estos sensores se necesita una rueda fónica y un elemento entre hierro, debido a que se puede tener el caso de un sensor de tipo inductivo o de un sensor de efecto HALL. Para los de tipo inductivo se necesita de la rueda fónica, la misma que en su circunferencia dentada no posee un diente, para de esta manera producir la variación de la onda de señal; mientras que, para los que trabajan con el efecto HALL se contará con un entre hierro que interrumpa el flujo magnético del sensor del mismo nombre y así producir la onda respectiva de señal.

g) Sensor de Oxígeno: es un sensor que puede ser comprobado únicamente con el motor en funcionamiento; por este motivo, se construirá una extensión al tubo de escape, la misma que contará con un agujero roscado para poder instalar cualquier sensor de oxígeno y así diagnosticar su correcto funcionamiento. Además se harán conexiones para poder diagnosticarlo colocado en el vehículo.

h) Knock Sensor: se colocará el sensor en una platina, la cual transmitirá las vibraciones generadas por un golpe que imitará las detonaciones producidas por una mala combustión dentro del cilindro.

2.1.1.2) Actuadores

a) Inyectores: para poder verificar su estado se hace necesario conformar un circuito generador de pulsos tal y como lo hace la ECU cuando comanda al inyector; por medio de un driver - L293 - que es controlado por un PWM¹. Al mismo tiempo, estos deberán ser instalados en un riel con entrada de combustible donde se incorporará un regulador de presión con manómetro de visualización, para que conforme se reciben los pulsos se pueda apreciar la inyección y obtener mayor precisión en las pruebas.

¹ Véase Anexo1: Driver para Inyectores

Todo este conjunto deberá tener probetas que permitan medir el caudal de combustible inyectado. Esta prueba nos permite verificar la calidad de la inyección, los márgenes de caudal entre inyectores y verificar el correcto cierre o apertura de estas válvulas.

b) Válvula IAC: dentro del vehículo es directamente comandada por la ECU, en el banco se contará con un circuito emisor de pulsos², que imite los pulsos electrónicos que ponen en marcha la apertura o cierre de esta válvula. El circuito deberá estar en capacidad de controlar mediante los pulsos eléctricos distintas posiciones de trabajo, tal y como sucediera en el vehículo ante las distintas condiciones y será necesario que el circuito pueda regular el voltaje de los pulsos. Así, se podrá visualmente diagnosticar el estado de este actuador.

c) Bomba de Combustible: será comprobada mediante una instalación eléctrica que ponga en marcha a la misma para evaluar su presión de trabajo y el caudal que entregue, para esto, será instalada en un recipiente en el cual se pueda obtener las mismas condiciones de trabajo que tendría al estar colocada en el tanque de combustible; por lo que se debe contar con elementos como mangueras y acoples apropiados para las bombas de gasolina de los vehículos que han sido considerados, al mismo tiempo que se contará con un manómetro y una probeta graduada que permitan realizar un correcto diagnóstico del funcionamiento.

2.1.1.3) Instrumentos de medición

a) Multímetro: es una herramienta electrónica que sirve para medir distintas variables eléctricas como son: continuidad, resistencia, voltaje, amperaje, flujo eléctrico, y además cuentan con un probador de diodos. Para el banco de comprobación es primordial contar con esta herramienta, ya que varios sensores serán diagnosticados según la variación de resistencia o voltaje que estos generen a partir de las condiciones a las que sean sometidos. De igual forma, en los actuadores servirá para verificar una correcta alimentación, medición de voltaje de los pulsos eléctricos, etc. Para lograr una apreciación más exacta sobre el funcionamiento se dispondrá de un

² Véase Anexo 2: Driver para válvula IAC

multímetro analógico, mientras que para extraer datos exactos de funcionamiento se utilizará un multímetro digital.

Fig. 2-1: Multímetros



a) Analógico



b) Digital

b) Osciloscopio: es un instrumento de medición electrónico en el cual se puede visualizar las señales eléctricas con las que trabajan los sensores y algunos actuadores. El osciloscopio grafica dichas señales, de modo que, se puede verificar las variaciones de señal, y cuya lectura nos informa un funcionamiento correcto o anómalo de los sensores. Además, se puede medir la frecuencia de las señales, sus valores picos y otros parámetros; este instrumento será primordial a la hora de comprobar el funcionamiento de sensores inductivos o de tipo hall, sensores de picado, pulsos de inyección, y nos servirá de complemento en el estudio de otras señales, como los pulsos positivos o negativos, con los que se accione una válvula IAC por citar un ejemplo.

Fig. 2-2: Osciloscopio



2.1.2) Diseño de elementos mecánicos -Ruedas fónicas, estructuras, soportes-

El banco comprobador de inyección cuenta con algunos elementos mecánicos, los cuales deben cumplir con ciertas consideraciones para su diseño y posterior funcionamiento. A continuación, se detalla que aspectos se han de tomar en cuenta para su diseño:

2.1.2.1) Elementos en movimiento: dentro del banco se comprobará en condiciones reales de funcionamiento a los sensores de posición de tipo inductivo y de tipo hall - CKP, CMP-. Para este fin se empleará una rueda fónica y un entrehierro, respectivamente para emular tales condiciones. Los factores de diseño a considerar en estos elementos recaen principalmente en el tipo de material, las dimensiones físicas y su adaptación a un motor eléctrico que generará el giro. Partiendo del principio de funcionamiento de un sensor inductivo, la rueda fónica será de un material ferro magnético por su capacidad de facilitar el paso de las líneas de fuerza emitidas por el sensor durante el desplazamiento de la rueda, un material ferro magnético apropiado sería cualquier derivado del hierro ó acero.

Para poder imitar la señal inductiva de estos sensores en el banco, con respecto a un vehículo la rueda fónica deberá poseer un diámetro mínimo de 15cm, su perímetro deberá tener un dentado con un espesor de mínimo 1cm y en la periferia se tendrá un sector plano y liso sin presencia de dentado, tal y como en las ruedas fónicas de los vehículos, con el propósito de generar una variación en la señal obtenida por la ECU. Se debe procurar trabajar con espesores reducidos que alivianen el peso de la rueda de hierro, con el fin de generar una velocidad de giro próxima o similar a la que trabajan los vehículos.

En base a todas las especificaciones se adquirió una rueda fónica con las medidas indicadas en la tabla 2-1

Fig. 2-3: Rueda Fónica



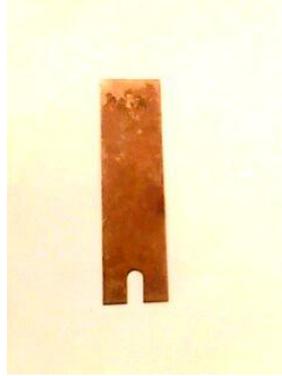
Tabla 2-1

Rueda Fónica			
<i>D. Exterior:</i>	15.3cm	<i>D. Interior:</i>	8.2cm
<i>Ancho:</i>	1cm	<i>Espesor:</i>	2.3mm
<i>Material:</i>	Hierro	<i>Peso:</i>	320g.

El diseño del entre hierro que genera una onda cuadrada en sensores de tipo hall, al igual que para la rueda fónica, se deberá hacer de un material ferroso liviano con

propiedades ferro magnéticas. Al tratarse de sensores de tipo hall pequeños, se usará un espesor muy reducido, para que se pueda instalar a cualquiera de los vehículos considerados. Las medidas utilizadas para su construcción se especifican en la tabla 2-2.

Fig. 2-4: Entre Hierro



Fuente: http://electricidadcam.blogspot.com/2009_10_01_archive.html

Tabla 2-2

Entrehierro			
<i>Largo</i>	9 cm	<i>Espesor:</i>	1 mm
<i>Ancho:</i>	1.3 cm	<i>Peso:</i>	20g.
<i>Material:</i>	Hierro Dulce	-	

Al ser elementos que estarán sujetos a movimiento es necesario un acoplamiento firme, que anule vibraciones o un giro desbalanceado, para lo cual, se deberá colocar los motores de giro en soportes estables, planos y que dispongan de una sujeción empernada al banco. De igual manera, la sujeción tanto de la rueda, como del entrehierro al eje de los motores, deberá estar provista de un acople que impida movimientos inapropiados para el desempeño de la instalación.

2.1.2.2) Elementos sometidos a humedad: dentro del banco los recipientes para comprobar sensores de temperatura de refrigerante - ECT -, bombas de combustible,

depósito de líquido para pruebas de inyectores, riel de inyección, acoples para los diferentes tipos de inyectores y depósito para limpieza por ultra sonido, deberán construirse de materiales con propiedades anticorrosivas, siendo las mejores opciones el Aluminio -Al- y el polietileno, que eviten el deterioro acelerado de todas estas partes. El recipiente para almacenar líquido y realizar el diagnóstico del sensor ECT será de acero de modo que tenga una buena conductibilidad térmica.

Fig. 2-5: Recipiente para comprobar sensor ECT



Tabla 2-3

Recipiente para Sensor ECT	
<i>Profundidad:</i>	4.5cm.
<i>Diámetro de base:</i>	8.5cm.
<i>Diámetro superior:</i>	13.5cm.
<i>Volumen:</i>	500 ml.
<i>Material:</i>	Latón

Para el diagnóstico de la bomba de combustible se necesitarán dos recipientes plásticos, el uno simplemente alojará el combustible para que lo absorba la bomba cuando se ponga en funcionamiento y a través de una manguera lo envíe hasta otro recipiente graduado, para comprobaciones del caudal.

Fig. 2-6: Recipientes de combustible



Tabla 2-4

Recipiente para Bombas	
<i>Profundidad</i>	16cm.
<i>Área de Base:</i>	13.5 x 13.5 cm
<i>Área Superior:</i>	16.5 x 16.5 cm
<i>Volumen:</i>	3.5 litros
<i>Material:</i>	Polipropileno

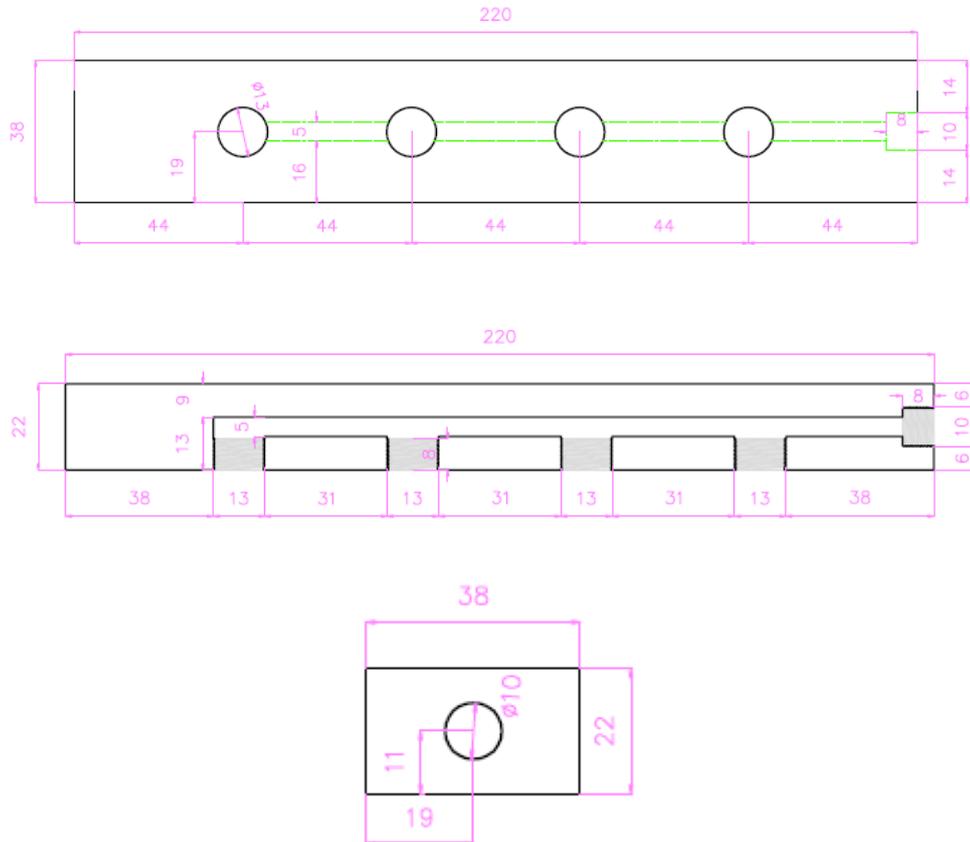
Para pruebas de inyectores es necesario contar con una bomba eléctrica que alimente al riel de inyección; esta bomba durante su funcionamiento debe estar sumergida en un recipiente con líquido de limpieza. El material más apropiado para el recipiente donde se alojará dicha bomba es el polipropileno ya que tolera muy bien el líquido que contendrá y no tiene problemas corrosivos.

Tabla 2-5

Recipiente para Pruebas de Inyectores	
<i>Profundidad</i>	25.5 cm.
<i>Área de Base:</i>	14 x 14 cm.
<i>Área Superior:</i>	14 x 14 cm.
<i>Volumen:</i>	5.5 litros
<i>Material:</i>	Polipropileno

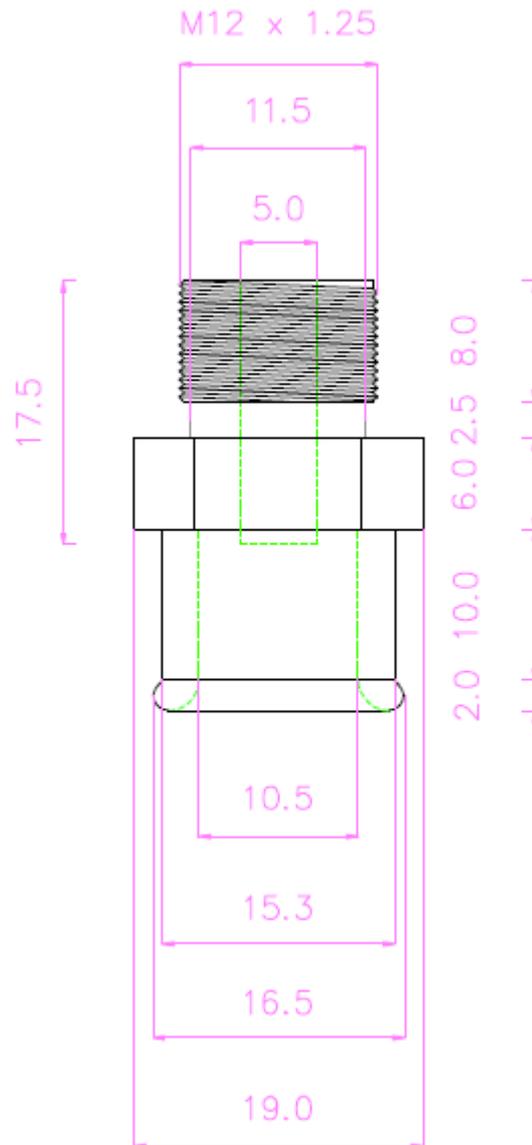
En el riel de inyección se deberá considerar que posea un espesor apropiado para resistir las presiones de trabajo de la bomba de alimentación.

Fig. 2-7: Riel de Inyección



Se realizarán acoples, que son los encargados de conectar la riel con los inyectores de los vehículos que han sido considerados. En un extremo poseen una rosca común para su adaptación en el riel, mientras que por el otro extremo se tiene un agujero cilíndrico donde se acopla el inyector y se lo hermetiza por la acción de su propio retén - o-ring -. En base a estas consideraciones se diseñarán dos tipos de acoples con las medidas que se acotan en los siguientes gráficos:

Fig. 2-8: Acoples



Toda unión de mangueras y conductos deberá presentar una sujeción precisa por medio de bridas aceradas para evitar fugas.

2.1.2.3) Elementos expuestos a flujos de gases: en el banco se tendrá una sección para comprobar sensores de flujo de aire - MAF -, y otra para sensores de oxígeno - O₂ -, ambas expuestas a flujos de gases de aire y gases combustionados respectivamente. Por lo tanto, el material que se use para los sensores MAF deberá ser de tipo sintético, como plástico, el cual posee superficies lisas que permiten flujos sin interferencias; y en el caso de los conductos a usarse para la comprobación de sensores de oxígeno, se procurará contar con materiales que resistan temperaturas elevadas. Toda unión de los conductos para comprobar estos sensores deberá ser hermética, de forma de obtener resultados más acertados en las pruebas; para lo cual se deberá disponer de acoples y elementos de sujeción como: bridas de presión, juntas empernadas y empaques, según sea el caso.

2.2) Diseño de circuitos electrónicos para la comprobación de sensores y actuadores

2.2.1) Diagrama de bloque de Alimentación

La alimentación eléctrica del banco será de 110V, los cuales serán convertidos por un transformador de voltaje en 12V y en 5V, con el fin de entregar energía a los distintos sensores y actuadores que se comprobarán. La activación de estos elementos se realizará a través de un interruptor que será comandado desde un tablero de control. Esto se puede conseguir con dos fuentes diferentes de energía, una encargada de entregar los 12V y otra los 5V. Pero, por otro lado, existen fuentes capaces de entregar los dos voltajes simultáneamente; siendo esta última variante la que se utilizará en el banco.

Fig. 2- 10: Circuito de Alimentación

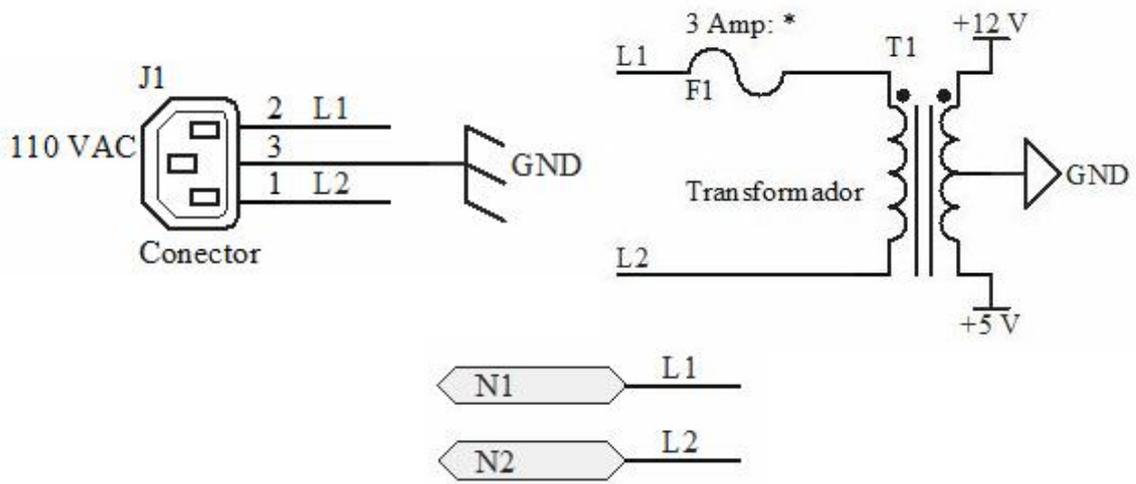


Tabla 2-6

Fuente de poder "PC 100"				
MODEL:	PS150	Entrada AC:	100V - 240V auto.	
DC	5V.	12V.	3.3V.	GNR
SALIDA	10 A	2 A	6 A	Retorno

Fig. 2-11: Fuente de Alimentación



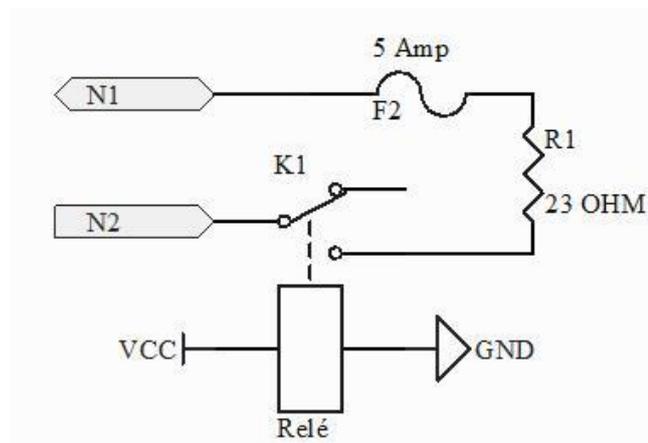
Los circuitos eléctricos para generar las condiciones reales de trabajo de sensores y actuadores serán alimentados con 110V.

2.2.2) *Diseño de circuitos para comprobar sensores de temperatura y de flujo de aire*

2.2.2.1) Circuito para calentar el líquido

El circuito tiene por misión variar la temperatura del líquido por medio de una niquelina instalada a un recipiente pequeño metálico, para de esta forma emular el calentamiento del líquido refrigerante en un motor en funcionamiento. La niquelina que estará conectada a 110V deberá ser instalada al recipiente que contiene el líquido. El calor generado por ésta se transmite al recipiente por conducción, produciéndose el aumento de temperatura del recipiente y del líquido que éste contiene.

Fig. 2- 12: Circuito para calentar líquido



El circuito deberá estar en capacidad de calentar el líquido desde la temperatura ambiente hasta la temperatura de trabajo - 90°C a 100°C -.

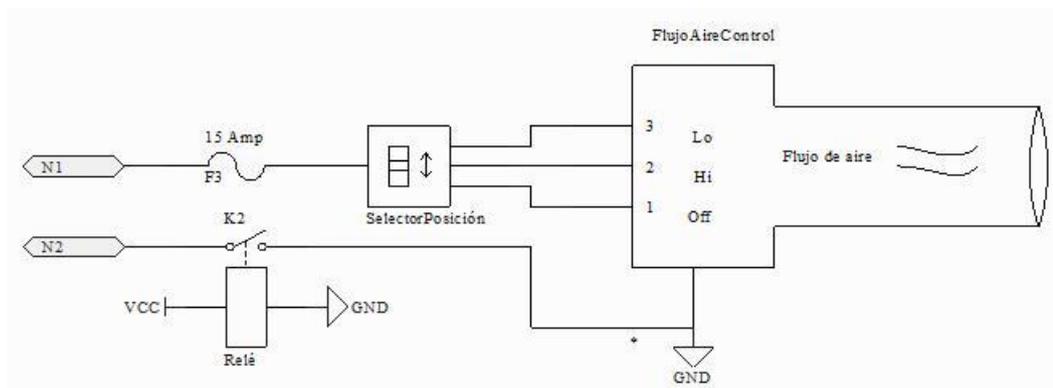
2.2.2.2) Circuito variador de flujo y temperatura de aire

Con este circuito se podrán comprobar dos sensores -MAF, IAT- que para varios casos se encuentran en un mismo integrado. El dispositivo encargado de generar corriente de aire y de variar su temperatura, se ubicará en un conducto donde se podrán instalar los sensores, estará compuesto por un ventilador y niquelinas cuya

configuración es la misma que se utiliza en un secador de cabello. La conexión de este dispositivo será a 110V y los distintos niveles de flujo y temperatura estarán comandados por el accionamiento de dos selectores que simulen las siguientes condiciones de funcionamiento:

- Ralentí -aire frío-
- Ralentí -aire caliente-
- Carga -aire frío-
- Carga -aire caliente-

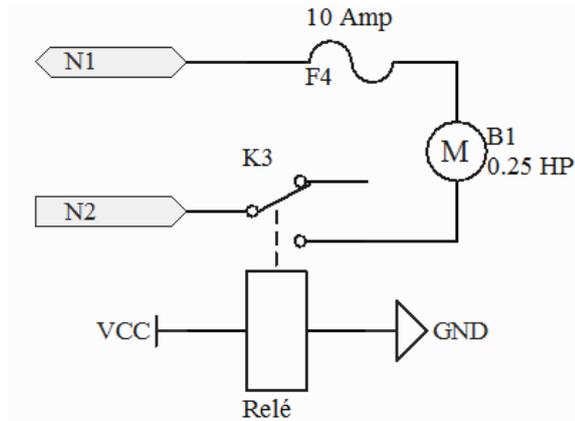
Fig. 2-13: Circuito variador de flujo y temperatura de aire



2.2.3) Diseño de circuitos para comprobar sensores de posición

El circuito comandará un motor eléctrico de corriente alterna conectado a 110V, este circuito servirá para comprobar los sensores CKP y CMP de tipo inductivo y hall.

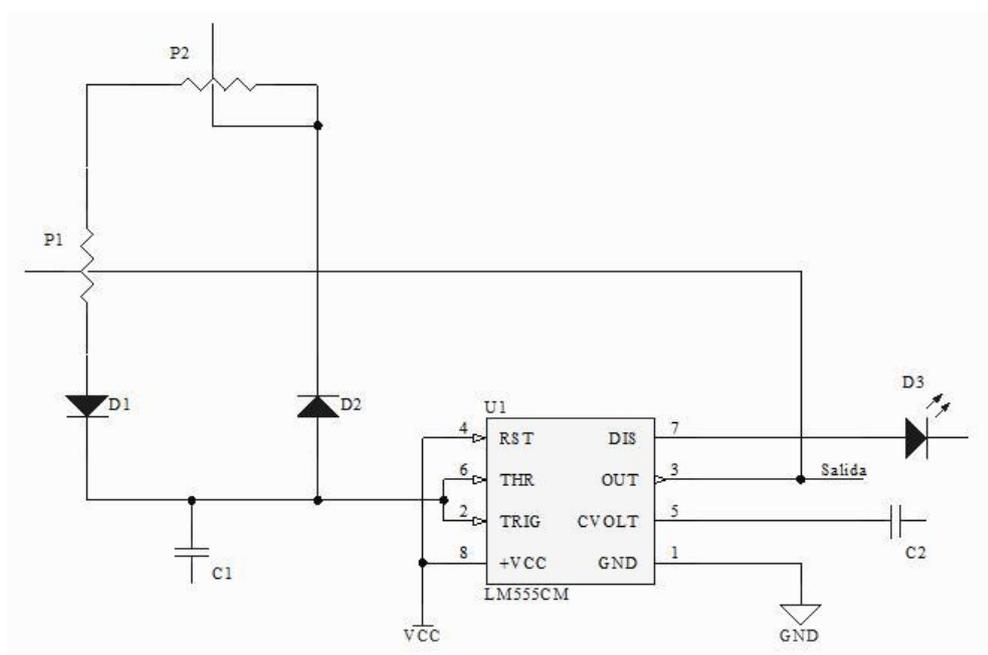
Fig. 2-14: Circuito de motor eléctrico de corriente continua



2.2.4) Diseño de circuitos generadores de pulsos

Los circuitos generadores de pulso en el banco se utilizarán para la comprobación y diagnóstico de dos actuadores - inyectores y válvula IAC -. El circuito está compuesto de un integrado 555 que genera pulsos cuya frecuencia depende del posicionamiento de un potenciómetro.

Fig. 2-15: Circuito generador de pulsos



Debido a la precisión necesaria en cuanto a los anchos de pulso y la frecuencia con los que trabajan los actuadores, este circuito ya no se lo controlará con los potenciómetros P1 y P2 que se observan en la Fig. 2-15, sino que, se programará³ un software usando el módulo PWM dentro de un micro controlador, que regula estos parámetros. Dicho de otra forma, se cambia el control analógico por un control digital más preciso que no requiere cálculos.

2.2.5) Diseño del mainboard para el microcontrolador

El circuito básico para que funcione un microcontrolador de Microchip, consta de unos pocos elementos o componentes, como:

- El pin MCLR debe estar conectado, a través de una resistencia, a 5V
- Si se desea resetear el sistema debe llevarse a 0V el pin de MCLR
- Un cristal de 20 Mhz en conjunto con 2 capacitores de 22pF.
- Una pantalla de cristal líquido con protocolo SPI, que reduce el número de puertos utilizados en el microcontrolador
- Un teclado matricial

Todo este circuito tiene por misión permitir el funcionamiento del microcontrolador para gobernar todas las instalaciones de sensores y actuadores⁴.

³ Véase el capítulo III, 3.3 para detalles de programación

⁴ Véase, Anexo3: Unidad de Procesamiento y Anexo4: Interfaces de Control

Fig. 2-16: Circuito del micro controlador

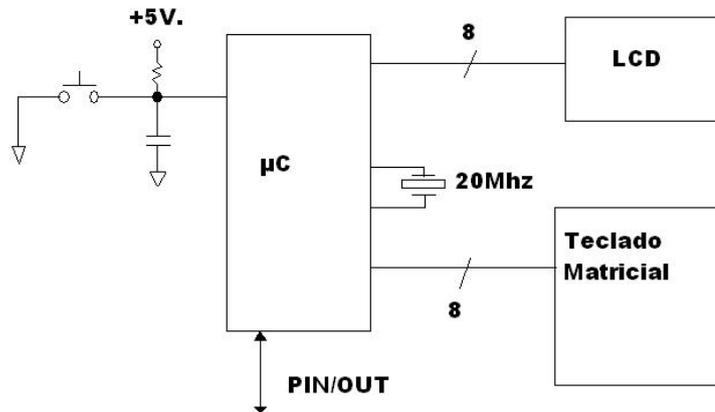
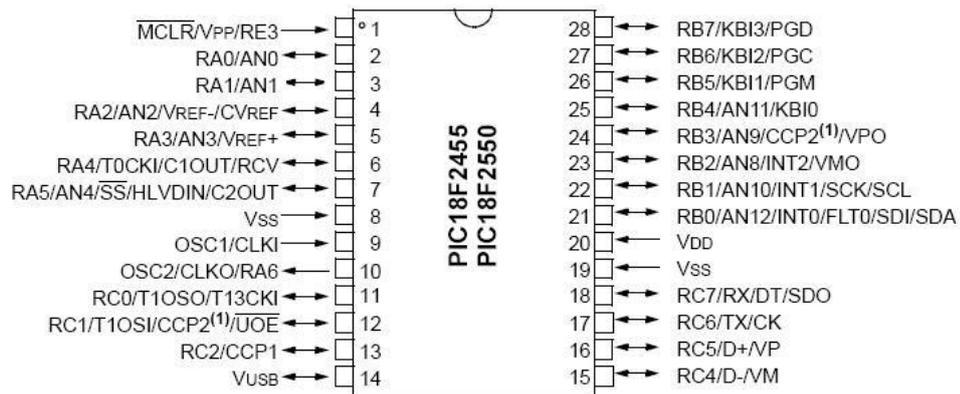


Fig. 2-17: Micro controlador PIC18f4550



Fuente: PIC18f4550 Data Sheet, 2004 Microchip Technology inc.

2.3) Diseño de la estructura del banco de comprobación de inyección

Para construir la estructura del banco, es necesario evaluar ciertos parámetros fundamentales para cumplir con los siguientes factores de diseño:

2.3.1) Elementos estructurales

Para la estructura del banco se deberá considerar un material resistente, capaz de soportar pesos, movimientos que sean fáciles de soldar y trabajar. Entre los materiales aptos para estas aplicaciones tenemos el hierro laminado. Se usará tubos

cuadrados de 19.5 mm -3/4 pulg- por 1mm de espesor, el cual representa el material más económico y al mismo tiempo supera las especificaciones requeridas en el banco, debido a que las cargas empleadas no generan esfuerzos de corte de consideración y no sufre cargas dinámicas.

Fig. 2-18: Material Estructural



Fig. 2-19: Estructura del Banco

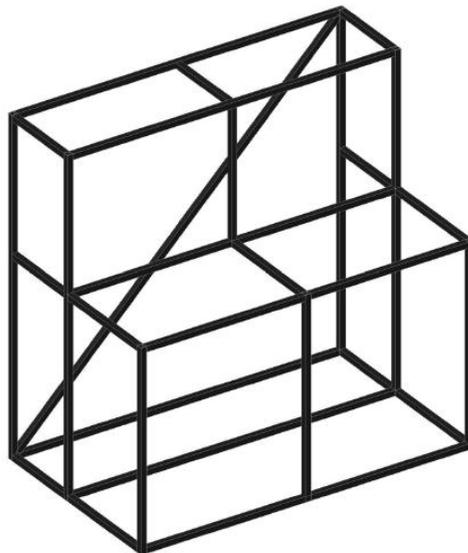
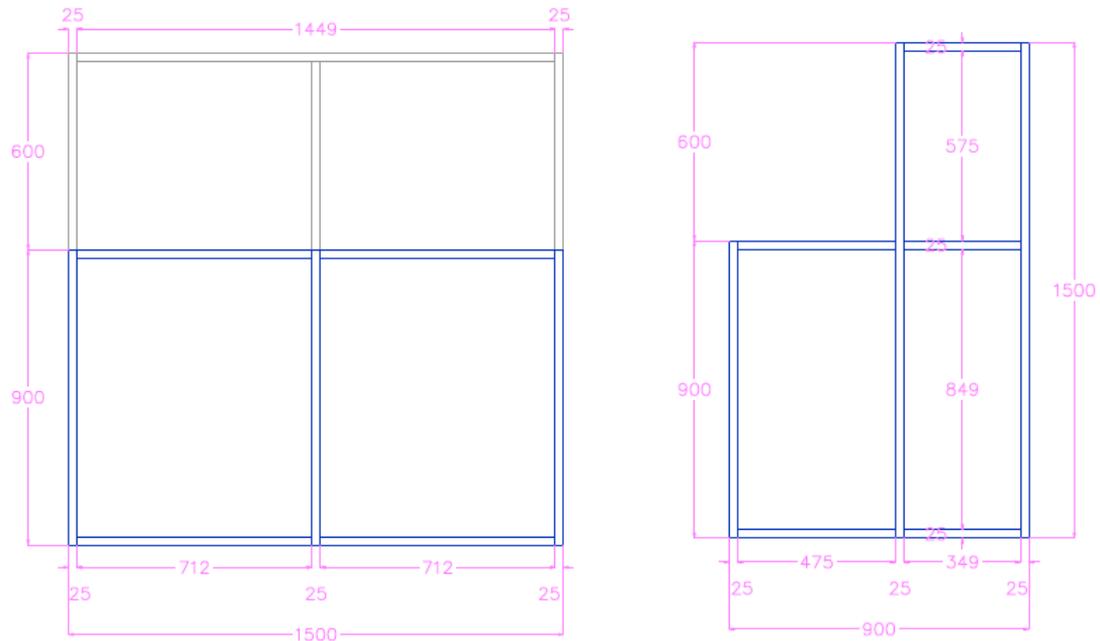


Fig. 2-20: Vistas frontal y lateral de la Estructura



a) Vista Frontal

b) Vista Lateral

2.3.2) Accesibilidad

Por accesibilidad nos referimos a la capacidad que debe tener la estructura para disponer de lugares y espacios que permitan trabajar con facilidad en la instalación de elementos mecánicos y eléctricos. Entonces, la estructura se construirá con dimensiones físicas aptas para este fin, existiendo espacio suficiente entre las columnas estructurales para disponer de lugares, en los que se podrá tener accesos a la parte interior del banco para la instalación y manipulación de los elementos ya nombrados. En la parte posterior, la estructura estará descubierta, con el propósito de generar un acceso amplio para reparaciones y calibraciones que se necesiten realizar en el banco.

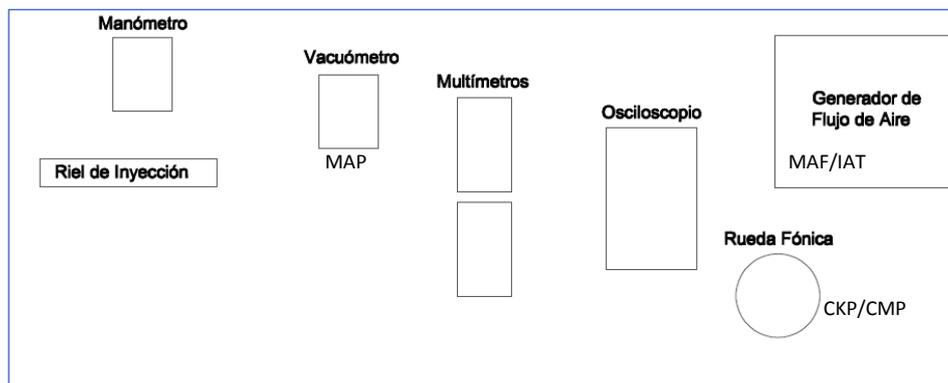
2.3.3) Distribución de Elementos:

Una vez que se ha definido las zonas donde se realizarán los trabajos y pruebas en el banco, es necesario verificar y establecer lugares propios para que se ejecuten las

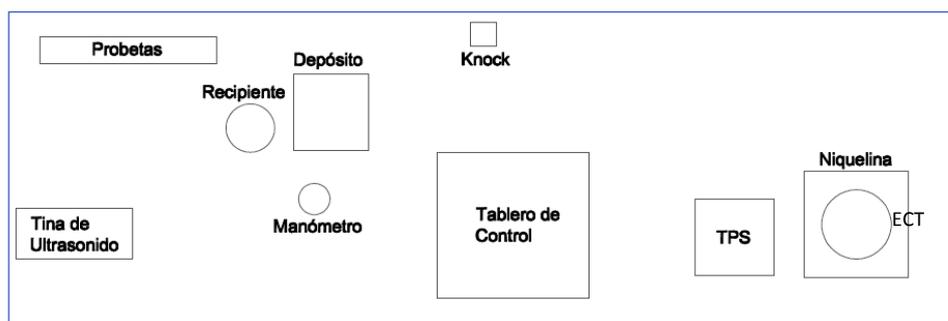
distintas pruebas y diagnósticos. Analizando factores y criterios tales como espacio, situación operacional y funcionamiento de distintos elementos se decidió ubicar los componentes del banco tal como se muestra en la figura 2-21. Esta ubicación se realizó tratando en lo posible de mantener los actuadores y los sensores en distintas zonas, de forma de poder visualizar las diferencias que existen en la comprobación de unos y otros.

Fig. 2-21: Distribución de elementos

Tablero Vertical



Tablero Horizontal



CAPITULO III

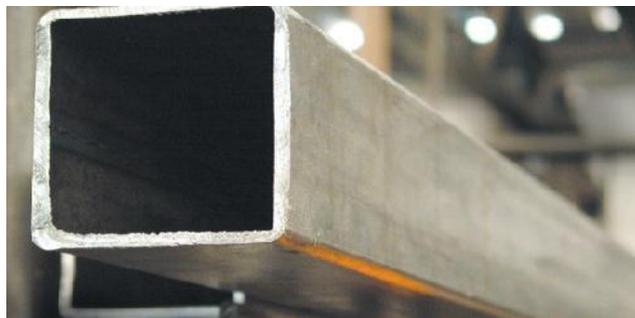
CONSTRUCCIÓN DEL BANCO

3.1) Elaboración del conjunto estructural del banco

En base al diseño elaborado en el capítulo II para la estructura del banco de comprobación, se procede con la construcción. Para esto se realiza el escogitamiento del material que conformará la estructura del banco de comprobación, de dicha selección, se opto por un tubo estructural de 19.05 mm -3/4 pulg- existente en el mercado en presentación de barras de 6 metros de longitud, por lo que se adquirió seis de estas barras para conformar la estructura.

Las barras fueron cortadas con las medidas que indica el diseño para el posterior ensamblaje, el cual se realiza por medio de suelda eléctrica.

Fig. 3-1: Material del conjunto estructural



Fuente: <http://www.comprasegura.com.ec/productos.php?ncp=6879&e=509&c=12>

Una vez terminado el ensamblaje de la estructura, se procede con los acabados; primero, se lijó toda la estructura para eliminar la corrosión del material y mejorar la superficie en las uniones soldadas. A continuación, se pintó la estructura con el fin de mejorar su acabado y prevenir los efectos negativos de la corrosión por humedad. Finalmente, se le instalaron ruedas para transportar la estructura con mayor facilidad.

Fig. 3-2: Estructura



Las zonas laterales y la parte superior de la estructura se cubrieron con láminas de aluminio, mientras que la base se cubrió con latón de 3,175 mm -1/8 pulg- de espesor, este material se adquirió con las medidas y las formas exactas para su instalación a la estructura del banco, la cual se realizó con pernos con punta de broca de 6.36 mm -1/4 pulg- de largo.

Fig. 3-3: Paredes del conjunto estructural

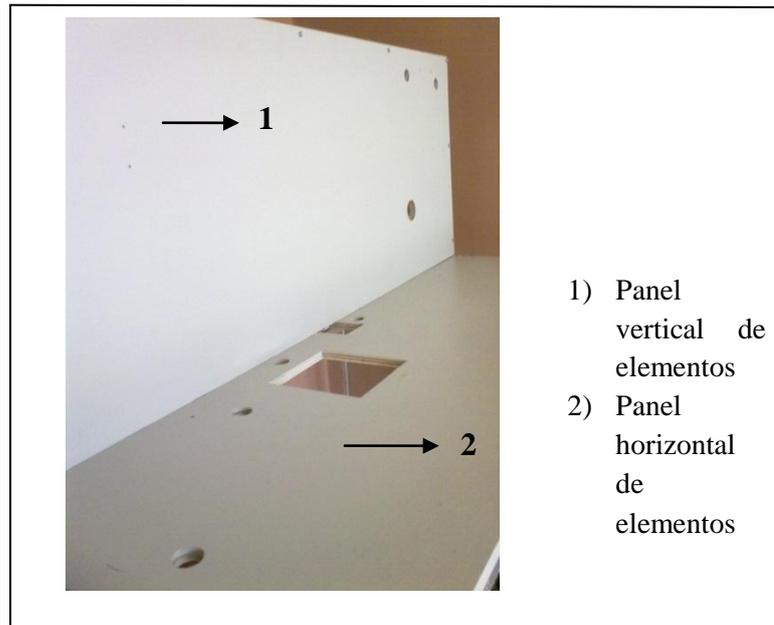


Para las zonas de trabajo del banco se escogieron paneles de madera de 15 mm de espesor por las siguientes razones:

- Facilidad y rapidez para realizar cortes y perforaciones.
- Peso reducido en comparación a materiales metálicos.
- Resistencia adecuada para los fines de trabajo.
- Precios más económicos respecto a materiales metálicos.

Se construyó dos paneles con las medidas propias del diseño en los cuales se realizó los agujeros y cortes necesarios para la instalación de los distintos elementos y herramientas que posee el banco de comprobación; posteriormente, estos paneles fueron sometidos a un proceso de pulido, pintado y lacado que ayudan a este material a ser menos inflamable y más resistente a la humedad - véase fig. 3-4 -. La instalación de los paneles a la estructura se hizo por medio de pernos con punta de broca de 25.4 mm -1 pulg- de largo para una fijación segura.

Fig. 3-4: Paneles de elementos



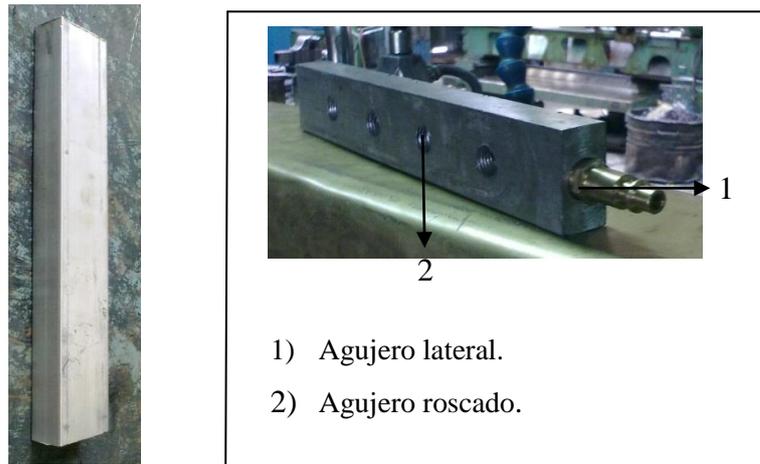
3.2) Construcción e instalación de elementos mecánicos

3.2.1) Construcción e instalación de comprobador y limpiador de inyectores por ultrasonido

3.2.1.1) Construcción del riel de inyección

El riel de inyectores se construyó a partir de una barra de aluminio de 222 mm de largo, 38 mm de ancho y 22 mm de espesor. Con estas medidas se pudo elaborar el riel en base al diseño realizado en el capítulo II. El maquinado de esta pieza se lo realizó en un torno con diferentes tipos de cuchillas y brocas especiales para trabajar en aluminio; de igual forma, con el fin de preservar las propiedades del material, las velocidades de trabajo no deben ser excesivas. La barra - fig. 3-5b - cuenta con un agujero lateral -1- para el ingreso de combustible y cuatro agujeros -2- con rosca M12 x 1.25 mm en la parte inferior para instalar los acoples de los inyectores.

Fig. 3-5: Riel de Inyección



a) Materia prima

b) Riel Terminada

3.2.1.2) Construcción de acoples para el riel de inyección

Los acoples para el riel de inyección se construyeron de una barra cilíndrica de aluminio de 22 mm de diámetro y 360 mm de largo, la cual se debe maquinar para obtener los ocho acoples para inyectores planificados en el diseño del capítulo II. Al igual que para el riel, las herramientas utilizadas y las velocidades de trabajo del torno son primordiales para conservar las propiedades del material y el acabado de las piezas. Los ocho acoples construidos se dividen en dos grupos de cuatro, cuya única diferencia entre estos es el diámetro del agujero inferior⁵ donde se colocan los inyectores.

Fig. 3-6: Acoples para inyectores



a) Materia prima

b) Acoples terminados

⁵ Véase fig. 2-8, Capítulo II

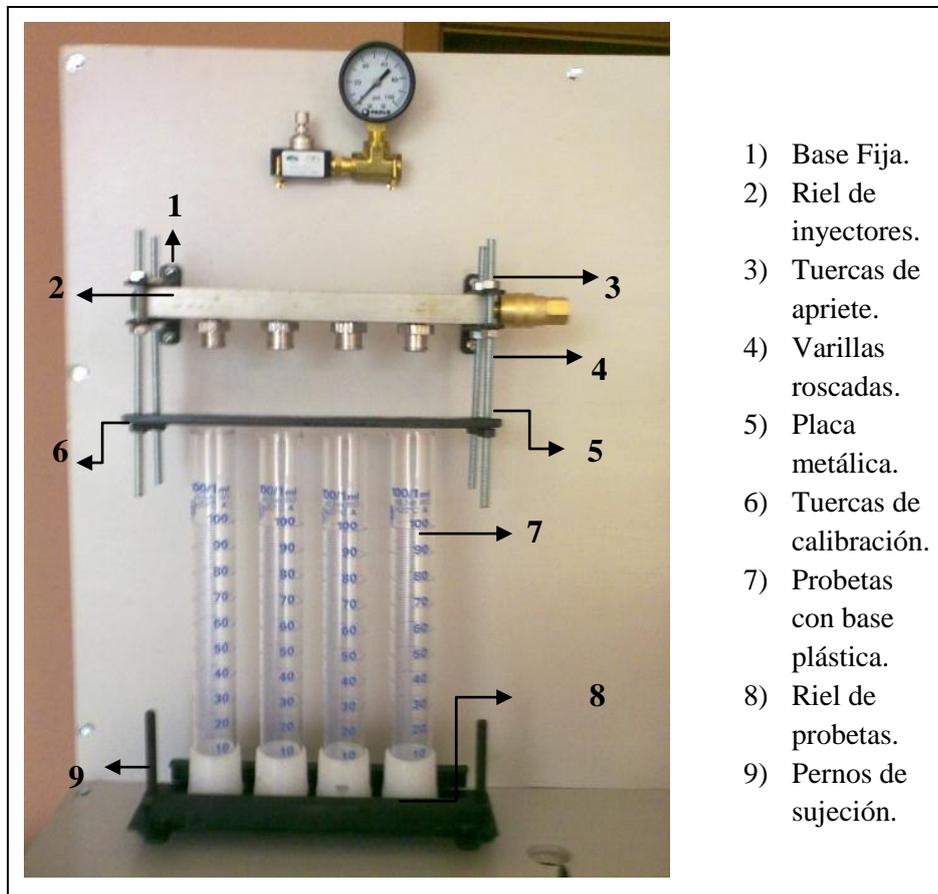
3.2.1.3) Instalación de riel de inyectoros - Fig. 3-7 -

Para instalar el riel de inyectoros al banco se fijaron dos bases -1- en el panel vertical de madera. Estas bases sujetan al riel -2- por medio de cuatro tuercas de apriete -3- colocadas en dos varillas roscadas -4- de 6.35 mm -1/4 pulg- de diámetro, en las cuales también se desliza una placa metálica -5- que sirve como base inferior de los inyectoros que se instalen en el riel y cuya calibración se realiza con otro grupo de tuercas -6-.

3.2.1.4) Instalación de probetas - Fig. 3-7 -

Para instalar las cuatro probetas de vidrio -7- con sus bases plásticas, se construyó un riel -8- y se lo aseguró al banco por medio de dos pernos -9- de 9.53 mm - 3/8 pulg- de diámetro. Fue de vital importancia al momento de la instalación verificar la distancia de ubicación de todo este conjunto con respecto a la ubicación del riel de inyectoros.

Fig. 3-7: Conjunto riel y probetas



3.2.1.5) Instalación del depósito para comprobar los inyectores

Para instalar este depósito en el banco, se destinó un lugar en la parte posterior del panel vertical; en este espacio se soldó una base que consta de tres segmentos de tubo estructural - 19.05 mm -3/4 pulg- -, en la cual se asienta el depósito.

Fig. 3-8: Depósito



3.2.1.6) Instalación de tina de ultrasonido

A la tina de ultrasonido se la ubicó en el panel horizontal donde se puede apreciar con facilidad su funcionamiento; además, se verificó que los conectores alimentados con 12V, para activar las válvulas inyectoras, estén próximos a la tina con el fin de colocarlas dentro de la misma para efectos de limpieza.

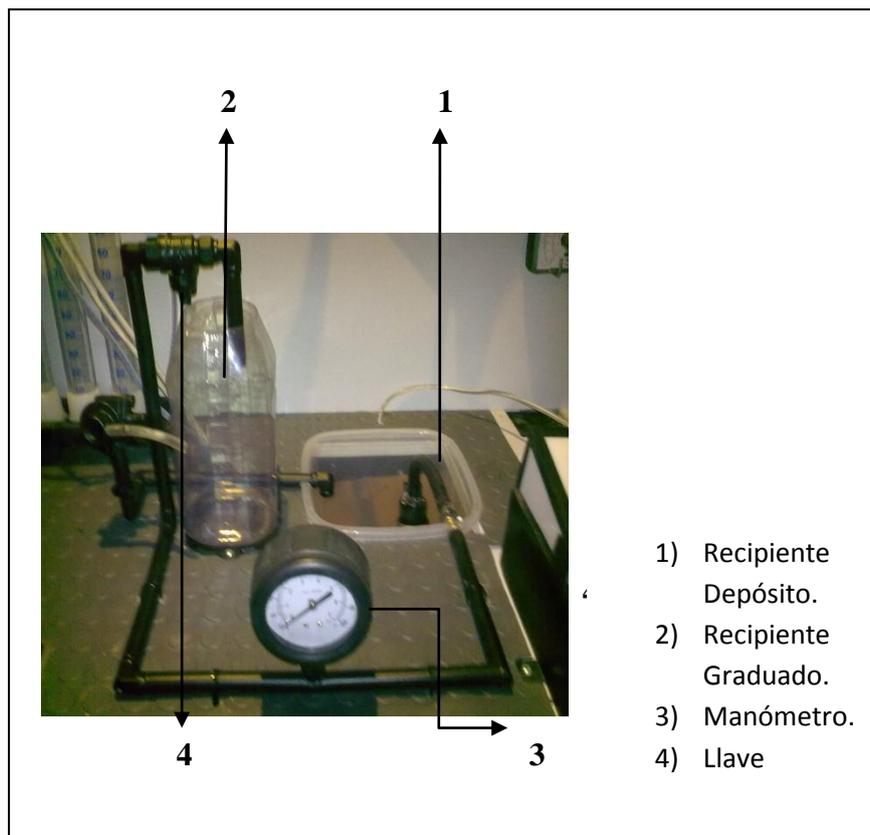
Fig. 3-9: Tina ultrasónica



3.2.2) Instalación de recipientes para comprobar bombas de gasolina - Fig. 3-10 -

Para la comprobación de las bombas de gasolina se dispuso de dos recipientes. El primer recipiente es un depósito -1- donde irá colocada la bomba de gasolina que se desee comprobar, este recipiente va empotrado en el panel horizontal de elementos. El segundo es un recipiente graduado -2- de 1 litro de capacidad que va asentado sobre el panel horizontal de elementos en su zona predestinada para que se pueda visualizar fácilmente los valores que entreguen las pruebas, además, esto facilita el vaciado de este recipiente una vez que se finalice la prueba. Entre los dos recipientes, se coloca un manómetro -3- y una llave -4- con el fin de medir la presión entregada por la bomba. Además, se instaló una válvula reguladora de presión -5- con el fin de evitar sobrepresiones que puedan causar averías en el circuito.

Fig. 3-10: Conjunto comprobador de bombas



3.2.3) Construcción del conjunto generador de flujo de aire - Fig. 3-11-

La elaboración de este conjunto parte de la construcción de una carcasa cuadrada -1- adecuada para situar en su interior un generador de aire y su conducto de salida -2-. La carcasa en su interior cuenta con un apoyo para mantener el generador y su conducto fijos y tiene una cara hueca para permitir una toma de aire para el generador y por donde se extrae el mismo en caso de posibles verificaciones o mantenimientos que se puedan dar al mismo. La carcasa es acoplada al banco por medio de cuatro tornillos acerados -3- de 3.175 mm -1/8 pulg- en cuatro puntos para garantizar la estabilidad en el funcionamiento y correcta fijación.

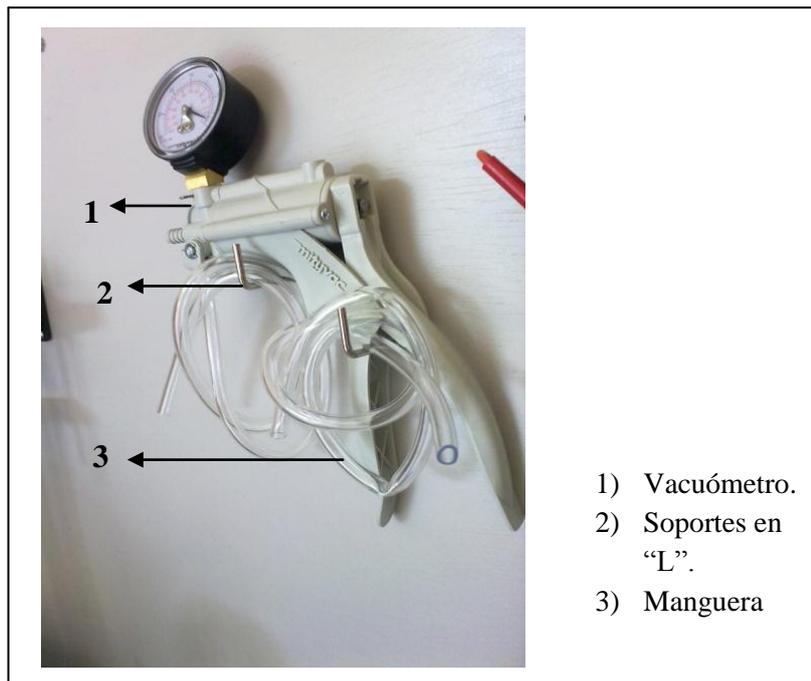
Fig. 3-11: Conjunto generador de flujo de aire



3.2.4) Instalación de vacuómetro y bomba de vacío - Fig. 3-12 -

Para la instalación del vacuómetro -1- al banco se dispuso de dos soportes en “L” -2- empernados al tablero vertical de elementos, los mismos que sostienen al elemento y permiten una remoción rápida para las pruebas, el elemento cuenta con una manguera de conexión -3- propia para su acople a los sensores MAP.

Fig. 3-12: Vacuómetro



3.2.5) *Instalación para comprobar sensores IAT - Fig.3-13 -*

Para comprobar los sensores IAT se dispone del conducto de salida del generador de flujo de aire - véase fig. 3-11 -, el cual cuenta con un orificio -1- donde se introduce el sensor de modo que este en contacto directo con la salida de aire.

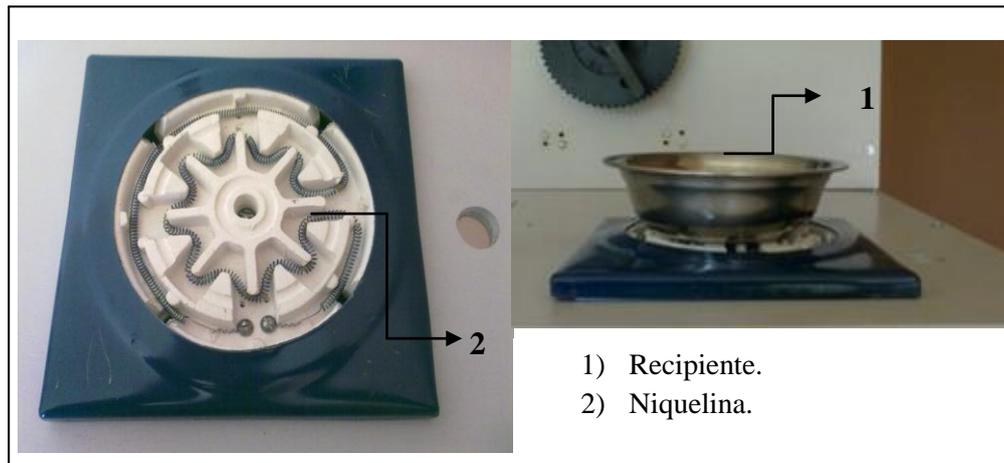
Fig. 3-13: Conducto de salida de aire



3.2.6) *Instalación del sistema para calentar líquidos - Fig.3-14 -*

El sistema cumple la función de calentar el líquido colocado en el recipiente -1- desde la temperatura ambiente hasta una temperatura de 90°C; esto se consigue, con la niquelina -2- que funciona con una alimentación de 110V y está empotrada en el tablero horizontal de elementos.

Fig. 3-14: Calefactor de líquido



3.2.7) *Instalación de motor eléctrico para comprobar sensores CKP y CMP*

3.2.7.1) *Instalación de motor eléctrico - Fig.3-15 -*

El motor eléctrico -1- se ubicó en la parte posterior del panel vertical de elementos con dos soportes en “L” -2- que se sujetan al panel por medio de pernos con sus respectivas tuercas; además, el panel cuenta con un agujero por donde pasa el eje a la parte frontal.

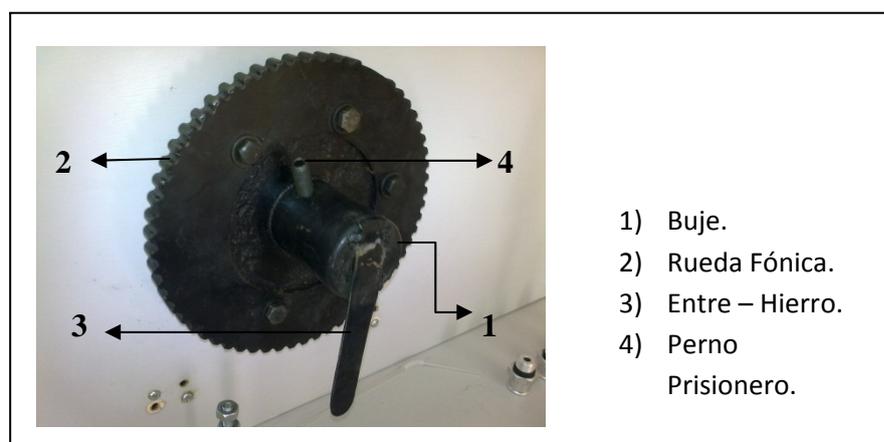
Fig. 3-15: Motor eléctrico



3.2.7.2) Construcción e instalación de rueda fónica y entrehierro -Fig. 3-16 -

Se construyó un buje -1- de diámetro interior igual al diámetro del eje del motor y de 7cm de largo, al cual se soldó una placa circular que sostiene a la rueda fónica -2- y una platina delgada -3- ubicada en el extremo, para la comprobación de sensores hall. Para que el conjunto gire solidario, se lo aseguró con un perno “prisionero” -4-.

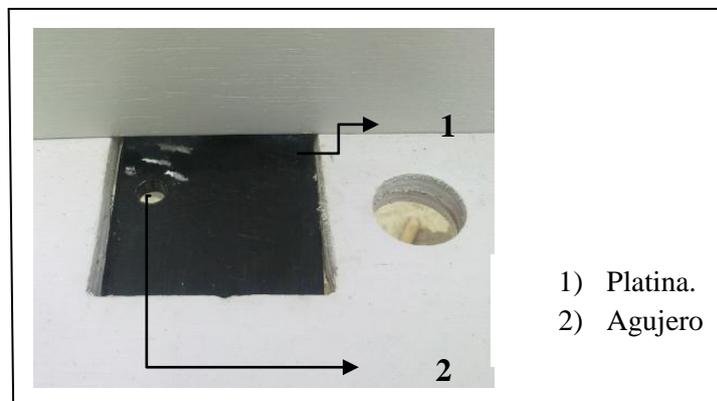
Fig. 3-16: Rueda fónica/entrehierro



3.2.8) Construcción e instalación de platina para comprobar knock sensor - Fig. 3-17 -

Para comprobar sensores knock se conformó una platina -1- de 7.5 cm de largo, 8 cm de ancho y 0.9 cm de espesor, en la cual se practicó un agujero -2- de 10 mm de diámetro que permite sujetar al sensor por medio de un perno y una tuerca. Para su instalación se utilizó la zona central del panel horizontal de forma que sea la estructura metálica su base.

Fig. 3-17: Platina para comprobar el knock

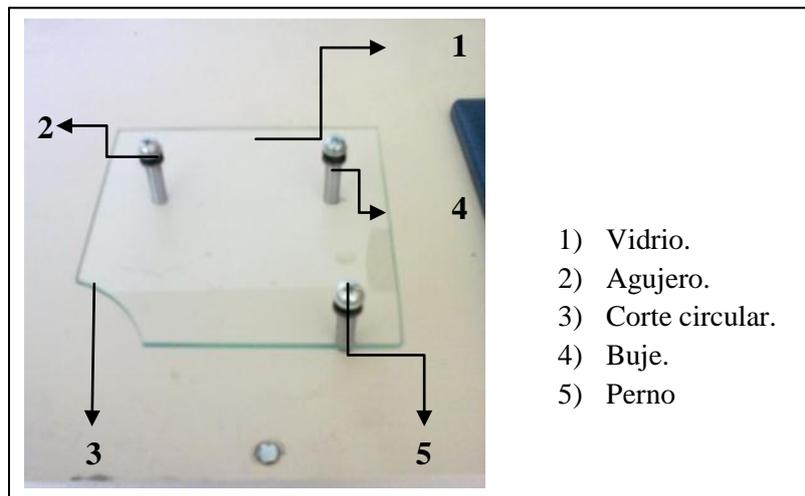


3.2.9) Construcción e instalación del elemento graduado para comprobar TPS - Fig. 3-18 -

El material escogido para la construcción de este elemento fue un vidrio de cuatro líneas pulido -1- con una forma cuadrada de 13 cm de lado, al cual se le practicaron tres agujeros -2- y un corte -3- a 3 cm de radio para la ubicación del sensor TPS; los agujeros, se apoyan sobre tres bujes -4- por donde pasan los pernos -5- de 3.175 mm -1/8 pulg- de diámetro para su fijación.

Para poder realizar una medición precisa, se elaboró una impresión donde se indican los ángulos de apertura - Tc^6 , 30° , 45° , 60° , Ta^7 - a los cuales se realizarán las pruebas de este sensor.

Fig. 3-18: Comprobador de TPS



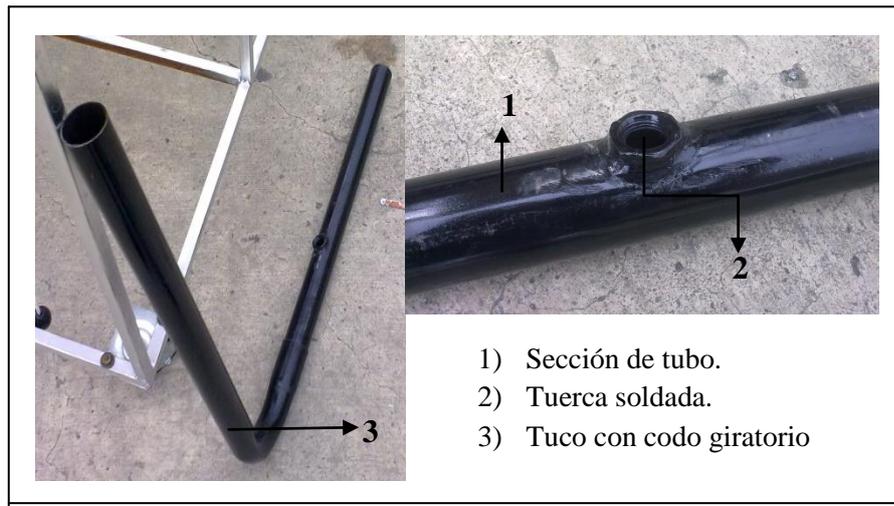
3.2.10) Construcción e instalación de conducto para comprobar sensor O_2 – Fig. 3-19 -

Para la comprobación de los sensores O_2 se utilizó una sección de tubo de escape -1- de 60 cm de largo, al cual se le soldó una tuerca -2- con rosca de 12.7 mm -1/2 pulg- de paso⁸ y en la salida se acopló un codo giratorio con una sección adicional de tubo -3- de 70 cm de largo que se instala al tubo de escape de los vehículos. Este conjunto se instaló en la parte lateral derecha del banco.

⁶ Tc = TPS totalmente cerrado

⁷ Ta = TPS totalmente abierto

⁸ Rosca universal para sensor O_2

Fig. 3-19: Comprobador de sensor O₂

3.3) Construcción e Instalación de circuitos electrónicos de comprobación de sensores y actuadores

3.3.1) Construcción

En base a los diseños que se presentó en el capítulo II, se construyó una tarjeta prototipo cuyo integrado principal es un microcontrolador PIC de la familia 18, el cual comanda periféricos externos, controla el ingreso de datos por medio de un teclado matricial y presenta datos mediante una pantalla de cristal líquido. El microcontrolador empleado es un PIC 18F4550, en base a este se desarrollo un “firmware” -software para el microcontrolador- en MPLAB IDE, el cual es un entorno integrado de diseño para el desarrollo de aplicaciones exclusivamente para los microcontroladores de Microchip, en el mismo se puede emplear lenguaje ensamblador ASM o lenguaje C. Para nuestro diseño se usa como lenguaje de programación el lenguaje “C”, debido a la mayor facilidad de programación.

El firmware permite controlar los siguientes procesos:

- Generar pulsos digitales, para comprobar y limpiar válvulas inyectoras, con la posibilidad de variar el ancho de pulso, la frecuencia de trabajo, y el tiempo de duración de las pruebas.

- Generar secuencias y pulsos eléctricos, para comprobar el funcionamiento de las válvulas de paso adicional de aire IAC.
- Manejar una interfaz gráfica para el operario, la cual permite seleccionar parámetros a través de un teclado matricial y visualizar los parámetros establecidos en una pantalla LCD.

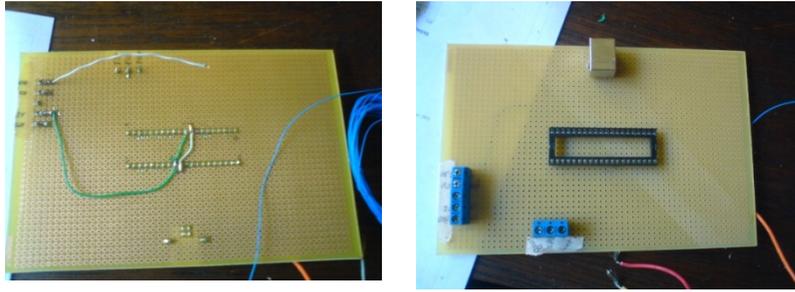
Una vez desarrollado el firmware, se procedió a realizar pruebas experimentales de funcionamiento, para corroborar que el firmware y el hardware trabajan correctamente - véase fig. 3-20 -. El hardware, se diseñó y se montó primariamente en un protoboard, debido a algunas ventajas que se presentan en la fase de diseño, como la facilidad realizar cambios entre conexiones y ahorro de tiempo.

Fig. 3-20: Pruebas experimentales



Comprobado el funcionamiento del hardware y el firmware, con las especificaciones planteadas, se procedió a desarrollar los circuitos en tarjetas de cobre para prototipos - véase fig. 3-21 -. En las tarjetas prototipo es necesario ubicar de una manera adecuada los componentes, para poder soldar sin problemas y que las conexiones sigan una cierta secuencia.

Fig. 3-21: Tarjetas de cobre para prototipos



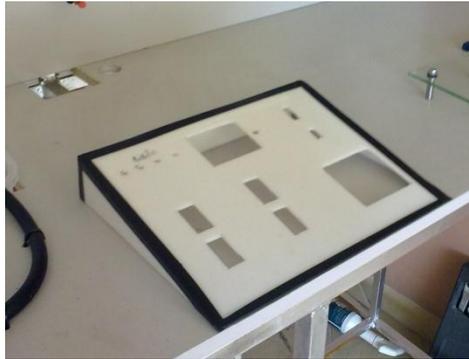
3.3.2) *Instalación*

3.3.2.1) Panel de control

Para manejar y poner en funcionamiento los distintos elementos con las que cuenta el banco de pruebas, se construyó en la sección central del tablero horizontal de elementos un panel de control, el mismo que se distribuyó ergonómicamente en una plancha de metacrilato – véase fig. 3-22 -, debido a la facilidad que este presenta para su conformación geométrica, y debido a que reducirá el riesgo de una descarga eléctrica en caso de que exista una para el operario. El panel de control, cuenta con los siguientes controles e indicadores:

- El “display” de visualización que indica la función que ejecuta el banco.
- El teclado matricial para seleccionar los parámetros de control del programa.
- Cuatro indicadores “led” que muestran el estado de funcionamiento de las bobinas de las válvulas IAC.
- Un “led” que indica si el circuito electrónico de los inyectores está encendido.
- Cuatro interruptores que comandan: el encendido de la fuente de alimentación, el calentador de líquido, el motor eléctrico y la bomba del comprobador de inyectores.
- Dos interruptores para el control del generador de flujo de aire.

Fig. 3-22: Elaboración de panel de control



3.3.2.2) Ubicación de los circuitos electrónicos

La instalación de los circuitos electrónicos, que operan en el banco, se los realizó en la parte interior del panel de control; con el fin de, mantenerlos exentos de humedad o calor excesivo.

3.3.2.3) Ubicación de fuente de alimentación

La fuente de alimentación se la ubicó por la zona central posterior del banco, con el propósito de reducir largos cableados y tener una correcta cobertura de todos los circuitos.

Fig. 3-23: Fuente de alimentación



3.4) Ubicación de los equipos para medición

La ubicación de los equipos de medición y visualización -Osciloscopio, multímetro digital y multímetro analógico- en el banco se realizó colocando soportes en “L” en las zonas predeterminadas para ubicarlos; cada instrumento cuenta con dos soportes o puntos de apoyo para asegurar una correcta sujeción que al mismo tiempo facilita la manipulación de los mismos.

Fig. 3-24: Instrumentos de medición



a) Multímetros



b) Osciloscopio

CAPITULO IV

PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO

Previo a la realización de las pruebas en los vehículos contemplados para el desarrollo del banco, se creó una base de datos, la misma que se presentó en el capítulo I⁹ en esta se explica el funcionamiento, conexión y comportamiento de cada uno de los sensores y actuadores; con esta fuente de información se pudo llevar a cabo las pruebas de funcionamiento de los distintos elementos del sistema de inyección electrónica de gasolina.

4.1) Procedimientos Generales

4.1.1) Alimentación

La alimentación de energía se toma desde la fuente de poder ubicada en la parte posterior; como se puede ver en la tabla 4.1, cada color de cable representa un voltaje:

Tabla 4.1: Código de colores para cableado

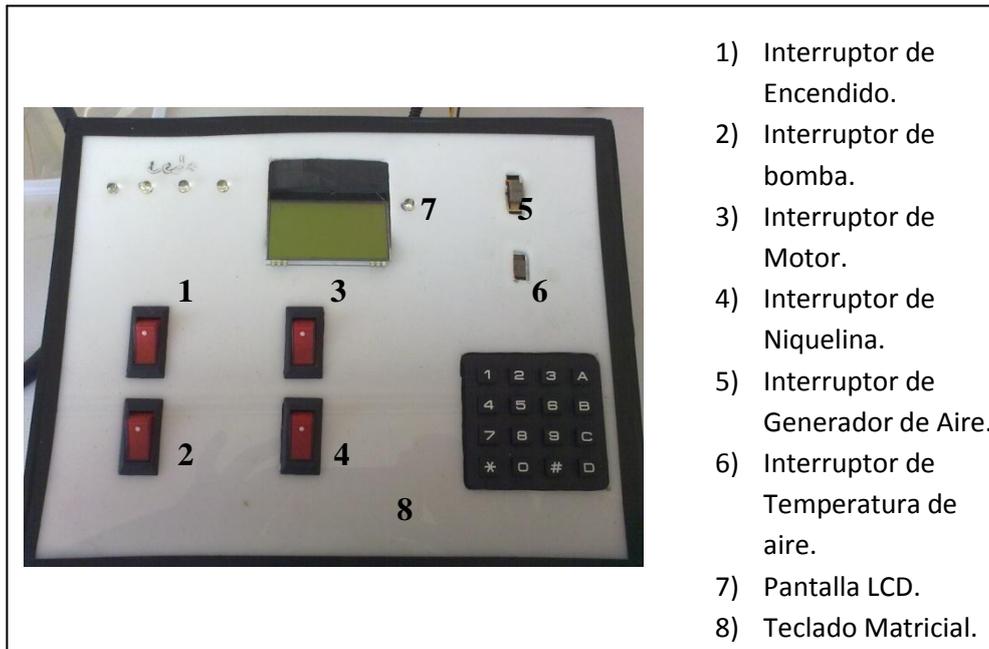
CÓDIGO DE COLORES DE CABLEADO DE ALIMENTACIÓN		
<i>Cable</i>	<i>Símbolo</i>	<i>Voltaje</i>
Azul	•	5 Volt.
Blanco	◦	12Volt.
Negro	●	GNR

⁹ Véase el capítulo I: 1.2, 1.3 y 1.4

4.1.2) *Panel de control*

Desde el panel se controlan todos los elementos que funcionan en el banco, por medio de un teclado matricial, una pantalla de cristal líquido y seis interruptores de encendido.

Fig. 4-1: Panel de Control



4.1.3) *Encendido*

Al tener varios elementos que necesitan una alimentación de 110V se instaló un supresor de picos, en el cual estarán conectados la fuente de poder, el generador de flujo de aire, el calefactor de líquido, el motor eléctrico y la tina de ultrasonido. Una vez que el banco cuente con la alimentación de 110V, el siguiente paso será ir al panel de control y poner en la posición “ON” el interruptor uno que activa la fuente de poder, para de esta manera obtener las alimentaciones de 5V y 12V que serán necesarias en la comprobación de los sensores y actuadores.

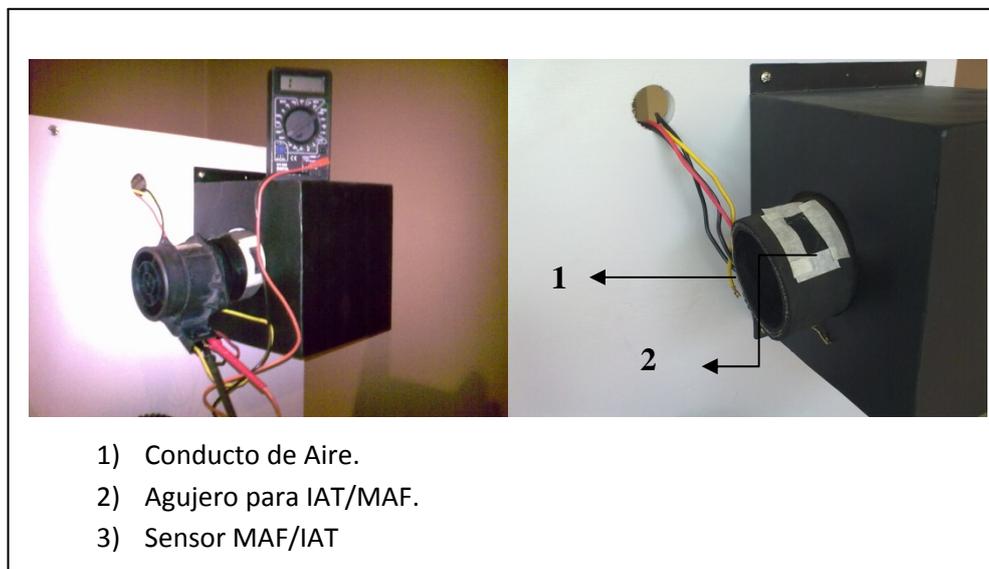
4.2) Comprobación y resultados de los sensores del sistema de inyección

A continuación se detalla como comprobar cada sensor de los distintos vehículos y los resultados que otorgaron las pruebas realizadas a los mismos.

4.2.1) *Generador de flujo de aire*

Se lo comanda desde el tablero de control por medio de dos interruptores; el cinco - fig. 4.1- de encendido que tiene tres posiciones: Alto -High-, Bajo -Low-, Apagado -Off- y el seis donde se puede variar la temperatura del aire, el mismo que cuenta únicamente con dos posiciones: Caliente -Hot-, Frío -Cold-. A la salida del generador se instaló un conducto de aire -1-, el cual tiene un orificio -2- donde se pueden comprobar los sensores IAT y además se puede instalar y comprobar los sensores MAF.

Fig. 4-2: Generador de flujo de aire.



4.2.1.1) Sensor MAF - Fig. 4-2 -

A este sensor se lo debe ubicar en la salida del conducto de aire, y, fijarlo según la conveniencia con una brida, acoples de hule o en caso que no necesite ningún tipo de sujeción, simplemente instalarlo. Según el voltaje que necesite el sensor, se lo alimenta con 5V o 12V; se enciende el generador de flujo de aire y se obtiene valores de voltaje en las posiciones BAJO -LOW-, ALTO -HIGH-, con el multímetro digital

para obtener datos de trabajo, o con el multímetro analógico para visualizar el funcionamiento.

Nota: Los sensores MAF pueden tener tres pines, uno para su alimentación, otro para su conexión a tierra y el tercero que entrega la señal de voltaje. Existen sensores MAF de cinco pines, en estos se debe tomar en cuenta que los dos conectores adicionales son la conexión del sensor IAT; es decir, es un elemento que integra a ambos sensores. En base a estas posibilidades, se recomienda siempre identificar los distintos conectores y su función antes de realizar la prueba. A continuación se expone los resultados obtenidos para estos sensores en los distintos vehículos:

Tabla 4-2: Sensor MAF, Grand Vitara “tres pines”

Sensor MAF, Chevrolet GRAND VITARA G16			
V. Funcionamiento:	12V.	Observación:	Localizado después del filtro de aire.
Intensidad de Flujo		Resultado	
Low Flow		7.17V	
High Flow		7.28V.	

Fig. 4-3: Conexión MAF, Grand Vitara

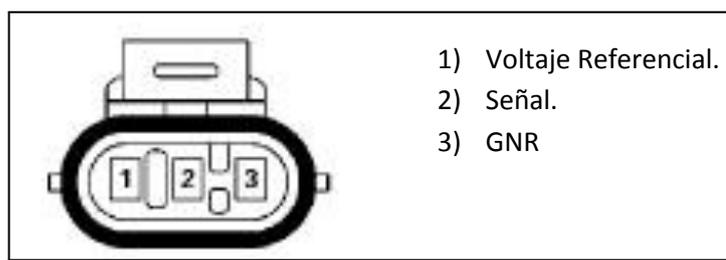


Tabla 4-3: Sensor MAF, Accent “cinco pines”

Sensor MAF, Hyundai ACCENT GLS			
V. Funcionamiento:	12V.	Observación:	Integra al sensor IAT
Intensidad de Flujo		Resultado	
Low Flow		2.15V	
High Flow		2.82V	

Fig. 4-4: Conexión MAF, Accent

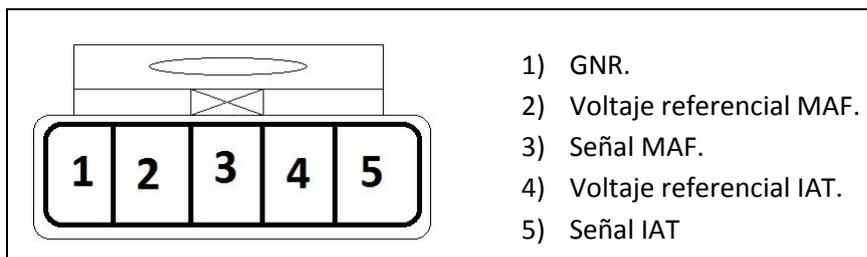


Tabla 4-4: Sensor MAF, Tucson “cinco pines”

Sensor MAF, Hyundai TUCSON 2.0 DOHC			
V. Funcionamiento:	12V.	Observación:	Integra al sensor IAT
Intensidad de Flujo			Resultado
Low Flow			2.39V
High Flow			2.59V

Fig. 4-5 Conexión MAF, Tucson

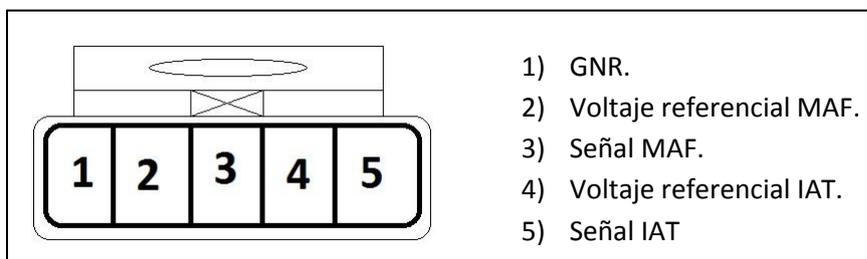


Tabla 4-5: Sensor MAF, Santa Fe “cinco pines”

Sensor MAF, Hyundai SANTA FE 2.7			
V. Funcionamiento:	12V.	Observación:	Integra al sensor IAT
Intensidad de Flujo			Resultado
Low Flow			2.36V
High Flow			2.53V

Fig. 4-6: Conexión MAF, Santa Fe

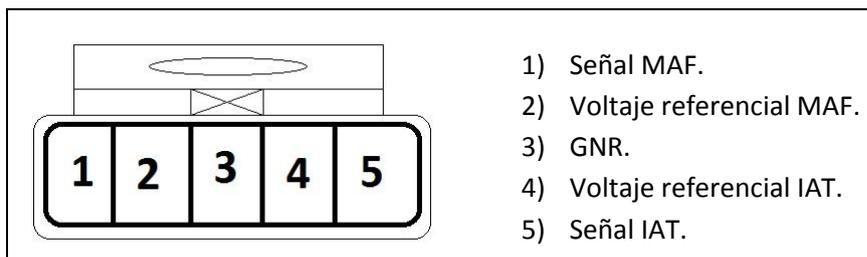


Tabla 4-6: Sensor MAF, Corolla “cinco pines”

Sensor MAF, Toyota COROLLA 1ZZ			
V. Funcionamiento:	12V.	Observación:	Integra al sensor IAT
Intensidad de Flujo			Resultado
Low Flow			1.83V.
High Flow			2.05V.

Fig. 4-7: Conexión MAF, Corolla

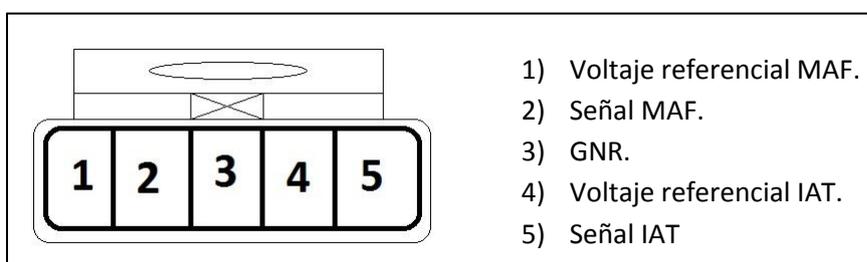


Tabla 4-7: Sensor MAF, Yaris “cinco pines”

Sensor MAF, Toyota YARIS 1ZN			
V. Funcionamiento:	12V.	Observación:	Integra al sensor IAT
Intensidad de Flujo			Resultado
Low Flow			1.80V
High Flow			2.24V

Fig. 4-8: Conexión MAF, Yaris

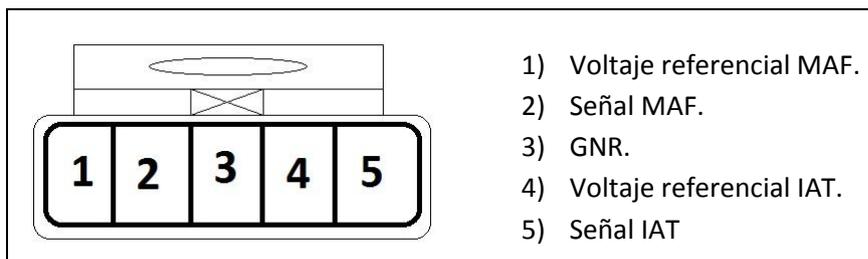


Tabla 4-8: Sensor MAF, Rav4 “cinco pines”

Sensor MAF, Toyota RAV4 1ZZ 4x2			
V. Funcionamiento:	12V.	Observación:	Integra al sensor IAT
Intensidad de Flujo			Resultado
Low Flow			1.74V
High Flow			2.25V.

Fig. 4-9: Conexión MAF, Rav4

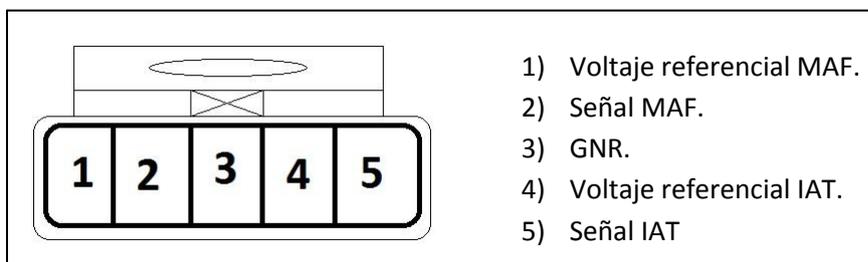
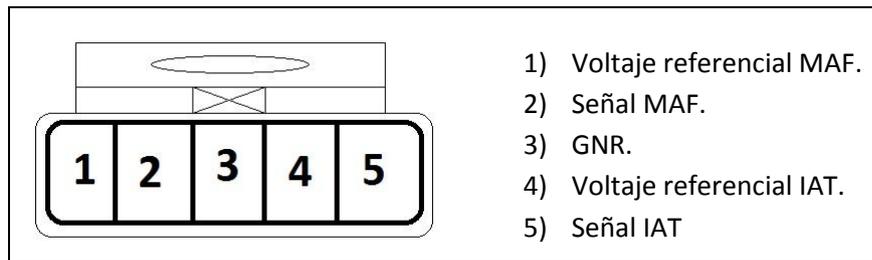


Tabla 4-9: Sensor MAF, Hilux “cinco pines”

Sensor MAF, Toyota HILUX			
V. Funcionamiento:	12V.	Observación:	Integra al sensor IAT
Intensidad de Flujo			Resultado
Low Flow			1.28V.
High Flow			2.32V.

Fig. 4-10: Conexión MAF, Hilux.



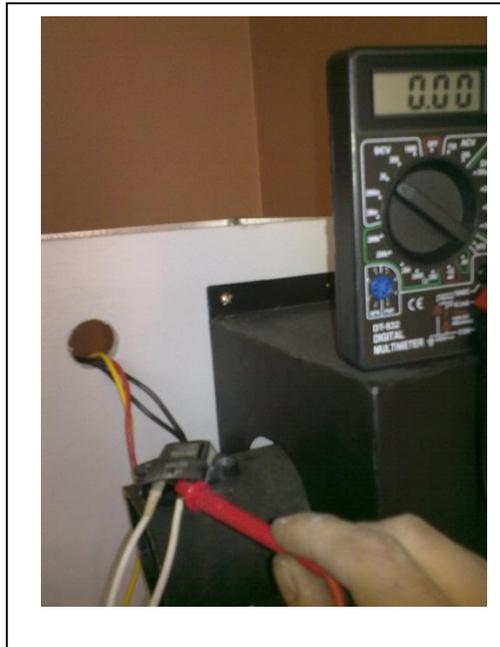
4.2.1.2) Sensor IAT - Fig. 4-11

Se lo ubica en el orificio del conducto de aire; se enciende el generador de flujo en posición BAJO -LOW- y se obtienen los valores de resistencia variando la temperatura del aire en las posiciones CALIENTE -HOT- - FRÍO -COLD-. Para extraer datos de trabajo se utiliza el multímetro digital y para visualizar el funcionamiento el multímetro analógico, ambos en la función de óhmetro.

Notas:

- Se debe tener en cuenta que el sensor IAT puede venir integrado dentro del sensor MAF o MAP; por lo tanto, se debe identificar primero los dos conectores de este termistor, haciendo uso de las figuras expuestas en este capítulo, para realizar la conexión del sensor de flujo ó del sensor de presión absoluta.
- En casos específicos, cuando el sensor IAT está integrado a otro sensor - Hyundai Santa Fe 2.7cc -, el sensor debe ser alimentado con los voltajes de trabajo para poder medir la variación de resistencia.
- El voltaje referencial de trabajo de estos sensores es de 5V.

Fig. 4-11: Comprobación de sensor IAT



Los resultados que se obtuvieron al comprobar los sensores IAT de los distintos vehículos se presentan a continuación:

Tabla 4-10: Sensor IAT, Aveo

Sensor IAT, Chevrolet AVEO1.4 ECTT-II			
V. Funcionamiento:	5V.	Observación:	Ubicado después del filtro de aire
Temperatura de Prueba			Resultado
Low Temp: 14,4° a 25,0°			2.53KΩ
High Temp. 55,0° a 70,0°			1.59KΩ

Nota: El sensor IAT, del Chevrolet Aveo, Grand Vitara, Luv D-Max, no están integrados a ningún otro sensor, poseen dos pines, son termistores normales y por esta razón el orden de conexión para realizar las pruebas no es determinante.

Tabla 4-11: Sensor IAT, Grand Vitara

Sensor IAT, Chevrolet GRAND VITARA G16			
V. Funcionamiento:	5V.	Observación:	Localizado en la tapa del filtro de aire
Temperatura de Prueba		Resultado	
Low Temp: 14,4° a 25,0°		2.45KΩ	
High Temp: 55,0° a 70,0°		0.58KΩ	

Tabla 4-12: Sensor IAT, Luv D-Max

Sensor IAT, Chevrolet LUV D-MAX 2.4			
V. Funcionamiento:	5V.	Observación:	Ubicado después del filtro de aire
Temperatura de Prueba		Resultado	
Low Temp: 14,4° a 25,0°		5.50KΩ	
High Temp: 55,0° a 70,0°		0.99KΩ	

Tabla 4-13: Sensor IAT, Corsa Evo

Sensor IAT, Chevrolet CORSA EVO.			
V. Funcionamiento:	5V.	Observación:	Integrado al MAP, alimentación común
Temperatura de Prueba		Resultado	
Low Temp: 14,4° a 25,0°		1.08KΩ	
High Temp: 55,0° a 70,0°		2.35KΩ	

Tabla 4-14: Sensor IAT, Getz

Sensor IAT, Hyundai GETZ GL.			
V. Funcionamiento:	5V.	Observación:	Sensor integrado al sensor MAP
Temperatura de Prueba		Resultado	
Low Temp: 14,4° a 25,0°		5,65 KΩ	
High Temp: 55,0° a 70,0°		5,73 KΩ	

Tabla 4-15. Sensor IAT, Accent.

Sensor IAT, Hyundai ACCENT GLS			
V. Funcionamiento:	5V.	Observación:	Sensor integrado al sensor MAP
Temperatura de Prueba			Resultado
Low Temp: 14,4° a 25,0°			5,76 KΩ
High Temp: 55,0° a 70,0°			5,26 KΩ

Tabla 4-16: Sensor IAT, Tucson

Sensor IAT, Hyundai TUCSON 2.0 DOHC			
V. Funcionamiento:	5V.	Observación:	Sensor integrado al sensor MAF
Temperatura de Prueba			Resultado
Low Temp: 14,4° a 25,0°			0.51KΩ
High Temp: 55,0° a 70,0°			1.72KΩ

Tabla 4-17: Sensor IAT, Santa Fe

Sensor IAT, Hyundai SANTA FE 2.7			
V. Funcionamiento:	5V.	Observación:	Sensor integrado al sensor MAF
Temperatura de Prueba			Resultado
Low Temp: 14,4° a 25,0°			0.63KΩ
High Temp: 55,0° a 70,0°			1.89KΩ

Tabla 4-18: Sensor IAT, Corolla

Sensor IAT, Toyota COROLLA 1ZZ			
V. Funcionamiento:	5V.	Observación:	Sensor integrado al sensor MAF
Temperatura de Prueba			Resultado
Low Temp: 14,4° a 25,0°			2.45KΩ
High Temp: 55,0° a 70,0°			0.32KΩ

Tabla 4-19: Sensor IAT, Yaris

Sensor IAT, Toyota YARIS 1NZ			
V. Funcionamiento:	5V.	Observación:	Sensor integrado al sensor MAF
Temperatura de Prueba			Resultado
Low Temp: 14,4° a 25,0°			2.33KΩ
High Temp: 55,0° a 70,0°			0.31KΩ

Tabla 4-20: Sensor IAT, Rav4

Sensor IAT, Toyota RAV4 1ZZ 4x2.			
V. Funcionamiento:	5V.	Observación:	Sensor integrado al sensor MAF
Temperatura de Prueba			Resultado
Low Temp: 14,4° a 25,0°			2.33KΩ
High Temp: 55,0° a 70,0°			0.35KΩ

Tabla 4-21: Sensor IAT, Hilux

Sensor IAT, Toyota HILUX			
V. Funcionamiento:	5V.	Observación:	Sensor integrado al sensor MAF
Temperatura de Prueba			Resultado
Low Temp: 14,4° a 25,0°			1.12KΩ
High Temp: 55,0° a 70,0°			2.04KΩ

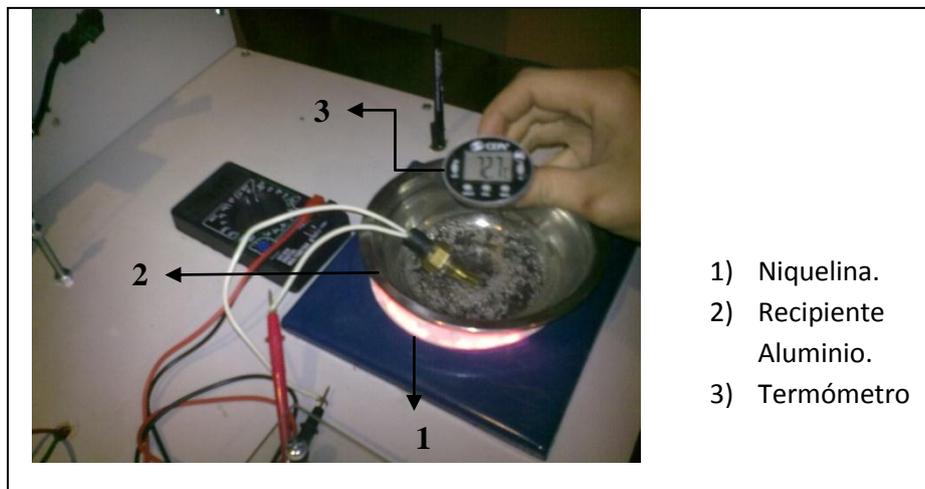
4.2.2) Sistema calefactor de líquido - Fig. 4-12 -

Es una niquelina -1- en donde se coloca un recipiente de aluminio -2- con el líquido que se desea calentar hasta la temperatura requerida, con la finalidad de comprobar los sensores ECT. Este elemento se lo comanda desde el tablero de control a través del interruptor cuatro de dos posiciones: Encendido -On-, Apagado -Off-. Vale recalcar que para conocer la temperatura a la que se encuentra el líquido en todo momento, se equipó al banco con un termómetro digital -3-.

4.2.2.1) Sensor ECT - Fig. 4-12 -

Con el recipiente lleno hasta la mitad con agua, se debe sumergir el sensor en el líquido y encender el calefactor. La variación de resistencia se comprueba a la par con la variación de temperatura. Para extraer datos de trabajo se utiliza el multímetro digital; y para visualizar el funcionamiento el multímetro analógico, ambos en la función de óhmetro.

Fig. 4-12: Comprobación de sensores ECT



Nota: Los sensores ECT son termistores que trabajan con un voltaje referencial de 5V; sin embargo, para su comprobación no es necesario alimentar de voltaje al sensor ya que la variación de resistencia varía con la variación de temperatura. Los resultados que se obtuvieron en las pruebas realizadas a los sensores ECT se enseñan a continuación:

Tabla 4-22: Sensor ECT, Aveo

Sensor ECT, Chevrolet AVEO ECTT – II			
V. Funcionamiento:	5V.	Observación:	Tipo NTC
Temperatura de trabajo			Resultado
15°			4.10KΩ
30°			2.11KΩ
45°			1.27KΩ
60°			0.94KΩ
75°			0.56KΩ
90°			0.21KΩ

Tabla 4-23: Sensor ECT, Grand Vitara

Sensor ECT, GRAND VITARA G16			
V. Funcionamiento:	5V.	Observación:	Tipo NTC
Temperatura de trabajo			Resultado
15°			5.40KΩ
30°			3.60KΩ
45°			2.75KΩ
60°			1.25KΩ
75°			0.72KΩ
90°			0.52KΩ

Tabla 4-24: Sensor ECT, Luv D-Max

Sensor ECT, Chevrolet LUV D - MAX 2.4			
V. Funcionamiento:	5V.	Observación:	Tipo NTC
Temperatura de trabajo			Resultado
15°			5.01KΩ
30°			3.95KΩ
45°			1.98KΩ
60°			0.91KΩ
75°			0.69KΩ
90°			0.45KΩ

Tabla 4-25: Sensor ECT, Corsa Evo

Sensor ECT, Chevrolet CORSA EVO			
V. Funcionamiento:	5V.	Observación:	Tipo NTC
Temperatura de trabajo			Resultado
15°			4.13KΩ
30°			2.17KΩ
45°			1.23KΩ
60°			0.84KΩ
75°			0.41KΩ
90°			0.25KΩ

Tabla 4-26: Sensor ECT, Getz

Sensor ECT, Hyundai GETZ GL.			
V. Funcionamiento:	5V.	Observación:	Tipo NTC
Temperatura de trabajo			Resultado
15°			4.35KΩ
30°			3.13KΩ
45°			2.06KΩ
60°			1.02KΩ
75°			0.66KΩ
90°			0.36KΩ

Tabla 4-27: Sensor ECT, Accent

Sensor ECT, Hyundai ACCENT GLS			
V. Funcionamiento:	5V.	Observación:	Tipo NTC
Temperatura de trabajo			Resultado
15°			4.17KΩ
30°			3.03KΩ
45°			1.99KΩ
60°			0.98KΩ
75°			0.65KΩ
90°			0.33KΩ

Tabla 4-28: Sensor ECT, Tucson

Sensor ECT, Hyundai TUCSON 2.0 DOHC			
V. Funcionamiento:	5V.	Observación:	Tipo NTC
Temperatura de trabajo			Resultado
15°			4.31KΩ
30°			2.71KΩ
45°			1.32KΩ
60°			0.89KΩ
75°			0.48KΩ
90°			0.31KΩ

Tabla 4-29: Sensor ECT – Santa Fe

Sensor ECT, Hyundai SANTA FE 2.7			
V. Funcionamiento:	5V.	Observación:	Tipo NTC
Temperatura de trabajo			Resultado
15°			4.27KΩ
30°			3.12KΩ
45°			1.30KΩ
60°			0.91KΩ
75°			0.59KΩ
90°			0.29KΩ

Tabla 4-30: Sensor ECT, Corolla

Sensor ECT, Toyota COROLLA 1ZZ			
V. Funcionamiento:	5V.	Observación:	Tipo NTC
Temperatura de trabajo			Resultado
15°			2.79KΩ
30°			2.02KΩ
45°			1.33KΩ
60°			0.80KΩ
75°			0.42KΩ
90°			0.28KΩ

Tabla 4-31: Sensor ECT – Yaris

Sensor ECT, Toyota YARIS 1ZN			
V. Funcionamiento:	5V.	Observación:	Tipo NTC
Temperatura de trabajo			Resultado
15°			2.79KΩ
30°			2.02KΩ
45°			1.36KΩ
60°			0.80KΩ
75°			0.46KΩ
90°			0.30KΩ

Tabla 4-32: Sensor ECT, Rav4

Sensor ECT, Toyota RAV4 1ZZ 4x2			
V. Funcionamiento:	5V.	Observación:	Tipo NTC
Temperatura de trabajo			Resultado
15°			2.82KΩ
30°			2.02KΩ
45°			1.31KΩ
60°			0.80KΩ
75°			0.45KΩ
90°			0.28KΩ

Tabla 4-33: Sensor ECT, Hilux

Sensor ECT, Toyota RAV4 1ZZ 4x2			
V. Funcionamiento:	5V.	Observación:	Tipo NTC
Temperatura de trabajo			Resultado
15°			3.95KΩ
30°			2.81KΩ
45°			1.69KΩ
60°			0.93KΩ
75°			0.42KΩ
90°			0.21KΩ

4.2.3) Rueda fónica y entrehierro

Este elemento es capaz de girar a una velocidad de 1800 rpm, y es impulsada por un motor de corriente alterna que se lo activa desde el tablero de control, por medio del interruptor tres que tiene dos posiciones: Encendido -On-, Apagado -Off-. La rueda fónica es capaz de comprobar los sensores de inducción CKP y con el entrehierro los sensores por efecto HALL que posean emisor y receptor.

4.2.3.1) Sensor CKP - Fig. 4-13 -

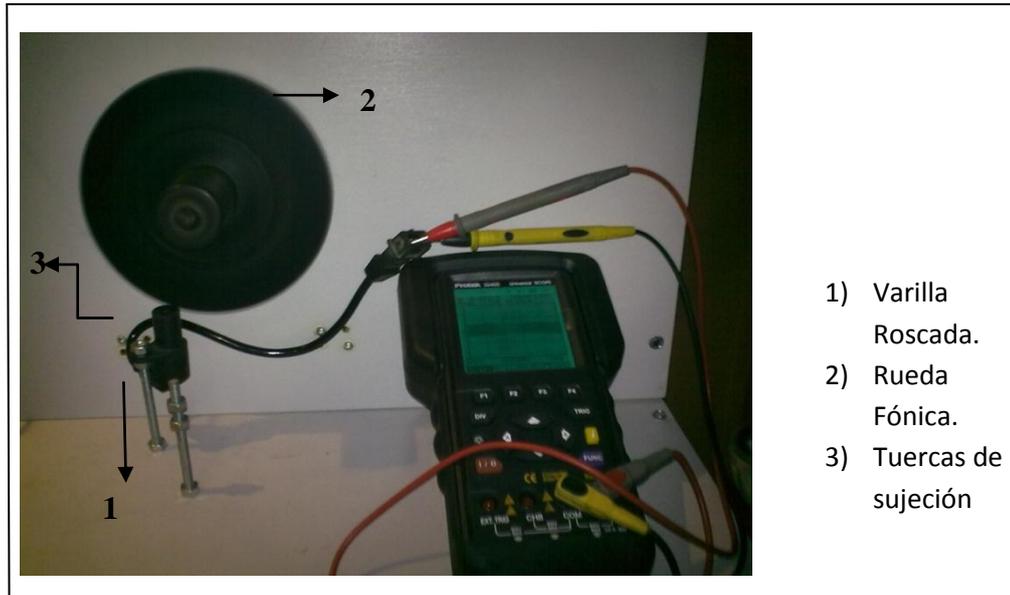
Se instala al sensor en la varilla roscada -1- donde se puede calibrar la distancia¹⁰ de éste con la rueda fónica -2- y se lo asegura con las tuercas de sujeción -3-. A continuación se conecta el osciloscopio al sensor, se regula los parámetros de división - voltaje, tiempo -, se enciende el motor eléctrico para generar la señal y sus características que se podrán visualizar en el osciloscopio.

Notas:

- La calidad de la señal obtenida dependerá sustancialmente de los valores de división que se asignen en el osciloscopio. Se recomienda asignar valores de división de 5V, 2ms ó 2V, 2ms.
- Los sensores CKP inductivos no necesitan ser alimentados para su comprobación; mientras que, los sensores de efecto Hall se alimentarán con 12 V.

¹⁰ La distancia entre el sensor CKP y la rueda fónica debe ser máximo 0.9 mm

Fig. 4-13: Comprobación de Sensores de posición



Al momento de comprobar estos sensores se debe prestar mucha atención al oscilograma; en el cual, se tiene que verificar que la señal sea constante y no presente interferencias. Además, es necesario ubicar el momento en que la señal cumple un periodo completo, tomándose como referencia el cambio en la señal producida por la ausencia de dentado en la rueda fónica para sensores inductivos; mientras que, para los sensores de efecto Hall se debe verificar la constante y periódica interferencia de flujo eléctrico ya que la ECU -Unidad electrónica de control- realiza un conteo de los flancos altos de la señal cuadrada para interpretar la posición del cigüeñal. Cualquier variación dentro de estos parámetros implica un fallo en el sensor¹¹. A continuación se ilustra los oscilogramas obtenidos para los sensores CKP de los distintos vehículos.

¹¹ Véase anexo 5: Señales típicas de sensores de posición en mal estado.

Fig. 4-14: Señal CKP, Aveo, Corsa Evo “Inductivo”



Fig. 4-15: Sensor CKP, Grand Vitara, Luv D-Max “Inductivo”

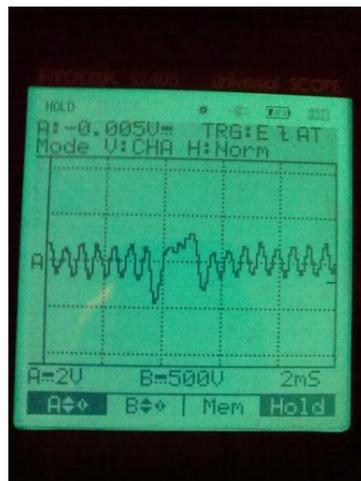


Fig. 4-16: Sensor CKP, Getz “Inductivo”



Fig. 4-17: Sensor CKP – Accent “Inductivo”

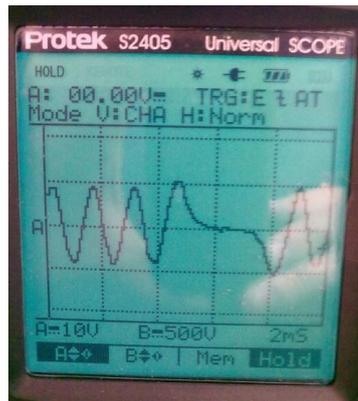


Fig. 4-18: Sensor CKP, Tucson, Santa Fe “Efecto Hall”

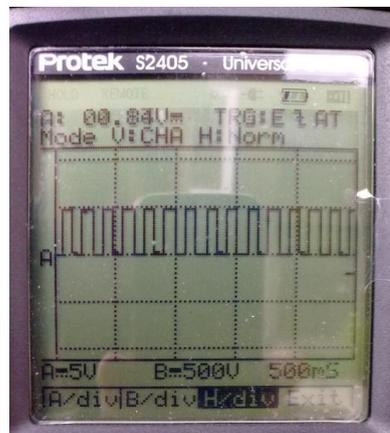


Fig. 4-19: Sensor CKP, Corolla “Inductivo”

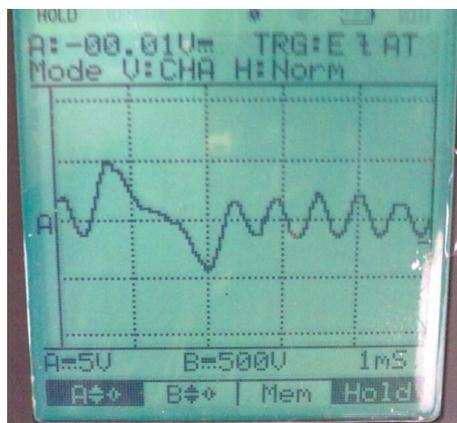


Fig. 4-20: Sensor CKP, Yaris “Inductivo”

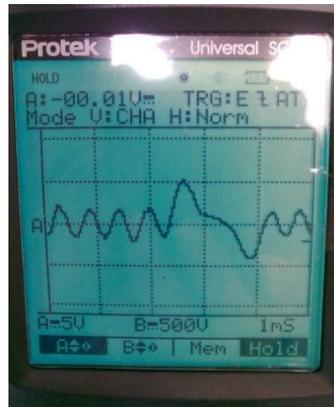
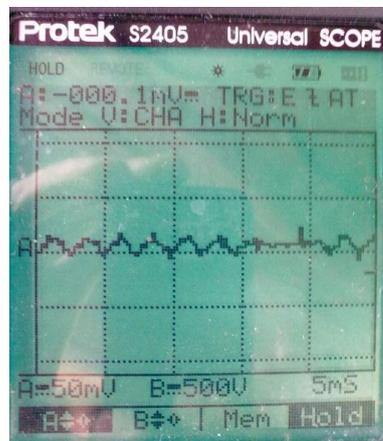


Fig. 4-21: Sensor CKP, Rav4 “Inductivo”



Fig. 4-22: Sensor CKP, Hilux “Inductivo”



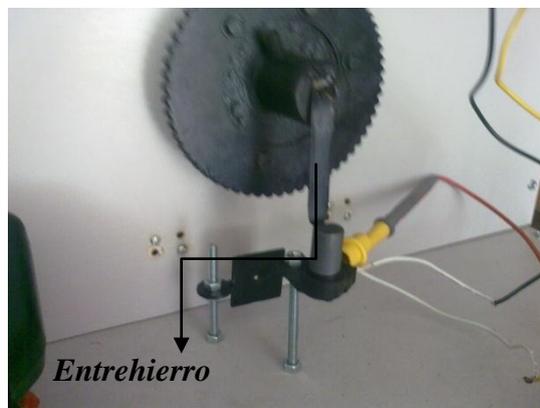
4.2.3.2) Sensor CMP - Fig. 4-23 -

Estos sensores son de efecto Hall en la mayoría de vehículos y pueden ser comprobados siempre y cuando, el sensor integre al emisor y receptor. Para los vehículos que se comprueban en el banco no se presentó este caso, sin embargo, se puede usar el osciloscopio para comprobar la señal de funcionamiento de estos sensores instalados en el vehículo; para lo cual se debe interceptar los pines de voltaje referencial y de señal, por medio de cables y conectarlos al osciloscopio. Por otro lado, si se trata de un sensor inductivo la comprobación se realiza como se demostró en el punto 4.2.3.1 de este capítulo.

Notas:

- Para comprobar sensores de tipo hall con emisor y receptor se hace uso del entrehierro, que gira conjuntamente con la rueda fónica.
- Los sensores de efecto hall necesitan alimentarse con 12 voltios para realizar su comprobación.

Fig. 4-23: Entrehierro para comprobar sensores de efecto Hall



Tal y como se dijo para los sensores CKP, la señal de los sensores CMP deben ser señales estables que no presenten interferencias y se debe constatar los periodos completos de las señales ya sean de tipo inductivo o de efecto hall. En las siguientes figuras se aprecia los oscilogramas obtenidos al comprobar los sensores CMP de los distintos vehículos.

Fig. 4-24: Señal CMP, Aveo “Efecto Hall”

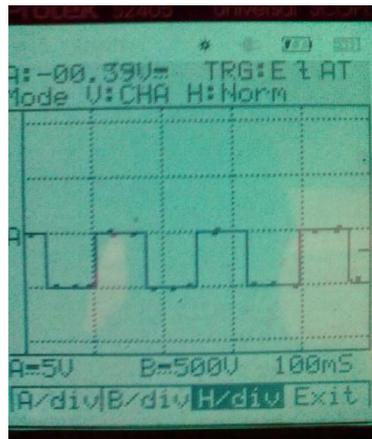


Fig. 4-25: Sensor CMP, Grand Vitara “Efecto Hall”

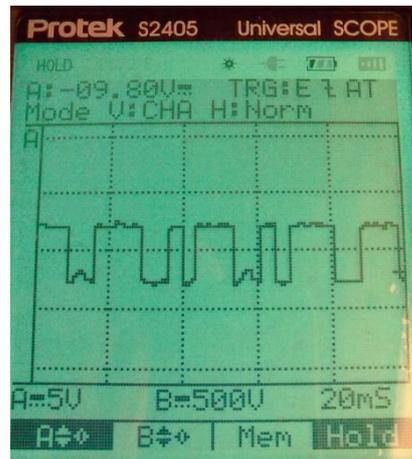


Fig. 4-26: Sensor CMP, Luv D-Max “Efecto Hall”

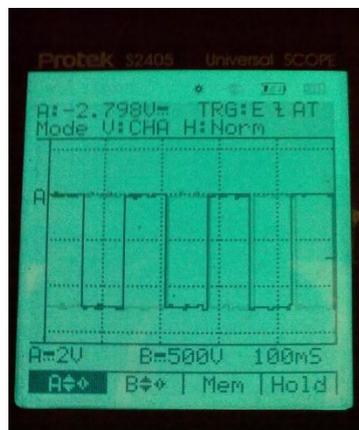


Fig. 4-27: Sensor CMP, Getz “Efecto Hall”

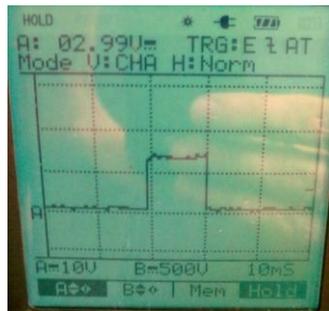


Fig. 4-28: Sensor CMP, Accent “Efecto Hall”

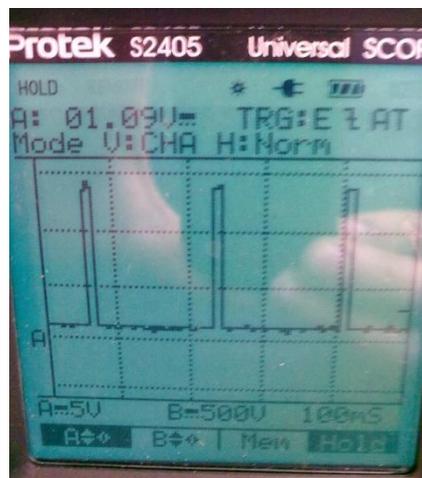


Fig. 4-29: Sensor CMP, Tucson, Santa Fe “Efecto Hall”

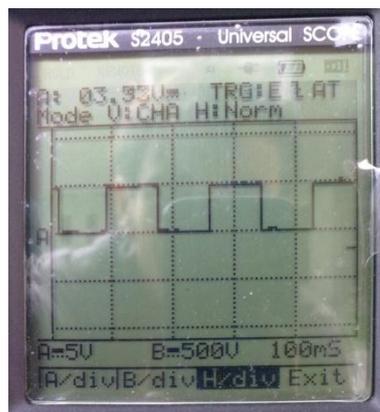


Fig. 4-30: Sensor CMP, Corolla "Inductivo"

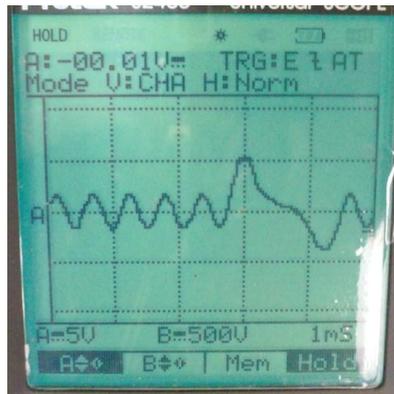


Fig. 4-31: Sensor CMP, Yaris "Inductivo"

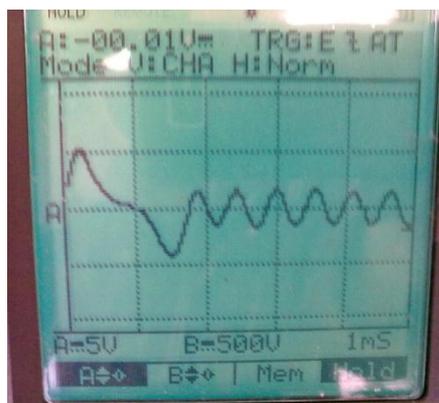
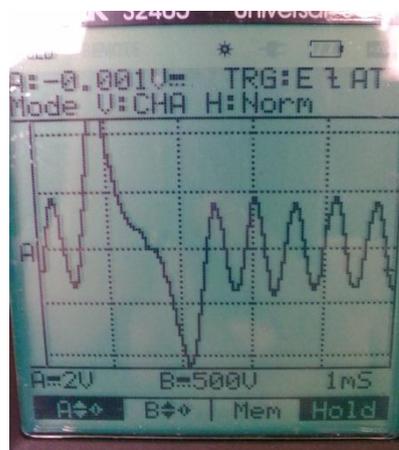


Fig. 4-32: Sensor CMP, Rav4 "Inductivo"



4.2.4) Comprobador de sensor knock.

Se trata de una platina metálica que cuenta con un agujero para instalar al sensor y posteriormente probar el funcionamiento del mismo - véase fig. 4-33 -.

4.2.4.1) Sensor knock.

Se coloca al sensor en la platina -1- y se lo asegura a la misma con un perno y una tuerca -2- con un torque de 25 ± 5 N.m, se lo conecta al osciloscopio, se regula los parámetros de división - voltaje, tiempo - y se golpea la platina produciendo una distorsión visible en la señal que entrega el osciloscopio.

Fig. 4-33: Comprobación del sensor Knock



Notas:

- Se recomienda asignar valores de división de 0.1V, 20ms.
- Al hacer la comprobación el oscilograma deberá presentar una señal similar a una señal de ruido, al ejecutar golpes en la platina se deberá observar una variación irregular notable con picos de voltaje bastante pronunciados en referencia a la escala recomendada.

Estos son los oscilogramas que se obtuvo de los distintos vehículos:

Fig. 4-34: Sensor Knock, Aveo



Fig. 4-35: Sensor Knock, Grand Vitara, Luv D-Max

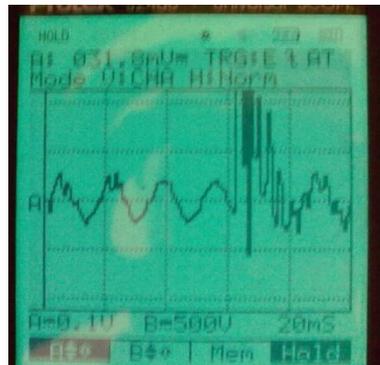


Fig. 4-36: Sensor Knock, Corsa Evo

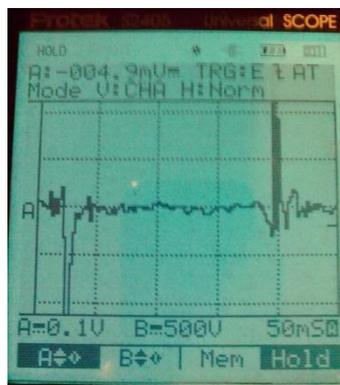


Fig. 4-37: Sensor Knock, Getz, Accent

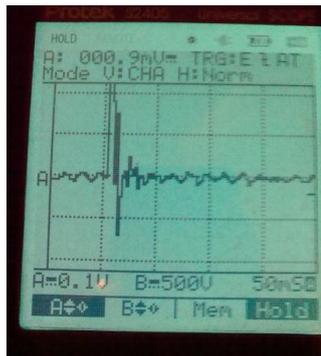


Fig. 4-38: Sensor Knock, Tucson

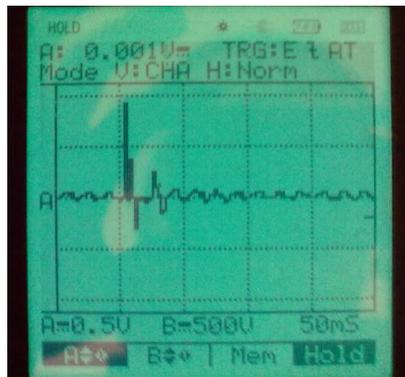


Fig. 4-39: Sensor Knock, Santa Fe

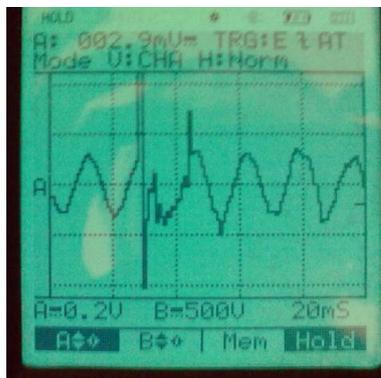


Fig. 4-40: Sensor Knock, Corolla

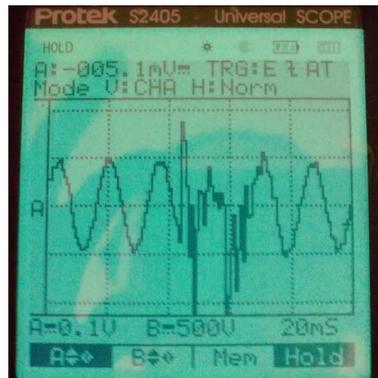


Fig. 4-41: Sensor Knock, Yaris



Fig. 4-42: Sensor Knock, Rav4

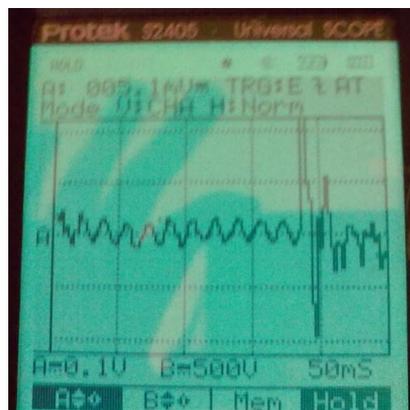
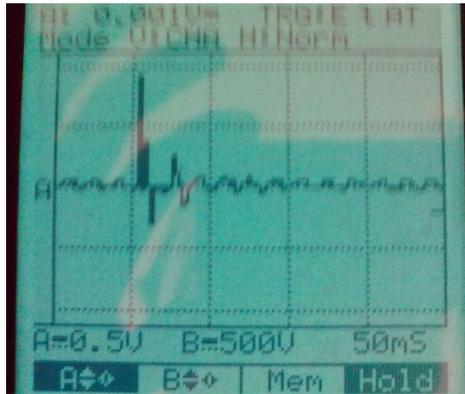


Fig. 4-43: Sensor Knock, Hilux



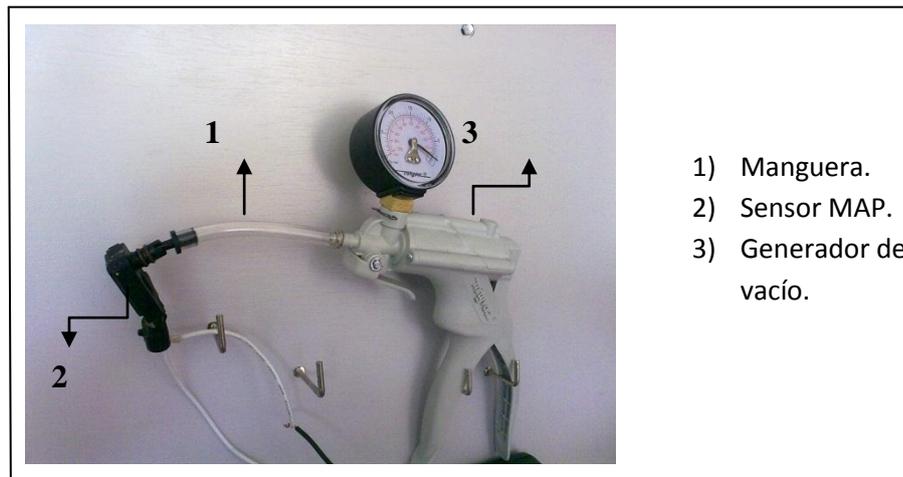
4.2.5) *Generador de vacío*

Es una herramienta conocida como Vacuómetro, la cual se instala a una bomba de vacío que genera depresión mediante el accionamiento de un “gatillo”

4.2.5.1) Sensor MAP - Fig. 4-44

Se debe colocar una manguera -1- que conecte al sensor -2- con el generador de vacío -3- para poder generar la depresión que produce la variación del voltaje de señal. En caso de que los acoples y las mangueras que contiene el banco no permitan una buena instalación, y no se produzca el vacío deseado, se puede hacer uso de cinta adhesiva, para lograr total hermeticidad. A continuación, se alimenta al sensor con el voltaje de trabajo y se mide la variación de voltaje entregado, según la variación de depresión. Para extraer datos de trabajo se utiliza el multímetro digital y para visualizar el funcionamiento el multímetro analógico.

Fig. 4-44: Comprobación de sensor MAP



Nota: Cabe destacar que los sensores MAP poseen, por lo general, tres pines que sirven para alimentar al sensor, conectarlo a tierra, y entregar la señal del mismo respectivamente. Aunque, existen también sensores MAP con un conector adicional para un sensor IAT que va integrado al mismo. En este caso, los sensores tienen un pin de conexión a tierra común para ambos. Los resultados que se obtuvo al realizar las pruebas de vacío a los sensores MAP se detallan a continuación:

Tabla 4-34: Sensor MAP, Aveo “tres pines”

Sensor MAP, Chevrolet AVEO 1.4 ECTT-II			
V. Funcionamiento:	5V.	Observación:	Ubicado fuera del colector de admisión
Presión de la Prueba		Resultado	
Presión ATM.		3.50V	
- 10KPa		2.96V	
- 20KPa		2.38V	
- 30KPa		1.86V	
- 40KPa		1.28V	
- 50KPa		0.69V	
- 60KPa		0.19V	

Fig. 4-45: Conexión MAP, Aveo

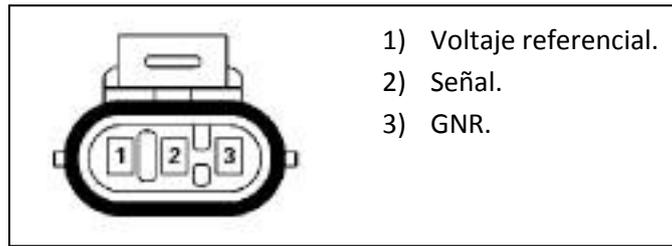


Tabla 4-35: Sensor MAP, Luv D-Max “tres pines”

Sensor MAP, Chevrolet LUV D-MAX 2.4			
V. Funcionamiento:	5V.	Observación:	Ubicado fuera de colector de admisión
Presión de la Prueba		Resultado	
Presión ATM.		0.00V	
- 10KPa		0.45V	
- 20KPa		0.67V.	
- 30KPa		1.15V	
- 40KPa		1.61V	
- 50KPa		2.32V	
- 60KPa		2.75V	

Fig. 4-46: Sensor MAP, Luv D-Max

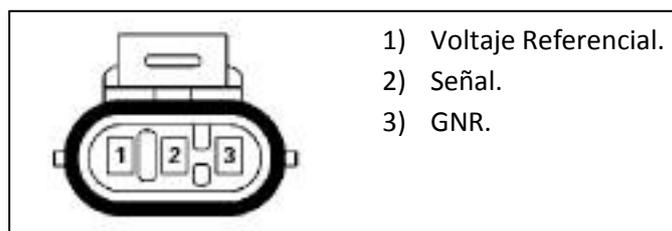


Tabla 4-36: Sensor MAP, Corsa Evo. “cuatro pines”

Sensor MAP, Chevrolet CORSA EVO			
V. Funcionamiento:	5V.	Observación:	Integra al sensor IAT
Presión de la Prueba			Resultado
Presión ATM.			3.55V
- 10KPa			2.95V
- 20KPa			2.44V
- 30KPa			1.76V
- 40KPa			1.28V
- 50KPa			0.74V
- 60KPa			0.07V

Fig. 4-47: Conexión MAP, Corsa Evo

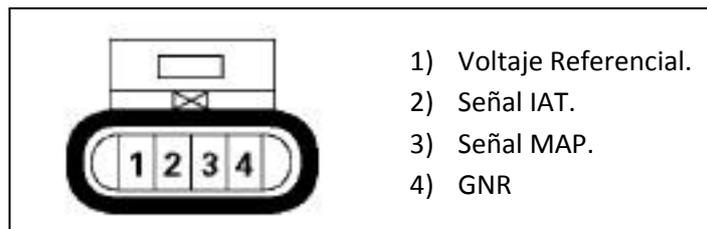


Tabla 4-37: Sensor MAP, Getz “cuatro pines”

Sensor MAP, Hyundai GETZ GL			
V. Funcionamiento:	5V.	Observación:	Integra al sensor IAT
Presión de la Prueba			Resultado
Presión ATM.			0.28V
- 10KPa			0.67V
- 20KPa			1.12V
- 30KPa			1.93V
- 40KPa			2.66V
- 50KPa			3.71V
- 60KPa			4.55V.

Fig. 4-48: Conexión MAP, Getz

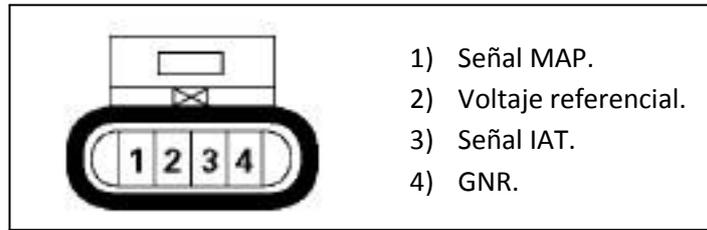
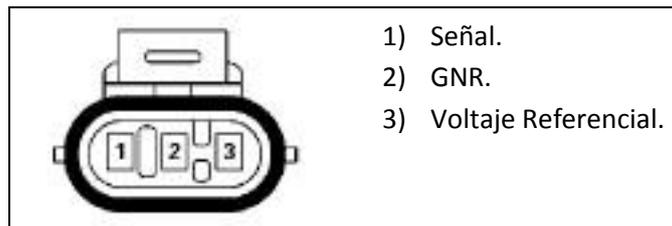


Tabla 4-38: Sensor MAP, Santa Fe “tres pines”

Sensor MAP, Hyundai SANTA FE 2.7			
V. Funcionamiento:	5V.	Observación:	Ubicado en colector de admisión
Presión de la Prueba		Resultado	
Presión ATM.		0.00V	
- 10KPa		1.43V	
- 20KPa		1.57V	
- 30KPa		1.66V	
- 40KPa		2.26V	
- 50KPa		3.31V	
- 60KPa		5.13V	

Fig. 4-49: Sensor MAP, Santa Fe



Como se puede observar, no todos los vehículos disponen del sensor de presión absoluta; en estos casos, el vehículo contará indudablemente con un sensor de flujo de aire. Existen vehículos -Hyundai Santa Fe- que poseen ambos.

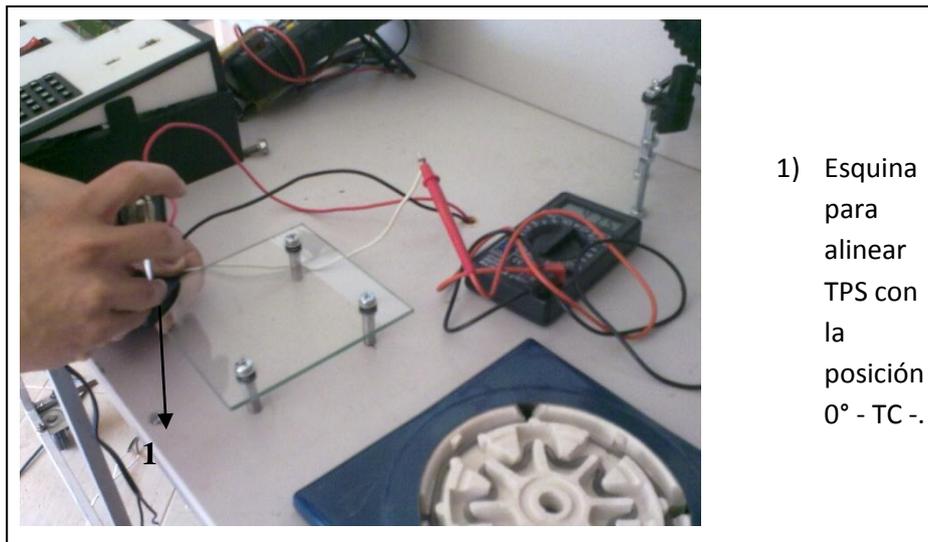
4.2.6) Comprobador de sensor TPS

Es un vidrio que tiene una impresión de un eje coordenado pegado en este, donde se indican los diferentes ángulos a los que se obtiene los parámetros de señal.

4.2.6.1) Sensor TPS - Fig. 4-50 -

Se alimenta al sensor con el voltaje de trabajo - 5 Voltios -, luego se lo ubica en la esquina -1- alineando su posición TC - TPS totalmente cerrado - con la coordenada de 0°, según el ángulo de posición del sensor se obtendrá la variación de los valores de voltaje a 30°, 45°, 60° y en TA - TPS totalmente abierto -.

Fig. 4-50: Comprobación de sensor TPS



El TPS es un sensor que funciona con un potenciómetro; por tal razón, estos sensores tienen tres conectores, un conector de alimentación, otro para obtener su señal y un último para su conexión a tierra. Dicha conexión se hace en este mismo orden y el voltaje que se mide en el pin de señal representa la posición de la válvula de aceleración. Las pruebas realizadas a los sensores TPS de los distintos vehículos se exponen a continuación:

Tabla 4-39: Sensor TPS, Aveo

Sensor TPS, Chevrolet AVEO 1.4 ECTT-II			
V. Funcionamiento:	5V.	Observación:	Giro Horario
Angulo de apertura			Resultado
Tc - totalmente cerrado -			5.08V.
30°			3.45V.
45°			2.81V.
60°			1.65V.
Ta - totalmente abierto -			0.95V.

Tabla 4-40: Sensor TPS, Grand Vitara

Sensor TPS, Chevrolet GRAND VITARA G16			
V. Funcionamiento:	5V.	Observación:	Giro Horario
Angulo de apertura			Resultado
Tc			1.02V
30°			1.99V
45°			2.79V
60°			3.95V
Ta			4.70V

Tabla 4-41: Sensor TPS, Luv D-Max

Sensor TPS, Chevrolet LUV D-MAX 2.4			
V. Funcionamiento:	5V.	Observación:	Giro Horario
Angulo de apertura			Resultado
Tc			0.80V
30°			1.42V
45°			2.50V
60°			3.00V
Ta			4.20V

Tabla 4-42: Sensor TPS, Corsa Evo

Sensor TPS, Chevrolet CORSA EVO			
V. Funcionamiento:	5V.	Observación:	Giro Horario
Angulo de apertura			Resultado
Tc			0V.
30°			0.58V.
45°			1.28V.
60°			2.77V.
Ta			4.85V.

Tabla 4-43: Sensor TPS, Getz

Sensor TPS, Hyundai GETZ GL.			
V. Funcionamiento:	5V.	Observación:	Giro Anti-horario
Angulo de apertura			Resultado
Tc			1.67V
30°			2.12V
45°			2.66V
60°			3.31V.
Ta			4.59V.

Tabla 4-44: Sensor TPS – Accent

Sensor TPS, Hyundai ACCENT GLS			
V. Funcionamiento:	5V.	Observación:	Giro Anti-horario
Angulo de apertura			Resultado
Tc			1.67V
30°			2.10V
45°			2.67V
60°			3.34V
Ta			4.59V.

Tabla 4-45: Sensor TPS, Tucson

Sensor TPS, Hyundai TUCSON 2.0 DOHC			
V. Funcionamiento:	5V.	Observación:	Giro Anti-horario
Angulo de apertura			Resultado
Tc			0.55V.
30°			1.86V.
45°			2.30V.
60°			2.90V.
Ta			3.58V.

Tabla 4-46: Sensor TPS, Santa Fe

Sensor TPS, Hyundai SANTA FE 2.7			
V. Funcionamiento:	5V.	Observación:	Giro Anti-horario
Angulo de apertura			Resultado
Tc			0.54V.
30°			1.86V.
45°			2.30V.
60°			2.97V.
Ta			3.88V.

Tabla 4-47: Sensor TPS, Corolla

Sensor TPS, Toyota COROLLA 1ZZ			
V. Funcionamiento:	5V.	Observación:	Giro Horario
Angulo de apertura			Resultado
Tc			0V.
30°			1.60V.
45°			2.63V.
60°			3.68V.
Ta			5.12V.

Tabla 4-48: Sensor TPS, Yaris

Sensor TPS, Toyota YARIS 1ZN			
V. Funcionamiento:	5V.	Observación:	Giro Horario
Angulo de apertura			Resultado
Tc			0V.
30°			1.65V.
45°			2.58V.
60°			3.70V.
Ta			5.09V.

Tabla 4-49: Sensor TPS, Rav4

Sensor TPS, Toyota RAV4 1ZZ 4x2			
V. Funcionamiento:	5V.	Observación:	Giro Horario
Angulo de apertura			Resultado
Tc			0V.
30°			1.61V.
45°			2.66V.
60°			3.65V.
Ta			5.13V.

Tabla 4-50: Sensor TPS - Hilux

Sensor TPS, Toyota HILUX			
V. Funcionamiento:	5V.	Observación:	Giro Anti-horario
Angulo de apertura			Resultado
Tc			0.59V.
30°			1.11V.
45°			1.55V.
60°			2.95V.
Ta			3.84V.

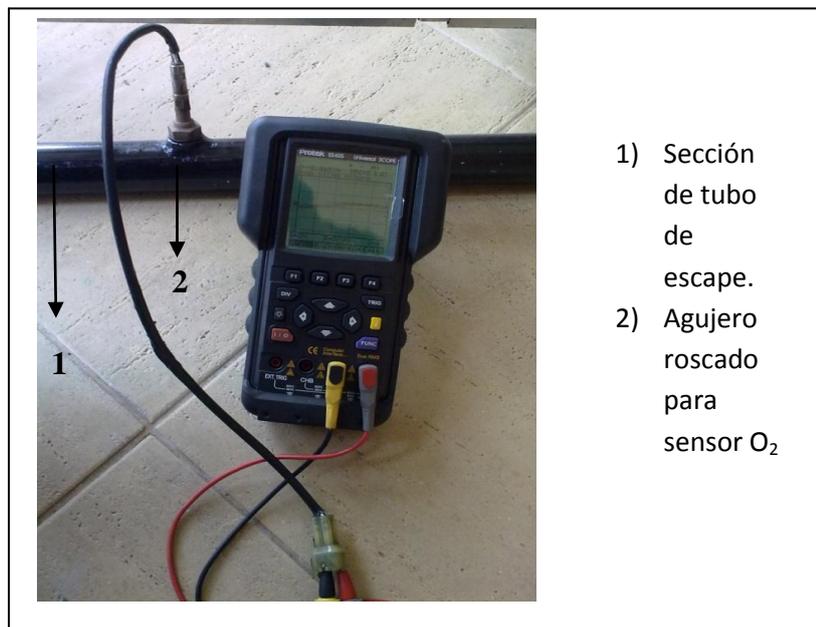
4.2.7) Comprobador de sensor O_2

Es un segmento de tubo de escape que contiene un agujero roscado para instalar sensores O_2 , que al conectar a la salida de los gases combustionados de un motor permite verificar el funcionamiento del sensor.

4.2.7.1) Sensor O_2 - Fig. 4-51 -

En el tubo de escape -1- se instala el sensor en el agujero roscado -2- y se lo conecta en la salida de los gases combustionados de un motor. Según el tipo de sensor se alimenta los terminales pertinentes - circuito calefactor, derivación a masa, alimentación - con los voltajes de trabajo y se conecta el osciloscopio al terminal de señal para comprobar el funcionamiento.

Fig. 4-51: Comprobación de sensor O_2



Al momento de realizar las pruebas se debe verificar que la señal obtenida en el oscilograma sea una señal de tipo sinodal con un periodo bastante estable y con picos

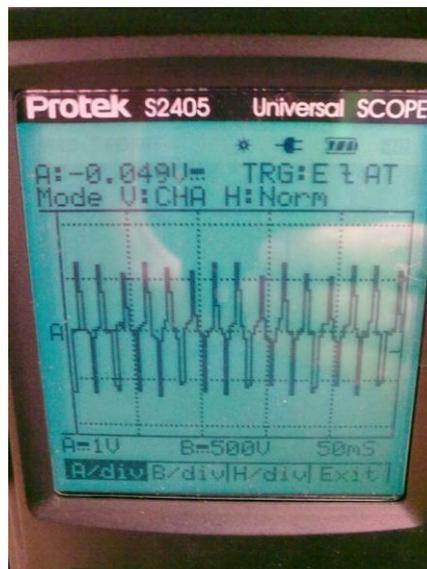
de voltaje constantes. Por ningún motivo se deben presenciar segmentos lineales ya que esto implica un mal funcionamiento del sensor¹².

Notas:

- Se recomienda asignar valores de división de 1V, 2ms.
- Los sensores de oxígeno pueden tener uno, tres o cuatro conectores; sin embargo, su principio de funcionamiento es el mismo, variando únicamente entre unos y otros la forma en que se realiza su conexión a tierra, la señal que emiten y si poseen un circuito calefactor para un funcionamiento más estable.

Mediante las pruebas a estos sensores se obtuvo los oscilogramas que se exhiben a continuación:

Fig. 4-52: Señal del sensor O₂ de cuatro conectores



El oscilograma de la fig. 4-52 se puede extraer de los vehículos: Chevrolet Aveo, Chevrolet Grand Vitara, Chevrolet Luv D-Max, Hyundai Getz, Hyundai Accent, Hyundai Tucson, Hyundai Santa Fe.

¹² Véase anexo 6: Señales típicas de sensores de oxígeno en mal estado.

Fig. 4-53: Conexión de un Sensor O₂ de cuatro pines

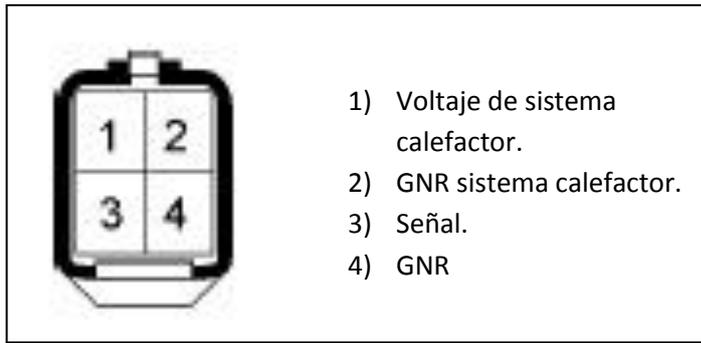


Fig. 4-54: Sensor O₂ de un conector



El oscilograma de la fig. 4-54 pertenece a la señal del sensor O₂ del Chevrolet Corsa Evolution.

Fig. 4-55: Conexión de un Sensor O₂ de un pin

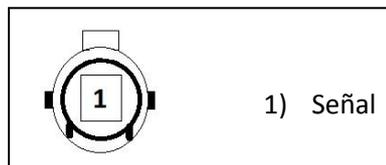
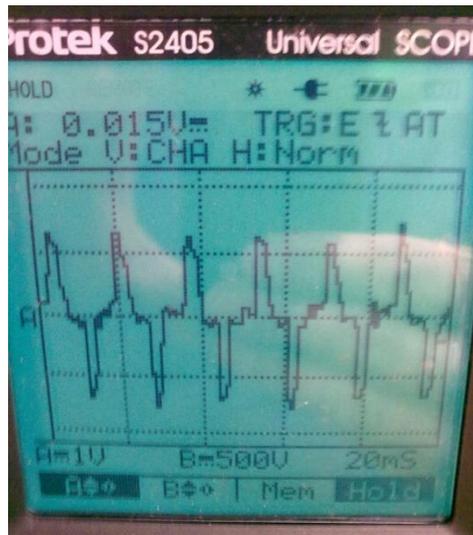
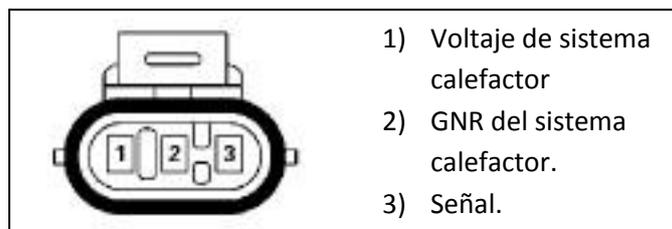


Fig. 4-56: Sensor O₂ de tres y cuatro conectores de vehículos Toyota

El oscilograma de la fig. 4-56 pertenece a los sensores de oxígeno de los vehículos Toyota Corolla, Toyota Yaris y Toyota Rav4 que tienen cuatro conectores. Y para la Toyota Hilux que posee tres conectores.

Fig. 4-57: Conexión de un Sensor O₂ de tres pines

4.3) Comprobación y resultados de los actuadores del sistema de inyección.

4.3.1) Comprobación de Inyectores.

Para comprobar los inyectores se necesita el suministro de líquido al riel, para este fin se tiene un recipiente plástico en la parte posterior del banco, en el cual está sumergida una bomba de gasolina eléctrica; la bomba se activa desde el tablero de control a través del interruptor número dos, de dos posiciones: Encendido -On-,

Apagado -Off-. Pasa el líquido por un manómetro donde se puede controlar la presión deseada en el riel, la presión recomendada para las pruebas es 45 psi. Se debe verificar que acoples se ajustan a los inyectores que se desean comprobar.

4.3.1.1) Proceso de comprobación:

Para realizar su comprobación se siguen los siguientes pasos:

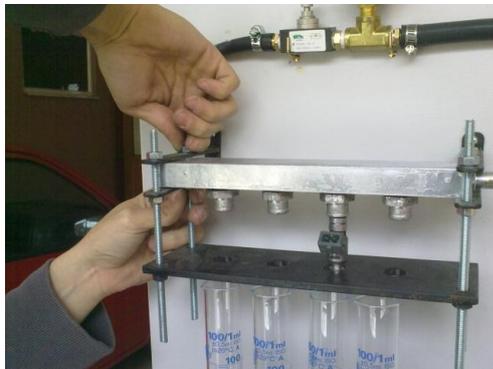
1. Instalar los inyectores en los acoples del riel, se debe tener en cuenta que el inyector posea el o-ring de estanqueidad.

Fig. 4-58: Instalación de inyector al riel



2. Se coloca el riel en sus bases y se lo asegura con las tuercas de apriete.

Fig. 4-59: Instalación de riel



3. Por medio de las tuercas de calibración se ajusta la altura de la placa metálica, la misma que cumple la función de base y apoyo de las válvulas inyectoras.

Fig. 4-60: Calibración de base de inyectoras



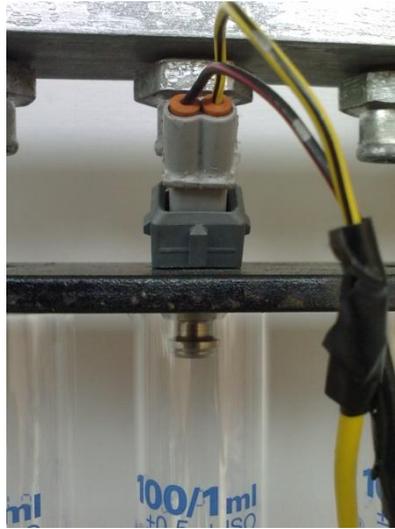
4. Se calibra la altura de las probetas graduadas, de manera que la parte inferior del inyector quedé introducida en las probetas.

Fig. 4-61: Calibración de riel de probetas



5. Se instalan los conectores a cada uno de los inyectoras, estos alimentaran a los mismos con 12 voltios, que es la tensión de trabajo para estos actuadores en general.

Fig. 4-62: Conexión eléctrica de los inyectores



6. En la pantalla del panel de control se escoge por medio del teclado matricial la opción “inyectores” - botón B -.

Fig. 4-63: Selección del programa comprobador de inyectores



7. Se establecen a continuación los parámetros de prueba -rpm, tiempo, apertura- por medio del teclado matricial –botones 1, 2, 3-.

Fig. 4-64 Selección de parámetros de prueba



8. Se enciende la bomba de alimentación del riel por medio del interruptor dos, ubicado en el panel de control; a paso seguido, se ejecuta el programa presionando el botón B del teclado matricial, en la pantalla se observa el estado de funcionamiento – status: run – adicionalmente se visualiza los pulsos mediante un led testigo de color azul.

Fig. 4-65: Inicialización de prueba



9. Una vez finalizada la prueba - status: stop - se debe apagar la bomba de alimentación del riel, extraer los inyectores, y sacar las probetas para su vaciado.

Notas:

- Verificar que la presión de suministro al riel oscile alrededor de los 45 psi.
- En caso que se necesite detener la prueba durante su funcionamiento, se debe presionar el botón A del teclado matricial.

4.3.1.2) Tina de ultrasonido

Este elemento es el encargado de la limpieza, tanto de válvulas inyectoras, como de vástagos de válvulas IAC. El depósito de la tina debe estar lleno sus tres cuartas partes con líquido para pruebas - “Injector Test Liquid LAUNCH” -. Para la limpieza de inyectores se recomienda no sumergirlas completamente, para evitar daños en su bobinado. La prueba se realiza en dos ciclos: un ciclo de 360 segundos, y, otro de 180 segundos; mientras que, para limpiar los vástagos de las válvulas IAC se recomienda sumergirlo totalmente por un periodo de tiempo de 180 segundos.

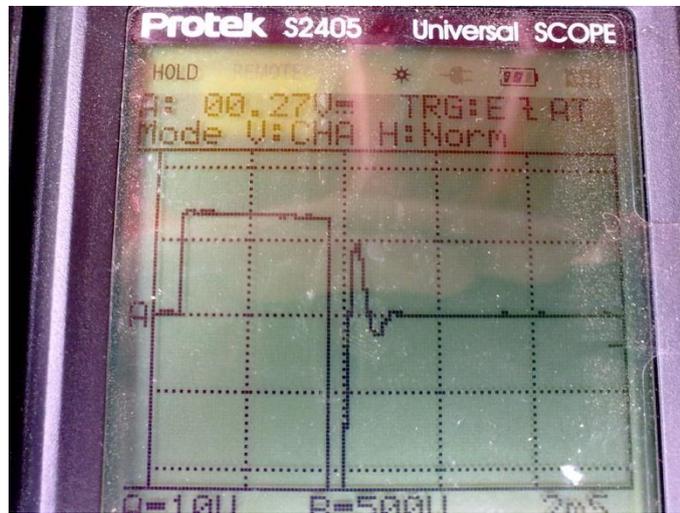
Fig. 4-66: Limpieza de inyectores por ultrasonido

4.3.1.3) Resultados de las pruebas de inyectores:

La prueba de los inyectores de todos los vehículos considerados para ser probados en el banco se realizó bajo los mismos parámetros. Consistió en realizar pruebas de inyección a 120 rpm, durante 0.5 min, al 40% de apertura; la válvula inyectora debe superar un volumen de 45 ml., los cuatro inyectores deben enviar el mismo caudal

con un margen de error máximo de ± 3 ml para determinar un correcto funcionamiento. Adicionalmente, una vez finalizado el tiempo de prueba, el inyector no debe presentar “goteo”, es decir, deberá permanecer totalmente cerrado. En caso de obtener resultados desiguales en pruebas de un mismo grupo de inyectores, se recomienda realizar un lavado por ultrasonido tal y como se explica en el punto 4.3.1.2 de este capítulo. Adicionalmente, se puede usar el osciloscopio¹³ para obtener la señal de inyección que respalde el diagnóstico que se está generando en torno a la comprobación de este actuador.

Fig. 4-67: Señal de inyección de correcto funcionamiento



La señal de la Fig. 4-67, se puede obtener interceptando la señal de los conectores de los inyectores con cables y conectando estos al osciloscopio.

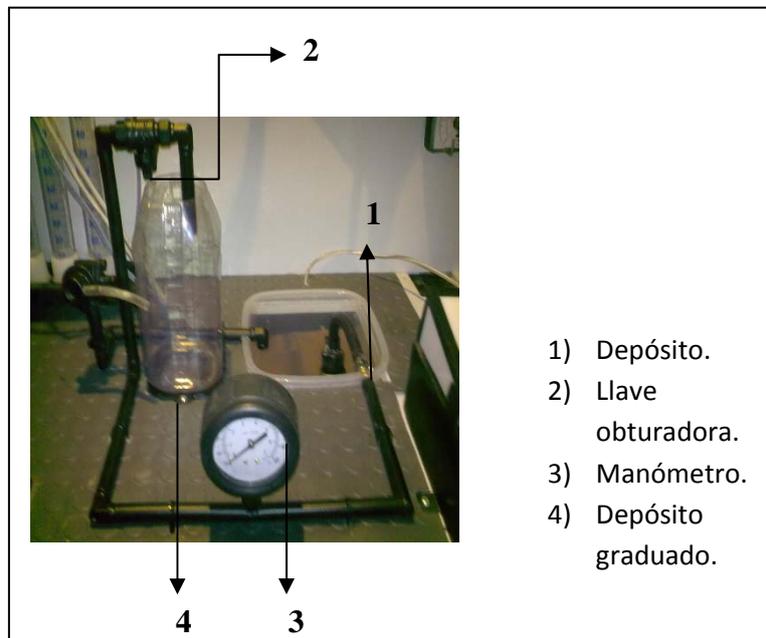
4.3.2) Comprobador de bombas de gasolina

Para realizar esta prueba, el depósito -1- del la fig. 4-68 debe estar lleno por lo menos las tres cuartas partes con gasolina, se conecta la manguera de salida y los terminales de alimentación, se sumerge la bomba, y se realizan dos pruebas:

¹³ Parámetros de división para comprobar señal de inyección: 10V – 2ms

1. Con la llave -2- cerrada, se coloca en posición “Encendido” -ON- el interruptor número uno y se observa en el manómetro -3- la presión que genera la bomba; cuando alcance la máxima presión - 45-50 psi - colocamos el interruptor en posición “Apagado” -OFF-.
2. Con la llave -2- abierta, se coloca en posición “Encendido -ON- el interruptor número uno y se observa, durante un periodo de 20 segundos, el volumen entregado - ≥ 0.45 litros - en el depósito -4-; luego de este tiempo se debe colocar el interruptor en posición “Apagado -OFF-.

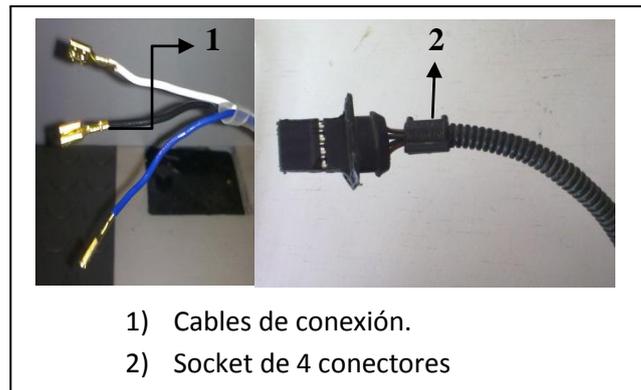
Fig. 4.68: Comprobación de bombas de gasolina



4.3.3) Comprobador de válvula IAC -Fig. 4-69-

Este programa comprueba dos tipos de válvulas IAC: de tres pines, que se conectan a los terminales -1- en el siguiente orden: viendo de manera frontal a la válvula, de izquierda a derecha blanco, negro, azul; y de cuatro pines que se conectan en el socket -2-.

Fig. 4-69: Conectores para probar válvulas IAC de tres y cuatro conectores



A continuación se realiza el siguiente proceso:

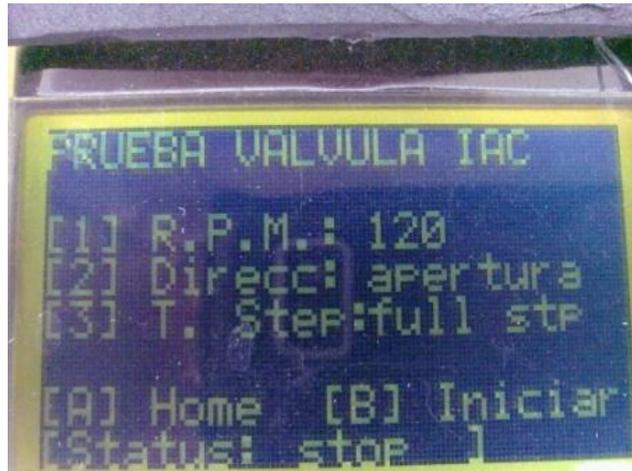
1. En la pantalla del panel de control se escoge por medio del teclado matricial la opción “válvula IAC” - botón C -.

Fig. 4-70: Selección del programa de comprobación de válvulas IAC



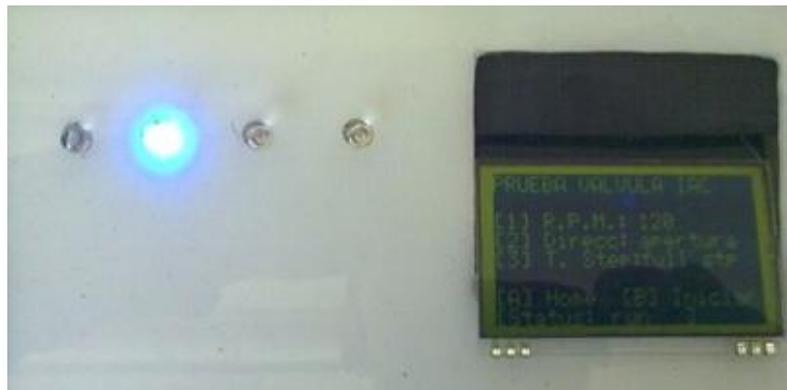
2. Se establecen a continuación los parámetros de prueba - rpm, dirección, paso - por medio del teclado matricial - botones 1, 2, 3 -. Estos parámetros se escogen en base al rendimiento que se desea observar durante el trabajo de la válvula.

Fig. 4-71: Selección de parámetros de prueba



3. Se ejecuta el programa presionando el botón B del teclado matricial, en la pantalla se observa el estado de funcionamiento - status: run -. Adicionalmente, se visualiza la secuencia de trabajo mediante cuatro leds testigos y se observa la apertura o cierre de la válvula, es decir, el avance o retroceso del vástago, el mismo que debe ser progresivo y continuo.

Fig. 4-72: Inicialización de programa de comprobación de válvulas IAC



4. Para finalizar la prueba se debe realizar el proceso inverso, la válvula debe terminar en la misma posición en la que inició el procedimiento. El programa termina cuando en la pantalla se observa su estado de funcionamiento - status: stop -.

Notas

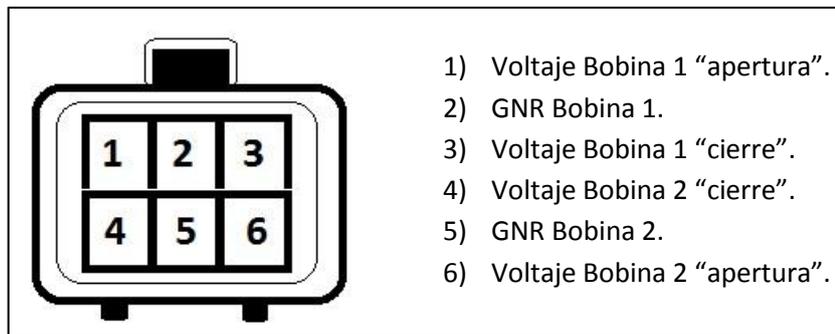
- Para las válvulas de vástago - cuatro pines -, se debe ayudar con el dedo a mantener el vástago en posición horizontal, debido a que este elemento trabaja siempre en estas condiciones -conducto de paso adicional de aire-.
- Para válvulas de tres conectores, la comprobación consiste en observar la oscilación completa de la platina cilíndrica que obtura y permite el paso adicional de aire del conducto alrededor de ésta.
- En caso que se necesite detener la prueba durante su funcionamiento, se debe presionar el botón A del teclado matricial.

Excepción: Dentro de los vehículos considerados en el banco, tenemos al Chevrolet Grand Vitara G16, el mismo que posee una válvula IAC de seis conectores. Esta válvula tiene el mismo principio de funcionamiento y por lo tanto, la misma finalidad que las válvulas de tres y cuatro conectores; sin embargo, existe información limitada acerca del funcionamiento y la conexión eléctrica interna que maneja este actuador. Por esta razón, no se pudo realizar un software que emule las señales eléctricas para la comprobación de este actuador; ante lo cual, el fabricante de este vehículo nos indica seguir los siguientes pasos para comprobar el buen estado de este tipo de válvulas IAC:

1. Medir la resistencia de los cuatro cables de alimentación de las distintas bobinas, los mismos que debe tener un rango de resistencia 35 - 43 Ω y pertenecen a los conectores 1, 3, 4, 6 -Fig. 4-73-

2. A continuación se mide la resistencia de los grupos de bobinas, este valor debe ser igual para ambos y oscila entre los 70 - 86Ω. Se coloca el multímetro entre los conectores 1-3 y los conectores 4-6.

Fig. 4-73: Conexión de Válvula IAC de seis pines



3. Con el interruptor del vehículo en posición "Encendido -ON-" verificar que la alimentación de los dos grupos de bobinas este en un rango de 10 – 14V.
4. Al encender el vehículo y haber alcanzado la temperatura de trabajo - temperatura de refrigerante a 110°C- el ralentí del vehículo es de 750 ±50 rpm y un ralentí de 850 ±50 rpm si el sistema de A/C esta encendido.
5. Con el vehículo encendido y en la temperatura de trabajo -temperatura de refrigerante a 110°C - la válvula IAC realiza un ciclo de trabajo del 2 – 30%, es decir que la salida de voltaje de los bobinados será del 2 al 30% del voltaje de alimentación, lo cual indica un rendimiento típico de este actuador.

CONCLUSIONES

Luego de la realización de este proyecto de tesis se ha concluido lo siguiente:

- Se ha diseñado y construido el “Banco de comprobación y diagnóstico para los sensores y actuadores del sistema de inyección de gasolina” el mismo que permite evaluar el desempeño y buen estado de estos elementos bajo condiciones reales de funcionamiento.
- Se adecuó el banco para que sea posible realizar comprobaciones y pruebas de los sistemas de inyección de los vehículos Chevrolet -Aveo, Grand Vitara, Luv D-Max, Corsa Evo-, Hyundai -Getz, Accent, Tucson, Santa Fe- y Toyota -Corolla, Yaris, Rav4, Hilux-.
- Se ejecutó pruebas a los distintos elementos del sistema de inyección; las mismas que han ampliado los conceptos sobre principios de funcionamiento, conexión, diagnósticos y extracción de datos y señales de trabajo de los elementos. Además, se ha constatado satisfactoriamente la similitud de resultados de estas pruebas con datos técnicos de manuales del fabricante de los distintos modelos de autos considerados en este proyecto.
- El lavado de inyectores por ultrasonido que se puede realizar en el banco permite: mejorar su rendimiento en un 100%, equiparar los niveles de caudal inyectado con margen de error mínimo - ± 1 ml – entre inyectores, mejorar la calidad y ángulo de inyección durante el funcionamiento. Dichos efectos se logran siempre y cuando, no existan daños de tipo eléctrico en los mismos.
- Las pruebas realizadas a sensores ECT permiten generar datos de funcionamiento en un rango de temperatura de 20° C a 90°C. La temperatura máxima de funcionamiento de estos elementos en el vehículo - 90°C a 105°C – no se logra por presión atmosférica y por limitaciones de potencia de la niquelina - 25 W -.
- El comprobador de inyección implementado en el banco que funciona con una presión de trabajo de 3.45 ± 0.34 bar - 50 ± 5 psi- - presión de trabajo del

sistema de inyección de vehículos comprobados - , en comparación con el comprobador de inyección “Launch” que funciona con una presión de trabajo de 1.72 bar -25 psi-, permiten visualizar un comportamiento más real de las válvulas inyectoras durante su desempeño; y por consecuencia, nos permite evaluar de mejor manera el estado de las mismas.

- Los resultados de las comprobaciones ejecutadas a sensores de presión absoluta, en comparación con los datos de funcionamiento que estipulan los fabricantes, generan un error del 1,73% que se atribuye a condiciones físicas de trabajo de los elementos -temperatura, humedad, volumen de conducto, etc.-.

- Los resultados de las pruebas que se realizan a sensores de posición se obtienen a un régimen de giro de 1780 rpm, que se atribuya un régimen común del vehículo en el proceso de aceleración de ralentí a carga moderada.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar una inspección visual muy detallada de la conexión y ubicación de los sensores y actuadores en el vehículo -posición, conector, disposición de los cables, etc.- previo a la extracción para su comprobación en el banco, ya que la instalación de estos elementos es muy importante para su correcto funcionamiento.
- Al momento de realizar las distintas comprobaciones, verificar que los cables de alimentación para probar sensores, estén colocados en sus respectivos terminales de seguridad, que están distribuidos en el banco; para de esta forma evitar su contacto y por consecuencia, posibles corto circuitos.
- Antes de comenzar a utilizar el banco, se propone revisar cuidadosamente los procedimientos a seguir -véase Cap. IV- para manipular las funciones que se realizan desde el tablero de control, con el fin de evitar daños al funcionamiento de los distintos equipos.
- Durante el uso de los comprobadores de inyectores y de bombas de combustible se debe evitar el contacto directo de la piel con el líquido para pruebas, en caso de que exista lavar inmediatamente con agua y jabón; si el líquido se derrama sobre los tableros de control, se debe proceder de la misma manera. Además, al ser un líquido inflamable no se lo debe ubicar cerca de zonas calientes.
- Se debe tener en cuenta las señales de advertencia -  - que se encuentran en el banco en zonas donde pueden generarse accidentes de trabajo -zonas calientes, elementos en movimiento-. Por lo tanto, para operar los elementos ubicados en dichas zonas, estos deben permanecer apagados.
- En pruebas donde se generan altas presiones de funcionamiento se sugiere mantener un constante control visual de los manómetros y posibles fugas de líquido; en caso de un funcionamiento anormal, solucionar el problema antes de seguir operando.

BIBLIOGRAFÍA

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA

- BOSCH Robert, *Sistema de inyección a gasolina KE – Jetronic*, Manuales Bosch, 2000

- CASTRO Vicente Miguel, *Inyección de gasolina*, Grupo editorial CEAC. Barcelona, 2002

- CASTRO Vicente Miguel, *Nueva Enciclopedia del automóvil, inyección y encendido*, Grupo editorial CEAC. Barcelona, 2000

- CASTRO Vicente Miguel, *Manual de la Automoción*, Grupo editorial CEAC. Barcelona, 2002

- COELLO Serrano Efrén, *Sistema de inyección electrónica de gasolina*, 2002

- CEE, *Curso completo de electrónica automotriz*, Decimo segunda edición. Cuenca, 2007

- HERMÓGENES Gil, *Sistemas de Inyección de gasolina*, Grupo editorial CEAC, Barcelona, 2002

- MARTINEZ Cazares Oscar, *Mantenimiento del sistema de inyección electrónica a gasolina*, Abya Yala, Quito.

- PÉREZ Bello Miguel Ángel, *Tecnología de los Sistemas de Alimentación y Encendido*, Editorial Dossat 2000. Madrid, 2006

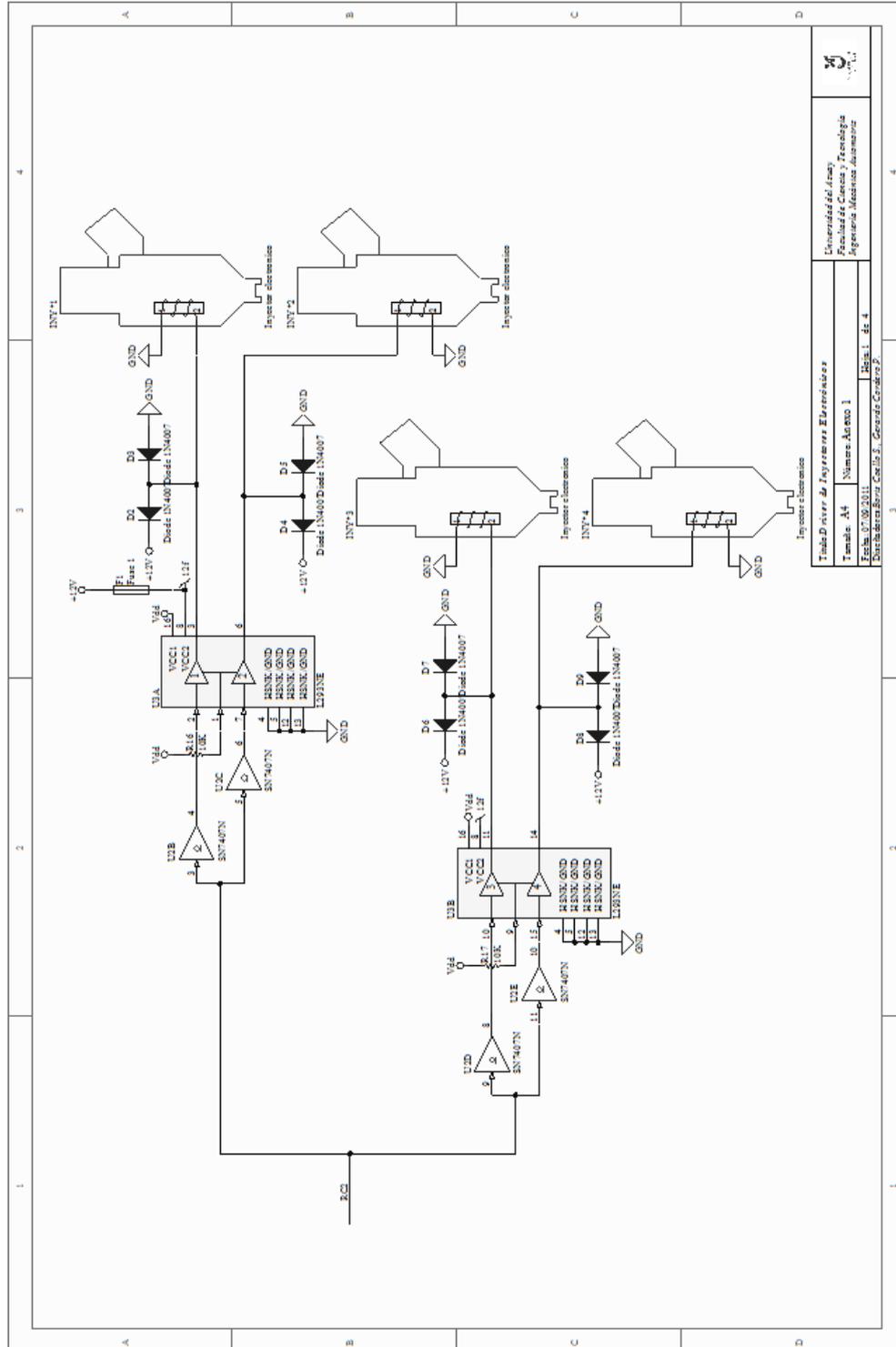
- PÉREZ Leonel, *Recopilación bibliográfica sobre autotrónica*, Universidad del Azuay, Cuenca.

REFERENCIAS ELECTRÓNICAS

- AUTOCITY, “Documentos técnicos de sensores”, <http://www.autocity.com/documentos-tecnicos/?cat=3&codigoDoc=91>. España, 2007
- MECÁNICADEAUTOS, “Sensores de flujo de aire”, http://www.mecanicadeautos.info/index.php?id=Sensor_MAF_de_Flujo_de_Aire. Argentina, 2006
- MECÁNICA FÁCIL, “ Introducción a la inyección electrónica “, <http://www.mecanicafacil.info/mecanica.php?id=inyeccionIntroduccion>. México, 2007
- TODOMECAÁNICA, “Sensores de oxígeno y otros sensores”, <http://www.todomecanica.com/sonda-lambda-y-sensores.html>. España, 2008

Anexo 1

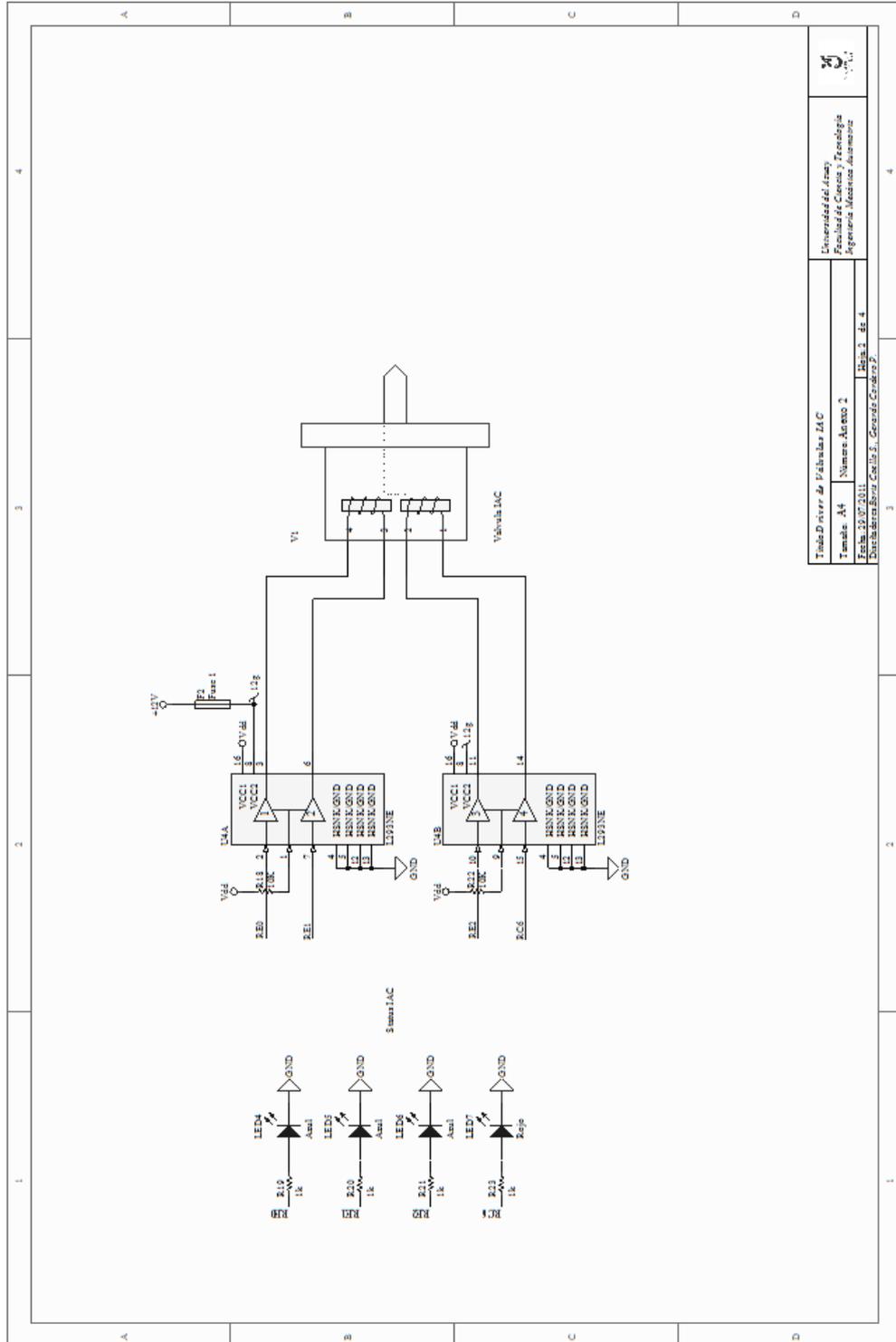
Driver de inyectores electrónicos



Universidad del Azuay Facultad de Ciencias y Tecnología Agencia Modelo Avanzada	
Título	Titulo Driver de Inyectores Electronicos
Familia	Numero Anexo 1
Fecha	07/09/2011
Elaborado por	Coello Salcedo, Cordero Peralta
Revisado por	Revisado

Anexo 2

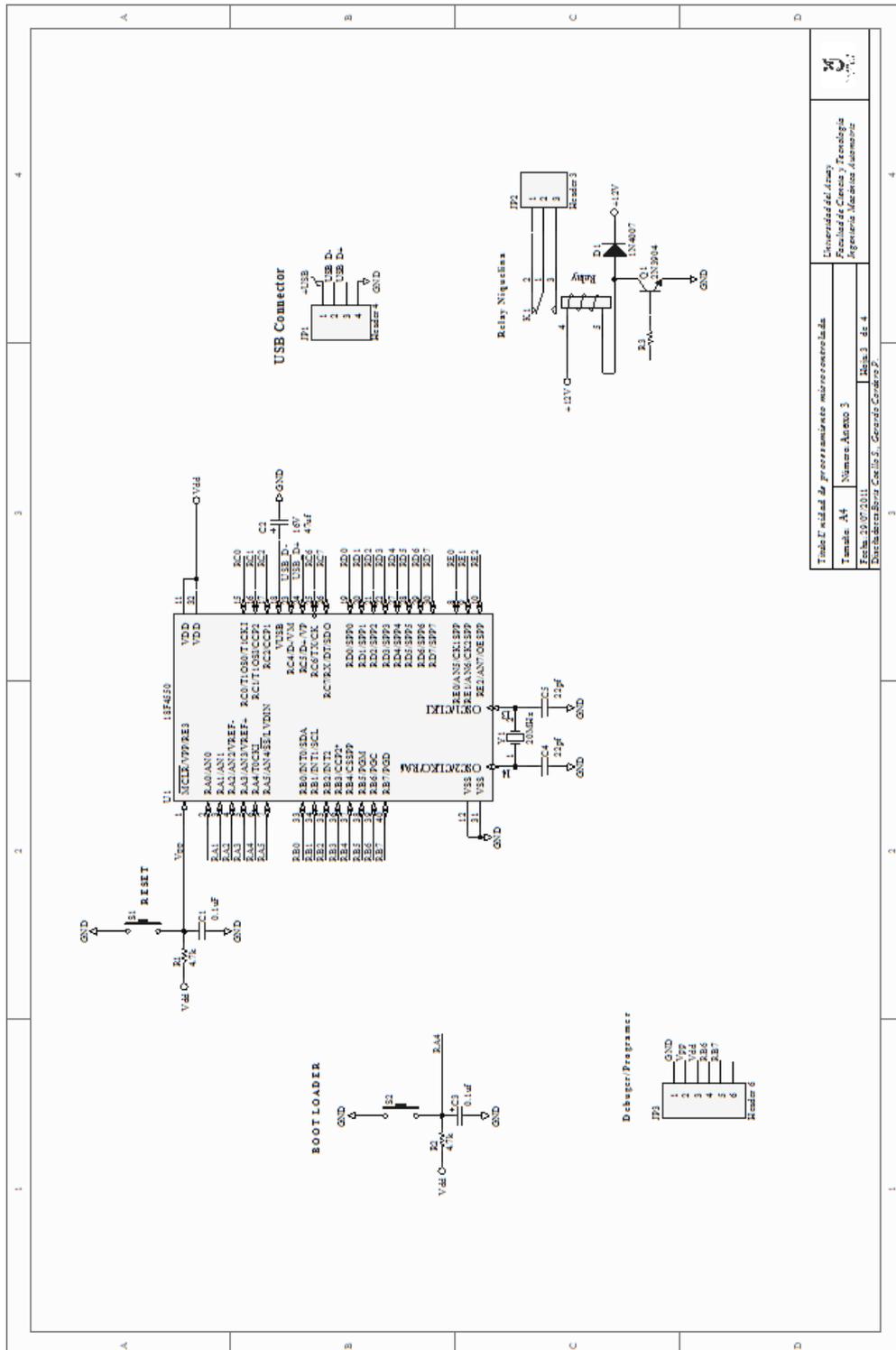
Driver de válvula IAC



Título: Driver de Válvulas IAC		Universidad: Udelar	
Tamaño: A4		Facultad: Ciencias, Tecnología	
Fecha: 13/07/2011		Agencia: Mecánica Automotriz	
Diseñador: Bruno Coello S., Graciano Corrales P.		Hoja: 1 de 4	

Anexo 3

Unidad de procesamiento

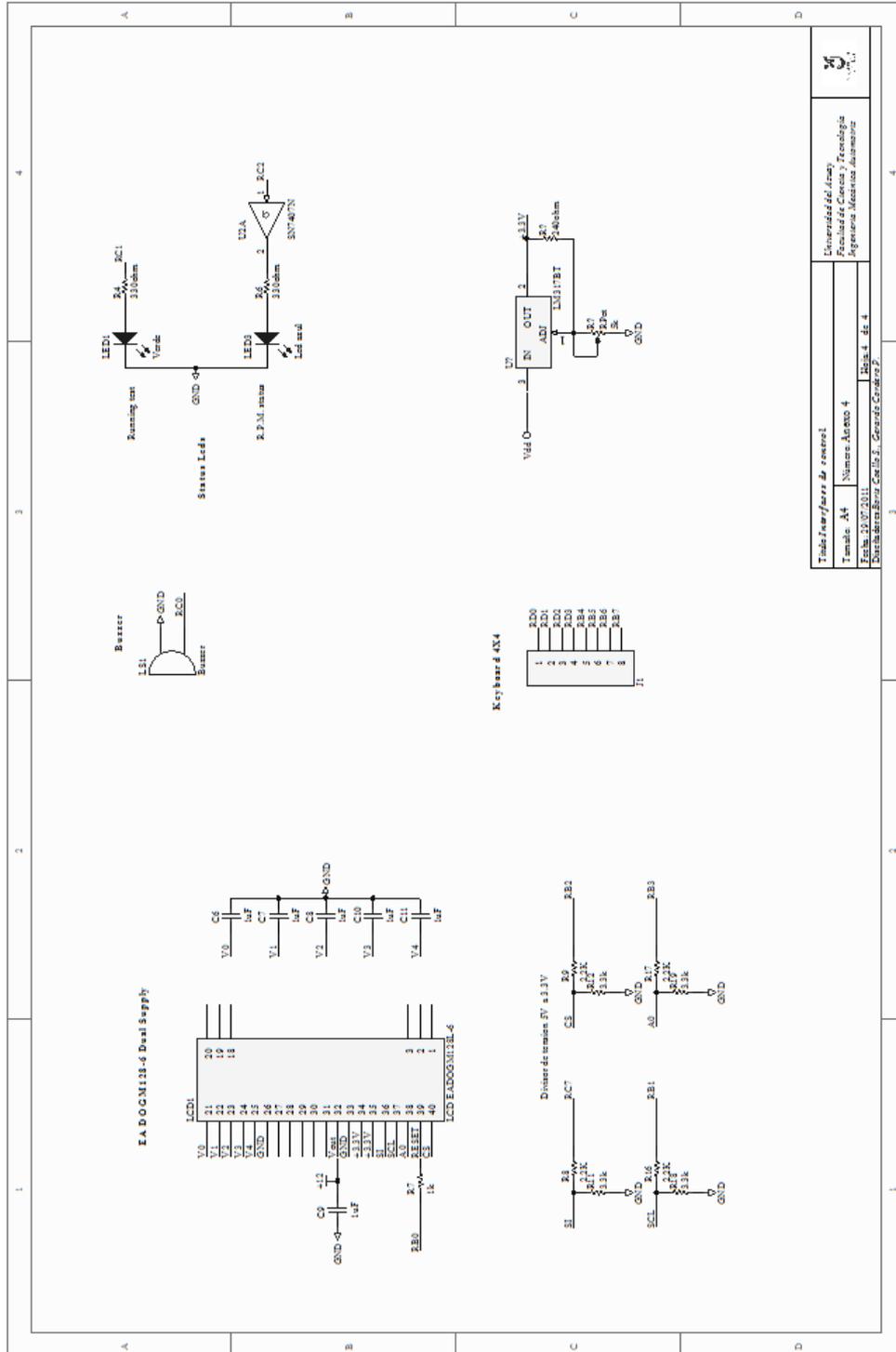


Título: Unidad de procesamiento microcontrolada	
Tamaño: A4	Número: Anexo 3
Fecha: 20/07/2011	Hoja: 3 de 4
Distribución: Solo Coello S., General Coello S.P.	



Anexo 4

Interface de control



Universidad de Cuenca	Universidad de Cuenca
Facultad de Ciencias y Tecnología	Facultad de Ciencias y Tecnología
Agencia Mecánica Automata	Agencia Mecánica Automata
Form. 13/07/2011	Form. 13/07/2011
Distribuidora Cel. S.S. General Carrera P.	Distribuidora Cel. S.S. General Carrera P.
Hoja 4 de 4	Hoja 4 de 4

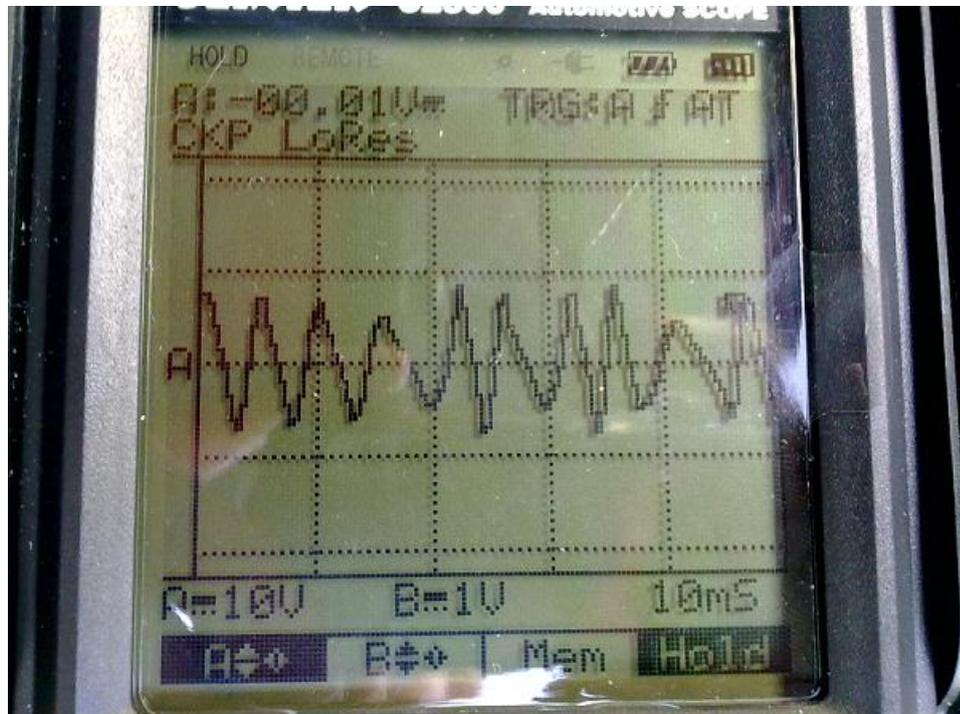
Anexo 5

Señales típicas de sensores de posición en mal estado

La comprobación y el diagnóstico de sensores de posición –inductivos, efecto Hall- se logran de mejor manera obteniendo un oscilograma de la señal que estos sensores generan. A continuación se muestran oscilogramas de señales pertenecientes a sensores con algún disfuncionamiento ó en mal estado y su explicación.

Señales de sensores de posición inductivos:

Fig. 1: Señal inductiva irregular



Fuente: regan-chrustowski.blogspot.com

La señal observada en la Fig. 1 muestra una señal inductiva perteneciente a un sensor CKP; en la misma, se observa claramente un comportamiento irregular del sensor, los picos de voltaje y la amplitud de la onda son distintos en una misma unidad de tiempo.

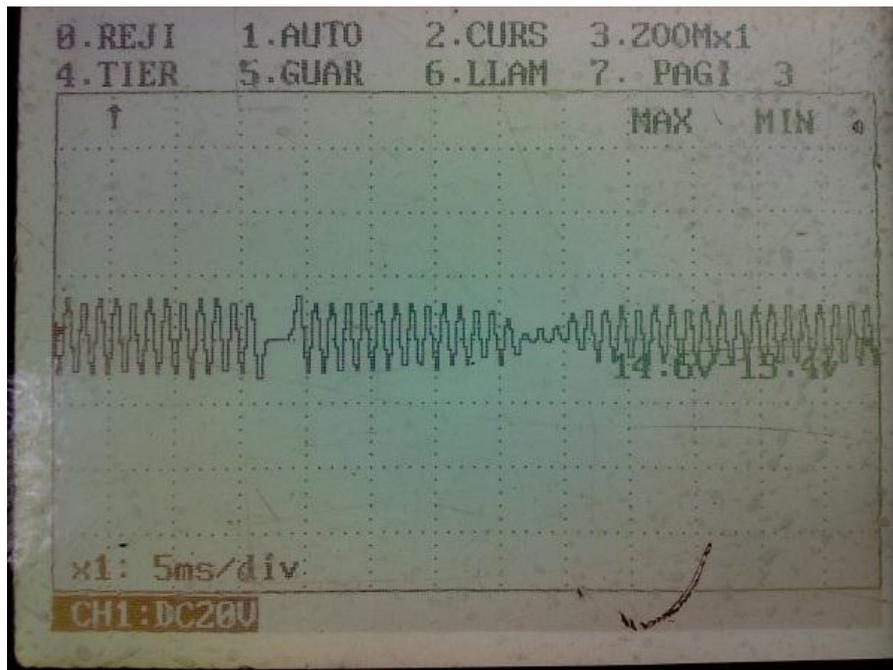
Causas:

- Sujeción del sensor defectuosa.
- Sujeción del disco fónico - rueda fónica, rueda dentada - defectuosa.

- Distancia incorrecta entre rueda dentada y sensor -0.9 mm-.
- Presencia de suciedad entre sensor y rueda dentada.

En estos casos se puede intentar corregir las condiciones de trabajo del sensor, para descartar el daño completo del mismo.

Fig. 2: Señal inductiva anormal



Fuente: <http://www.dtforum.net/index.php?topic=51516.0>

En el oscilograma de la Fig. 2 se observa una señal inductiva de un sensor CKP que súbitamente tiende a desaparecer, y luego se restablece de manera irregular; ocasionando así, que el vehículo se apague momentáneamente, problemas para mantener el ralentí, problemas de encendido.

Causas:

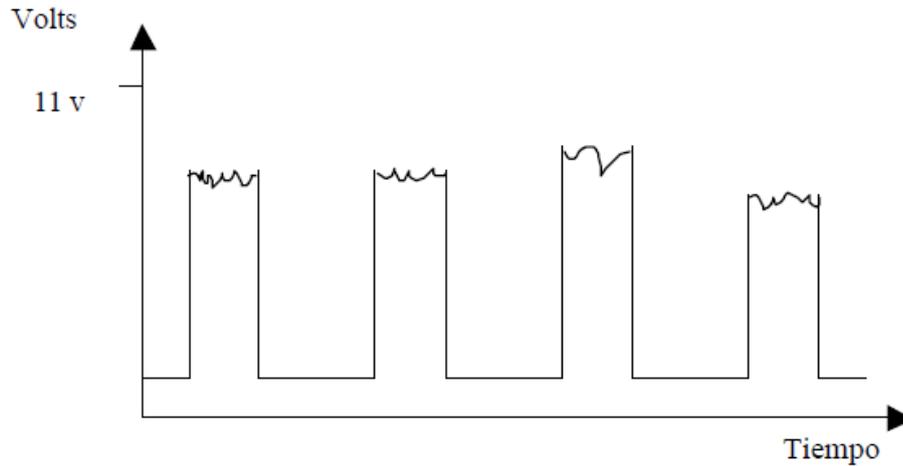
- Interferencias de ruido por conductores en mal estado.
- Sensor defectuoso.

En estos casos se procede a cambiar el sensor.

Señales de sensores de posición de efecto Hall:

Los sensores de efecto Hall generan una onda cuadrada más fácil de interpretar, y requieren de un voltaje de alimentación constante -12 V- para su funcionamiento. A continuación se presentan las señales típicas que estos sensores generan a partir de un daño o un malfuncionamiento.

Fig. 3: Señal de tipo Hall de flujo eléctrico pobre



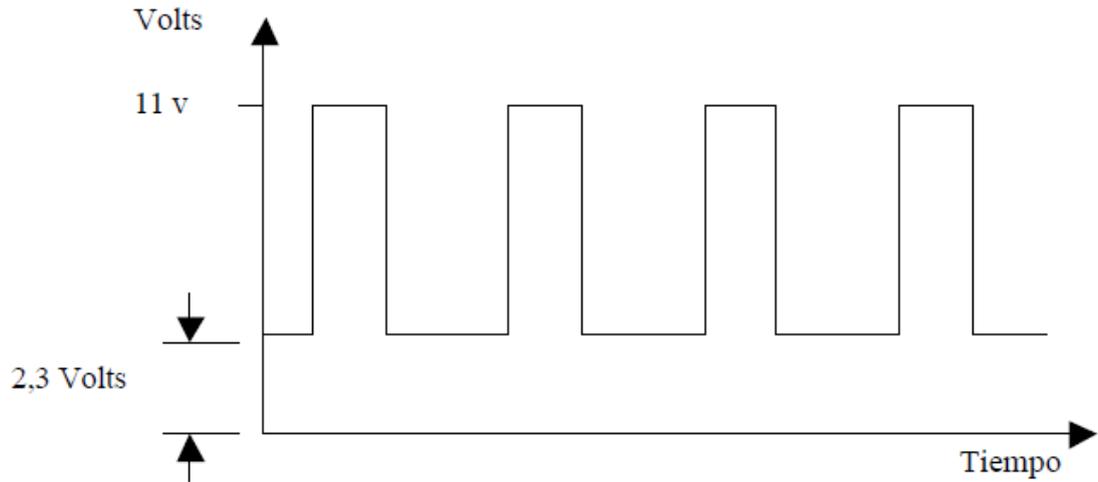
Fuente: Boletín "Sensor de árbol de levas CMP o CID" CISE electronics

La señal de tipo Hall de la Fig. 3 pertenece a un sensor CMP que presenta un flujo magnético irregular en los flancos altos de la onda, lo cual implica una interpretación errónea por parte de la ECU - Unidad Electrónica de Control - que genera un comportamiento anómalo en el desempeño del vehículo.

Causas:

- Emisor ó receptor del sensor sucio o deteriorado.
- Ruido causado por daños de conductores.

Fig. 4: Señal de efecto Hall defectuosa por mala intercepción de flujo eléctrico



Fuente: Boletín “Sensor de árbol de levas CMP o CID” CISE electronics

La señal que se expone en la Fig. 4 nos muestra, que a pesar de existir una interrupción en el flujo eléctrico, el flanco bajo de la señal no es nulo por completo; generando de esta forma una tensión que la ECU no reconoce y que genera que el vehículo se detenga o produzca un adelanto, o un retraso al encendido irregular.

Causas:

- Entrehierro en mal estado o deformado.
- Sensor deteriorado.

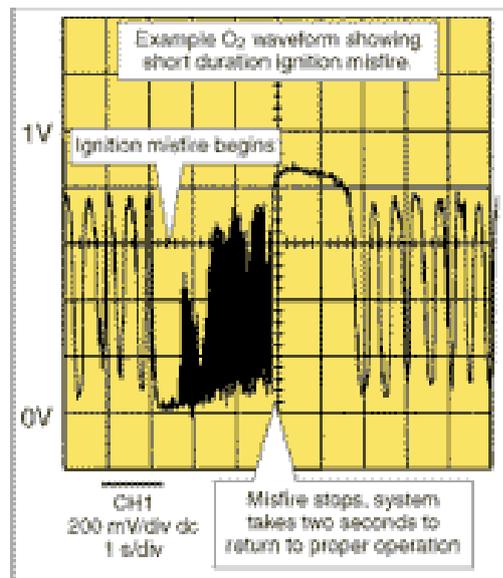
Para los dos casos vistos anteriormente de las señales de efecto Hall, se recomienda una verificación completa del estado de los conectores y su conexión; así como del elemento entrehierro que interrumpe el flujo eléctrico. Si la falla prosigue, se recomienda cambiar el sensor.

Anexo 6

Señales típicas de sensores de oxígeno en mal estado

Los sensores de oxígeno son sensores que generan una señal eléctrica de baja tensión y de tipo sinodal, producto de una reacción química al estar en contacto con los gases de escape del vehículo; bajo este concepto se determina a un sensor de este tipo en mal estado ó dañado, cuando éste sencillamente deja de emitir dicha señal. Sin embargo, la correcta interpretación de un oscilograma, que ilustre el comportamiento de un sensor de oxígeno que genere una señal irregular, nos permite establecer ciertos parámetros de funcionamiento en los que se encuentra trabajando el vehículo, donde se observan los siguientes casos:

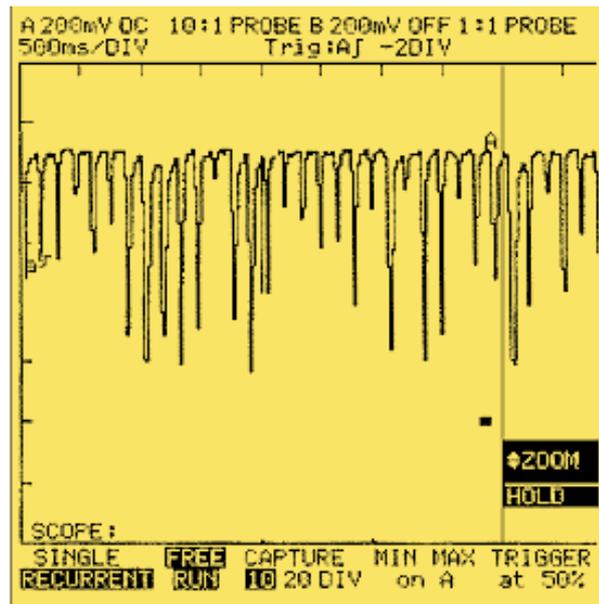
Fig. 5: Señal de Sensor O₂ irregular 1



Fuente: <http://www.autozone.com/autozone/repairinfo/common/repairInfoMain.jsp>

En el oscilograma de la Fig. 5 se muestra el instante exacto en que el sensor de oxígeno detecta un problema de ignición del vehículo, el mismo que puede a veces ser imperceptible para el conductor, pero que se evidencia en la prueba con el osciloscopio.

Fig. 6: Señal de Sensor O2 irregular 2



Fuente: <http://www.autozone.com/autozone/repairinfo/common/repairInfoMain.jsp>

En el oscilograma de la Fig. 6 se expone una señal que genera un sensor de oxígeno de un vehículo, en el que un inyector presenta un malfuncionamiento, variándose así la calidad de la mezcla, que se traduce en pobre desempeño del vehículo o consumo excesivo de combustible.