



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL**

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA**

**CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ**

**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS CON  
UN MOTOR MAZDA 323 CON INYECCION ELECTRONICA DE  
CHEVROLET CORSA, MEDIANTE PROCESOS TÉCNICOS  
MECÁNICOS Y ELECTRÓNICOS, PARA DIAGNÓSTICO  
ELECTRÓNICO.**

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

**AUTOR: JSHYRO ANDRES CAJIAO ARIZAGA**

**DIRECTOR: ING. SIMON HIDALGO**

**Quito-Ecuador**

© Universidad Tecnológica Equinoccial. 2012

Reservados todos los derechos de reproducción

# DECLARACIÓN

Yo Jshyro Andrés CajiaoArízaga, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Tecnológica Equinoccial puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.

---

Jshyro Andrés CajiaoArízaga

C.I. 0503379075

# CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo que lleva por título “**Diseño y construcción de un banco de pruebas con un motor Mazda 323 con inyección electrónica de Chevrolet Corsa, mediante procesos técnicos mecánicos y electrónicos, para diagnóstico electrónico,** fue desarrollado por Jshyro**AndrésCajiaoArízaga**, bajo mi dirección y supervisión, en la Facultad de Ciencias de la Ingeniería; y cumple con las condiciones requeridas por el reglamento de Trabajos de Titulación artículos 18 y 25.

---

Ing. Simón Hidalgo

**DIRECTOR DEL TRABAJO**

C.I. 1707805642

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a mis padres por todo el apoyo que me supieron dar, por el enorme sacrificio que han hecho para que yo pueda culminar mis estudios, por todos los valores que me inculcaron desde niño, a mis hermanos, hermana y toda mi familia en especial a mi tía Carlota que ha sido mi abuela, me prestaron su apoyo incondicional, a mi novia que estuvo siempre apoyándome, al resto de personas y amigos que me dieron la confianza para seguir adelante con perseverancia y responsabilidad y cumplir mis metas.

A cada uno de los profesores que no solo fueron nuestros maestros, sino también amigos, un agradecimiento muy especial al Ing. Simón Hidalgo, Ing. Jorge Viteri Decano de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería, quienes ayudaron que esta carrera salga adelante y sea una de la mejores del país; al igual que a la Universidad Tecnológica Equinoccial por abrirnos sus puertas.

## DEDICATORIA

Dedico este proyecto a mis grandiosos padres, en especial a la mejor mamá del mundo por darme todo lo que ahora soy, por cada esfuerzo, por cada palabra de aliento, por cada abrazo, por cada beso, por enseñarme a levantarme después de cada caída y ser siempre ser positivo sea cual sea la situación y por nunca dejarme vencer. Por mostrarme que una persona vale más por lo que es que por lo que tiene y puede dar. Al igual que a mis súper hermanos y hermana, a mi novia hermosa que no solo son mi familia también son mis amigos, a mi tiuchis abuela los cuales son y serán mis apoyos mi razón de seguir adelante logrando éxitos y alcanzar cada una de mis metas. Es el momento más feliz de mi vida, soy orgulloso de quien soy, a quienes tengo a mi lado y todo lo que Dios, la vida me ha dado.

# INDICE DE CONTENIDO

<b>CAPITULO I.....</b>	<b>1</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
1.2. SISTEMATIZACIÓN.....	5
1.2.1. DIAGNÓSTICO.....	5
1.2.2. PRONÓSTICO.....	5
1.2.3. CONTROL DEL PRONÓSTICO.....	6
1.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	6
1.4. OBJETIVOS.....	6
1.4.1. OBJETIVO GENERAL.....	6
1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	7
1.5. JUSTIFICACIÓN.....	7
1.6. ALCANCE.....	7
<b>CAPITULO II.....</b>	<b>9</b>
<b>2. MARCO DE REFERENCIA.....</b>	<b>9</b>
2.1. MARCO TEORICO.....	9
2.1.1. Motores de combustión interna.....	9
2.1.3. Ciclos de trabajo de un motor 4 tiempos o Ciclo Otto.....	10
2.1.4. Sistemas de Funcionamiento del Motor.....	14
2.1.4.1. Cámara de combustión.....	14
2.1.4.4. Sistema de arranque.....	16
2.2. SISTEMAS DE INYECCION.....	27
2.3. CLASIFICACION DE LA INYECCION.....	30
2.3.1. Según el lugar donde inyectan:.....	30
2.3.2. Según el número de inyectores:.....	32
2.3.3. Según el número de inyecciones:.....	34

2.3.4. Según las características de funcionamiento: .....	35
2.4. VENTAJAS DE LA INYECCION ELECTRONICA. ....	35
2.5. ELEMENTOS DE LA INYECCION ELECTRONICA.....	37
2.5.1. ACTUADORES.....	38
2.5.1.1. El Inyector. ....	38
2.5.1.2. Bomba de combustible.....	40
2.5.1.3. Válvula IAC (idle air control o válvula de control de ralentí). ....	40
2.5.1.4. Válvula EVAP.....	41
2.5.1.5. Válvula EGR. (válvula de recirculación de gases de escape) .....	41
2.5.2. Sensores.....	44
2.5.3. Tipos de señales. ....	44
2.5.4. Sensor o captador de velocidad de rotación del motor. ....	46
2.5.4.1. Posición del cigüeñal CKP (crankshaft position sensor). ....	47
2.5.4.2. Posición del árbol de levas CMP (camshaft position sensor).....	48
2.5.5. Sensor de posición de la mariposa TPS (Throttle Position Sensor).....	49
2.5.6. Presión absoluta en el múltiple de admisión MAP (manifold absolute pressure).....	50
2.5.7. Temperatura del aire de entrada IAT (intake air temperature). ....	52
2.5.8. Temperatura del refrigerante del motor WTS O ECT (engine coolant temperature). ....	53
2.5.9. SONDA LAMBDA O SENSOR O2 O HEGO.....	55
2.5.10. Sensor de detonación o sensor KS (knock sensor). ....	58
2.5.11. La ECU (Engine Control Unit) o PCM (Powertrain Control Module). 59	
2.5.11.1. Procesamiento de entrada de datos.....	60
2.5.11.2. Procesamiento central de datos. ....	61
2.5.11.3. Procesamiento de datos de salida.....	62
2.5.11.4. Funciones controladas de la ECU.....	63
<b>CAPITULO III.....</b>	<b>66</b>



<b>3. INTRODUCCIÓN.</b>	<b>66</b>
3.1. MOTOR MAZDA 323	66
3.1.1. ESPECIFICACIONES.	66
3.2. CONSTRUCCION DEL PROYECTO.	67
3.3. DISEÑO Y PLANOS DE LA ESTRUCTURA.	69
3.3.1. MATERIALES.	70
3.3.2. PINTURA.	72
3.3.3. SEGURIDADES.	73
3.4. MONTAJE DEL MOTOR.	75
3.5. ADAPTACION DEL SISTEMA DE ENCENDIDO.	78
3.6. ADAPTACION DEL SISTEMA DE ALIMENTACION DE COMBUSTIBLE.	83
3.7. VERIFICACION DEL CABLEADO DE LA ECU DE CHEVROLET CORSA A USAR EN EL MOTOR MAZDA 323.	86
ECU.87	
3.8. VERIFICACION DE ACTUADORES.	90
3.8.1. Verificación de inyectores.	90
3.8.2. Verificación de la IAC.	92
3.9. VERIFICACION DE SENSORES.	92
3.9.1. Verificación del sensor MAP.	92
3.9.2. Verificación del sensor TPS.	96
3.9.3. Verificación del sensor ECT o WTS.	98
3.9.4. Verificación del sensor IAT.	99
3.9.5. Verificación del sensor O2 o sensor de Oxigeno.	100
3.10. ELABORACION DE TABLERO DE DIAGNOSTICO.	102
3.10.1. Conexiones eléctricas del tablero de diagnóstico.	103
3.10.2. Sensor ECT.	106
3.10.3. Sensor IAT.	108
3.10.4. Sensor MAP.	111
3.10.5. Sensor TPS.	114

3.10.6. Bobina DIS.....	117
3.10.7. Inyectores.....	120
3.10.8. Bomba de gasolina.....	125
3.10.9. Línea de Diagnostico.....	128
<b>CAPITULO IV .....</b>	<b>1301</b>
<b>4. INTRODUCCIÓN. ....</b>	<b>131</b>
4.1. FUNCIONAMIENTO Y PRÁCTICAS CON EL SIMULADOR DE FALLAS.....	131
4.2. PRÁCTICAS CON EL MOTOR Y TABLERO DE DIAGNÓSTICO. ....	131
□ Práctica 1. Comprobación del sistema eléctrico de la bomba de combustible.....	132
□ Práctica 2. Comprobación sensor CKP.....	135
□ Práctica 3 – Comprobación sensor ECT o WTS. ....	137
□ Práctica 4 – Comprobación sensor IAT.....	139
□ Práctica 5 – Comprobación sensor MAP.....	141
□ Práctica 6 – Comprobación sensor TPS o SENSOR DE POSICION DEL ACELERADOR.....	143
□ Práctica7 – Comprobación sensor O2.....	145
□ Práctica 8 – Comprobación de inyectores.....	147
□ Práctica 9 – Comprobación de bobina de encendido DIS.....	151
□ Práctica 10 – Comprobación Válvula IAC. ....	154
<b>CAPITULO V .....</b>	<b>106</b>
<b>5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>156</b>
5.1. CONCLUSIONES.....	156
5.2. RECOMENDACIONES.....	157
<b>ANEXOS.....</b>	<b>161</b>
1. TABLA INDICADORA DEL TABLERO ELECTRÓNICO. ....	161
2. FOTOS DEL PROYECTO.....	163
3. DIAGRAMA ELECTRICO CHEVROLET CORSA. ....	168

4.	PLANOS DE LA ESTRUCTURA METALICA. ....	169
----	--	-----

## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. TIPOS DE INYECCIÓN INDIRECTA. ....	32
TABLA 2. TIPOS DE INYECCIÓN INDIRECTA. ....	36
TABLA 3. ESPECIFICACIONES MOTOR MAZDA 323 1.3L LX 2002.....	66
TABLA 4. TABLA DE COMPRESION DEL MOTOR MAZDA 323. ....	75
TABLA 5. TABLA COMPARATIVA DEL MOTOR CHEVROLET CORSA Y MAZDA 323. ....	77
TABLA 6. TABLA PINES Y CONECTORES A, B, C Y D. ....	87
TABLA 7. TABLA COMPARATIVA DE LAS RESISTENCIAS DE LOS INYECTORES DE CHEVROLET CORSA Y MAZDA 323. ....	91
TABLA 8. TABLA VALORES DE OPERACIÓN DEL SENSOR MAP DE CHEVROLET CORSA EN EL MOTOR MAZDA 323. ....	94
TABLA 9. TABLA DE VALORES SENSOR ECT MOTOR MAZDA 323 Y CURVA CARACTERÍSTICA. ....	99
TABLA 10. TABLA DE VALORES SENSOR IAT DEL MOTOR MAZDA 323.....	100

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. CICLOS DE TRABAJO DE UN MOTOR 4 TIEMPOS O CICLO OTTO.....	12
FIGURA 2. GRAFICO DIFERENCIA ENTRE CICLO OTTO IDEAL Y REAL.....	13
FIGURA 3. PERDIDAS DEL MOTOR CICLO OTTO.....	13
FIGURA 4. DIAGRAMA ENCENDIDO POR PLATINOS.....	17
FIGURA 5. DIAGRAMA ENCENDIDO ELECTRÓNICO.....	19
FIGURA 6. SENSOR INDUCTIVO.....	20
FIGURA 7. SENSOR EFECTO HALL.....	22
FIGURA 8. DIAGRAMA ELÉCTRICO BOBINA DIS CON TRANSISTOR INCORPORADO. ..	24
FIGURA 9. DIAGRAMA ELÉCTRICO BOBINA COP CON TRANSISTOR INCORPORADO..	25
FIGURA 10. CLASIFICACIÓN DE LA INYECCIÓN.....	31
FIGURA 11. INYECCIÓN MONOPUNTO.....	33
FIGURA 12. INYECCIÓN MULTIPUNTO.....	34
FIGURA 13. DIAGRAMA INYECCIÓN ELECTRÓNICA.....	38
FIGURA 14. INYECTOR CHEVROLET CORSA.....	39
FIGURA 15. VÁLVULA IAC DE CHEVROLET CORSA.....	41
FIGURA 16. BOBINA TIPO DIS CON TRANSISTOR INCORPORADO UTILIZADO EN EL MOTOR MAZDA 323.....	43
FIGURA 17. TIPOS DE SEÑALES.....	45
FIGURA 18. SENSOR CKP CHEVROLET CORSA.....	48
FIGURA 19. SENSOR CMP.....	49
FIGURA 20. SENSOR TPS.....	50
FIGURA 21. SENSOR MAP.....	52
FIGURA 22. SENSOR IAT.....	53
FIGURA 23. GRÁFICA SENSOR ECT TIPO NTC MAZDA 323.....	54
FIGURA 24. SENSOR ECT MAZDA 323.....	55

FIGURA 25. SENSOR O2 MOTOR MAZDA 323. ....	58
FIGURA 26. SENSOR KS CHEVROLET CORSA. ....	59
FIGURA 27. ECU CHEVROLET CORSA 1.4L.....	65
FIGURA 28. ESTRUCTURA METÁLICA PARA EL MOTOR. ....	67
FIGURA 29. CONSTRUCCIÓN DE BASES Y MONTAJE DEL MOTOR. ....	68
FIGURA 30. ESTRUCTURA DEL MOTOR Y SU TABLERO DE DIAGNÓSTICO. ....	69
FIGURA 31. PLANO DE LA ESTRUCTURA DEL PROYECTO.....	70
FIGURA 32. TABLA DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA TUBERÍA CUADRADA DE ACERO NEGRO. ....	71
FIGURA 33. PINTURA DE LA ESTRUCTURA DEL PROYECTO. ....	72
FIGURA 34. PINTURA DE LA ESTRUCTURA DEL PROYECTO. ....	73
FIGURA 35. ARMADO DE MOTOR. ....	76
FIGURA 36. SUSPENSIÓN DE DISTRIBUIDOR. ....	78
FIGURA 37. SEÑALES SENSOR CKP .....	79
FIGURA 38. ADAPTACIÓN DE POLEA DENTADA DE CHEVROLET CORSA. ....	80
FIGURA 39. MEDICIÓN DE HOLGURA ENTRE EL SENSOR CKP Y LA POLEA DENTADA. 80	
FIGURA 40. MEDICIÓN Y REVISIÓN DE CABLEADO DE LA BOBINA DIS.....	82
FIGURA 41. DIAGRAMA ELÉCTRICO CORSA MFI, ENCENDIDO.....	82
FIGURA 42. VERIFICACIÓN DEL CABLEADO PRINCIPAL. ....	83
FIGURA 43. MONTAJE DEL TANQUE DE COMBUSTIBLE. ....	84
FIGURA 44. MONTAJE DE LA BOMBA COMBUSTIBLE.....	84
FIGURA 45. DIAGRAMA ELÉCTRICO BOMBA DE COMBUSTIBLE. ....	85
FIGURA 46. CONEXIONES ELÉCTRICAS.....	86
FIGURA 47. IDENTIFICACIÓN DE BORNES DEL ENCHUFE DEL MODULO DE CONTROL ELECTRÓNICO O ECU.....	87
FIGURA 48. DIAGRAMA ELÉCTRICO CHEVROLET CORSA MFI, INYECTORES. ....	90
FIGURA 48. VERIFICACIÓN DEL CABLEADO DE LOS INYECTORES.....	91
FIGURA 49. DIAGRAMA ELÉCTRICO CHEVROLET CORSA MFI, IAC.....	92

FIGURA 50. UBICACIÓN SENSOR MAP DE CHEVROLET CORSA EN EL MOTOR MAZDA 323. ....	93
FIGURA 51. DIAGRAMA ELÉCTRICO CHEVROLET CORSA MFI, MAP.....	94
FIGURA 52. SENSOR MAP.....	95
FIGURA 53. CUERPO DE ACELERACIÓN CHEVROLET CORSA MONTADO EN LA ADMISIÓN DEL MOTOR MAZDA 323.....	96
FIGURA 54. DIAGRAMA ELÉCTRICO CHEVROLET CORSA MFI, TPS.....	97
FIGURA 55. VERIFICACIÓN DEL SENSOR TPS.....	97
FIGURA 56. DIAGRAMA ELÉCTRICO CHEVROLET CORSA MFI, ECT. ....	98
FIGURA 57. SENSOR IAT.....	99
FIGURA 58. DIAGRAMA ELÉCTRICO CHEVROLET CORSA MFI, O2.....	101
FIGURA 59. SENSOR DE OXIGENO. ....	101
FIGURA 60. TABLERO DE DIAGNÓSTICO.....	102
FIGURA 61. DIAGRAMA ELÉCTRICO CHEVROLET CORSA MFI. ....	103
FIGURA 62. UBICACIÓN DE FOCOS LED.....	104
FIGURA 63. DIAGRAMA ELÉCTRICO FOCOS INDICADORES.....	105
FIGURA 64. DIAGRAMA SENSOR ECT.....	106
FIGURA 65. DIAGRAMA SENSOR ECT POSICIÓN 1.....	107
FIGURA 66. DIAGRAMA SENSOR ECT POSICIÓN 2.....	108
FIGURA 67. DIAGRAMA SENSOR IAT.....	109
FIGURA 68. DIAGRAMA SENSOR IAT POSICIÓN 1.....	110
FIGURA 69. DIAGRAMA SENSOR IAT POSICIÓN 2.....	111
FIGURA 70. DIAGRAMA SENSOR MAP.....	112
FIGURA 71. DIAGRAMA SENSOR MAP POSICIÓN 1.....	113
FIGURA 72. DIAGRAMA SENSOR MAP POSICIÓN 2.....	114
FIGURA 73. DIAGRAMA SENSOR TPS.....	115
FIGURA 74. DIAGRAMA SENSOR TPS POSICIÓN 1.....	116
FIGURA 75. DIAGRAMA SENSOR TPS POSICIÓN 2.....	117
FIGURA 76. DIAGRAMA BOBINA DIS.....	117
FIGURA 77. DIAGRAMA BOBINA DIS POSICIÓN 1 EN C3.....	118

FIGURA 78. DIAGRAMA BOBINA DIS POSICIÓN 2 EN C3.....	119
FIGURA 79. DIAGRAMA BOBINA DIS POSICIÓN 1 EN D10.....	119
FIGURA 80. DIAGRAMA BOBINA DIS POSICIÓN 2 EN D10.....	120
FIGURA 81. DIAGRAMA INYECTORES.....	121
FIGURA 82. DIAGRAMA INYECTORES POSICIÓN 1 EN C15.....	122
FIGURA 83. DIAGRAMA INYECTORES POSICIÓN 2 EN C15.....	123
FIGURA 84. DIAGRAMA INYECTORES POSICIÓN 1 EN C11.....	124
FIGURA 85. DIAGRAMA INYECTORES POSICIÓN 1 EN C11.....	125
FIGURA 86. DIAGRAMA BOMBA DE COMBUSTIBLE. ....	126
FIGURA 87. DIAGRAMA BOMBA DE COMBUSTIBLE POSICIÓN 1. ....	127
FIGURA 88. DIAGRAMA BOMBA DE COMBUSTIBLE POSICIÓN 2. ....	128
FIGURA 89. DLC.....	128
FIGURA 90. DIAGRAMA ALDL. ....	129
FIGURA 91. DIAGRAMA ALDL O DLC CONECTADO PARA DIAGNÓSTICO. ....	130



## RESUMEN

El principal objetivo de este trabajo fue construir un banco tablero de diagnóstico en un motor, el cual nos ayude a generar o simular fallos electrónicos en tiempo real y nos permita también trabajar sobre la inyección electrónica; con distintas aplicaciones reforzar los conocimientos adquiridos durante la carrera.

Este proyecto se basó inicialmente en una necesidad que vivimos durante la carrera al ser la primera promoción de Ingeniería Automotriz, que después se convirtió en una meta a corto plazo para de cierta forma, ayudar a las siguientes promociones a tener material didáctico el cual aporte y refuerce el conocimiento que se va adquiriendo durante la carrera; adicionalmente formar un conocimiento más técnico y práctico sobre diagnóstico electrónico por lo que podemos encontrar desde cómo se armó la estructura del motor, montajes del mismo a la estructura, la adaptación del sistema de inyección electrónica de Chevrolet Corsa a un motor Mazda 323, con todos los procedimientos técnicos y prácticos que se aplicaron durante el proceso hasta la elaboración del tablero de diagnóstico. En la tercera sección del trabajo encontramos la elaboración del tablero de electrónica el cual, se hizo muy didáctico aplicando técnicas las cuales nos den fallos reales en el sistema de inyección electrónica que pasa en la vida real, además poder detectarlos de la mejor manera y dar soluciones a los posibles problemas. Se hicieron unas guías prácticas las cuales también nos ayudarán a conocer de mejor forma a cada elemento de la inyección, su estructura y trabajo.

El tablero de diagnóstico elaborado y el motor trabajando dentro de un banco de pruebas muy didáctico, se cumple con los objetivos planteados dentro del proyecto dándonos muchos beneficios con su buen uso.

## ABSTRACT

The main objective of this work was to build a bank panel diagnosis on an engine, which will help us to generate or simulate electronic failures in real time and also allows us to work on the electronic injection, with different applications reinforce the knowledge acquired during the career.

This project was initially based on a need to live during the career to be the first class of Automotive Engineering, which then convert a short-term goal for a certain way, to help the following promotions which with supply materials and reinforce the knowledge that is acquired; additionally form a technical and practical knowledge about electronic diagnostics reason why we can find everything from how to put together the structure of the engine mounts to the structure itself, adapting the fuel injection system of an engine Chevrolet Corsa on an engine Mazda 323, with all the technical and practical processes that were applied during the development process until the board diagnostics.

In the third section of the work we find the elaboration of the electronic board which was very didactic applying techniques which will give us real faults in the electronic injection system that happens in real life, so also to detect and give the best possible solutions to problems. There were some practical guides which will also help us to better know each injection element, its structure and work. The board diagnosis made and the motor running in a very didactic test stand, it meets the objectives within the planned giving many benefits to its proper use.

# **CAPITULO I**

# CAPITULO I

## 1. INTRODUCCIÓN.

La historia del automóvil y la industria automotriz se podría decir que empieza con los vehículos autopropulsados por vapor diseñado por primera vez el por mecánico, ingeniero militar, escritor e inventor francés Nicolas-Joseph Cugnot en el siglo XVIII, sin embargo, no iba a ser el vapor la dirección que iba a tomar en desarrollo de la industria automotriz, pasando por un sin número de inventos como: la introducción de la electricidad en los trenes, baterías recargables, etc. En efecto, la autonomía de los vehículos de poca potencia con motores de vapor, eléctricos de cierta forma en proceso, era muy escasa en sus principios. Se trataba de encontrar una fuente motriz que pudiera superar en potencia y rendimiento a los motores de la época. Ésta resultó ser el motor de combustión interna. Dicho motor se basa en una idea de Lebon, que en 1801 presentó una patente en la que se describía un motor cuyo funcionamiento estaba basado en la expansión de una mezcla de aire y gas inflamado. Sin embargo, el motor de explosión no será una realidad hasta 1858, gracias a los trabajo de Joseph-Étienne Lenoir. En 1863 Lenoir realiza la aplicación de su motor a un vehículo. Se trataba de un triciclo al cual se encuentra acoplado el motor de un cilindro horizontal, a gas, de ciclo semejante a un motor actual de dos tiempos, cuyo funcionamiento revolucionó la época y la vez marcó la pauta para que en 1885 se cree el primer vehículo automóvil acoplado un motor de combustión interna. En 1900, la producción masiva de automóviles había ya empezado en Francia y Estados Unidos. Las primeras compañías creadas para fabricar automóviles fueron las francesas Panhard et Levassor (1889), y Peugeot (1891). En 1908, Henry Ford comenzó a producir automóviles en una cadena de montaje, sistema totalmente innovador que le permitió alcanzar cifras de fabricación hasta entonces impensables. Tenemos que tomar en cuenta la influencia que

tuvo la guerra en la industria automotriz y posterior a ella, ya que, la mayor parte de fabricantes se dedicaron a la construcción de armamento bélico y esto generó limitaciones, al igual que la post guerra hubo mucha pobreza y destrucción a lo cual fue muy difícil reponerse a un principio. La invención del motor no sólo se dio en la industria automovilística, sino también se remonta a la aviación siendo más marcado en la época de las guerras y post guerras, teniendo como principales constructores de motores de aviones a Alfa Romeo, en la industria agrícola Lamborghini, Ya la década de los 50 los autos ya no solo satisfacían las necesidades de transporte, ahora era la era de las competencias, marcando así a la historia, posteriormente llegarían los autos deportivos con grandes motores, los convertibles, etc.

Los motores de combustión interna, son motores térmicos en los cuales se produce una combustión, siendo esta una mezcla de un comburente específicamente con la chispa de la bujía y un combustible sean estos derivados del petróleo y gasolina, los del gas natural o los biocombustibles., el proceso transforma su energía química en energía térmica, a partir de la cual se obtiene energía mecánica.

Los primeros motores de combustión interna alternativos de gasolina que sentaron las bases de los que conocemos hoy fueron construidos casi a la vez por Karl Benz y Gottlieb Daimler.

Los intentos anteriores de motores de combustión interna no tenían la fase de compresión, sino que funcionaban con una mezcla de aire y combustible aspirada o soplada dentro durante la primera parte del movimiento del sistema. La distinción más significativa entre los motores de combustión interna modernos y los diseños antiguos es el uso de la compresión.

Podemos tener una clasificación por los ciclos que cumplen los motores como:

- 2 Tiempos gasolina: tuvo gran aplicación en las motocicletas, motores de ultraligeros (ULM) y motores marinos fuera-borda hasta una cierta cilindrada, habiendo perdido mucho terreno en este campo, ya que su combustión generaba mucha contaminación y se limitaron por las normas anticontaminación, además, actualmente se puede ver este tipo de motores las cilindradas mínimas de ciclomotores y scooter (50cc) sólo motores muy pequeños como moto sierras y pequeños grupos electrógenos.
- 4 Tiempos gasolina: domina en las aplicaciones en motocicletas de todas las cilindradas, automóviles, aviación deportiva y fuera borda.

Los elementos principales tanto de los motores diesel como los de gasolina son: bloque, cigüeñal, biela, pistón, culata, válvulas y otros específicos de cada uno, como la bomba inyectora de alta presión en los diesel, o antiguamente el carburador en los Otto o el sistema de inyección gasolina. También debemos tomar en cuenta los distintos sistemas que complementan los motores y hacen de ellos fiables como: los sistemas de refrigeración, que ayudan a enfriar el motor y a mantener con una temperatura constante, para que la inyección de combustible sea más eficiente; sistema de lubricación, que nos ayudara a lubricar y refrigerar los distintos elementos mecánicos que se encuentran dentro del motor; el sistema de encendido, el cual nos ayudará a generar la chispa para que pueda funcionar el motor de combustión interna; el sistema de combustible, sea cual sea nos ayudara a inyectar la mezcla aire-combustible para el funcionamiento del motor, complementándose con el sistema de encendido; etc.

Actualmente, ya sea por ganar eficiencia en los motores, bajar el consumo de combustibles por economía o por las normas medio ambientales, que de hecho, este es el factor primordial para la invención de los sistemas de inyección de combustible. Siendo en sus principios mecánica, se transformó y se mejoró con

la electrónica, cada vez haciéndola más eficaz y fiable a los motores tomando en cuenta que la eficiencia o rendimiento medio de un buen motor Otto es de un 25 a un 30%: sólo la cuarta parte de la energía calorífica se transforma en energía mecánica, sin embargo, en la actualidad no es suficiente, existe mucho desperdicio de energía. Influenciado con la economía y los cuidados ambientales se han ido ingeniando, construyendo autos híbridos y eléctricos para maximizar los distintos factores ambientales y ayudar a la economía de los consumidores.

### **1.1. ANTECEDENTES.**

Durante la carrera, he pasado por muchas materias, algunas bastante teóricas y otras prácticas, siendo mejor entendidas de esta forma; a veces no simplemente es realizar la práctica en ese momento de clases, sino también practicando, ensuciándose, etc. sin embargo, no siempre hemos tenido esa facilidad por alguna razón ajena a la situación. Sin duda alguna materias como electrónica, autotrónica, equipos de comprobación, etc. hemos tenido limitaciones al momento de realizar las prácticas por la falta de material didáctico o maquetas, de alguna forma entendible hasta cierto punto por ser la primera promoción, o por temor a dañar nuestros propios autos, hemos limitado nuestro aprendizaje así como la enseñanza de los profesores. Lastimosamente, estos equipos en el mercado actual son bastante costosos por las características propuestas y aún así no podrían cumplir con las necesidades propuestas; por eso he decidido construir una maqueta muy didáctica y funcional para las distintas materias dictadas en la carrera, lo cual favorecerá no solamente al taller sino a toda la carrera y futuras promociones.

Un banco de pruebas para diagnóstico automotriz de un motor Mazda 323 con inyección electrónica de Chevrolet Corsa permitirá, realizar distintas prácticas en electrónica, detección de fallas y posiblemente simulación de las mismas, usar equipos, perfeccionar su uso y aprender de una forma más personalizada y lo más importante: para formar un criterio más técnico y práctico en los

estudiantes de la carrera al igual ayudaremos a los profesores para que impartan su conocimiento de una forma más práctica y más fácil tanto para ellos como para los estudiantes, sin temor a dañar los elementos, permitiendo que sea más personalizada la educación; realizando el reconocimiento de la carrera, facultad y de la universidad. A la vez me ayudará a poner en práctica todos los conocimientos recibidos en la facultad y de cierta forma será una forma de pagarle a la universidad su tiempo y dedicación.

## **1.2. SISTEMATIZACIÓN.**

### **1.2.1. DIAGNÓSTICO.**

Por ser una carrera nueva, en la cual se ha tratado de implementar y adecuar de la mejor forma las instalaciones del Taller Automotriz de la Universidad Tecnológica Equinoccial, tenemos limitaciones en cuanto al aprendizaje y enseñanza de los estudiantes y profesores de la carrera de ingeniería automotriz; de hecho, la falta de maquetas o bancos de pruebas específicos o equipos para las distintas materias ha sido fundamental para dichas limitaciones, entendible por lo mencionado anteriormente de ser una carrera nueva.

### **1.2.2. PRONÓSTICO**

En el transcurso de la carrera hemos visto los avances tecnológicos que se dan en el campo automotriz, nuevos sistemas de inyección, sistemas mejorados, sensores más avanzados, sistemas electrónicos más complejos, etc. viendo estas necesidades tanto en el mercado como en la carrera misma voy diseñar y construir un banco de pruebas para diagnostico electrónico con un motor Mazda 323 con inyección electrónica de Chevrolet Corsa, con un sistema de inyección electrónica multipunto; el cual, facilitara la enseñanza y aprendizaje de las distintas materias de la carrera, siendo un factor primordial la practica; en donde



los estudiantes podrán realizarlas de una mejor forma, simular fallas para tener una mejor apreciación y diagnóstico como futuros Ingenieros Automotrices, a la vez, también aportar a la enseñanza de profesores con un material didáctico presto a todas las pruebas.

### **1.2.3. CONTROL DEL PRONÓSTICO.**

Al implementar un banco de pruebas dirigido al diagnóstico electrónico, se podrá generar no sólo un campo de aprendizaje y comprensión para los estudiantes de la carrera, sino que también ayudará a complementar los conocimientos de futuros ingenieros de la Universidad Tecnológica Equinoccial y también fomentará el trabajo para futuras promociones de la carrera.

### **1.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.**

La necesidad de tener un material didáctico que pueda ser sumamente funcional tanto para estudiantes como profesores y a la vez complementario para las distintas materias de la carrera de automotriz. Por otro lado, el avance de la industria automotriz, nos obliga a estar constantemente actualizados en conocimiento y práctica de los nuevos motores, sistemas de inyección más eficientes, electrónica, etc.

Finalmente, el capacitar a las nuevas promociones y las ya existentes, darles bases sólidas de un conocimiento amplio, un pensamiento más técnico y una visión de diagnóstico más profunda y calificada.

### **1.4. OBJETIVOS.**

#### **1.4.1. OBJETIVO GENERAL.**

Elaborar un método de enseñanza y aprendizaje, para maximizar el conocimiento técnico y práctico en diagnóstico electrónico, mediante el uso práctico de un banco de pruebas de un motor Mazda 323 con inyección electrónica de Chevrolet Corsa.

#### **1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Buscar nuevos métodos didácticos que maximicen el aprendizaje práctico de los estudiantes de Ingeniería Automotriz de la Universidad Tecnológica Equinoccial.
- Capacitar a los estudiantes de una manera más práctica y personalizada, en cuanto al uso de instrumentos y equipos de comprobación en las distintas materias de la carrera, con ayuda del banco de pruebas de un motor Mazda 323 con inyección electrónica de Chevrolet Corsa con inyección electrónica.
- Desarrollar una amplia capacidad de diagnóstico electrónico, mediante el uso del banco de pruebas, fortaleciendo sus conocimientos y haciendo más capaces a los futuros Ingenieros Automotrices de la universidad en el campo profesional.

#### **1.5. JUSTIFICACIÓN.**

El diseño y construcción de un banco de pruebas muy funcional y didáctico, para diagnóstico electrónico en el taller automotriz, es muy importante ya que maximizará la enseñanza de los profesores y el aprendizaje de los estudiantes, teniendo una visión más práctica, lo que fomentará sus conocimientos y habilidad como futuros profesionales; siendo mejores y más calificados ingenieros automotrices y sobretodo una mejor visión en el campo profesional.

#### **1.6. ALCANCE.**

El proyecto tienen como fin obtener una maqueta didáctica de un banco de pruebas de un motor Mazda 323 con inyección electrónica de Chevrolet Corsa con inyección electrónica, para implementarse en el taller de Ingeniería Automotriz de la Universidad Tecnológica Equinoccial, el cual nos ayude a realizar prácticas como: mediciones con equipos de comprobación, mediciones de sensores y actuadores, simulaciones de fallas, etc. en resumen, todo práctica en cuanto se refiere a mecánica y electrónica.



## **CAPITULO II**

## **CAPITULO II**

### **2. MARCO DE REFERENCIA.**

#### **2.1. MARCO TEORICO.**

##### **2.1.1. Motores de combustión interna.**

Los motores de combustión interna, son motores térmicos en los cuales se produce una combustión del fluido del motor, transformando su energía química en energía térmica, a partir de la cual se obtiene energía mecánica. El fluido motor antes de iniciar la combustión es una mezcla de un comburente específicamente con la chispa de la bujía y un combustible sean estos derivados del petróleo y gasolina, los del gas natural o los biocombustibles. Estos motores también se pueden distinguir por los ciclos de trabajo (2 tiempos o cuatro tiempos o también llamado ciclo Otto), por los combustibles que usan, número de cilindros, etc.

La termodinámica dice que el rendimiento de un motor alternativo depende en primera aproximación del grado de compresión, esta relación puede variar entre 8 a 1 o 10 a 1 en la mayoría de los motores Otto modernos. También existen proporciones mayores, como de 12 a 1, aumentando así la eficiencia del motor, pero este diseño requiere la utilización de combustibles de alto índice de octano para evitar el fenómeno de la detonación, que puede producir graves daños en el motor, esto más se ven en motores de alto desempeño o de competencia. La eficiencia o rendimiento medio de un buen motor Otto es de un 25 a un 30%: sólo la cuarta parte de la energía calorífica se transforma en energía mecánica.

##### **2.1.2. Rendimiento térmico.**

El rendimiento térmico es a eficiencia con que el motor transforma el calor en trabajo mecánico; debido a esto debemos diferenciar entre el ciclo Otto Ideal y Real, por las distintas características, en el primero o ciclo Ideal, la carrera

descendente del pistón, aspira un volumen de mezcla aire-combustible, que ingresa en una cámara, cuando el pistón sube comprime esa mezcla que cuando alcanza el punto muerto superior se enciende y se quema a volumen constante (teórico), para luego producir una expansión (carrera útil) en cuyo transcurso aporta el trabajo, luego en la carrera ascendente se eliminan los gases de la combustión y el ciclo se inicia nuevamente.

El ciclo ideal o teórico difiere bastante del real por diversos motivos entre los cuales podemos mencionar:

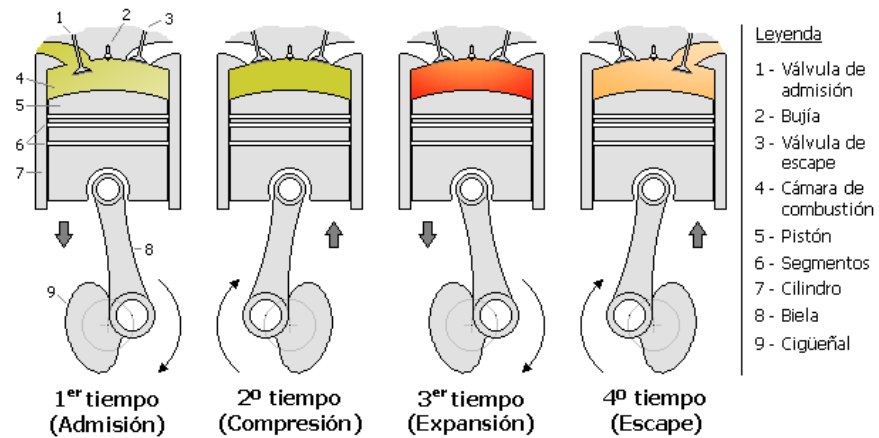
Disociación química de los combustibles, combustión no a volumen constante sino variable debido al tiempo de apertura de las válvulas de admisión y escape ya que en el interior del cilindro quedan gases remanentes que impiden el llenado completo de la mezcla aire combustible, por lo tanto la mezcla ingresada será menor a la capacidad real del cilindro, el rendimiento volumétrico es la relación que existe entre el aire que entra al cilindro para la combustión, con el que pudo haber entrado al cilindro dado el volumen de la cámara y la presión atmosférica. A mayor cantidad de aire, mayor cantidad de combustible se puede quemar. Otro factor que influye al momento de llenado es la temperatura del aire, ya que un gas por el calor se expande y cabe menos mientras que un gas frío se comprime y por lo tanto entra más aire, avance al encendido para evitar la detonación de los combustibles, todo lo cual hace que el ciclo no se realice como el teórico.

### **2.1.3. Ciclos de trabajo de un motor 4 tiempos o Ciclo Otto.**

- 1-Primer tiempo o admisión: en esta fase el descenso del pistón aspira la mezcla aire combustible en los motores de encendido provocado o el aire en motores de encendido por compresión. La válvula de escape permanece cerrada, mientras que la de admisión está abierta. En el

primer tiempo el cigüeñal gira  $180^{\circ}$  y el árbol de levas da  $90^{\circ}$  y la válvula de admisión se encuentra abierta y su carrera es descendente.

- 2-Segundo tiempo o compresión: al llegar al final de carrera inferior, la válvula de admisión se cierra, comprimiéndose el gas contenido en la cámara por el ascenso del pistón. En el 2º tiempo el cigüeñal da  $360^{\circ}$  y el árbol de levas da  $180^{\circ}$ , y además ambas válvulas se encuentran cerradas y su carrera es ascendente.
- 3-Tercer tiempo o explosión/expansión: al llegar al final de la carrera superior el gas ha alcanzado la presión máxima. En los motores de encendido provocado o de ciclo Otto salta la chispa en la bujía, provocando la inflamación de la mezcla, esta progresa rápidamente incrementando la temperatura y la presión en el interior del cilindro y expandiendo los gases que empujan el pistón. Esta es la única fase en la que se obtiene trabajo. En este tiempo el cigüeñal gira  $180^{\circ}$  mientras que el árbol de levas da una vuelta, ambas válvulas se encuentran cerradas y su carrera es descendente.
- 4 -Cuarto tiempo o escape: en esta fase el pistón empuja, en su movimiento ascendente, los gases de la combustión que salen a través de la válvula de escape que permanece abierta. Al llegar al punto máximo de carrera superior, se cierra la válvula de escape y se abre la de admisión, reiniciándose el ciclo. En este tiempo el cigüeñal gira  $180^{\circ}$  y el árbol de levas da  $90^{\circ}$ .

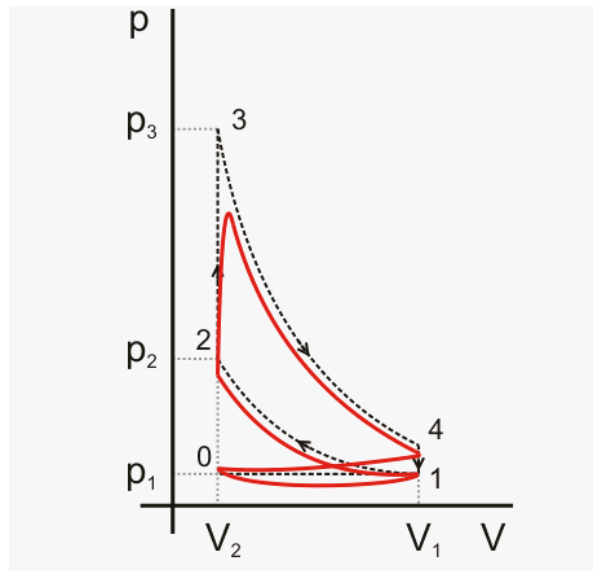


**Figura 1. Ciclos de trabajo de un motor 4 tiempos o Ciclo Otto**

**FUENTE:** <http://www.demecanicos.com/ciclo-otto-o-de-4-tiempos/>

En el gráfico se puede observar un ciclo térmico del motor Otto. En el proceso A-B se produce la compresión cilindro que en el caso de un motor Otto es de aire y gasolina. Esta transformación que se produce se llama compresión adiabática (Proceso térmico en el cual un gas pasa de una presión dada a otra mayor sin que ceda o tome calor del medio transferencia de calor = 0). Durante el proceso de B-C el pistón se encuentra llegando al P.M.S y el volumen es constante, en este punto se suministra desde el exterior la cantidad de calor; aumentando la presión y la temperatura del la mezcla; a este proceso se lo conoce como ciclo isócoro. En la expansión Z-D de la mezcla del agente de transformación el embolo se mueve hacia el P.M.I produciendo la carrera de trabajo; de igual forma se produce un ciclo teórico sin intercambio de calor con el medio exterior por lo tanto se lo denomina expansión.

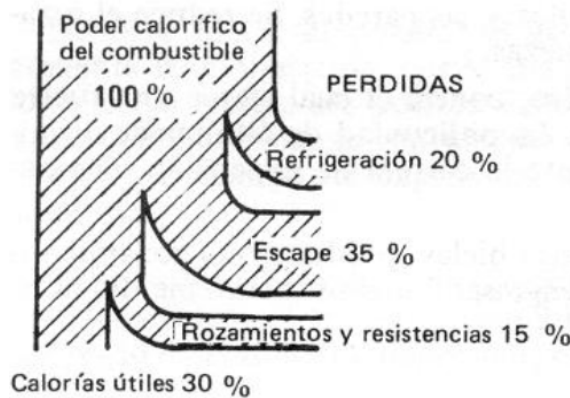




**Figura 2. Grafico Diferencia entre Ciclo Otto Ideal y Real.**

FUENTE: Grafico Ciclo Motor Otto

Cabe recalcar que un motor a su 100%, solo usaremos un porcentaje aproximado de trabajo, ya que el resto de trabajo se repartirá en transferencias de calor, rozamiento, etc. como se muestra claramente en el gráfico



**Figura 3. Perdidas del motor ciclo Otto.**

FUENTE: Perdidas del motor ciclo Otto.

## **2.1.4. Sistemas de Funcionamiento del Motor.**

### **2.1.4.1. Cámara de combustión.**

La cámara de combustión es el espacio en donde se produce la combustión del combustible con el comburente, en el motor de combustión interna se generan en cada uno de los cilindros, cuando se desliza el pistón muy ajustado dentro del cilindro hacia el punto muerto superior PMS haciendo que el pistón comprima el aire modificando el volumen que existe entre la cara interior del pistón y las paredes de la cámara, dándonos la relación de compresión, que no es más que, las veces que se comprime la mezcla antes de encenderse. La cara exterior del pistón está unida por una biela al cigüeñal, que convierte en movimiento rotatorio el movimiento lineal del pistón.

### **2.1.4.2. Sistema de distribución.**

La distribución se puede definir como el conjunto de elementos necesarios para regular la entrada y salida de los gases de un motor en el punto muerto superior PMS y punto muerto inferior PMI de los pistones, mediante la sincronización del giro del cigüeñal y la sincronización del árbol de levas. Cabe recalcar que la distribución puede ser comandada por una correa dentada, cadena o por piñones.

Los elementos que vamos a tener en la distribución dependiendo su estructura son:

- Válvulas de admisión y escape con resortes o muelles
- Balancines o propulsores hidráulicos.
- Árbol de levas
- Polea de mando del cigüeñal.
- Templadores.

Por lo general se puede designar a los motores por su tipo de distribución: SV(válvulas laterales), OHV o SOHC (un solo árbol de levas),DOHC (doble árbol de levas) Es una referencia a la disposición del (o los) árbol de levas.

### **2.1.4.3. Sistema de refrigeración.**

Dado que en la combustión se produce calor, todos los motores deben disponer de algún tipo de sistema de refrigeración, sea por agua o por aire. Algunos motores estacionarios de automóviles y de aviones y los motores fuera de borda se refrigeran con aire. Los motores que utilizan este sistema cuentan en el exterior con un conjunto de láminas de metal que emiten y disipan el calor producido dentro del cilindro.

En otros motores se utiliza refrigeración por agua, lo que implica que los cilindros se encuentran dentro de una carcasa o camisa llena de agua, que circula gracias a una bomba que hace circular el agua constantemente. El agua se refrigera al pasar por las láminas de un radiador exterior. Es importante que el líquido que se usa para enfriar el motor no sea agua común porque los motores de combustión trabajan regularmente a temperaturas más altas que la temperatura de ebullición del agua. Esto provoca una alta presión en el sistema de enfriamiento dando lugar a fallas en los empaques y sellos de agua así como, en el radiador, o pueden dejar residuos como óxidos, los cuales reducirán capacidad de refrigerante o pueden obstruir el sistema tapándolo; es por eso recomendable el uso de un refrigerante, pues su punto de ebullición es más alto, y que tampoco se congela a temperaturas muy bajas.

Los elementos que conforman el sistema de refrigeración son: bomba de agua, radiador, electro ventiladores o ventiladores dependiendo el sistema,

mangueras, depósito de agua y tapa de presión radiador o depósito de refrigerante (depende del sistema)

#### **2.1.4.4. Sistema de arranque.**

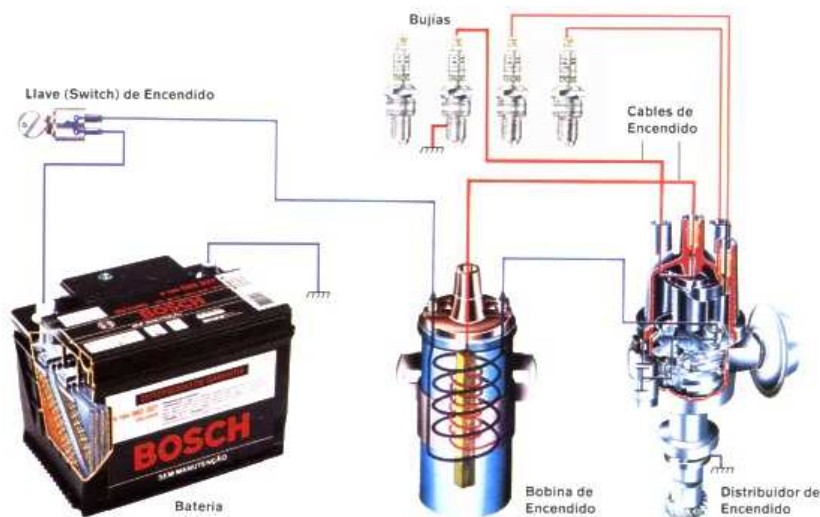
Puesto los motores de combustión interna son incapaces de arrancar sólo, el cigüeñal debe ser girado por una fuerza externa a fin de que la mezcla aire-combustible sea tomada, para dar lugar a la compresión y para que el inicio de la combustión ocurra, es por eso que utilizan un motor eléctrico (el motor de arranque) conectado al volante cigüeñal, el arrancador montado en el bloque de cilindros empuja contra un engranaje motriz cuando el interruptor de encendido es girado, una cremallera engancha con el volante.

#### **2.1.5. Sistema de encendido.**

Los motores necesitan una forma de iniciar la ignición del combustible dentro del cilindro. En los motores Otto, el sistema de ignición cumple la función principal es la de convertir energía eléctrica de baja tensión en alta tensión y distribuirla a cada uno de los cilindros del motor; consiste en algunos elementos tales como: bobina de encendido, cables de bujías (dependiendo el sistema de encendido será la el tipo de bobina y si es necesario tener cables de bujías), bujías, distribuidor, sensores de posición del cigüeñal (sistemas de inyección electrónica), rotores, módulos de encendido, etc.; esto genera un impulso que está sincronizado con la etapa de compresión de cada uno de los cilindros; el impulso se lleva al cilindro correspondiente (aquel que está comprimido en ese momento) utilizando un distribuidor rotativo y unos cables de grafito que dirigen la descarga de alto voltaje a la bujía. El dispositivo que produce la ignición es la bujía que, fijado en cada cilindro, dispone de dos electrodos separados unos milímetros, entre los cuales el impulso eléctrico produce una chispa, que inflama el combustible. Detalladamente hablaremos en cada uno de los sistemas de encendido a continuación.

### 2.1.5.1. Encendido convencional por platinos.

Una vez que giramos la llave de contacto a posición de contacto el circuito primario es alimentado por la tensión de batería, el circuito primario está formado por el arrollamiento primario de la bobina de encendido y los contactos del ruptor que cierran el circuito a masa. Con los contactos del ruptor cerrados la corriente eléctrica fluye a masa a través del arrollamiento primario de la bobina. De esta forma se crea en la bobina un campo magnético en el que se acumula la energía de encendido. Cuando se abren los contactos del ruptor la corriente de carga se dirige hacia el condensador que está conectado en paralelo con los contactos del ruptor. El condensador se cargara absorbiendo una parte de la corriente eléctrica hasta que los contactos del ruptor estén lo suficientemente separados evitando que salte un arco eléctrico que haría perder parte de la tensión que se acumulaba en el arrollamiento primario de la bobina. Es gracias a este modo de funcionar, perfeccionado por el montaje del condensador, que la tensión generada en el circuito primario de un sistema de encendido puede alcanzar momentáneamente algunos centenares de voltios.



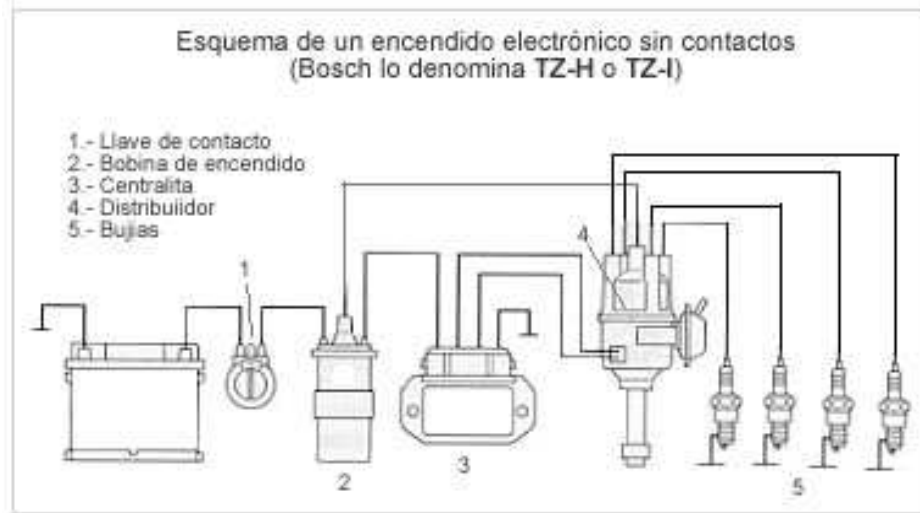
**Figura 4. Diagrama encendido por platinos.**

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

### **2.1.5.2. Encendido electrónico.**

La estructura básica de un sistema de encendido electrónico donde se ve que la corriente que atraviesa el primario de la bobina es controlada por un transistor, que a su vez está controlado por un circuito electrónico, cuyos impulsos de mando determinan la conducción o bloqueo del transistor. Un generador de impulsos es capaz de crear señales eléctricas en función de la velocidad de giro del distribuidor que son enviadas al formador de impulsos, donde debidamente conformadas sirven para la señal de mando del transistor de conmutación. El funcionamiento de este circuito consiste en poner la base de transistor de conmutación a masa por medio del circuito electrónico que lo acompaña, entonces el transistor conduce, pasando la corriente del primario de la bobina por la unión emisor-colector del mismo transistor. En el instante en el que uno de los cilindros del motor tenga que recibir la chispa de alta tensión, el generador crea un impulso de tensión que es enviado al circuito electrónico, el cual lo aplica a la base del transistor, cortando la corriente del primario de la bobina y se genera así en el secundario de la bobina la alta tensión que hace saltar la chispa en la bujía. Pasado este instante, la base del transistor es puesta nuevamente a masa por lo que se repite el ciclo.

En la figura podemos observar cómo está constituido el encendido electrónico, sus partes y conexiones.



**Figura 5. Diagrama encendido electrónico.**

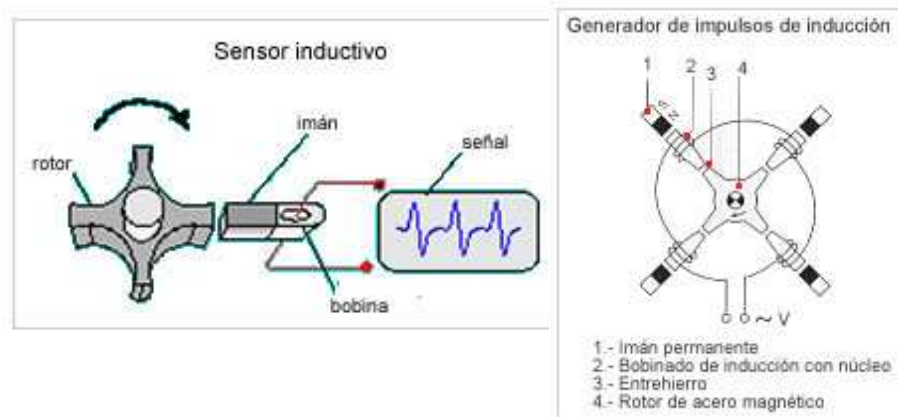
**FUENTE:** <http://aficionadosalamecanica.com/encendido-electronico-sin-contactos.htm>

### **2.1.5.3. Encendido inductivo.**

Es uno de los más utilizados en los sistemas de encendido electrónicos. Este instalado en la cabeza del distribuidor sustituyendo al ruptor, la señal eléctrica que genera se envía a la unidad electrónica que gestiona el corte de la corriente del bobinado primario de la bobina, para generar la alta tensión que se manda a las bujías.

El generador de impulsos está constituido por una rueda de aspas llamada "rotor", de acero magnético, que produce durante su rotación una variación del flujo magnético del imán permanente que induce de esta forma una tensión en la bobina que se hace llegar a la unidad electrónica. El imán permanente, el arrollamiento de inducción y el núcleo del generador de inducción componen una unidad constructiva compacta, "el estator". La rueda tiene tantas aspas como cilindros tiene el motor y a medida que se acerca cada una de ellas a la bobina de inducción, la tensión va subiendo cada vez con más rapidez hasta alcanzar su valor máximo cuando la bobina y el aspa estén frente a frente (+V). Al alejarse el aspa siguiendo el giro, la tensión cambia muy rápidamente y

alcanza su valor negativo máximo (-V). El valor de la tensión (V) depende de la velocidad de giro del motor: aproximadamente 0,5 V a bajas revoluciones y cerca de 10 V a altas revoluciones. En este cambio de tensión se produce el encendido y el impulso así originado en el distribuidor se llega a la unidad electrónica. Cuando las aspas de la rueda no están enfrentadas a la bobina de inducción no se produce el encendido. En la figura podemos observar la estructura y el funcionamiento del sensor con respecto a un motor de 4 cilindros.



**Figura 6.Sensor inductivo.**

**FUENTE:** <http://mecatronica18099007.blogspot.com/2008/05/sistema-de-encendido-y-sus-diversas.html>

El modulador de impulsos transforma la señal de tensión alterna que le llega del generador de inducción, en una señal de onda cuadrada de longitud e intensidad adecuadas para la corriente primaria y el instante de corte de la misma. Estas magnitudes (longitud e intensidad de impulsos), son independientes de la velocidad de rotación del motor.

El estabilizador tiene la misión de mantener la tensión de alimentación lo más constante posible. El mando del ángulo de cierre varía la duración de los impulsos de la señal conformada de onda cuadrada en función de la velocidad de rotación del motor.



#### **2.1.5.4. Encendido tipo Efecto Hall.**

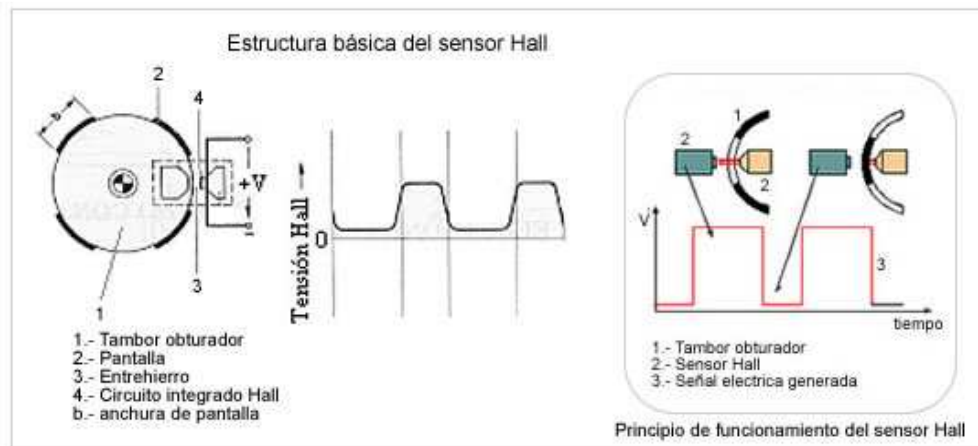
El funcionamiento del generador de impulsos de "efecto Hall" se basa en crear una barrera magnética para interrumpirla periódicamente, esto genera una señal eléctrica que se envía a la unidad de control que determina el punto de encendido.

En el distribuidor se dispone el generador de efecto Hall que está compuesto por un tambor obturador (1) de material diamagnético (permite el mantener o desviar el campo magnético), solidario al eje del distribuidor de encendido, con tantas ranuras como cilindros tenga el motor. El tambor obturador, en su giro, se interpone entre un cristal semiconductor alimentado por corriente continua y un electroimán. Cuando la parte metálica de pantalla (2) se sitúa entre el semiconductor y el electroimán, el campo magnético de este último es desviado y cuando entre ambos se sitúa la ranura del semiconductor, recibe el campo magnético del imán y se genera el "efecto Hall".

Cuando el motor gira, el tambor obturador va abriendo y cerrando el campo magnético Hall generando una señal de onda cuadrada que va directamente al modulo de encendido.

El sensor Hall está alimentado directamente por la unidad de control a una tensión de 7,5 V aproximadamente.

En la figura siguiente se describe el funcionamiento y estructura del sensor efecto Hall.



**Figura 7. Sensor efecto Hall.**

FUENTE: <http://aficionadosalamecanica.com/sensores2-modelos.htm>

### 2.1.5.5. Encendido DIS (Directignitionsystem) 3 cables.

El sistema de encendido DIS (DirectIgnitionSystem) también llamado sistema de encendido sin distribuidor (DistributorlessIgnitionSystem), se diferencia del sistema de encendido tradicional en suprimir el distribuidor, con esto se consigue eliminar los elementos mecánicos, siempre propensos a sufrir desgastes y averías.

La bobina del tipo DIS, es lo que se llama un transformador puro, en esta bobina se presenta una activación del primario y en el secundario, se tiene un circuito que pasa por dos cilindros al mismo tiempo. A este sistema de encendido se le denomina también de "chispa perdida" debido a que salta la chispa en dos cilindros a la vez, por ejemplo, en un motor de 4 cilindros saltaría la chispa en el cilindro nº 1 y 4 a la vez o nº 2 y 3 a la vez. En un motor de 6 cilindros la chispa saltaría en los cilindros nº 1 y 4, 2 y 5 o 3 y 6. Al producirse la chispa en dos cilindros a la vez, solo una de las chispas será aprovechada para provocar la combustión de la mezcla, y será la que coincide con el cilindro que está en la carrera de final de "compresión", mientras que la otra chispa no se aprovecha debido a que se produce en el cilindro que se encuentra en la carrera de final de "escape". La alimentación de este componente es directa del

sistema de carga, y es parte fundamental para un buen funcionamiento que este se encuentre siempre en valores adecuados. Por el otro lado del circuito primario, se encuentra la activación de la bobina. Esta activación es dada por una masa la cual proviene directamente del PCM, esta masa la coloca un transistor de potencia o un circuito integrado que cumpla esta función.

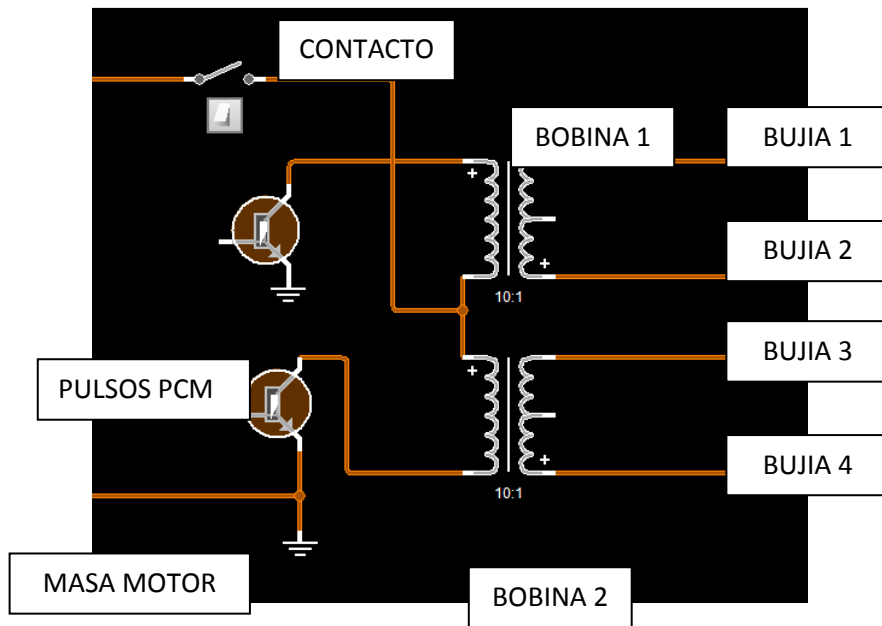
La gestión electrónica que permite calcular el momento exacto para generar el pulso de masa al primario de la bobina, estará dado por la respectiva posición del CKP y el CMP que es leída por sus respectivos sensores. Adicionalmente la duración y avance de este pulso dependen de la respectiva carga del motor y las condiciones de operación.

- **Encendido DIS con transistor incorporado.**

En este caso saldrán 4 cables hacia el PCM, donde encontramos dos cosas fijas que son la alimentación y la masa, y los otros dos conductores son las respectivas señales para cada uno de los transistores de potencia.

En este tipo de bobina encontramos una serie de pulsos desde el PCM hacia la bobina, los transistores que tenemos para esta función son de fabricación especial llamados compuerta Aislada, es decir no existe ninguna relación eléctrica entre la base y el emisor como en los antiguos TBJ o Darlington. En este caso solo necesitan un pequeño pulso de aproximadamente 4 voltios, el tiempo que dure este pulso corresponde al respectivo tiempo de saturación de la bobina, la gran ventaja de este sistema es que el PCM ya no tiene que manejar grandes cargas, solamente el pulso que en la mayoría de los casos se trabaja con características digitales (Corriente muy baja).

En la figura se puede mostrar el diagrama eléctrico de una bobina DIS con transistor incorporado para un motor de 4 cilindros.



**Figura 8. Diagrama eléctrico Bobina DIS con transistor incorporado.**

Elaborado por: Jshyro A. CajiaoArízaga.

#### **2.1.5.6. Encendido COP (Coil on piston).**

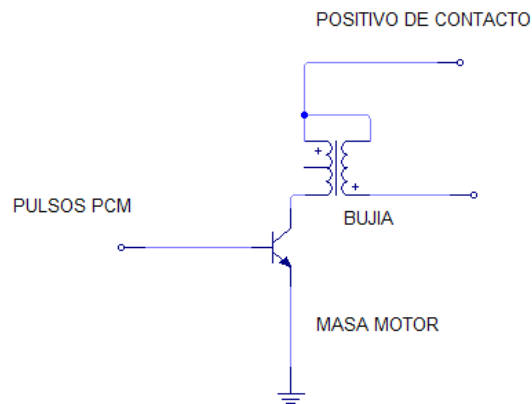
Este tipo de bobinas dispone una configuración muy diferente a las demás, esta particularidad, es que no disponen de cables de alta, es decir van ubicadas justo arriba de cada bujía, con lo cual se simplifica resistencia a la alta tensión y se mejora la eficiencia del quemado.

- **Bobinas COP 2 pines.**

La configuración más sencilla de este tipo de bobinas es en la cual tiene dos pines de conexión, es este caso tenemos un transformador sencillo, en donde se tiene un devanado primario y uno secundario alrededor de un núcleo de hierro.

- **Bobinas COP con transistor de potencia incorporado o tres pines.**

Este tipo de bobinas incorpora un transistor de los mencionados anteriormente en la sección de bobinas DIS, por lo tanto el comando de ellas va a estar dado por el PCM a través de pulsos, pero a diferencia de las bobinas DIS, encontramos una bobina por cilindro este tipo de bobinas esta conexas por medio de tres pines en la imagen inferior encontramos una usual bobina de este tipo.



**Figura 9. Diagrama eléctrico Bobina COP con transistor incorporado.**

Elaborado por: Jshyro A. CajiaoArízaga.

- **Bobina COP con modulo incorporado o 4 pines.**

En los nuevos modelos de vehículo se ha incorporado un tipo de bobina independiente COP la cual contiene integrado un modulo que genera una señal de retroalimentación al PCM, cada vez que se genera una correcta inducción en el primario.

Para esto se dispone de un circuito especial que logra generar una señal hacia el PCM cada vez que el PCM coloca pulso al transistor de potencia y ocurre correctamente la inducción.

### **2.1.6. Sistema de alimentación.**

El sistema de alimentación de combustible de un motor Otto consta de un depósito, una bomba de combustible, bomba de combustible, pre-filtro de combustible, filtro de gasolina, regulador de presión, cañerías y un dispositivo dosificador de combustible, que vaporiza o atomiza el combustible desde el estado líquido, en las proporciones correctas para poder ser quemado. Este dispositivo se llamaba carburador, que venía siendo utilizado en dichos motores Otto, combinado con un tipo de encendido, era un complicado conseguir una mezcla o dosificación exacta de combustible al igual que el punto correcto de encendido, ya que su funcionamiento y ajuste se basaba en elementos y partes mecánicas. Desde hace algunos años se sustituyen los carburadores por los sistemas de inyección de combustible que están compuestos por inyectores, sensores, actuadores y adicionalmente se han combinado con mejoras en los sistemas encendidos por motivos medioambientales y por mejorar la eficiencia de los motores. Su mayor precisión en la dosis de combustible inyectado reduce las emisiones de CO<sub>2</sub> (dióxido de carbono), CO (monóxido de carbono), HxCx (hidrocarburos no quemados), NO<sub>x</sub> (óxidos de nitrógeno, bajo ciertas condiciones), N<sub>2</sub> (nitrógeno) y aseguran una mezcla más estable; a diferencia de los anteriores sistemas, la inyección electrónica está comandada y ajustada por elementos electrónicos como sensores, actuadores.

Las restricciones por los controles medio ambientales llevaron a los constructores a diseñar mecanismos mucho más eficientes, especialmente en países como Estados Unidos en donde existe un gran mercado, Organismos como el EPA (Agencia de Control del Medioambiente) controlan día a día la venta de vehículos que cumplan dichas normas. Es por eso que la industria automotriz tuvo que realizar un gran esfuerzo en lograr sistemas más novedosos y eficientes; uno de estos es la inyección electrónica controlada por un computador, sin embargo ya desde la década de los 70's ya se usaban sistemas electrónicos y eléctricos mecánicos en el carburador para hacerlos más

eficientes; fue así que la creación de la inyección controlada por una computadora o llamada ECU o PCM, no sólo controlaba la relación aire/combustible, encendido y otros parámetros para la eficiencia del motor; sino también usaba un testigo luminoso de malfuncionamiento en el panel de instrumentos (MIL) o cuando existía una falla en algunos de los parámetros de la computadora o algún fallo de algún componente, este indicador se encendía y guardaba el código (DTC) del área defectuosa de manera específica .

A estos sistemas se llamaron “sistemas de inyección a bordo OBD (OnBoard Diagnosis). Este diagnóstico a bordo en principio funcionó muy bien, pero tenía un limitante en algunos modelos o marcas de vehículos, cada fabricante diseñaba por separado su sistema, lenguaje y su propia herramienta de diagnóstico; esto llevó a que no todos los técnicos pudiesen reparar todos los sistemas correctamente. Es por esto que algunos organismos de control estandarizaron el protocolo de funcionamiento, básicamente consistía en tener componentes tales como: sensores, actuadores, etc. y un lenguaje de comunicación universal o Protocolo de comunicación ISO, SAE o CAN; además si llegase a fallar, se use una luz indicadora en el panel llamada CheckEngine o service soon. Este sistema fue llamado OBD II o segunda generación de OBD, siendo mucho más fácil su inspección y búsqueda de códigos de falla mediante el Scanner de la marca o a su vez un scanner multimarca con sigan cualquiera de estos protocolos.

## **2.2. SISTEMAS DE INYECCION.**

En la actualidad la totalidad de los sistemas de alimentación de combustible en los vehículos son controlados electrónicamente, existiendo diferentes variantes en su construcción, dependiendo la marca, región u origen del vehículo, su complejidad puede variar, aunque en esencia todos los sistemas parten de un mismo principio. La característica más común en este tipo de sistema es que el combustible es introducido al motor por medio de los inyectores directa o

indirectamente a la cámara de combustión. Los inyectores están presurizados por medio de la bomba de combustible es decir de la misma manera que en un sistema mecánico con la gran diferencia que todos los parámetros son manejados a través de una computadora. La computadora recibe los parámetros leídos por los sensores de la cantidad de aire que entra al motor (junto a otros parámetros de funcionamiento) para poder calcular el pulso de inyección en las distintas condiciones

La clave de la inyección de gasolina es la unidad procesadora central (PCM) o unidad central electrónica (ECU, siglas en ingles), que es un micro ordenador cuya señal de salida es un pulso eléctrico de determinada duración en el momento exacto que hace falta (durante la carrera de admisión) al, o los inyectores.

Para ajustar con exactitud la inyección de combustible y obtener la máxima eficiencia y la mínima emisión de gases tóxicos, la ECU o PCM tiene en cuenta un grupo de otras entradas que llegan a ella, procedentes de varios sensores, que vigilan el comportamiento de los factores que influyen en el proceso de combustión, estas entradas son procesadas electrónicamente y sirven para modificar el tiempo de apertura del inyector a la cantidad exacta.

La ECU o PCM están preparadas y tiene estrategias cuando los sensores o los parámetros de funcionamiento tienen algunas averías para continuar con el programa básico y permitir el funcionamiento del motor hasta llegar al taller de reparaciones, esto se da siempre y cuando la avería no sea considerable como daño del CKP, etc.

Las funciones que cumple la inyección electrónica son:

- Medir el flujo de aire del medio ambiente que es aspirado por el motor, mediante la lectura de la mariposa de aceleración en función de la carga



motor necesaria en cada caso, temperatura de refrigerante, temperatura del aire, medición de oxígeno en los gases de escape, etc. con inyectar el caudal de combustible conforme al régimen de funcionamiento del motor.

- Dosificar mediante inyección la cantidad de combustible requerida por esta cantidad de aire, necesaria para que la combustión sea lo más completa posible, es decir guardando en la medida de lo posible la proporción estequiométrica 14.7: 1, dentro de los límites del factor lambda o sensor de oxígeno.
- Completar la función de la combustión junto con el Encendido del motor.

Por otra parte hay que suministrar el combustible a unos 1 a 3 bares en caso de ser americano, 2 a 4 bares en los modelos asiáticos y 1 a 3 bares en modelos europeos a los inyectores, esto se logra con una bomba eléctrica situada a la salida del depósito o dentro del mismo.

Adicionalmente se toman en cuenta otros datos, como la temperatura del aire y del refrigerante, el estado de carga mediante el sensor MAP (Presión Absoluta de Admisión), MAF (flujo de aire en la admisión), sensor de oxígeno, en los motores turboalimentados, posición de la mariposa y cantidad de oxígeno en los gases de escape (sensor EGO o O<sub>2</sub> o Lambda), entre otros. Estas señales son procesadas por la unidad de control, dando como resultado señales que se transmiten a los inyectores y encendido del motor para obtener una combustión mejorada, teniendo siempre en cuenta las proporciones aire/combustible, es decir el factor lambda.

El sensor MAP (Presión Absoluta del Múltiple o Colector) indica la presión absoluta del múltiple de admisión y el sensor EGO (Exhaust Gas Oxigen) o "Sonda lambda" la cantidad de oxígeno presente en los gases de combustión.

Este sistema funciona bien si a régimen de funcionamiento constante se mantiene la relación aire / combustible, es decir el factor lambda cercana a la estequiométrica (factor lambda = 1). Esto se puede comprobar con un análisis de los gases de combustión, pero al igual que los sistemas a carburador, debe proveer un funcionamiento suave y sin interrupciones en los distintos regímenes de marcha.

La detección de fallas, llamados "DTC" (Diagnostic Trouble Codes) debe realizarla personal especializado en estos sistemas y deben contar con herramientas electrónica de diagnóstico como: Scanner u osciloscopios, etc. y también especiales para cada tipo de sistema de inyección dependiendo si se trata de un OBD u OBDII.

La reparación de estos sistemas se limita al reemplazo de los componentes que han fallado, generalmente los que el diagnóstico electrónico da como defectuosos.

Los sistemas de inyección electrónicos no difieren de los demás, respecto a las normas de seguridad ya que manipula combustible o mezclas explosivas. Lo mismo para el cuidado del medio ambiente, se debe manipular con la precaución de no producir derrames de combustible.

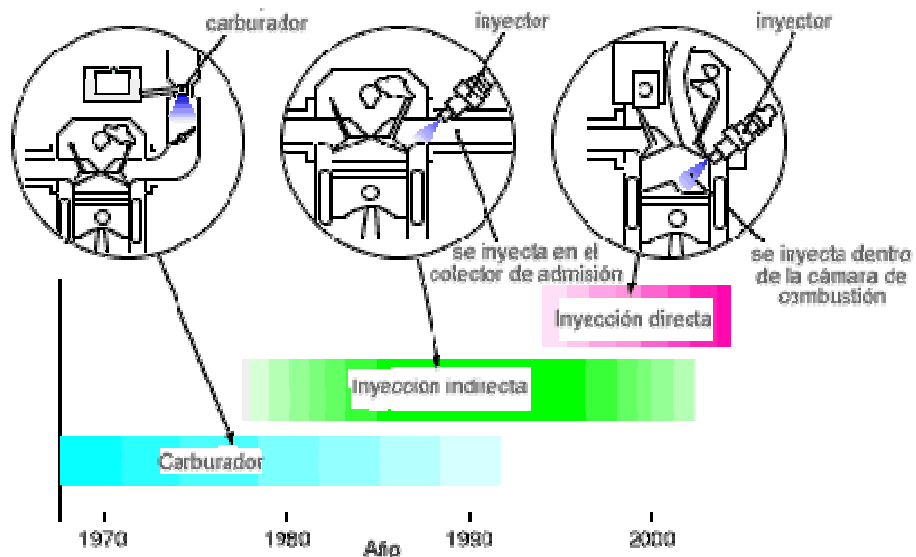
### **2.3. CLASIFICACION DE LA INYECCION.**

Se pueden clasificar en función de cuatro características distintas:

- Según el lugar donde inyectan.
- Según el número de inyectores.
- Según el número de inyecciones.
- Según las características de funcionamiento.

#### **2.3.1. Según el lugar donde inyectan:**

- **Inyección directa:** El inyector introduce el combustible directamente en la cámara de combustión. Este sistema de alimentación es el más novedoso y se está empezando a utilizar ahora en los motores de inyección gasolina como el motor GDi de Mitsubishi o el motor IDE de Renault. En la gráfica se muestra la clasificación de la inyección.

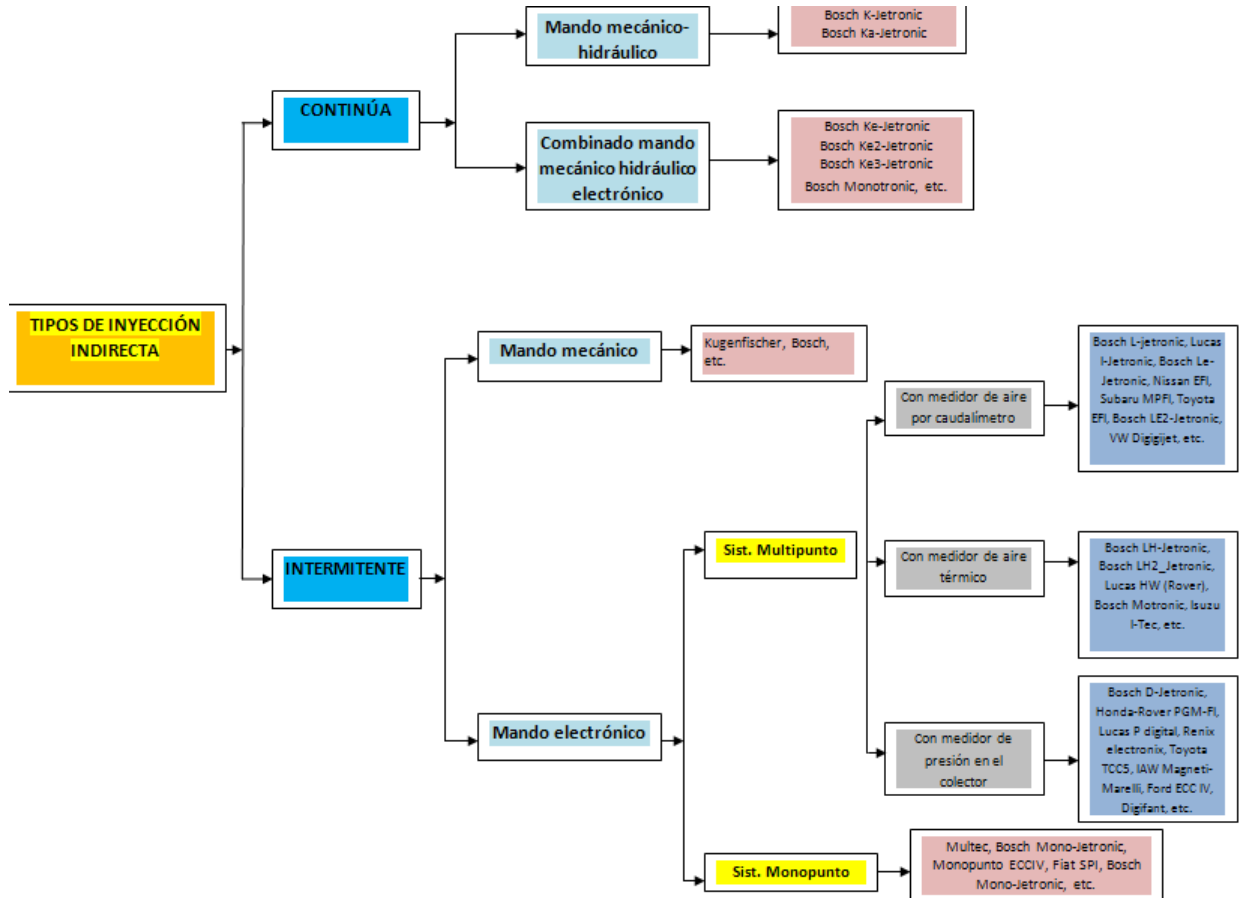


**Figura 10. Clasificación de la Inyección.**

FUENTE: <http://www.cdglaplata.com.ar/foro/viewtopic.php?f=12&t=1891>

- **Inyección indirecta.** El inyector introduce el combustible en el colector de admisión, encima de la válvula de admisión, que no tiene por qué estar necesariamente abierta. Es la más usada actualmente.

**Tabla 1. Tipos de inyección indirecta.**



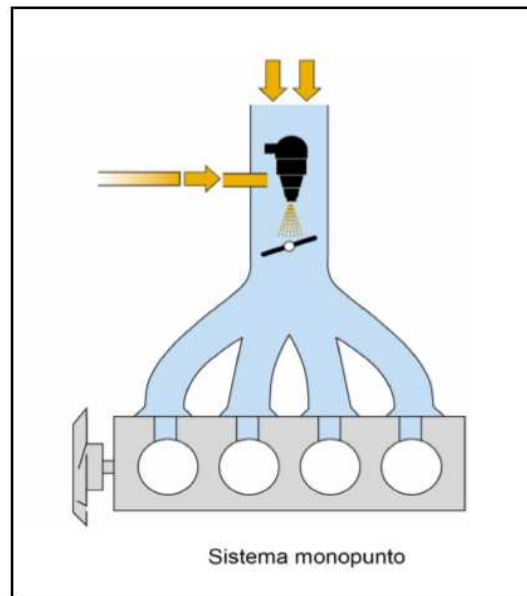
Elaborado por: Jshyro A. CajiaoArízaga.

En la tabla se puede ver los tipos de inyección indirecta.

**2.3.2. Según el número de inyectores:**

En los sistemas de inyección electrónica el combustible es llevado desde el tanque mediante una bomba hacia la riel e inyectores, quienes bajo la acción de la corriente eléctrica y comandados por un control electrónico.

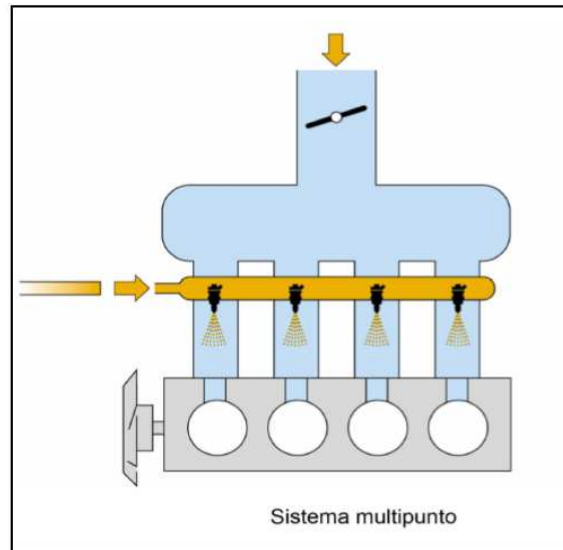
**2.3.2.1. Inyección Monopunto TBI.** Hay solamente un o dos inyectores, que introduce el combustible en el colector de admisión, antes de la mariposa aceleración, similar a un sistema de carburación sin embargo, estas tienen dispositivos que ayudan a cumplir las normas medioambientales existentes. En la gráfica se muestra la distribución y ubicación del inyector (un solo inyector).



**Figura 11. Inyección monopunto.**

**FUENTE:** Lección I Técnico en Diagnostico CISE

**2.3.2.2. Inyección Multipunto MPI.** Este sistema incorpora una ventaja muy importante que fue la de distribuir de forma más homogénea el combustible en cada cilindro, esto eleva la eficiencia de la mezcla y logra disminuir el consumo de combustible. Con esto se logra que el combustible ingrese cada vez más cerca de las válvulas de admisión. En la gráfica se muestra la distribución y ubicación de los inyectores.



**Figura 12. Inyección multipunto.**

FUENTE: Lección I Técnico en Diagnostico CISE

### 2.3.3. Según el número de inyecciones:

- **Inyección Continúa.** Los inyectores introducen el combustible de forma continua en los colectores de admisión, previamente dosificada y a presión, la cual puede ser constante o variable.
- **Inyección intermitente.** Los inyectores introducen el combustible de forma intermitente, es decir; el inyector abre y cierra según recibe órdenes de la unidad de mando. La inyección intermitente se divide a su vez en tres tipos:
  - **Inyección Secuencial.** El combustible es inyectado en el cilindro con la válvula de admisión abierta, es decir; los inyectores funcionan de uno en uno de forma sincronizada.
  - **Inyección Semi-secuencial.** El combustible es inyectado en los cilindros de forma que los inyectores abren y cierran de dos en dos.

- **Inyección Simultánea.** El combustible es inyectado en los cilindros por todos los inyectores a la vez, es decir; abren y cierran todos los inyectores al mismo tiempo.

#### 2.3.4. Según las características de funcionamiento:

- **INYECCIÓN MECANICA (K-jetronic).** Este tipo de inyección proporciona caudal variable de gasolina o carburante, pilotado básicamente de forma mecánica y en forma continua.
- **INYECCIÓN ELECTROMECHANICA (KE-jetronic).** Es un sistema de inyección hidromecánico, la base o principio de su funcionamiento consiste en determinar la cantidad de combustible en función del caudal de aire en la admisión, que representa el parámetro de mando principal.
- **INYECCIÓN ELECTRÓNICA (L-jetronic, LE-jetronic, motronic, Dijijet, Digifant, etc.)** Estos sistemas de inyección son comandados por la electrónica, gracias a la cual el combustible es inyectado de forma intermitente a la admisión.

#### 2.4. VENTAJAS DE LA INYECCION ELECTRONICA.

- **Consumo reducido.**

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

- **Gases de escape menos contaminantes.**

La concentración de los elementos contaminantes en los gases de escape depende directamente de la proporción aire/gasolina. Para reducir la emisión de contaminantes es necesario preparar una mezcla de una determinada proporción. Los sistemas de inyección permiten ajustar en todo momento la cantidad necesaria de combustible respecto a la cantidad de aire que entra en el motor. En los que respecta al uso del catalizador, tendremos menor contaminación, ya que, dicho elemento convierte los gases residuales de la combustión como NOx CO y HxCx en gases no nocivos.

En la gráfica tabla podemos ver la diferencia que existe en emisiones entre los 2 modelos Mazda, claramente vemos que la emisión del Mazda 323 1.3l a inyección baja considerablemente la emisión de CO, hidrocarburos no quemados y sube la cantidad de oxígeno en los gases de escape.

**Tabla 2. Tipos de inyección indirecta.**

<b>MAZDA 323 1.3L 1996 A CARBURADOR.</b>		<b>MAZDA 323 1.3L 2001 A INYECCION.</b>	
<b>DATOS</b>		<b>DATOS</b>	
MONOXIDO DE CARBONO CO EN RALENTI	3.14%	MONOXIDO DE CARBONO CO EN RALENTI	0.57%
MONOXIDO DE CARBONO A 2500RPM	3.40%	MONOXIDO DE CARBONO A 2500RPM	0.30%
HIDROCARBUROS NO QUEMADOS EN RALENTI	413 ppm	HIDROCARBUROS NO QUEMADOS EN RALENTI	106 ppm
HIDROCARBUROS NO QUEMADOS A 2500 RPM	254 ppm	HIDROCARBUROS NO QUEMADOS A 2500 RPM	7 ppm
OXIGENO EN RALENTI	0.67%	OXIGENO EN RALENTI	2.02%
OXIGENO A 2500 RPM	1.18%	OXIGENO A 2500 RPM	1.32%

**Elaborado por: Jshyro A. CajiaoArízaga.**



- **Mayor potencia.**

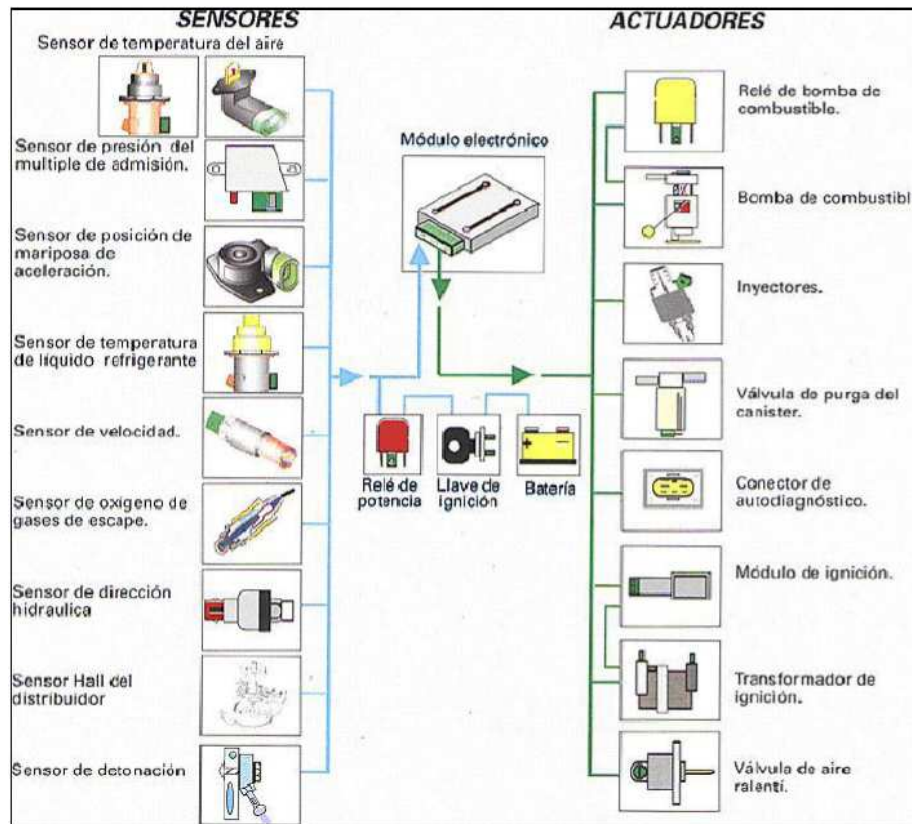
La utilización de los sistemas de inyección permite optimizar la forma de los colectores de admisión con el consiguiente mejor llenado de los cilindros. El resultado se traduce en una mayor potencia específica y un aumento del par motor.

- **Arranque en frío y fase de calentamiento.**

Mediante la exacta dosificación del combustible en función de la temperatura del motor y del régimen de arranque, se consiguen tiempos de arranque más breves y una aceleración más rápida y segura desde el ralentí. En la fase de calentamiento se realizan los ajustes necesarios para una marcha redonda del motor y una buena admisión, ambas con un consumo mínimo de combustible, lo que se consigue mediante la adaptación exacta del caudal de éste, lo cual tendremos un control preciso del tiempo de inyección en cada situación de funcionamiento de motor.

## **2.5. ELEMENTOS DE LA INYECCION ELECTRONICA**

La inyección electrónica está compuesta por componentes y elementos divididos en sensores y actuadores como se muestra en el siguiente gráfico:



**Figura 13. Diagrama inyección electrónica.**

**FUENTE:** Lección 1 Seminario de control electrónico de motor.

### 2.5.1. Actuadores.

Entre los actuadores tenemos: inyectores, válvula IAC o válvula de control del ralentí, válvula EVAP (válvula de purga del canister), válvula EGR (válvula de recirculación de gases), relé bomba de combustible, bomba de combustible, bobina de encendido, etc.

#### 2.5.1.1. El Inyector.

Los inyectores son electro válvulas, en su interior hay una bobina, una armadura o carcasa, un resorte y una válvula (punta del inyector), su

funcionamiento se da cuando una corriente eléctrica pasa a través de la bobina, se crea un campo magnético que hace que la válvula se abra.

El inyector es el encargado de pulverizar en forma de aerosol la gasolina procedente de la línea de presión dentro del conducto de admisión, es en esencia una refinada electroválvula capaz de abrirse y cerrarse millones de veces sin escape de combustible y que reacciona muy rápidamente al pulso eléctrico que la acciona. Podemos tener 2 calases de inyectores:

- Inyectores de baja resistencia: La resistencia de la bobina está comprendida entre 2 y 4ohms, por lo general los sistemas monopunto poseen inyectores de baja resistencia.
- Inyectores de alta resistencia: La resistencia de la bobina está comprendida entre 12 y 17ohms.

En la grafica mostramos un inyector de alta resistencia de un motor Chevrolet Corsa con sus elementos.



**Figura 14. Inyector Chevrolet Corsa.**

Elaborado por: Jshyro A. Cajiao Arízaga.

### **2.5.1.2. Bomba de combustible.**

La bomba de combustible, es un motor eléctrico el cual se encuentra dentro del depósito de combustible en este caso (motor Mazda 323) y está en permanente contacto con el mismo. También se puede encontrar fuera del tanque de combustible o a veces encontramos más de 1 bomba de combustible.

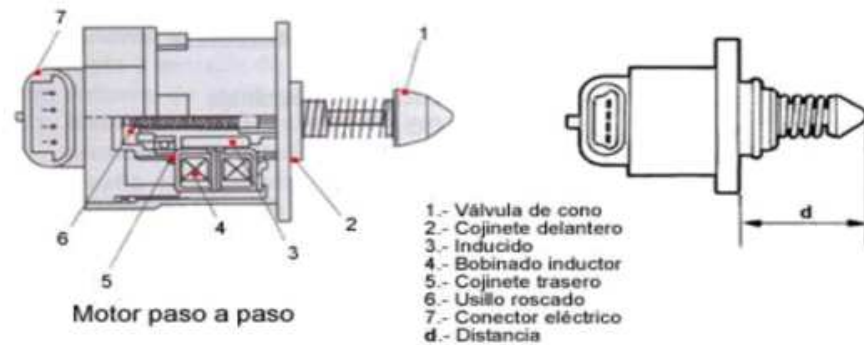
Este motor se encuentra activado por medio de un relé, el cual es comandado por el PCM; la bomba de combustible se encuentra permanentemente colocada a masa y es activada por medio de un positivo que el relevador se encarga de suministrar el combustible al sistema.

### **2.5.1.3. Válvula IAC (idle air control o válvula de control de ralentí).**

La válvula IAC opera a través de un motor de pasos, el cual está constituido de un estator y de un rotor con rosca sinfín. El estator consiste en dos bobinas fijas, y el rotor en un imán permanente y una astilla roscada sinfín que comanda el actuador mecánico, se encarga de proporcionar el aire necesario para el funcionamiento en marcha lenta o ralentí, el actuador consta de un solenoide que controla un émbolo (válvula que forma variable restringe el flujo de aire a través del cuerpo del dispositivo). La corriente eléctrica a través del solenoide y determina la cantidad (o menos) del flujo de aire, esto significa que la cantidad por la cual la válvula se abre puede ser controlado por una corriente eléctrica. Por lo tanto, la ECU o PCM puede controlar la cantidad de aire que pasa por el acelerador cuando el acelerador está completamente cerrado, controlando de este modo RPM de ralentí del motor. El PCM se encarga de controlar la válvula mediante un ciclo de trabajo, esta válvula deja pasar aire de la zona anterior a la mariposa hasta la posterior, compensando las RPM del motor de acuerdo a las condiciones de solicitud de carga en marcha lenta como por ejemplo A/C, dirección hidráulica u otras cargas eléctricas.

Otra condición importante es que el PCM esté seguro que el motor se encuentra en marcha mínima, para esto utiliza la señal del TPS, la cual se debe encontrar dentro de unos valores específicos.

En la siguiente gráfica podemos ver cómo está constituida la válvula IAC.



**Figura 15. Válvula IAC de Chevrolet Corsa.**

Fuente: [automecanico.com/auto2027A/chevr1228](http://automecanico.com/auto2027A/chevr1228).

#### 2.5.1.4. Válvula EVAP.

La válvula de purga del canister es una válvula solenoide normalmente cerrada, ubicada entre la línea del Canister y el cuerpo de mariposa. Cuando la válvula es energizada por el Módulo PCM, el solenoide se abre y permite que el vacío que se forma bajo de la mariposa, aspire los vapores de combustible del Canister, para que sean quemados junto con el combustible inyectado, dentro de los cilindros. Cuando el Módulo PCM corta la energía al solenoide, la válvula se cierra, haciendo que los vapores de combustible queden almacenados en el Canister. Frecuentemente, la activación se lleva a cabo mediante pulsos. La frecuencia de la señal depende de la velocidad del motor, temperatura del motor y la carga del motor, entre otros factores.

Trabaja a 12 voltios

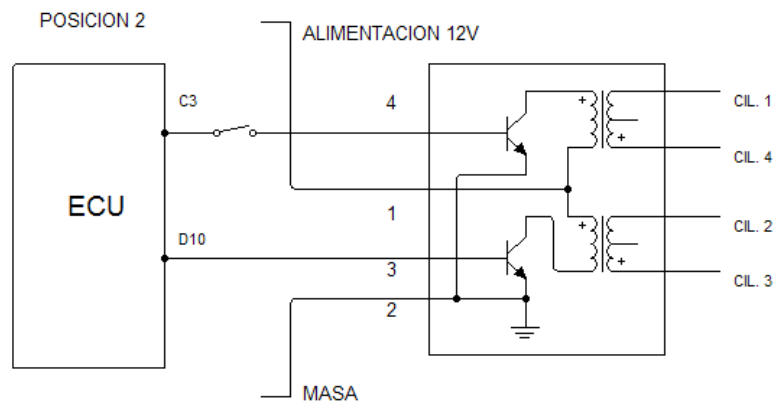
#### 2.5.1.5. Válvula EGR. (válvula de recirculación de gases de escape)

La Válvula EGR se usa para regular el flujo de gas de escape hacia el múltiple de admisión por medio de un vástago unido a un diafragma en la válvula misma. Una señal de vacío y un resorte calibrado en un lado del diafragma están balanceados contra la presión atmosférica actuando en un lado del diafragma. A medida que la señal de vacío aplicado a la válvula se incrementa, la válvula se abre más. La válvula EGR regula la mezcla de aire/combustible y limita la formación de NOx cuando las temperaturas de combustión son elevadas y las proporciones de aire/combustible son pobre; esta válvula debe funcionar durante la aceleración moderada y a velocidades crucero (50-130km/h).

La ECU controla la válvula abriendo o bloqueando el vacío, proporcionando una señal cargar o descargar un solenoide, usando un solenoide por modulación de ancho de pulso (PWM).

#### **2.5.1.6. Bobina tipo DIS con transistor incorporado.**

La bobina del tipo DIS, es lo que se llama un transformador puro, en esta bobina se presenta una activación del primario y en el secundario se tiene un circuito que pasa por dos cilindros al mismo tiempo. LA bobina es un transformador el cual tiene un devanado primario y un devanado secundario, el primario es donde se encuentra el positivo de contacto y la activación de la ECU, y en el secundario tenemos los cables de alta tensión hasta las bujías, como podemos ver en la siguiente gráfica.



**Figura 16. Bobina tipo DIS con transistor incorporado utilizado en el motor MAZDA 323.**

**Elaborado por: Jshyro A. CajiaoArízaga.**

En el primario encontramos que el circuito se encuentra colocado permanente a positivo, este positivo proviene directamente del interruptor de encendido, o en algunos casos desde un relé. Este relé provee el positivo de una manera más firme puesto que evita las caídas de tensión desde la batería hasta la bobina que a veces ocurren cuando la corriente pasa por el interruptor de encendido.

La alimentación de este componente es provista por el sistema de carga, y es parte fundamental para un buen funcionamiento que este se encuentre siempre en valores adecuados. Por el otro lado del circuito primario, se encuentra la activación de la bobina. Esta activación es dada por una masa la cual proviene directamente la ECU. Esta masa la coloca un transistor de potencia o un circuito integrado que cumpla esta función (Driver).

La gestión electrónica que permite calcular el momento exacto para generar el pulso de masa al primario de la bobina, estará dado por la respectiva posición del CKP y el CMP.

La duración y avance de este pulso dependen de estrictamente de la carga del motor y las condiciones de operación.

### **2.5.2. Sensores.**

Los sensores convierten magnitudes físicas o químicas, en variables eléctricas para que pueda ser entendida por una unidad de control. La señal eléctrica de salida del sensor no es considerada solo como una corriente o una tensión dentro de la inyección electrónica, sino también se consideran las amplitudes de corriente y tensión, la frecuencia, el periodo, la fase o la duración de impulso de una oscilación eléctrica, así como los parámetros eléctricos "resistencia", "capacidad" e "inductancia".

Hay diversos diseños de sistemas de inyección de gasolina que utilizan diferentes juegos de sensores para medir factores que influyen el proceso de inyección y enviar su señal a la ECU o PCM, podemos poner como más comunes los siguientes:

Para comprender de mejor forma la función y el trabajo de los sistemas de inyección y encendido, se explicará los tipos de señales que encontraremos dentro de los sistemas electrónicos.

### **2.5.3. Tipos de señales.**

- **Señal Análoga.**

Es una señal generada un tipo de fenómeno electromagnético y que es representable por una función matemática continua en la que es variable su amplitud y periodo en función del tiempo. Las magnitudes físicas comúnmente portadoras de una señal de este tipo son eléctricas como la intensidad, la tensión y la potencia, pero también pueden ser hidráulicas como la presión, térmicas como la temperatura, mecánicas, etc. También dentro de las señales análogas se habla de la señal eléctrica analógica, que es aquella en la que los valores de la tensión o voltaje varían constantemente en forma de corriente alterna, incrementando su valor con signo eléctrico positivo (+) durante medio ciclo y disminuyéndolo a continuación con signo eléctrico negativo (-) en el



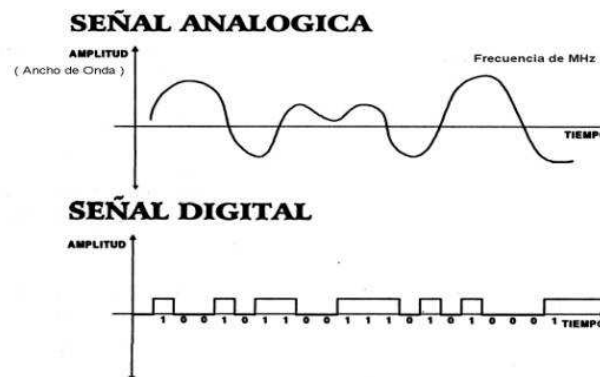
medio ciclo siguiente. El cambio constante de polaridad de positivo a negativo provoca que se cree un trazado en forma de onda senoidal.

- **Señal Digital**

Este tipo de señal es generada por un tipo de fenómeno electromagnético en que cada signo que codifica el contenido de la misma puede ser analizado en término de algunas magnitudes que representan valores discretos, en lugar de valores dentro de un cierto rango. Un ejemplo cercano es el interruptor de la luz sólo puede tomar dos valores o estados: abierto o cerrado, o la misma lámpara: encendida o apagada.

En las señales digitales las variaciones o estados se sustituyen por ceros y unos, lo que facilita la aplicación de la lógica y la aritmética binaria. Si el nivel alto se representa por 1 y el bajo por 0, se habla de lógica positiva y en caso contrario de lógica negativa.

En la figura podemos ver la diferencia entre la señal analógica y digital.



**Figura 17. Tipos de señales.**

FUENTE: <http://www.hardside.com.ar/docs/multimedia.htm>

En comparación las señales digitales presentan ventajas a comparación de las analógicas como:

- Cuenta con sistemas de detección y corrección de errores, en la recepción.
- Facilidad para el procesamiento de la señal.
- Las señales digitales se ven menos afectadas a causa del ruido ambiental en comparación con las señales analógicas.

#### **2.5.4. Sensor o captador de velocidad de rotación del motor.**

Para que la ECU o PCM pueda dosificar con exactitud la cantidad de gasolina que debe inyectar, debe conocer a qué velocidad gira el motor debido a que este factor influye en el llenado del cilindro con aire. A medida que aumenta la velocidad de giro el pistón, este aspira el aire más rápidamente, por lo que la velocidad del flujo aumenta y con ella aumenta también la resistencia al paso del aire que ofrecen los conductos, el filtro y la propia abertura de las válvulas en la carrera de admisión, razón por la cual entra menos aire. Es evidente entonces que debe inyectarse menos gasolina para mantener la mezcla en las proporciones adecuadas.

Hay además dos factores adicionales muy importantes que hacen necesario el conocimiento de la velocidad de rotación que son:

1. Cuando se suelta el acelerador y el automóvil se detiene, el motor debe funcionar a un número de revoluciones por minuto bajas (ralentí) pero nunca detenerse, aunque la carga suba o baje (por ejemplo cuando apaga o enciende el compresor del aire acondicionado).
2. Cuando el automóvil funciona cuesta abajo y el acelerador está suelto, el motor es arrastrado por el vehículo, en ese momento no es necesario ni conveniente inyectar gasolina alguna

En estas dos últimas situaciones la ECU o PCM, teniendo en cuenta las señales procedentes del sensor de la mariposa de aceleración TPS y del de la

velocidad del motor VSS, puede hacer estas funciones, que además de representar estabilidad de trabajo en la primera, representan economía de combustible y reducción de la contaminación producida por el motor en la segunda.

#### **2.5.4.1. Posición del cigüeñal CKP (crankshaft position sensor).**

Este tipo de captadores, constan de una bobina arrollada sobre un núcleo conformado por un imán permanente. Están fijados generalmente en el block de motor, enfrentando una falsa corona dentada o rueda fónica fijada con tornillos a la corona de arranque o al volante inercial de motor.

La señal generada por este componente, cuando gira frente a la falsa corona, es una tensión de corriente alternada de tipo senoidal inducida en la bobina por las variaciones del campo magnético, producido por el imán permanente, campo que sufre alteraciones al enfrentar los dientes o los vanos entre dientes de dicha corona. Este captador o sensor nos ayudara en los a ubicar el punto de encendido en los sistemas de encendido tipo Hall, Óptico, DIS, COP, etc. en el caso de los dos últimos ya que no poseen distribuidor será pieza fundamental en el funcionamiento, ya que, si falla este sensor, perdemos la chispa de encendido.

En la figura podemos ver el sensor CKP de Chevrolet Corsa con la polea adaptados ya al motor Mazda 323.



**Figura 18. Sensor CKP Chevrolet Corsa**

Elaborado por: Jshyro A. CajiaoArízaga.

#### **2.5.4.2. Posición del árbol de levas CMP (camshaft position sensor).**

El sensor de árbol de levas inductivo provee al PCM la información que le permite identificar el cilindro número 1. Es utilizado en los sistemas de inyección secuencial.

Es llamado también sensor de fase. Consta de una bobina arrollada sobre un núcleo de imán. Este sensor está enfrentado a un camón del árbol de levas y produce una señal cada dos vueltas de cigüeñal. En algunos vehículos está colocado dentro del distribuidor (Toyota). El voltaje producido por el sensor del árbol de levas será determinado por varios factores: la velocidad del motor, la proximidad del rotor de metal al sensor y la fuerza del campo magnético ofrecida por el sensor. El PCM necesita ver la señal cuando el motor se enciende para su referencia.

En la figura podemos ver un sensor CMP del Volkswagen Golf como ejemplo, en donde podemos observar el sensor efecto Hall.



**Figura 19. Sensor CMP.**

Elaborado por: Jshyro A. CajiaoArízaga.

### **2.5.5. Sensor de posición de la mariposa TPS (Throttle Position Sensor)**

Al igual que en el carburador la velocidad y potencia del motor se regula con una mariposa interpuesta en el conducto de admisión, que permite mayor o menor entrada de aire al cilindro del motor para la combustión. Es evidente que cuanto más esté abierta la mariposa, mayor será el llenado del cilindro y por tanto será mayor también la cantidad de combustible que debe inyectarse, por tal motivo acoplado al eje de la mariposa hay una resistencia eléctrica variable que envía al ECU o PCM a través de un cable un valor de resistencia diferente para cada posición de la mariposa, la ECU o PCM a su vez interpreta esto como un grado de apertura de la mariposa, o lo que es lo mismo un llenado del cilindro determinado, lo que le sirve para decidir el tiempo de apertura del inyector para formar la mezcla óptima de acuerdo a su programa básico.

En la figura podemos ver el sensor TPS de Chevrolet Corsa utilizado en el Motor Mazda 323 del proyecto.



**Figura 20. Sensor TPS**

Elaborado por: Jshyro A. CajiaoArízaga.

#### **2.5.6. Presión absoluta en el múltiple de admisión MAP (manifold absolute pressure).**

El aire entra al cilindro del motor durante la carrera de admisión debido a la presión absoluta que tiene el aire del exterior que es empujado a ocupar el espacio vacío dejado por el pistón al descender, si no hubiera ningún impedimento físico la presión absoluta del aire a la entrada de la válvula de admisión sería la presión atmosférica, pero esto no es así. Desde el exterior hasta la válvula hay un conducto más o menos largo y un filtro, que introducen resistencia al paso del aire, haciendo la presión efectiva en la entrada de válvula siempre menor que la del exterior, además esta presión real se modifica con el tiempo por la paulatina obstrucción del filtro, si sumamos a esto, que la presión atmosférica disminuye con la altura del lugar y un automóvil debe trabajar también en las montañas, debemos medir constantemente la presión absoluta en el conducto de admisión y enviar una señal a la ECU o PCM para que corrija la cantidad de gasolina inyectada.

Los factores adicionales que influyen en el llenado del cilindro lo hacen de la manera siguiente

1. Altitud: A medida que la altura del lugar donde funcione el motor sea mayor, la presión atmosférica y la densidad del aire se reducen por lo que el llenado del cilindro se hace menor.
2. Filtro: Si el filtro está parcialmente obstruido por el uso, introduce una resistencia adicional al paso del aire y por lo tanto el cilindro se llena peor.
3. Velocidad de rotación: Cuando el motor gira rápidamente, la velocidad del aire por los conductos de admisión crece y con ello crece también la resistencia al paso por lo que a más velocidad menos llenado.
4. Temperatura del aire: El aire frío es más denso, por lo que hay más aire en peso, con aire frío que con aire caliente para el mismo volumen. En la práctica significa que con aire frío el cilindro se llena más.
5. La humedad: La humedad que contiene el aire es vapor de agua y no es aire, por lo que no participa en la combustión, su importancia no es muy significativa por lo que por lo general no se tiene en cuenta como entrada a la ECU o PCM.

En la figura siguiente podemos observar el sensor MAP de Chevrolet Corsa utilizado en el motor Mazda 323 del proyecto.



**Figura 21. Sensor MAP**

Elaborado por: Jshyro A. CajiaoArízaga.

### **2.5.7. Temperatura del aire de entrada IAT (intake air temperature).**

Hay una relación entre la temperatura del aire y su densidad, de manera que mientras más frío está el aire, mas cantidad en peso de este hay por unidad de volumen, lo que traducido al llenado del cilindro significa, que si este se llena con aire frío, tendrá más aire que cuando lo hace con aire caliente. Como el automóvil se construye para funcionar desde las gélidas montañas hasta los calurosos desiertos, este factor debe medirse y compensarse la cantidad de gasolina inyectada cosa de la cual se encarga la ECU o PCM.

En la figura siguiente podemos observar el sensor IAT de Chevrolet Corsa usado en el motor Mazda 323 del proyecto.





**Figura 22. Sensor IAT.**

Elaborado por: Jshyro A. CajiaoArizaga.

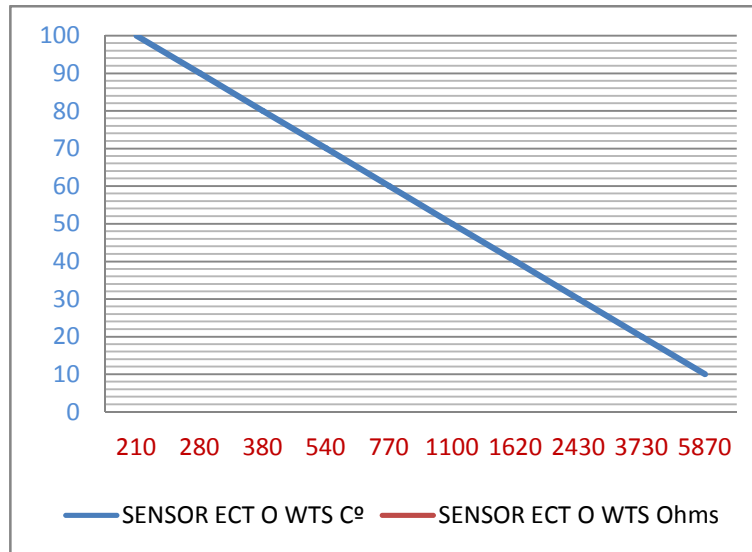
### **2.5.8. Temperatura del refrigerante del motor WTS O ECT (enginecoolanttemperature).**

Cuando el motor está frío, parte de la gasolina que entra al cilindro se deposita como líquido en las paredes no participando en la evaporación que debe producirse, dado el calentamiento del aire en la carrera de compresión, por lo que la mezcla final de aire y vapores de gasolina es demasiado pobre y no se inflama, o lo hace con dificultad. Por tal motivo durante el tiempo en que el motor se calienta debe inyectarse algo más de gasolina para compensar este problema.

Tenemos 2 tipos de termistores o sensores de temperatura:

- **NTC** (Coeficiente Negativo De Temperatura), este tipo de termistores disminuyen la resistencia interna a medida que aumenta la temperatura a la cual es expuesto, es decir para cada temperatura tienen un valor de resistencia. Si se calienta tendrán menor resistencia que si se enfrían.

En la siguiente figura podemos ver una gráfica comparativa real del sensor ECT o WTS del utilizado en el motor MAZDA, de tipo NTC.



SENSOR ECT O WTS	
C°	Ohms
10	5870
20	3730
30	2430
40	1200
50	973
60	660
70	465
80	325
90	235
100	175

**Figura 23. Gráfica Sensor ECT tipo NTC MAZDA 323.**

Elaborado por: Jshyro A. CajiaoArízaga.

- **PTC** (Coeficiente Positivo De Temperatura), este tipo de termistores presentan un cambioascendente de resistencia a medida que se eleva la temperatura, mientras mayor la temperatura mayor la resistencia.

Los sensores ECT o WTS de tipo NTC son los más utilizados en la industria automotriz. En la siguiente gráfica podemos ver un sensor ECT de Mazda 323.



**Figura 24. Sensor ECT MAZDA 323**

Elaborado por: Jshyro A. CajiaoArízaga.

### **2.5.9. Sonda Lambda o Sensor O<sub>2</sub> o HEGO.**

Este sensor está colocado en el tubo de escape, su función es detectar la presencia de oxígeno sobrante en los gases de escape. La señal que envía a la ECU corrige la cantidad de combustible inyectada de manera que siempre exista una cantidad de oxígeno sobrante en los gases de escape, garantizando el funcionamiento del convertidor catalítico, de uso obligado en algunos países. Por las difíciles condiciones de trabajo de este sensor (altas temperaturas y ambiente agresivo) es uno de los menos duraderos.

Un buen sensor de oxígeno mantiene la emisión de monóxido de carbono en cero o muy próximo a cero en conjunto con el trabajo del convertidor catalítico.

Las señales de estos sensores modifican el programa básico de la PCM a fin de perfeccionar el tiempo de apertura del inyector y con ello ajustar exactamente la preparación de la mezcla aire-gasolina. La temperatura de funcionamiento del sensor O<sub>2</sub> es crítica, y deberá exceder 300°C (570°F), antes de que el sensor O<sub>2</sub>. La computadora interpreta la señal del sensor O<sub>2</sub>, al igual que las otras señales, para determinar si el sistema de combustible funciona, en circuito abierto o OpenLoop (no se toma en cuenta la señal del sensor, para

controlar la mezcla aire/combustible, generalmente sucede cuando el motor esta frio) y circuito cerrado o CloseLoop (quiere decir que el sensor está supervisando la mezcla de los gases de escape y la ECU toma en cuenta la señal del sensor para regular la mezcla aire/combustible). También se utilizan sensores de oxígeno pre-calentados (también conocidos como sensores HEGO), dicho sensor será calentado eléctricamente para alcanzar y mantener rápidamente la temperatura de funcionamiento. Esto acortará el tiempo necesario para iniciar el funcionamiento de circuito cerrado. También se le eliminará la pérdida de la señal del sensor O<sub>2</sub>, debido al enfriamiento del sensor durante el flujo bajo de escape de gases.

Tenemos dos tipos de sensores o sondas lambda de acuerdo a su material, estos son sensor de oxígeno de zirconio y sensor de oxígeno de titanio.

- **Sensor de titanio.**

Este sensor está construido con óxido de titanio depositado sobre un soporte de cerámica calefaccionada, y presenta una variación de resistencia interna que depende de la concentración de oxígeno en los gases del escape después de ser calefaccionada durante solo 15 segundos. Este tipo de sonda no entrega tensión, solamente varía su resistencia interna y es alimentada mediante un voltaje de referencia (1 voltio y en ciertos casos 5 voltios); tampoco necesita una referencia del oxígeno atmosférico. Es más frágil y tiene menos precisión que la sonda de zirconio.

En ausencia de oxígeno (mezcla rica) su resistencia es inferior a 1000 ohm. En presencia de oxígeno (mezcla pobre) su resistencia es superior a 20000 ohm.

- **Sensor de zirconio.**

Está hecho de Zirconio (Oxido de Zirconio), electrodos de platino y un elemento calefactor. El sensor de oxígeno genera una señal de voltaje basada en la cantidad de oxígeno contenido en el gas de escape comparándola contra la

cantidad de oxígeno presente en el aire del ambiente atmosférico. El elemento de zirconio tiene un lado expuesto a la corriente de gases de escape y el otro lado está expuesto al aire de la atmósfera. Cada lado tiene un electrodo de platino adherido al elemento de dióxido de zirconio.

Los electrodos de platino conducen el voltaje generado en el elemento de zirconio. La contaminación o la corrosión de los electrodos de platino de los elementos de zirconio reducirán la señal de voltaje de salida hacia la PCM.

Un funcionamiento del motor con mezcla rica, hará que la cantidad de oxígeno residual presente en el flujo de gases de escape sea muy baja. La diferencia entre la cantidad de oxígeno en el aire exterior y el oxígeno que se encuentra en el flujo de gases de escape será muy grande y provocará que el sensor de oxígeno genere un voltaje muy cercano a su límite. Este voltaje podrá alcanzar un máximo de 1.0 V (en algunos motores podría ser de 5.0 V).

El funcionamiento del motor con mezcla pobre, será lo opuesto al funcionamiento de mezcla rica. El funcionamiento de mezcla pobre ocurre cuando existe mayor cantidad de oxígeno del necesario. El sensor O<sub>2</sub> detectará una pequeña diferencia entre el oxígeno presente en los gases de escape y el aire exterior. Cuando esto sucede el sensor generará un voltaje muy bajo de aproximadamente 0.0 voltios.

Cabe recalcar que en el motor MAZDA 323, vamos a tener un sensor de oxígeno de zirconio con un solo cable el cual será la señal y el mismo sensor hará masa con el escape como se muestra en la siguiente figura.



**Figura 25. Sensor O2 motor MAZDA 323.**

Elaborado por: Jshyro A. CajiaoArízaga.

#### **2.5.10. Sensor de detonación o sensor KS (knock sensor).**

El punto óptimo en la cual la alta tensión enciende la mezcla aire/combustible será momentos antes del PMS, pero a veces será inevitable que bajo ciertas condiciones ocurra una detonación imprevista.

Este captor se encuentra implantado en el block de motor, estratégicamente dispuesto de modo de poder captar detonaciones en cualquier cilindro. En motores del tipo V6 o V8, V10, V12; normalmente se dispone un captor para cada block. Su funcionamiento se basa en el efecto piezoeléctrico que se produce en ciertos cristales, en estos al producirse una deformación mecánica generan una tensión eléctrica.

Existen dos tipos diferentes en lo que respecta a su conformación física, pueden estar enroscados al block o pueden estar fijados por un tornillo de fijación; su modo de operación y la señal que entregan son iguales.

La conexión eléctrica hacia el computador se realiza mediante dos o tres conductores o cables, si es de tres cables tendremos un cable de blindaje, otro de estos conductores toma masa en el computador y el restante es el

que conduce la señal producida por el captor; también tenemos de un solo conductor o cable el cual lleva el voltaje a la ECU y el propio sensor hace masa en el Block.

En la siguiente figura podemos ver el sensor de golpeteo o KS del motor Chevrolet Corsa Evolution, el cual es fijado en el block mediante un tornillo, cabe recalcar que en el motor Mazda 323 no tenemos este sensor y adicionalmente, el sistema de inyección de Chevrolet Corsa tampoco lo tendremos.



**Figura 26. Sensor KS Chevrolet Corsa.**

Fuente: [www.onlineautomotive.co.uk/Vauxhall\\_Corsa\\_Knock%2520Sensors](http://www.onlineautomotive.co.uk/Vauxhall_Corsa_Knock%2520Sensors)

#### **2.5.11. La ECU (Engine Control Unit) o PCM (Powertrain Control Module).**

La Unidad Electrónica de Control está constituida por un conjunto de componentes electrónicos dispuestos en placas de circuito impreso, alojadas en una caja de aluminio, provistas de aletas para su refrigeración. Hasta la unidad llegan las diversas señales sobre el funcionamiento del motor, que son transmitidas por diferentes sensores, las evalúa y calcula las señales de activación para los elementos actuadores. El programa de control está almacenado en la memoria. De la ejecución del programa se encarga un

microcontrolador. Tanto las señales de entrada como las de salida para los diferentes actuadores se transmiten a la unidad de control por medio de un conector múltiple.

#### **2.5.11.1. Procesamiento de entrada de datos.**

La ECU recibe la información procedente de los sensores. Esta información, permanece mientras está en funcionamiento el motor, estas etapas están compuestas por dos elementos: el conformador de impulsos y el convertidor analógico digital (A/D).

- **Conformadores de Impulso.-** Actúa para recibir los impulsos de tensión de los órganos de información del encendido. Estos impulsos son modificados en magnitud y en forma, para dejarlos en condiciones que puedan ser procesados por el microordenador. Una vez hechas estas transformaciones, pasan al circuito de entrada y salida.
- **Convertidor Analógico Digital (A/D).-** Es el encargado de recibir las señales que se producen por variaciones de tensión y que corresponden al resto de la información enviada por los sensores. Sin embargo estas variaciones de tensión, que podrían ser procesadas de una manera analógica, es necesario convertirlas en señales digitales. Las señales pasan de ser convertidas, pero en vez de hacerlo en una tensión de desarrollo lineal, (que sería una señal analógica) lo hace en una cifra o número de impulsos o también llamada onda cuadrada.

Desde las etapas de entrada, la información, pasa al interior del microordenador a través de un conducto de "Entrada/Salida". Desde este punto los datos se distribuyen según su frecuencia a través del intercambiador de datos que lo transporta BUS de datos (está formado por un conjunto de líneas de transmisión que permiten el acceso a todas las unidades preparadas para la recepción). Son pues las vías a través de



las cuales se alimenta de información a cada una de las unidades integradas fundamentales de la ECU.

#### **2.5.11.2. Procesamiento central de datos.**

Es realizado por un microprocesador o CPU “Unidad Central de Procesos” y contiene en su interior tres dispositivos fundamentales que son: una unidad lógica de cálculo (ALU), un acumulador y una unidad de control.

- **Unidad Lógica de Cálculo (ALU).**- Realiza operaciones aritméticas como una calculadora y también operaciones lógicas. Los programas y datos que precisa, “para saber que hacer” los obtiene de la memoria ROM, mientras los datos que ha de procesar le viene de la memoria RAM que almacena los datos suministrados por los sensores.
- **Acumulador.**- Es una memoria intermedia que le permite a la ALU guardar datos mientras trabaja con otros que tienen relación con lo que está procesando. Es una unidad de espera.
- **Unidad de Control.**- Es el miembro activo que solicita los datos, controla las entradas, las salidas y el desarrollo de las operaciones

Toda la información requerida para el procesamiento de los datos durante esta etapa es requerida a través de las memorias principales que son:

- **Memoria ROM,** Como en todos los ordenadores la memoria ROM mantiene grabados los programas con todos los datos y curvas características, valores teóricos, etc. con los que debe funcionar el sistema. Es una memoria no volátil que no puede borrarse.
- **Memoria RAM,** Esta es la memoria de acceso aleatorio en la que se acumulan los datos de funcionamiento. Esta sección tiene tres funciones principales en la ECU.

La primera función actúa como la libreta de apuntes de la ECU; siempre que se necesite hacer un cálculo matemático, la ECU utiliza la RAM.

La segunda función es almacenar información en el sistema multiplicador de aprendizaje a bloques (BLM) cuando el motor está apagado o funciona en lazo abierto.

La tercera función es almacenar los códigos de diagnóstico cuando se ha detectado una falla del sistema. Estos códigos son almacenados por cincuenta re-arranques del motor o hasta que la potencia de la batería se retira de la ECU. Este trabajo se efectúa de una manera constante durante el funcionamiento del equipo y todo se borra al desconectar la instalación es decir es una memoria volátil.

- **Memoria PROM**, O memoria programable solo para leer, es la sección de calibración del chip en la ECU. El PROM funciona junto con la ROM para las funciones del ajuste fino del control de combustible y del tiempo de encendido para la aplicación específica. El PROM es también una memoria no volátil. Contiene la información acerca del tamaño del motor, tipo de transmisión, tamaño y peso del auto, resistencia de rodamiento, coeficiente de arrastre y relación final de tracción.

Tenemos clasificaremos 3 tipos de memoria por su tipo de encapsulado: tipo DIL de 32 y 28 pines (se puede borrar la memoria con rayos ultravioleta, ejm: memoria EPROM de 256 a 1024 KB), PLCC de 32 pines (solo se puede borrar y grabar sólo electrónicamente, ejm: memoria FLASH de 2 a 8 MB) y tipo SOP de 44 pines (memorias que incluyen inmovilizadores, de 2 a 32 megas).

### **2.5.11.3. Procesamiento de datos de salida.**

Estas órdenes tienen la siguiente secuencia:

- En lo que respecta a la bomba de combustible, dependerá mucho de la presión a que éste sometido el combustible dentro del circuito que lo contiene para poder controlar la inyección por medio de tiempo, la cantidad de gasolina que salga durante los milisegundos de abertura del inyector.

- En cuanto al control de la bobina de encendido es otro de los fundamentales puntos que sirve para determinar el momento en que deberá saltar la chispa en cada uno de los cilindros, según la carga a la que esté sometido el motor en cada momento, y también según el régimen de giro al que se esté girando, calculando exactamente los grados de adelanto del encendido que el motor debe tener para logra así su máximo rendimiento. La ECU puede atrasar o adelantar el tiempo de corte del primario de la bobina y con ello obtener desde aquí un adelantado o atraso conveniente del encendido.
- La salida de combustible a través de los inyectores, debe corresponder a una cantidad muy precisa para obtener una adecuada mezcla de gasolina de acuerdo con la cantidad de aire aspirado.

#### **2.5.11.4. Funciones controladas de la ECU.**

- **Control de la inyección de combustible,** la ECU determinará la cantidad de combustible que se inyecta basándose en un cierto número de parámetros y condiciones que se encuentre el motor. Si el acelerador está presionado a fondo. La ECU inyectará más combustible según la cantidad de aire que esté pasando al motor. Si el motor no ha alcanzado la temperatura suficiente, la cantidad de combustible inyectado será mayor (haciendo que la mezcla sea más rica hasta que el motor esté caliente). Sin embargo la ECU proporciona un control más minucioso. Por ejemplo, se utiliza un sistema de control de aprendizaje para mantener en todo momento una proporción óptima de mezcla en ralentí.
- **Control del tiempo de inyección,** para iniciar la combustión se necesita una chispa en la cámara de combustión. Una ECU puede ajustar el tiempo exacto de la chispa (llamado tiempo de ignición) para proveer una mejor potencia y un menor gasto de combustible. Si la ECU detecta un cascabeleo y analiza que esto se debe a que el tiempo de ignición se

está adelantando al momento de la compresión, la ECU (retardará) el tiempo en el que se produce la chispa para prevenir la situación, tomando en cuenta los parámetros de los sensores.

- **Control de la distribución de válvulas**, algunos motores poseen distribución de válvulas (válvulas variables). En estos motores la ECU controla el tiempo en el ciclo del motor en el que las válvulas se deben abrir. Las válvulas se abren normalmente más tarde a mayores velocidades que a menores velocidades. Esto puede optimizar el flujo de aire que entra en el cilindro, incrementando la potencia y evitando la mala combustión de combustible.
- **Control bomba de combustible**, la ECU controla, el voltaje aplicado a la bomba de combustible, éste reduce el voltaje aplicado a la bomba de combustible para así reducir el ruido de la bomba de combustible y el consumo de energía eléctrica en ralentí.
- **Auto-Diagnóstico**, verifica si los sistemas de señales de entrada y de salida hacia y desde la unidad de control son normales.
- **Control Ralentí**, aumenta el régimen de marcha en vacío cuando el voltaje de la batería es bajo, o cuando hay muchos interruptores de carga accionados.
- **Control regulador de presión de combustible**, aumenta temporalmente la presión de combustible cuando se pone en marcha el motor con elevada temperatura de refrigerante. Existe otro módulo además de la unidad de control.

En la figura podemos observar la ECU de Chevrolet Corsa utilizada en el motor MAZDA 323, mostrando toda su arquitectura.



**Figura 27. ECU CHEVROLET CORSA 1.4L**

**Elaborado por: Jshyro A. CajiaoArizaga.**

## **CAPITULO III**

## CAPITULO III

### 3. INTRODUCCIÓN.

#### 3.1. MOTOR MAZDA 323

##### 3.1.1. Especificaciones.

Tabla 3. ESPECIFICACIONES MOTOR MAZDA 323 1.3L LX 2002

MAZDA 323	
MODELO	323 1.3 LX
AÑO	2002
POTENCIA	
TAMAÑO MOTOR	1324 cm <sup>3</sup> o (80.39 pulgadas cúbicas)
TIPO DE MOTOR	4 Cilindros en línea.
POTENCIA	54,73 kW o 73,63 HP a 7300 rpm.
VALVULAS POR CILINDRO	2válvulas.
TORQUE MAXIMO	109.00 Nm a 4000 rpm.
DIAMETRO DE PISTON X LONGITUD DE CARRERA	71.0 x 83.6 mm (2,79 x 3.3 pulgadas)
COMPRESION	9,4 : 1
SISTEMA DE COMBUSTIBLE	Inyección
TIPO DE COMBUSTIBLE	Gasolina

Elaborado por: Jshyro A. CajiaoArízaga.

### 3.2. CONSTRUCCION DEL PROYECTO.

Para poder montar el motor con todos sus elementos, es necesario tener una base sólida, funcional y sobre todo cómoda para poder trabajar durante el proceso y después para su uso didáctico. Es por eso que se diseño de manera que sea ergonómica. La estructura está hecha en hierro y soldadas sus partes con suelda eléctrica, como se pueden ver en la siguiente figura:



**Figura 28. Estructura metálica para el motor.**

**Elaborado por: Jshyro A. CajiaoArízaga.**

En la parte inferior se coloco el tanque de combustible para maximizar el espacio dentro de la estructura.

El motor se colocara en la parte superior de la base la cual nos va a permitir hacer las mediciones de sensores, actuadores y demás elementos, para lo cual, fue creado el proyecto. Hay que tomar en cuenta los demás elementos que van intervenir, tales como: sistema de refrigeración (radiador, electro-ventilador y mangueras), el tablero de diagnostico electrónico, batería, etc. En la siguiente figura podemos ver como se montaron las bases del motor.





**Figura 29. Construcción de bases y montaje del motor.**

**Elaborado por: Jshyro A. CajiaoArízaga.**

Durante el proceso de montaje, se van haciendo correcciones, lo cual nos va ayudar a montar de mejor forma los elementos, en este caso, la base del radiador se decidió coloca en la parte superior de la estructura, esto mejorará la movilidad de la maqueta, y se harámás funcional al momento de trabajar. Hay que tomar en cuenta que es un sistema estático el cual va a funcionar permanentemente en marcha lenta, para lo cual necesitaremos una buena refrigeración para evitar calentamientos, o excesivas temperaturas, es por eso que siempre debemos controlar el tablero de diagnóstico para que el motor quede funcionando perfectamente.

Adicionalmente el proyecto se ha diseñado para que sea movable y muy didáctico, para lo cual también debe ocupar un espacio mínimo para su movilidad dentro y fuera de las instalaciones del taller.



**Figura 30. Estructura del motor y su tablero de diagnóstico.**

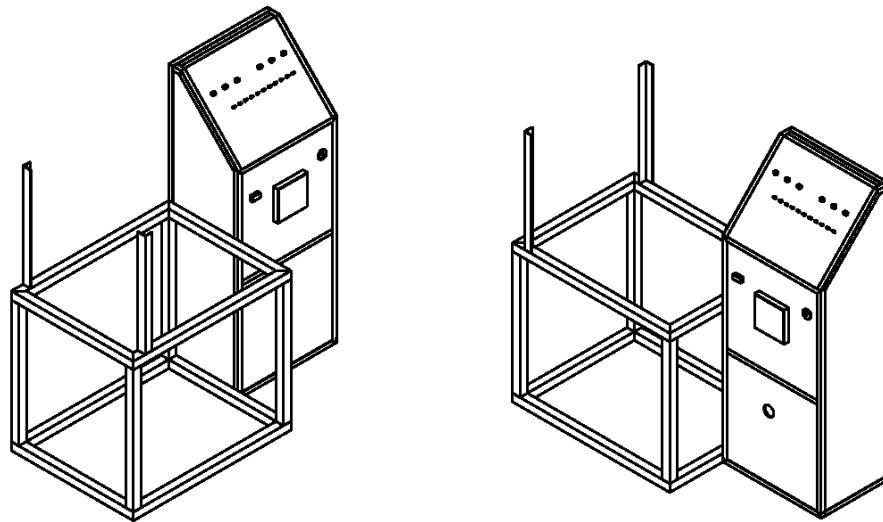
Elaborado por: Jshyro A. CajiaoArízaga.

### **3.3. DISEÑO Y PLANOS DE LA ESTRUCTURA.**

Para el diseño de la estructura y elaboración de los planos se tomaron en cuenta, ciertos parámetros como peso del motor para el tipo de estructura a construirse, posibles vibraciones, materiales, tipo de soldas, y tipo de pintura.

Para realizar los planos se utilizó el programa Inventor de la casa comercial AutoDesk.

En la siguiente figura podemos ver el diseño de la estructura metálica.



**Figura 31. Plano de la estructura del proyecto.**

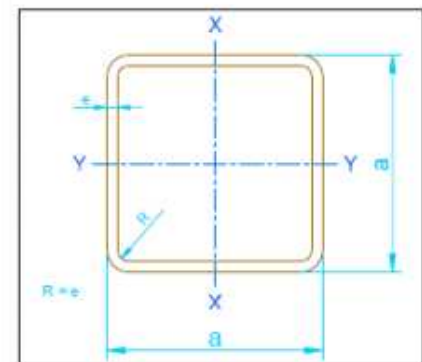
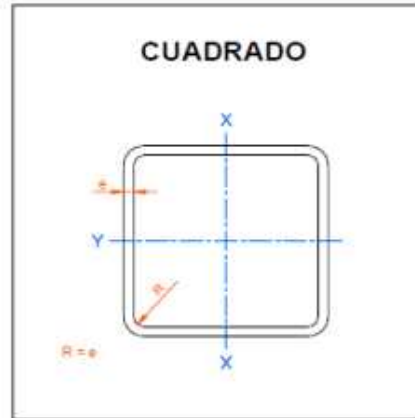
Elaborado por: Jshyro A. CajiaoArízaga.

Los planos de la estructura metálica e adjuntan en la sección de anexos del proyecto de tesis.

### **3.3.1. MATERIALES.**

En cuanto a los materiales se tomo en cuenta como se dijo anteriormente el peso del motor, posibles vibraciones y tensiones; para lo cual se uso como material principal tubería estructural cuadrada negra, ya que las tuberías de acero negro tienen una alta resistencia a la tensión, lo que las vuelve adecuadas para diversas y exigentes aplicaciones. La dureza de las tuberías de acero negro evita la formación de grietas y permite una alta capacidad de carga. Una propiedad muy importante de estas tuberías es su uniformidad. La resistencia a la tensión del acero negro es uniforme a lo largo del tubo, lo que asegura diámetros consistentes y predecibles. las ventajas que presenta este tipo de material es su alta resistencia estructural, liviana, se puede usar cualquier tipo de suelda para sus uniones.

DIMENSIONES		PESO	PROPIEDADES			
A	e	P	ÁREA		EJES X-X e Y-Y	
mm	mm	Kg/m	A	I	W	i
mm	mm	Kg/m	cm <sup>2</sup>	cm <sup>4</sup>	cm <sup>3</sup>	cm
12	1,0	0,33	0,41	0,08	0,13	0,44
15	1,0	0,42	0,53	0,17	0,23	0,56
	1,5	0,59	0,75	0,22	0,29	0,54
20	1,0	0,58	0,73	0,43	0,43	0,77
	1,5	0,83	1,05	0,58	0,58	0,74
	2,0	1,05	1,34	0,69	0,69	0,72
25	1,0	0,73	0,93	0,88	0,71	0,97
	1,5	1,06	1,35	1,21	0,97	0,95
	2,0	1,36	1,74	1,47	1,18	0,92
30	1,0	0,89	1,13	1,57	1,05	1,18
	1,5	1,30	1,65	2,19	1,46	1,15
	2,0	1,68	2,14	2,71	1,81	1,13
40	1,0	1,20	1,53	3,85	1,93	1,58
	1,5	1,77	2,25	5,48	2,74	1,56
	2,0	2,31	2,94	6,93	3,46	1,54
	3,0	3,30	4,21	9,28	4,64	1,48
50	1,5	2,24	2,85	11,1	4,42	1,97
	2,0	2,93	3,74	14,1	5,65	1,94
	3,0	4,25	5,41	19,4	7,76	1,89
	4,0	5,45	6,95	23,6	9,44	1,84
	5,0	6,56	8,36	26,8	10,7	1,79
75	2,0	4,50	5,74	50,5	13,5	2,97
	3,0	6,60	8,41	71,5	19,1	2,92
	4,0	8,59	10,9	90,0	24,0	2,87
	5,0	10,5	13,4	106	28,2	2,82
100	2,0	6,07	7,74	123	24,6	3,99
	3,0	8,96	11,4	176	35,4	3,94
	4,0	11,7	14,9	226	45,2	3,89
	5,0	14,4	18,4	271	54,1	3,84



**Figura 32. Tabla de especificaciones técnicas de la tubería cuadrada de acero negro.**

**Fuente: Arcelor Mitall.**

El tipo de suelda que uso fue: suelda por arco eléctrico con electrodo 6011, ya que posee un revestimiento tipo celuloso diseñado para ser usado en corriente alterna, de rápida solidificación del metal depositado lo cual facilita la soldadura en posición vertical y sobre-cabeza. El arco puede ser dirigido fácilmente en cualquier posición. Este tipo de electrodo es el más común para usas en acero dulce.

Datos técnicos del electrodo 6011:

Presentación: Electrodo (SMAW)

Resistencia a la Tensión: 73,500 Libras/Pulg<sup>2</sup>

Tipo de Corriente: CA ó CD Electrodo Positivo (Polaridad Inversa)

Diámetros y amperajes:

3/32" (2.4 mm)      40 - 80 amperes

1/8" (3.2 mm)      75 - 125 amperes

### 3.3.2. PINTURA.

Una vez probado el funcionamiento del motor y ubicado todo los elementos y piezas del proyecto, se procedió con la pintura del cuadro y del tablero como se pueden ver en las imágenes,



**Figura 33. Pintura de la estructura del proyecto.**

Elaborado por: Jshyro A. CajiaoArízaga.



**Figura 34. Pintura de la estructura del proyecto.**

Elaborado por: Jshyro A. CajiaoArízaga.

Una vez terminado el proceso de suelda de la estructura, se procedió de la siguiente forma:

- Se lijó y quitó el exceso de material en las partes soldadas.
- Se limpió la estructura totalmente con thinner
- Se colocó un antioxidante o pintura base (primer) por toda la estructura.
- Se procedió a pulir o lijar la base de pintura con el fin de crear una superficie de agarre de la pintura.
- Se pintó la estructura con pintura acrílica o mono capa negro mate.

### **3.3.3. SEGURIDADES.**

En cuanto a las seguridades del banco de pruebas se tomó en cuenta ciertas condiciones como temperatura, emisión de gases, ruido posible problemas mecánicos como vibraciones, fatiga de material, etc.

- En la estructura se tomaron en cuenta todos estos parámetros de acuerdo al peso del motor con todos sus elementos, posibles vibraciones, etc. para lo cual se determinaron los materiales y tipo de suelda, como mencionamos anteriormente.

- En el caso de la temperatura se tomo en cuenta las dos fuentes que mayor temperatura existentes en el motor, que en este caso es el sistema de escape y sistema de refrigeración; en el primer caso se ubicó bajo el motor en una zona donde su acceso es limitado cuando se realiza la práctica, además la estructura superior entre el múltiple de escape y el lateral hay una separación adecuada para evitar que el estudiante ocasionalmente pueda tocar. Para el sistema de refrigeración se ubicó en la parte superior del motor, con su respectivo electro-ventilador de tal forma que esta visible para el estudiante y con su respectiva separación.
- El tanque de gasolina con su bomba y conexiones se ubicaron en la parte inferior del motor, de tal forma que no genere ningún riesgo de fuga o posibles chispazos que puedan ocasionar un accidente y adicionalmente no interfiera al momento de trabajar en el banco de pruebas.
- El tablero de diagnóstico electrónico del motor se ubicó a un lado del motor, con su respectivo espacio para la batería, el cableado, la ECU, etc.; de esta forma maximizamos el espacio y también separamos de la parte móviles del motor evitando cualquier inconveniente al momento de trabajar en él.

Las seguridades personales que debemos tener son:

- Colocarse el mandil y equipo de seguridad antes de empezar la práctica.

Las seguridades que debemos tener antes de realizar una práctica son:

- Contar siempre con una persona responsable o bajo vigilancia de un supervisor.
- Seguir la guía de práctica.
- Verificar si no existe ninguna posible fuga de combustible que pueda ocasionar algún accidente.

- Verificar el voltaje de la batería.
- Verificar la existencia de combustible suficiente en el tanque, para no tener inconvenientes en el sistema de alimentación de combustible.
- Verificar la existencia de aceite en el sistema de lubricación.
- Verificar el nivel de refrigerante en el sistema.
- Colocar en posición los interruptores del tablero de diagnostico en la posición de trabajo optimo, es decir sin generar ningún fallo para el encendido se correcto.
- Poner en posición ON o 30, para tener tensión en el sistema y comprobar todos los sistemas en el tablero de diagnostico.
- Poner en posición ON o 15, encender el motor y empezar con la práctica.

Debemos tener en cuenta durante la práctica son:

- No usar el motor en lugares cerrados o con poca ventilación.
- No usar el motor más de 2 horas el banco de pruebas, por las emisiones de gases y ruidos generados por el motor.
- Utilizar equipo de protección personal durante la práctica como: tapones, gafas, mandil, y zapatos antideslizantes.

### **3.4. MONTAJE DEL MOTOR.**

En cuanto al armado del motor del proyecto, se empezó por el diagnosticar la parte mecánica como: la compresión en cada uno de los cilindros, puntos y posición de la distribución, comprobación de elementos eléctricos y electrónicos como: sensores, actuadores, y demás elementos fijos y móviles.

En la siguiente tabla se puede ver la compresión en cada uno de los cilindros.

**Tabla 4. TABLA DE COMPRESION DEL MOTOR MAZDA 323.**



<b>MOTOR MAZDA 323 1.3L.</b>	
<b>COMPRESION</b>	<b>VALOR</b>
CILINDRO 1	120 PSI
CILINDRO 2	121 PSI
CILINDRO 3	125 PSI
CILINDRO 4	123 PSI

**Elaborado por: Jshyro A. CajiaoArízaga.**

El motor por sus condiciones se encontraba parado sin funcionamiento durante casi un año, lo cual influyó al momento de su diagnostico, para evitar posibles fallos y por seguridad se desarmo para poder verificar el estado de sus elementos internos, adicionalmente, lubricar todas sus partes fijas y móviles para un mejor desempeño al momento de probar su encendido. En la figura podemos ver el proceso de montaje del motor.



**Figura 35. Armado de motor.**

**Elaborado por: Jshyro A. CajiaoArízaga.**

Al tratarse de un motor de un vehículo chocado, su cableado no se encontraba en buen estado, al igual que otras partes del motor como sensores, distribuidor, etc.; se accedió a realizar una adaptación de computadora y parte de la inyección, para lo cual se uso una computadora de un Chevrolet Corsa 1.4 y parte de su cableado.

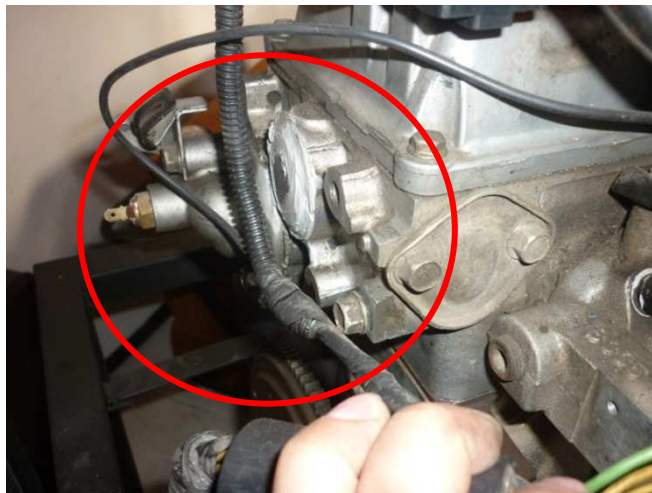
Para el cambio del sistema de inyección se tomaron los siguientes puntos:

**Tabla 5. TABLA COMPARATIVA DEL MOTOR CHEVROLET CORSA Y MAZDA 323.**

<b>MOTOR CHEVROLET CORSA</b>	<b>MOTOR MAZDA 323</b>
<b>CILINDRAJE:</b> 1400 CC	<b>CILINDRAJE:</b> 1300 CC
<b>NUMERO DE CILINDROS:</b> 4	<b>NUMERO DE CILINDROS:</b> 4
<b>COMBUSTIBLE:</b> GASOLINA	<b>COMBUSTIBLE:</b> GASOLINA
<b>TIPO DE MOTOR:</b> 4 CILINDROS	<b>TIPO DE MOTOR:</b> 4 CILINDROS
<b>NUMERO DE VÁLVULAS:</b> 2 VÁLVULAS POR CILINDRO, SOCH (1 ÁRBOL DE LEVAS)	<b>NUMERO DE VÁLVULAS:</b> 2 VÁLVULAS POR CILINDRO, SOCH (1 ÁRBOL DE LEVAS)
<b>SISTEMA DE ENCENDIDO:</b> DIS CON TRANSISTOR INCORPORADO.	<b>SISTEMA DE ENCENDIDO:</b> ELECTRÓNICO TIPO HALL CON DISTRIBUIDOR.
<b>SISTEMA DE ALIMENTACION DE COMBUSTIBLE:</b> INYECCIÓN MULTIPUNTO	<b>SISTEMA DE ALIMENTACION DE COMBUSTIBLE:</b> INYECCIÓN MULTIPUNTO
<b>ORDEN DE ENCENDIDO:</b> 1-3, 4-2	<b>ORDEN DE ENCENDIDO:</b> 1-3, 4-2

Elaborado por: Jshyro A. CajiaoArízaga.

Los primero a tomar en cuenta en esta adaptaciones es el orden de encendido del motor para lo cual va a ser el mismo 1, 3, 4, 2. Por principio físico es el mismo por la posición del cigüeñal. En caso del motor Mazda posee distribuidor lo que se procede es a eliminarlo tomando en cuenta que este dará el punto de encendido del motor, sin embargo, al momento de trabajar con la computadora Chevrolet, este se hará de manera electrónica tanto el encendido, como la inyección. En el encendido se cambiara a un sistema DIS o chispa perdida como se muestra en las fotografías.



**Figura 36. Suspensión de distribuidor.**

Elaborado por: Jshyro A. CajiaoArízaga.

Al momento de cambiar el sistema de encendido suspendemos el distribuidor y debemos sellar el orificio del distribuidor, para evitar pérdidas de aceite o que cualquier impureza pueda entrar en sistema de lubricación.

### **3.5. ADAPTACION DEL SISTEMA DE ENCENDIDO.**

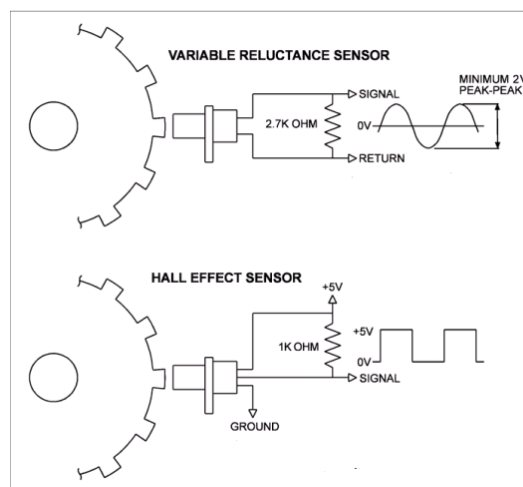
Para proceder con la adaptación del sistema de encendido, primero se debe conocer el sistema de encendido y mapeo de la computadora Chevrolet y de Mazda para lo cual, se debe saber los parámetros de señales de emisión y

recepción detalladas a continuación: señales de sensores 5V de alimentación, 12V en inyectores y en este caso señales de módulo de encendido y bobina, para lo cual en este caso son los mismos.

Hay que tomar en cuenta que para controlar correctamente el momento de producir la ignición/combustión de la mezcla el ECM necesita conocer:

- En qué posición se encuentra el cigüeñal.
- Velocidad de giro del motor.
- Carga a que está sometido el motor (vacío de motor).
- Presión atmosférica (presión barométrica).

Tenemos que reconocer que tipo de sensor CKP tenemos en el sistema de inyección, en este caso tenemos un sensor de 3 cables, 2 de los cuales son señal y masa respectivamente y un cable de blindaje, lo cual nos indica que es un sensor inductivo, la señal que vamos a tener será una señal alterna, como se muestra en la siguiente gráfica comparativa de señales.



**Figura 37. Señales sensor CKP**

FUENTE: [http://www.daytona-twintec.com/tech\\_sensors.html](http://www.daytona-twintec.com/tech_sensors.html)

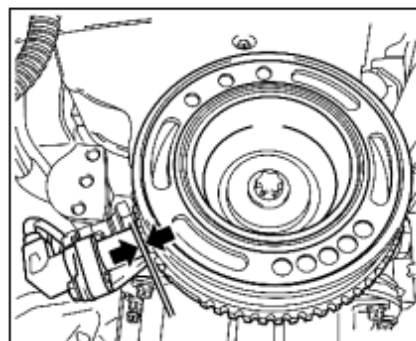
Una de las principales señales que va a recibir la ECU, será la señal del CKP, en la imagen siguiente podemos ver la adaptación que se realizó en el motor Mazda, adicionalmente se adaptó la polea del cigüeñal del motor Chevrolet y el sensor.



**Figura 38. Adaptación de polea dentada de Chevrolet Corsa.**

Elaborado por: Jshyro A. CajiaoArízaga.

Cabe recalcar que tenemos que verificar la holgura del sensor con la polea dentada valor nominal 0.3 a 1.7 mm como se muestra en la siguiente figura.



**Figura 39. Medición de holgura entre el sensor CKP y la polea dentada.**

FUENTE: Manual del fabricante Chevrolet Corsa.

Por otra parte para realizar la adaptación del encendido es muy importante tomar en cuenta la polea del cigüeñal del motor Chevrolet Corsa, ya que este posee una rueda dentada que va a generar una señal que lee el sensor CKP y se transmitirá a la computadora la cual hará un cálculo del tiempo de inyección, encendido y revolución de vehículo. En la lectura o manual de la memoria de la computadora se tiene que el punto muerto superior se lee en el diente 18 o en la señal inductiva, a partir del destaje en la rueda dentada, es decir, la computadora al leer esto sabe que el pistón esta en el punto muerto superior PMS y es hora de enviar el chispazo, al ser un sistema DIS o chispa perdida se dará un chispazo doble uno en el pistón 1 y 4 y luego será en el 2 y 3; esto dependerá de los ciclos de encendido del motor. Pistón 1 en compresión y Pistón 4 en expansión y lo mismo sucederá con los otros pistones.

Se mantiene la parte mecánica, la parte electrónica solo se ha modificado el encendido. Al ser un sistema DIS con transistor incorporado dentro de la bobina de 4 cables, como se explica en el capítulo I, se procede a cambiar el sistema de encendido, colocándole directamente la bobina de encendido y tomando las señales directamente a la ECU y contacto; las señales que se verificaron son la señal de alimentación positiva, negativa y de señal de cada bobina mediante el diagrama eléctrico de Chevrolet Corsa, en la siguiente figura se muestra como se midió la señales en la bobina de encendido.



### Figura 40. Medición y revisión de cableado de la bobina DIS.

Elaborado por: Jshyro A. CajiaoArízaga.

En la siguiente gráfica podemos ver el diagrama eléctrico de Chevrolet Corsa utilizado para realizar la adaptación del encendido.

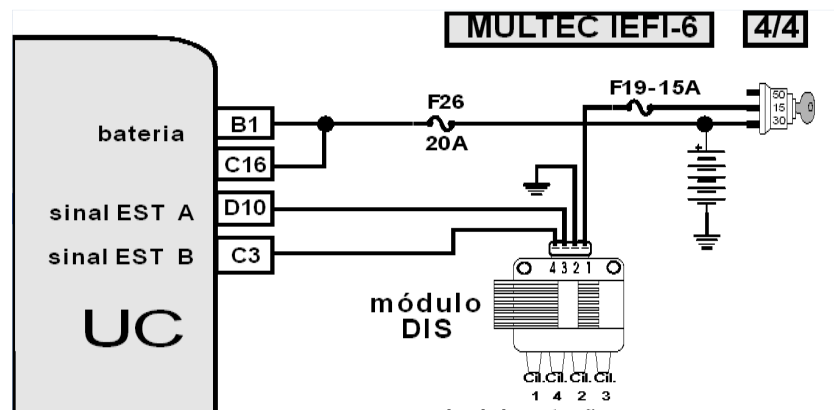


Figura 41. Diagrama eléctrico Corsa MFI, Encendido.

FUENTE: Diagrama eléctrico Corsa MFI.

Se verificó las alimentaciones de cada uno de los cables para poder recibir las señales correctas en la nueva ECU, en este caso los pines que vamos a verificar serán D10 y C3 que son las conexiones entre la bobina y la ECU, los otros dos cables serán masa y contacto de switch de encendido respectivamente, de la misma forma ir verificando el cableado general del motor y así seguir conectando el resto de cables, en la siguiente figura se muestra la verificación del cableado eléctrico.





**Figura 42. Verificación del cableado principal.**

**Elaborado por: Jshyro A. CajiaoArízaga.**

Armado la parte del sistema DIS, se procede a verificar que la computadora reciba la señal emitida por el sensor CKP y poder enviar la señal a la bobina para que trabaje. Al ser una adaptación de computadora, lo más importante es que debe trabajar bien el motor y su parte eléctrica, ya que cualquier fallo en el mismo generara defectos en el resto de sistema.

### **3.6. ADAPTACION DEL SISTEMA DE ALIMENTACION DE COMBUSTIBLE.**

Para la adaptación del sistema de alimentación de combustible partimos por ubicar al tanque de gasolina dentro de la estructura donde se va amontar todo el proyecto, para lo cual debemos buscar un espacio donde sea fácil el acceso pero a la vez muy cómodo para trabajar, por dicho aspecto se vio la manera de ubicar bajo el motor tomando en cuenta medidas de prevención, ya que se portara gasolina y podría ser muy peligroso al estar en contacto con la temperatura del escape. Como se muestra en la siguiente figura.





**Figura 43. Montaje del tanque de combustible.**

Elaborado por: Jshyro A. CajiaoArízaga.

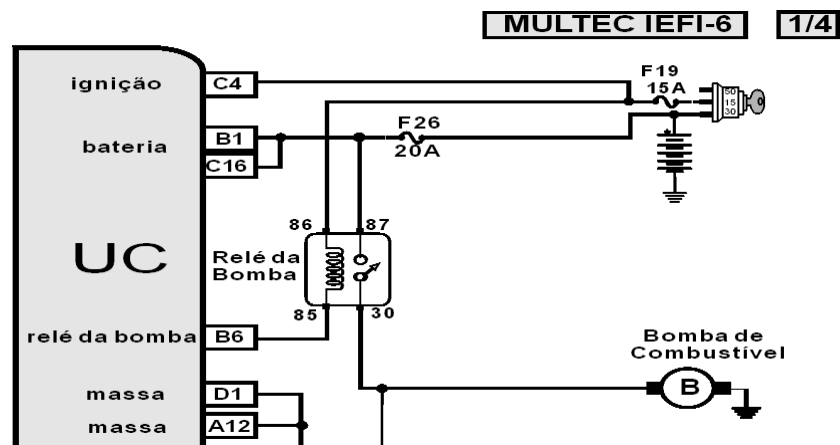
Montado el tanque de combustible procedemos a colocar la bomba de combustible, para de esta forma ir montando todo el sistema de alimentación de combustible. Debemos tomar en cuenta que la bomba de combustible es nueva, sin embargo debemos probar el funcionamiento tanto eléctrico como presión del mismo 45 PSI sin filtro de combustible mediante un medidor de presión de combustible. En la siguiente gráfica se muestra las conexiones eléctricas y el montaje de la bomba de combustible.



**Figura 44. Montaje de la bomba combustible.**

Elaborado por: Jshyro A. CajiaoArízaga.

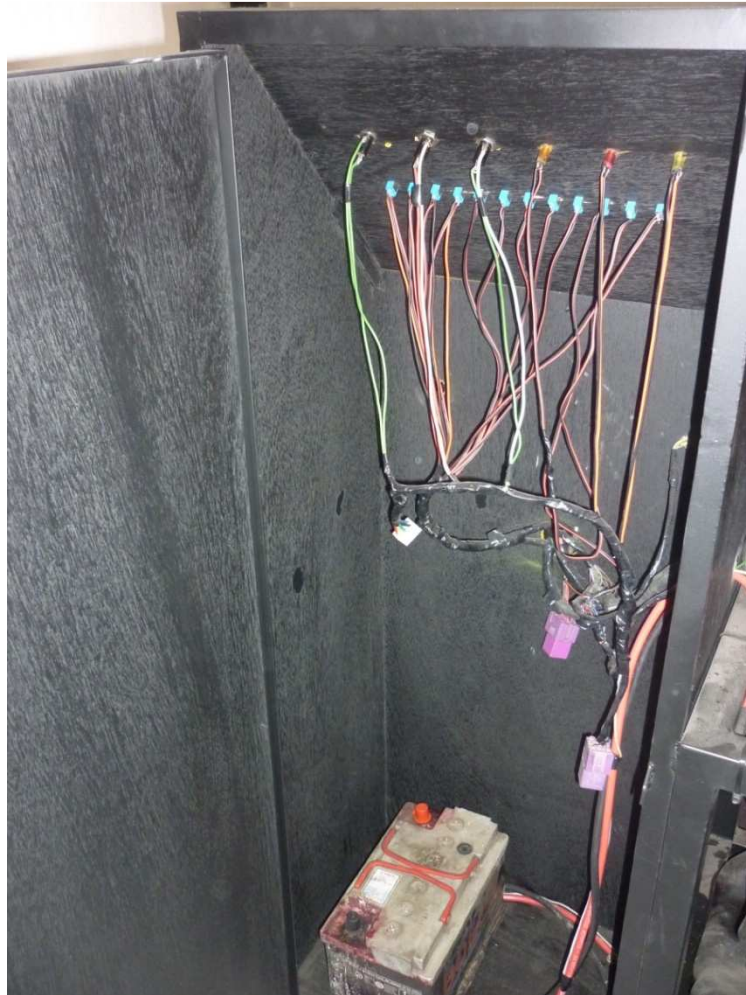
En cuanto a las conexiones eléctricas se hicieron adaptaciones al conector de la bomba directo como se puede ver en la imagen; alimentación positiva y masa. Para la parte eléctrica se mantienen las conexiones originales, es decir, cableado, relé y conexiones a la ECU para lo cual, nos ayudamos con el diagrama eléctrico que se muestra en la siguiente figura.



**Figura 45. Diagrama eléctrico bomba de combustible.**

**FUENTE:** Diagrama eléctrico bomba de combustible.

La ubicación del relé y demás conexiones del sistema de alimentación de combustible como la el cableado general y computadora se ubicaran dentro del tablero de diagnóstico del proyecto, como se muestra en la figura.

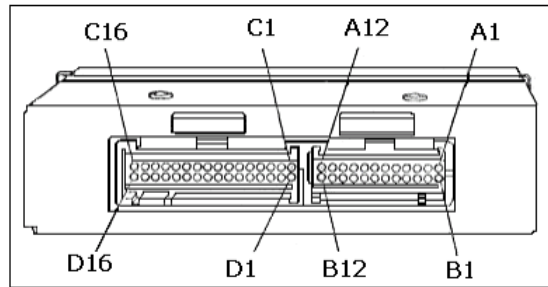


**Figura 46. Conexiones eléctricas.**

Elaborado por: Jshyro A. CajiaoArízaga.

### **3.7. VERIFICACION DEL CABLEADO DE LA ECU DE CHEVROLET CORSA A USAR EN EL MOTOR MAZDA 323.**

Para esta verificación identificaremos los bornes principales de conexión de la ECU, como se detalla en la siguiente gráfica.



**Figura 47. Identificación de bornes del enchufe del modulo de control electrónico o ECU.**

Elaborado por: Jshyro A. CajiaoArízaga.

En la siguiente tabla se detallaran cada uno de los pines y a que socket corresponde.

**Tabla 6. TABLA PINES Y CONECTORES A, B, C Y D.**

PIN	FUNCION
A1	No utilizado
A2	Línea de señal del Sensor de posición del cigüeñal (CKP) P35
A3	Relé de corte del A/C K60
A4	Relé del Ventilador K1
A5	Relé del Ventilador K2
A6	No utilizado
A7	Línea del. Sensor de Presión Absoluta en el Colector (MAP) P23
A8	Línea del serial del Sensor del Posición de la Mariposa de aceleración (IPS) P 34
A9	No utilizado
A10	Entrada del TCM solamente A/T
A11	Líneas de Masa del Sensor de temperatura refrigerante (CIS) P30, Sensor de presión Absoluta en el Colector (MAP) P23 y el Sensor de Presión del Acondicionador de Aire P80 Conector de Octanaje

A12	Masa del ECM
B1	Voltaje de la batería.
B2	Línea de señal del Sensor de velocidad del vehículo (VSS).
B3	Masa del sensor de posición del cigüeñal (CKP) P35.
B4	No utilizado.
B5	No utilizado.
B6	Relé de la bomba de combustible K58.
B7	Línea de datos Seriales del terminal J del enchufe ALDL B5 GX 13.
B8	Alimentación de energía (5v) del sensor de Presión Absoluta del colector P23, sensor de posición de la Mariposa de Aceleración (TPS) P34
B9	No utilizado
B10	Masa de ECM.
B11	Línea de señal del sensor de oxígeno (O2) P33
B12	Línea de señal del sensor de temperatura del líquido de enfriamiento (CTS) P30.
C1	Control de la masa de verificación del borne H30.
C2	Señal de la salida del Tacómetro (si está equipado).
C3	Línea de señal EST B.
C4	Voltaje de encendido.
C5	Línea de control para la válvula de control del aire en ralentí (IAC) M66.
C6	Línea de control para la válvula de control del aire en ralentí (IAC) M66.
C7	No utilizado.

C8	Línea de control para la válvula de control del aire en ralentí (IAC) M66.
C9	Línea de control para la válvula de control del aire en ralentí (IAC) M66.
C10	No utilizado.
C11	Control de Masa de los inyectores 1/4.
C12	No utilizado.
C13	Conector del inyector
C14	Conector del inyector
C15	Control de Masa de los inyectores 2/3.
C16	Voltaje de la batería.
D1	Masa del ECM
D2	Línea de la masa del sensor de Posición de la Mariposa de Aceleración (TPS) P354, y Sensor de Temperatura del Aire de la admisión (JAU) P3.1.
D3	Señal del sensor de Temperatura del Aire de la Admisión (JAU) P31.
D4	No utilizado
D5	Interruptor de solicitud del Acondicionador de Aire.
D6	No utilizado.
D7	No utilizado.
D8	Línea de Activación de diagnóstico del Borne b del enchufe ALDL X13
D9	No utilizado
D10	Línea de Señal EST A.
D11	Señal del conector de Octanaje X15.
D12	No utilizado.
D13	No utilizado.

D14	No utilizado.
D15	No utilizado.
D16	No utilizado.

Elaborado por: Jshyro A. CajiaoArízaga.

### 3.8. VERIFICACION DE ACTUADORES.

#### 3.8.1. Verificación de inyectores.

Una vez terminado con el sistema de encendido, procedemos a verificar el cableado y alimentación de los inyectores, para lo cual verificamos en el siguiente diagrama eléctrico de Chevrolet Corsa.

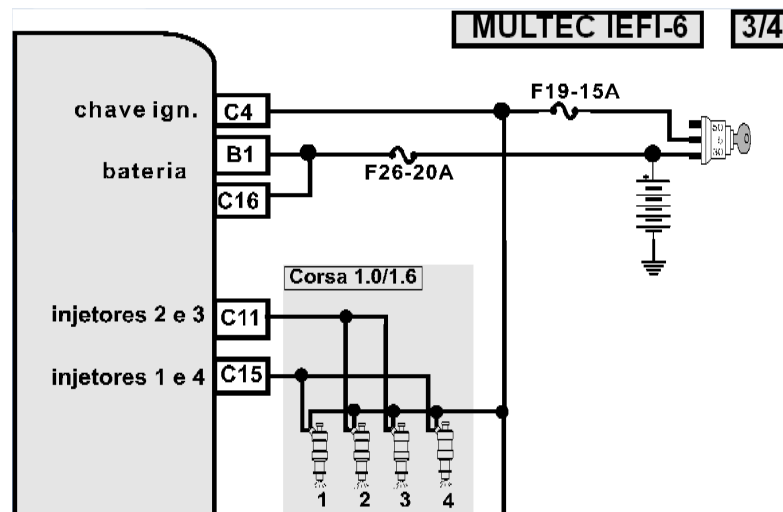


Figura 48. Diagrama eléctrico Chevrolet Corsa MFI, inyectores.

FUENTE: Diagrama eléctrico Corsa MFI.

En el caso de los inyectores verificamos las alimentaciones, es decir desde el inyector hasta la computadora, ayudándonos con el diagrama eléctrico, en este caso los pines a verificar C11 y C15, y el otro cable será alimentación del switch de encendido, los voltajes que vamos a leer en ambos cables en 12V porque los dos cables estarán cargados positivamente, el trabajo de la computadora será genera los pulsos negativos de acuerdo a la carga de motor, haciendo que se energice la bobina del inyector y pueda abrir y cerrar el inyector. La duración

de estos pulsos negativos estarán dados por la carga de motor, mientras más largo sea, inyectara mas combustible el inyector, este será el ancho de pulso del inyector. En la siguiente gráfica podemos ver la comprobación del cableado eléctrico de los inyectores.



**Figura 48. Verificación del cableado de los inyectores.**

Elaborado por: Jshyro A. CajiaoArízaga.

Cabe recalcar que se usaron los mismos inyectores del motor del Mazda ya que su principio eléctrico y resistencia es la misma, lo cual, no afectará al funcionamiento del motor.

**Tabla 7. TABLA COMPARATIVA DE LAS RESISTENCIAS DE LOS INYECTORES DE CHEVROLET CORSA Y MAZDA 323.**

CHEVROLET CORSA 1.4L		MAZDA 323 1.3L	
INYECTOR 1	13.4 ohms	INYECTOR 1	13.8 ohms
INYECTOR 2	14 ohms	INYECTOR 2	13 ohms
INYECTOR 3	14 ohms	INYECTOR 3	13.5 ohms
INYECTOR 4	13 ohms	INYECTOR 4	13.3 ohms

Elaborado por: Jshyro A. CajiaoArízaga.

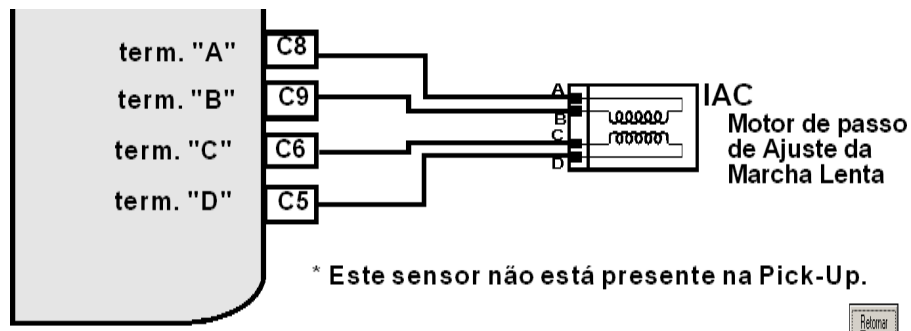


### 3.8.2. Verificación de la IAC.

Con la adaptación de todo el cuerpo de aceleración de Chevrolet Corsa, incluyendo sensor TPS, se mantuvo la válvula IAC original, de esta forma no tendremos que hacer ninguna adaptación en la parte eléctrica; sin embargo, si se tiene que verificar los pines que llegan a la computadora y las alimentaciones de la válvula.

La activación del motor pasó a paso está controlada por PWM (dentro de la ECU), y su activación depende de diversos factores que afectan el desempeño de este actuador considerando la carga del motor, las revoluciones de giro del motor, la temperatura etc., como los más relevantes, de esta manera resulta difícil tomar una medida estándar del desempeño del actuador.

En el siguiente diagrama podemos ver las conexiones eléctricas a la ECU y actuador.



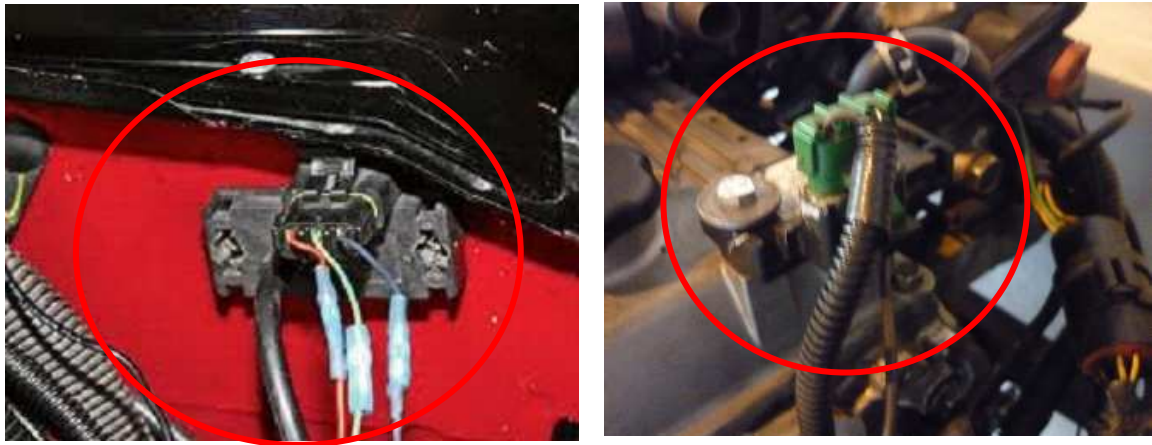
**Figura 49. Diagrama eléctrico Chevrolet Corsa MFI, IAC.**

FUENTE: Diagrama eléctrico IAC.

## 3.9. VERIFICACION DE SENSORES.

### 3.9.1. Verificación del sensor MAP.

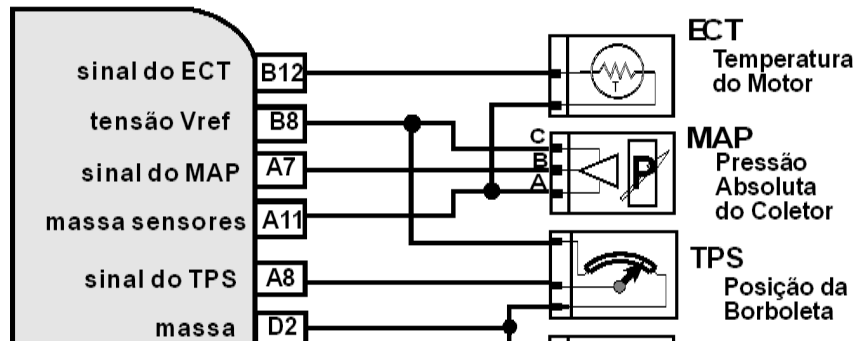
Para este sensor se uso el sensor de Chevrolet Corsa para que no falle la lectura de la presión absoluta en el múltiple de admisión y de esta forma no calcule erróneamente la carga de motor cuando trabaje, la única variación que se realizó es que en este caso el sensor se coloco directamente en el múltiple de admisión, no como comúnmente viene en Chevrolet Corsa, como lo podemos ver las siguientes imágenes.



**Figura 50. Ubicación sensor MAP de Chevrolet Corsa en el motor MAZDA 323.**

Elaborado por: Jshyro A. CajiaoArízaga.

Las señales para este sensor serán las mismas, masa, señal y alimentación 5V, para la verificación de igual forma tomamos en cuenta el diagrama eléctrico para verificar a que pines llegan las alimentaciones del sensor; se procede hacer las respectivas conexiones. Como se puede observar en la siguiente gráfica.



**Figura 51. Diagrama eléctrico Chevrolet Corsa MFI, MAP.**

FUENTE: Diagrama eléctrico Corsa MFI.

Se debe medir de la siguiente manera: tomamos un multímetro, colocamos la posición de voltios (o a su vez un voltímetro), desconectamos el sensor, colocamos en switch de encendido en contacto y procedemos a medir cada uno de los pines con uno de los cable y con el otro hacemos masa.

El pin A del sensor será una masa compartida con el pin sensor ECT, el pin B corresponderá a la señal del sensor que en este caso y condición marcará próximo a 0.30V y el pin C marcará 5V.

Conectado el sensor y encendido el motor los valores van variar de acuerdo a la presión atmosférica, carga del motor, etc. en la siguiente tabla podemos ver los valores de operación reales del sensor MAP de Chevrolet Corsa.

**Tabla 8. TABLA VALORES DE OPERACIÓN DEL SENSOR MAP DE CHEVROLET CORSA EN EL MOTOR MAZDA 323.**

PRESION EN EL MULTIPLE DE ADMISION (KPa)	VOLTAJE DE SALIDA
160 KPa	0.30V
260 KPa	0.90V
360 KPa	1.55V

460 KPa	2.25V
560 KPa	3.0V
660 KPa	3.8V
760 KPa	4.6V

**Elaborado por: Jshyro A. CajiaoArízaga.**

Estos valores se midieron mediante un vacuómetro en la admisión y tomando los voltajes de la señal del sensor.

Esta parte del diagrama la vamos a usar con todos los sensores que se van a usar en el motor Mazda; en este caso específico los pines que se verificaron son B8 que es la alimentación de 5V, A7 que va a ser la señal y A11 la masa del sensor.

En las conexiones vamos a ver que algunos sensores van a compartir masas o alimentaciones entre ellos para los cuales serán los mismos pines de la computadora. En la siguiente figura podemos ver el socket del sensor MAP en el motor MAZDA 323.



**Figura 52. Sensor MAP.**

**Elaborado por: Jshyro A. CajiaoArízaga.**

### **3.9.2. Verificación del sensor TPS.**

En el caso del sensor TPS, en el motor Mazda no tenía el cuerpo de aceleración completo, faltando conectores y el sí el sensor TPS, para lo cual se opto por colocar el cuerpo de aceleración de Chevrolet Corsa, de esta forma la lectura de las señales recibidas por la ECU van a ser exactas y no van a variar.

En cuanto a la parte mecánica el cuerpo de aceleración en dimensiones es el mismo tanto de la aleta de aceleración como el ducto de aire; para lo cual incluso se ocupó el mismo empaque para sella el cuerpo de aceleración. Adicional a esto se tendrán que tapas los ductos de vacios que no se ocupen para no tener pérdidas de vacío y por ende, fallas al momento de accionar o en pleno funcionamiento del motor.

En la siguiente figura podemos ver el cuerpo de aceleración de Chevrolet Corsa montado en la admisión del motor Mazda 323.



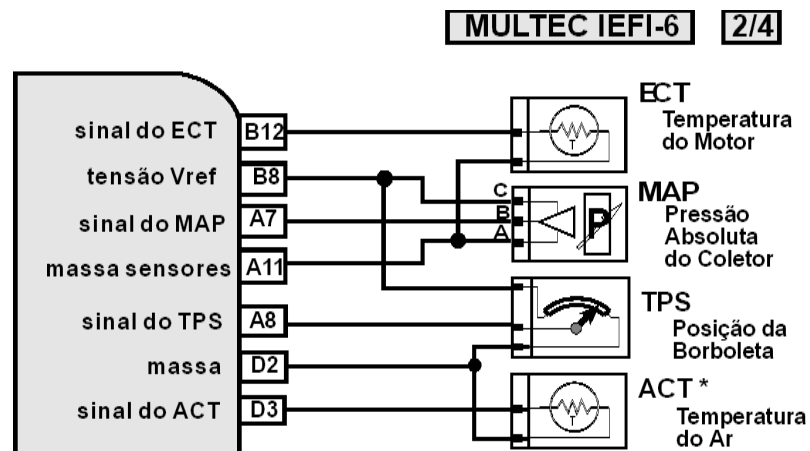
**Figura 53. Cuerpo de aceleración Chevrolet Corsa montado en la admisión del motor MAZDA 323.**

**Elaborado por: Jshyro A. CajiaoArízaga.**

Colocado el cuerpo de aceleración se procedió a revisar los pines en los cuales va a recibir la computadora las señales, que serán los pines B8 alimentación

5V, A8 será la señal del sensor y D2 una masa compartida. Los conectores van a ser los mismos del Chevrolet en los cuales no se hicieron modificaciones.

Siguiendo el siguiente diagrama eléctrico nos guiamos para realizar la verificación de señales.



**Figura 54. Diagrama eléctrico Chevrolet Corsa MFI, TPS.**

Fuente: Diagrama eléctrico Chevrolet Corsa.

En la siguiente imagen podemos ver como se realizó la verificación en el sensor TPS.



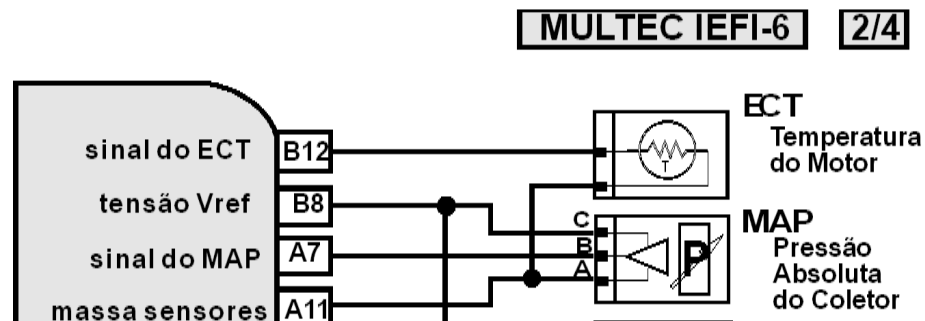
**Figura 55. Verificación del sensor TPS.**

Elaborado por: Jshyro A. CajiaoArízaga.

### 3.9.3. Verificación del sensor ECT o WTS.

Para este sensor se uso el mismo sensor de temperatura, ya que su principio eléctrico es el mismo NTC (Coeficiente Negativo De Temperatura), este tipo de termistores disminuyen la resistencia interna a medida que aumenta la temperatura a la cual es expuesto, es decir para cada temperatura tienen un valor de resistencia. Si se calienta tendrán menor resistencia que si se enfrían.

Para verificar su funcionamiento se midió su resistencia y se revisó la conexión hasta la computadora; con el siguiente diagrama eléctrico nos ayudamos para verificar el pin correspondiente que será B12 señal y A11 masa de sensores.

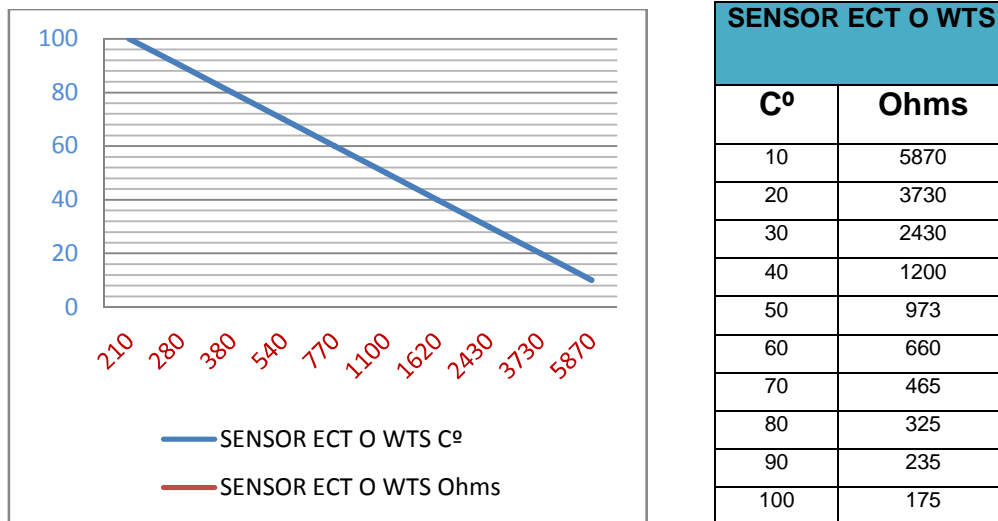


**Figura 56. Diagrama eléctrico Chevrolet Corsa MFI, ECT.**

**Fuente: Diagrama eléctrico Chevrolet Corsa.**

En el caso específico de Chevrolet Corsa, aquí podemos ver una tabla de valores, en la cual podemos darnos cuenta de su funcionamiento real, es decir, podemos ver los cambios de resistencia en cuanto a la temperatura del refrigerante. En la siguiente tabla podemos ver los valores reales de las resistencias tomados proporcionalmente a la temperatura del refrigerante y adicionalmente se realizó la curva característica (termistor NTC)

**Tabla 9. Tabla de Valores sensor ECT motor MAZDA 323 y curva característica.**



Elaborado por: Jshyro A. CajiaoArízaga.

#### 3.9.4. Verificación del sensor IAT.

Por la computadora Chevrolet que usa el motor Mazda es necesario tener la lectura de un sensor de temperatura del aire, para lo cual se le adapto la toma de aire y sensor del motor Chevrolet, de esta manera podrá leer la ECU la señal emitida por el sensor.



**Figura 57. Sensor IAT.**

Elaborado por: Jshyro A. CajiaoArízaga.



En cuanto a las conexiones son las mismas que las originales de Chevrolet, por ende no hace falta ninguna adaptación para el sensor, sin embargo, siempre tenemos que verificar las conexiones hacia la ECU.

En la siguiente imagen podemos ver las variaciones de resistencia de acuerdo a la temperatura.

**Tabla 10. Tabla de valores sensor IAT del motor MAZDA 323.**

SENSOR IAT	
C°	Ohms
0	5600
20	2500
40	1200
50	973
60	660
70	465
80	325
90	235
100	175

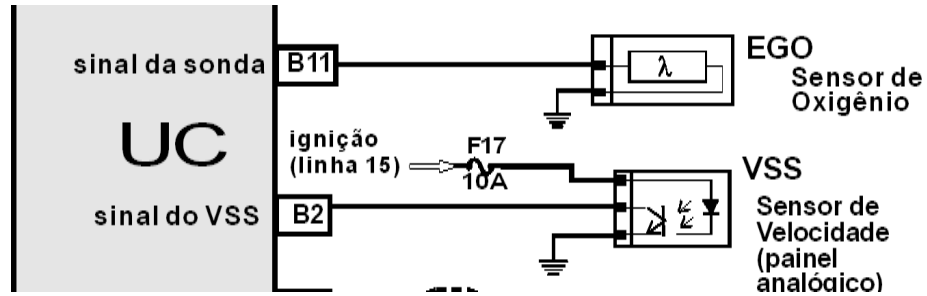
Elaborado por: Jshyro A. CajiaoArízaga.

Estos valores se tomaron en funcionamiento el motor mediante un multímetro, en posición de ohmios (ohmímetro) de los pines del sensor, y una secadora lo cual nos ayudó para simular las distintas condiciones de temperatura; la temperatura se medio mediante un termómetro digital.

### **3.9.5. Verificación del sensor O2 o sensor de Oxígeno.**

Para la verificación del sensor de oxígeno o sonda Lambda, partimos con la ubicación del mismo, determinar el material para verificar el funcionamiento (zirconio), y verificamos su conexión en este caso, por la inexistencia del cableado y del sensor procedemos a colocar un sensor de Chevrolet Corsa,

facilitando la adaptación del sistema de inyección. En la siguiente figura tenemos el diagrama eléctrico que se usó para la verificación.



**Figura 58. Diagrama eléctrico Chevrolet Corsa MFI, O2.**

Fuente: Diagrama eléctrico Chevrolet Corsa.

En la siguiente gráfica podemos ver el cableado y la ubicación del sensor. Adicionalmente tenemos que es de 1 solo cable de señal y el propio sensor es quien hace masa en el múltiple de escape.



**Figura 59. Sensor de Oxígeno.**

Elaborado por: Jshyro A. CajiaoArízaga.

### 3.10. ELABORACION DE TABLERO DE DIAGNOSTICO.

Para la elaboración del sistema de diagnóstico, se verificó el perfecto funcionamiento del motor, es decir, que el sistema de encendido trabaje, alimentación de combustible, las lecturas de los sensores, funcionamiento del sistema de refrigeración, para que de esta forma podamos incluir interruptores en las distintas señales y así generar fallas en el mismo.

Para poder ubicar el tablero se vio tomo en cuenta la comodidad para poder trabajar, es decir, se busco un lugar cómodo y a la vez muy didáctico como se puede ver en las imágenes, como se muestra en la siguiente figura.



**Figura 60. Tablero de Diagnóstico.**

**Elaborado por: Jshyro A. CajiaoArízaga.**

Todos los controles del tablero van a ir en la parte superior y el conector de diagnostico, computadora y switch de encendido se quedo en la parte inferior por ubicación y por mayor comodidad.

### 3.10.1. Conexiones eléctricas del tablero de diagnóstico.

En las conexiones eléctricas se ubicaron el tablero de diagnóstico de tal forma que se pueda trabajar directamente en el tablero como se puede ver en la imagen. Los fusibles corresponden respectivamente de derecha a izquierda:

- Fusible general del sistema F19 15A.
- Fusible de la bomba de combustible F26 20A
- Fusible principal del electro-ventilador F15, 30A

En el caso del switch de encendido se tomaron las mismas conexiones eléctricas del un switch convencional, a pesar de ser alterno; de la misma forma se verificó el funcionamiento de los fusibles respectivos para proteger el sistema.

Se conservaron las mismas conexiones eléctricas de los relés o relevadores, tanto para la bomba de combustible como para el electro ventilador.

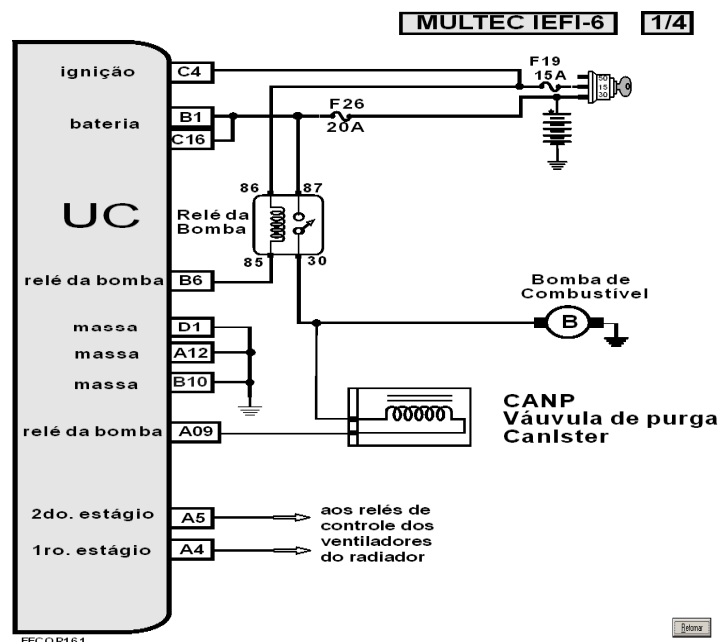
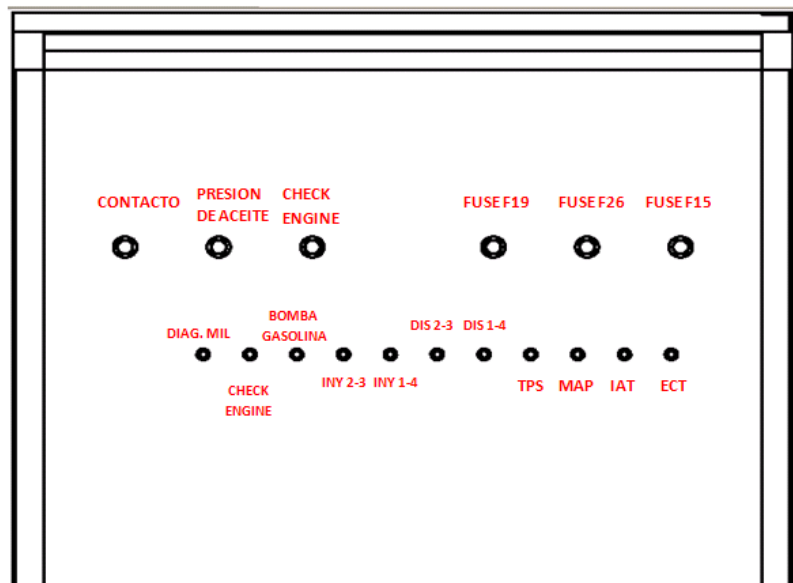


Figura 61. Diagrama eléctrico Chevrolet Corsa MFI.

Fuente: Diagrama eléctrico Chevrolet Corsa MFI

En el tablero también se colocó 3 focos led para ayudarnos a verificar por ejemplo códigos de falla, luz MIL y contacto o batería a falta de un tablero de instrumentos y para su mejor reconocimiento se colocó en distintos colores:

- Contacto, es color amarillo.
- Presión de aceite, es de color rojo.
- Diagnóstico y checkengine, es de color naranja. En la siguiente figura se observa cómo se fue distribuyendo los switch, los fusibles y focos indicadores.



**Figura 62. Ubicación de focos led.**

**Elaborado por: Jshyro A. CajiaoArízaga.**

Para las luces se usaron las conexiones directas del tablero de instrumentos tomando en cuenta el diagrama eléctrico original de Chevrolet Corsa.

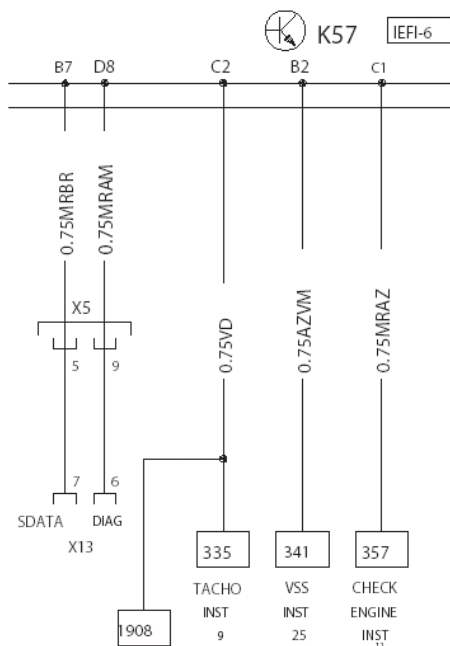
Para el caso del foco indicador del Checkengine panel de instrumentos se toma la señal del pin de la ECU C1 y para el foco indicador de diagnóstico de la misma manera. De esta forma podremos saber si el motor falla durante su trabajo y además se puede verificar los códigos de avería ya que se trata de un

sistema OBD1 y se puede verificar mediante los parpadeos del foco indicador. Adicionalmente estos tres indicadores en contacto se van a encender al igual que en un tablero de instrumentos original. Y se van apagar cuando el motor este en marcha salvo que exista una avería o un código grabado en la memoria de la ECU para que se encienda.

Para leer los códigos de falla podemos hacerlo de 2 maneras: la primera con el TECH 1 y también se puede realizar la lectura de los códigos de falla sin la necesidad del TECH 1, para lo cual se debe conectar los bornes “A” y “B” del conector ALDL con el interruptor de encendido en ON y la luz MIL presentará los códigos de falla en secuencia luminosa. Cada código de falla aparecerá tres veces y luego seguirá al siguiente si lo hubiera.

Cuando las fallas en el sistema han sido corregidas, se debe desconectar la batería al menos por 10 segundos, para borrar los códigos de la memoria RAM.

En la siguiente figura se muestra el diagrama eléctrico de las luces indicadoras.

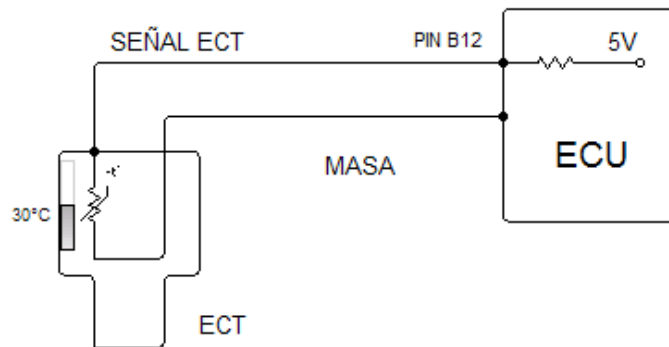


**Figura 63. Diagrama eléctrico focos indicadores.**

Elaborado por: Jshyro A. CajiaoArízaga.

### 3.10.2. Sensor ECT.

Para el sensor ECT, se verificó la el cable de señal hacia la computadora, se coloco un pulsador de tres puntos, siendo la posición de la mitad la señal correcta del sensor, la posición para arriba la llamaremos posición 1 para la grafica el cual generaremos 5V y la posición 2 o pulsador para la abajo generará 0 V, esto nos va a ayudar a generar dos fallos como un circuito abierto o circuito cerrado. En la siguiente figura vemos el diagrama eléctrico del sensor ECT.



**Figura 64. Diagrama sensor ECT.**

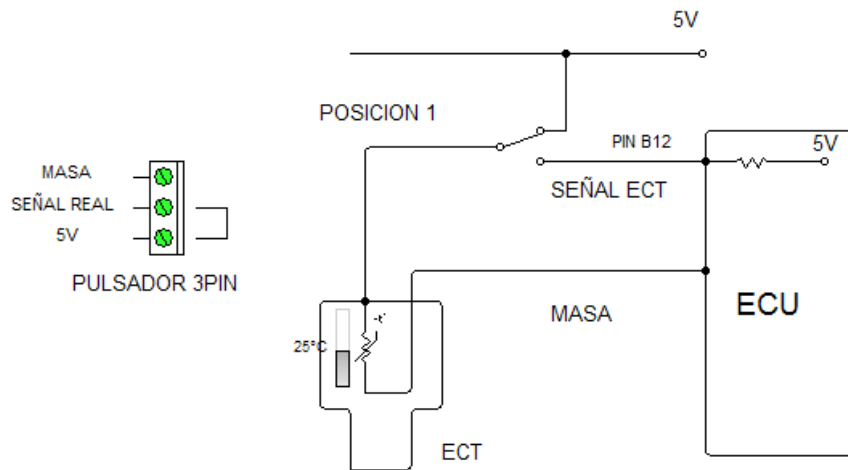
Elaborado por: Jshyro A. CajiaoArízaga.

Para esto, se trabajó en la señal que emite el sensor hacia la ECU de la siguiente forma.

En la posición 1 el pulsador lo tenemos para arriba, para lo cual utilizaremos una línea de alimentación positiva de corriente 5V tomada del sensor MAP en el tablero de diagnostico, ya que, el este sensor ECT solo poseemos 2 cables señal y masa; de esta forma tomar dicho voltaje con el pulsador y cambiar la señal variable en voltaje dada por la temperatura del refrigerante, emitida por el sensor a la ECU, a un voltaje permanente, en este caso 5V, sin alterar la parte eléctrica de sistema.

Esto hará que tengamos un circuito cerrado o máximo voltaje.

En el siguiente diagrama eléctrico se ve como se realizó las conexiones en el sensor ECT en la posición 1.



**Figura 65. Diagrama sensor ECT Posición 1.**

Elaborado por: Jshyro A. CajiaoArízaga.

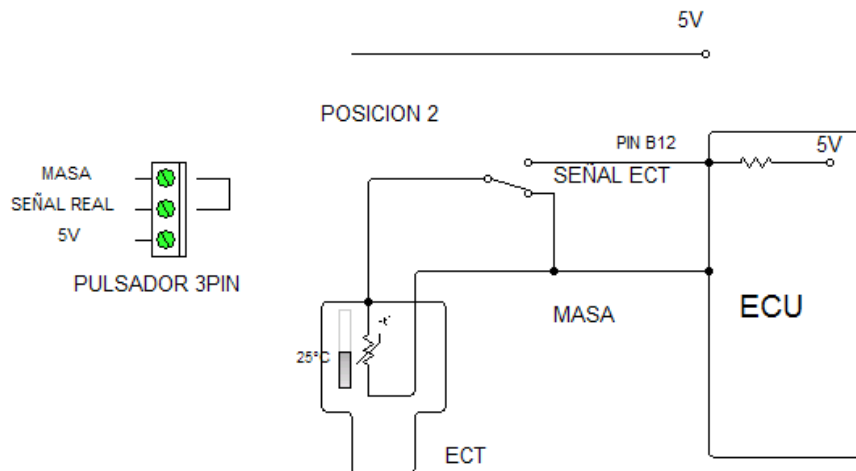
Caso contrario en la posición 2 el pulsador lo tenemos para abajo, para lo cual utilizaremos la masa de la misma conexión del sensor, de esta forma cambiar la señal variable en voltaje dada por la temperatura del refrigerante, emitida por el sensor a la ECU, a un valor nulo de voltaje permanente, en este caso 0V o específicamente 0.30 V, sin alterar la parte eléctrica de sistema o del tablero de diagnostico.

Esto hará que tengamos un circuito abierto o voltaje cero.

Cabe indicar que en estas dos posiciones, la ECU generara una estrategia para solucionar o mantener el sistema funcional, específicamente en esta inyección encenderá en las dos posiciones la velocidad máxima de los electro-ventiladores.

En el siguiente diagrama eléctrico se ve como se realizó las conexiones en el sensor ECT en la posición 2.





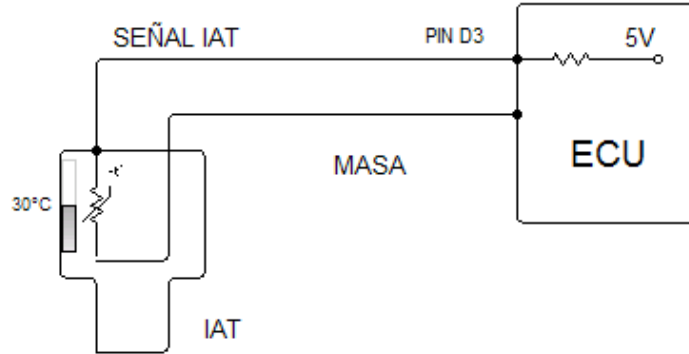
**Figura 66. Diagrama sensor ECT Posición 2.**

Elaborado por: Jshyro A. CajiaoArízaga.

### 3.10.3. Sensor IAT.

Para el sensor IAT, se verificó la el cable de señal hacia la computadora, se coloco un pulsador de tres puntos, siendo la posición de la mitad la señal correcta del sensor, la posición para arriba la llamaremos posición 1 para la grafica el cual generaremos 5V y la posición 2 o pulsador para la abajo generará 0 V, esto nos va a ayudar a generar dos fallos como un circuito abierto o circuito cerrado.

En la siguiente figura podemos ver el diagrama eléctrico del sensor IAT y sus conexiones.



**Figura 67. Diagrama sensor IAT.**

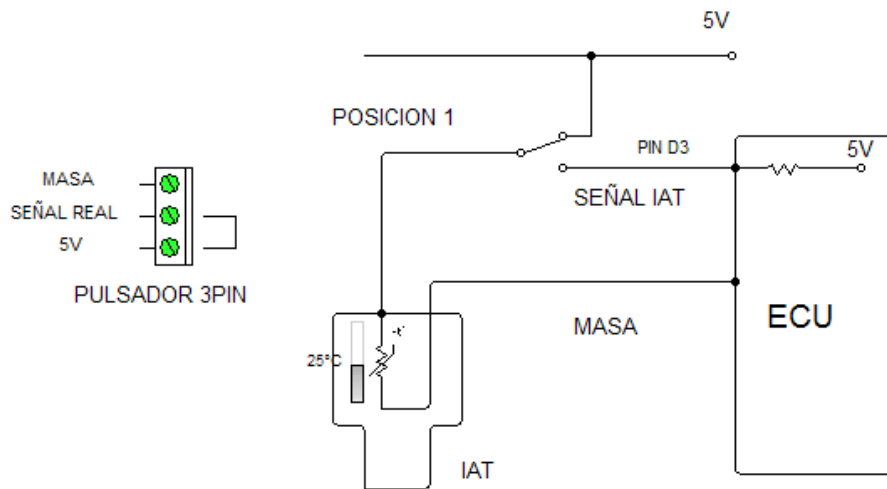
**Elaborado por: Jshyro A. CajiaoArízaga.**

Para esto, se trabajó en la señal que emite el sensor hacia la ECU de la siguiente forma.

En la posición 1 el pulsador lo tenemos para arriba, para lo cual utilizaremos una línea de alimentación positiva de corriente 5V tomada del sensor MAP en el tablero de diagnostico, ya que, el este sensor IAT solo poseemos 2 cables señal y masa; de esta forma tomar dicho voltaje con el pulsador y cambiar la señal variable en voltaje dada por la temperatura del aire, emitida por el sensor a la ECU, a un voltaje permanente, en este caso 5V, sin alterar la parte eléctrica de sistema.

Esto hará que tengamos un circuito cerrado o máximo voltaje.

En el siguiente diagrama eléctrico se ve como se realizó las conexiones en el sensor IAT en la posición 1.



**Figura 68. Diagrama sensor IAT Posición 1.**

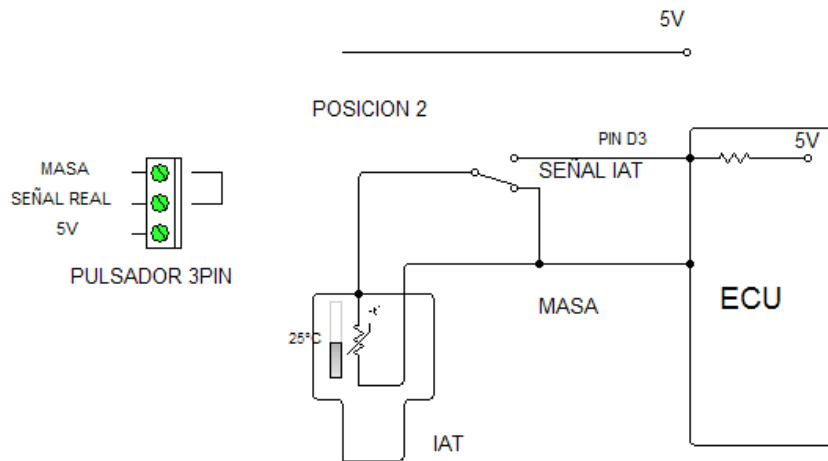
Elaborado por: Jshyro A. CajiaoArízaga.

Caso contrario en la posición 2 el pulsador lo tenemos para abajo, para lo cual utilizaremos la masa de la misma conexión del sensor, de esta forma cambiar la señal variable en voltaje dada por la temperatura del aire, emitida por el sensor a la ECU, a un valor nulo de voltaje permanente, en este caso 0V o específicamente 0.30 V, sin alterar la parte eléctrica de sistema o del tablero de diagnóstico.

Esto hará que tengamos un circuito abierto o voltaje cero.

Cabe indicar que en estas dos posiciones, la ECU generara una estrategia para solucionar o mantener el sistema funcional.

En el siguiente diagrama eléctrico se ve como se realizó las conexiones en el sensor IAT en la posición 2.



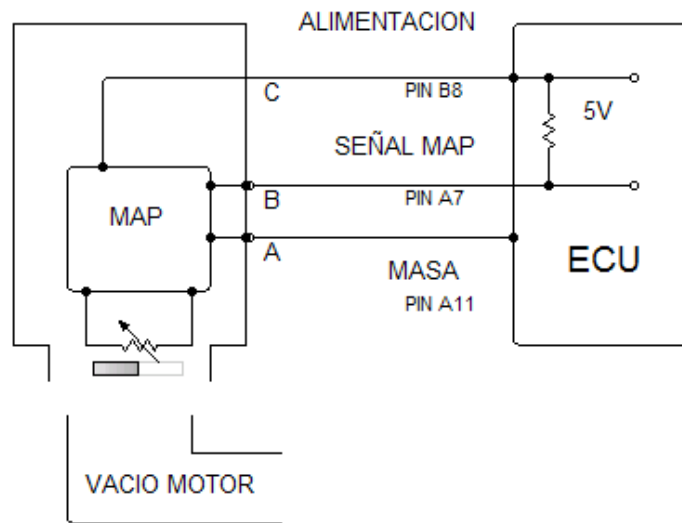
**Figura 69. Diagrama sensor IAT Posición 2.**

Elaborado por: Jshyro A. CajiaoArizaga.

#### **3.10.4. Sensor MAP.**

Para el sensor MAP, se verificó la el cable de señal hacia la computadora, en este caso B, se coloco un pulsador de tres puntos, siendo la posición de la mitad la señal correcta del sensor, la posición para arriba la llamaremos posición 1 para la grafica el cual generaremos 5V y la posición 2 o pulsador para la abajo generará 0 V, esto nos va a ayudar a generar dos fallos como un circuito abierto o circuito cerrado.

En la siguiente figura se muestra el diagrama eléctrico del sensor MAP y sus conexiones.



**Figura 70. Diagrama sensor MAP.**

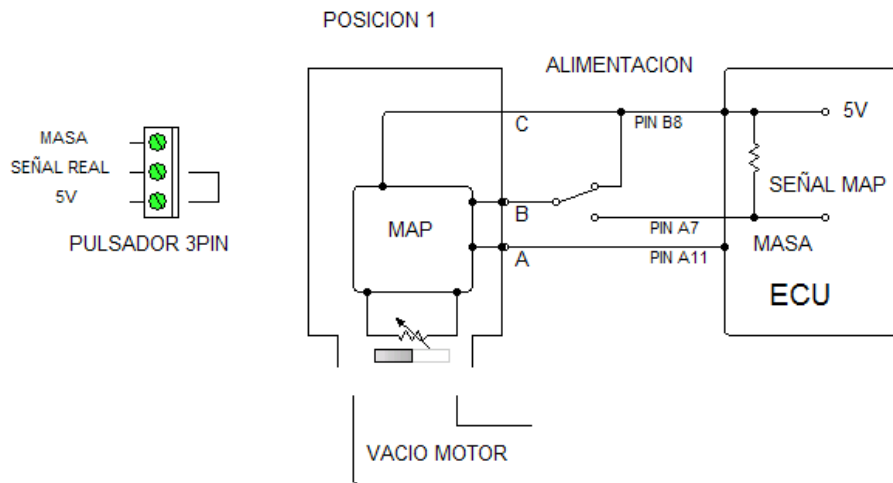
**Elaborado por: Jshyro A. CajiaoArízaga.**

Para esto, se trabajó en la señal que emite el sensor hacia la ECU de la siguiente forma.

En la posición 1 el pulsador lo tenemos para arriba, para lo cual utilizaremos una línea de alimentación positiva de corriente 5V del mismo sensor MAP en el tablero de diagnostico, ya que, sensor consta de 3 cables: masa, alimentación y señal; de esta forma tomar dicho voltaje con el pulsador y cambiar la señal variable en voltaje tomada por la variación de presión en el múltiple de admisión, a un voltaje permanente, en este caso 5V, sin alterar la parte eléctrica de sistema.

Esto hará que tengamos un circuito cerrado o máximo voltaje.

En el siguiente diagrama eléctrico se ve como se realizó las conexiones del sensor MAP en la posición 1.



**Figura 71. Diagrama sensor MAP Posición 1.**

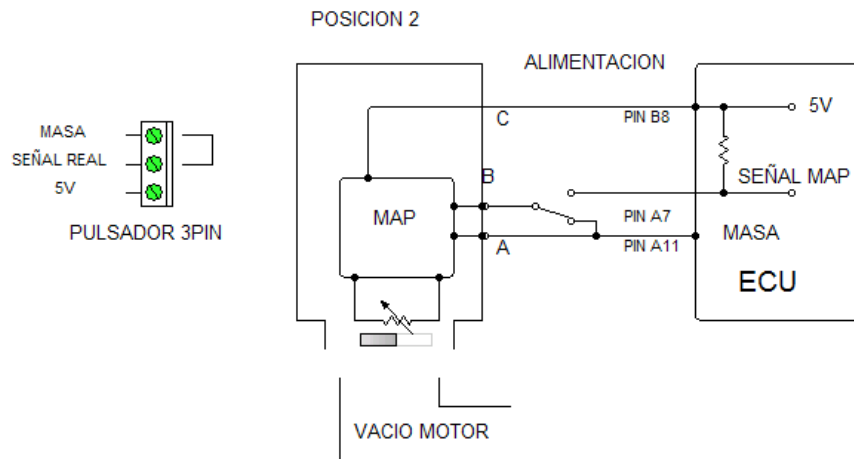
Elaborado por: Jshyro A. CajiaoArízaga.

Caso contrario en la posición 2 el pulsador lo tenemos para abajo, para lo cual utilizaremos la masa de la misma conexión del sensor, de esta forma cambiar la señal variable en voltaje tomada por la variación de presión en el múltiple de admisión, a un valor nulo de voltaje permanente, en este caso 0V o específicamente 0.30 V, sin alterar la parte eléctrica de sistema o del tablero de diagnostico.

Esto hará que tengamos un circuito abierto o voltaje cero.

Cabe indicar que en estas dos posiciones, la ECU generara una estrategia para solucionar o mantener el sistema funcional.

En el siguiente diagrama eléctrico se ve como se realizó las conexiones en el sensor MAP en la posición 2.



**Figura 72. Diagrama sensor MAP Posición 2.**

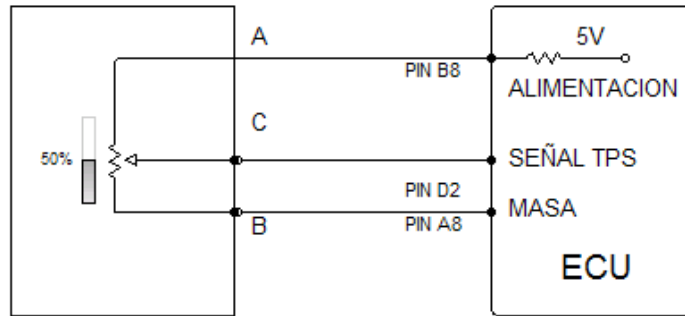
Elaborado por: Jshyro A. CajiaoArízaga.

### 3.10.5. Sensor TPS.

Para el sensor TPS, se verificó la el cable de señal hacia la computadora, en este caso C, se coloco un pulsador de tres puntos, siendo la posición de la mitad la señal correcta del sensor, la posición para arriba la llamaremos posición 1 para la grafica el cual generaremos 5V y la posición 2 o pulsador para la abajo generará 0 V, esto nos va a ayudar a generar dos fallos como un circuito abierto o circuito cerrado.

Para esto, se trabajó en la señal que emite el sensor hacia la ECU de la siguiente forma.

En la siguiente figura se puede observar el diagrama eléctrico y sus conexiones del sensor TPS.



**Figura 73. Diagrama sensor TPS.**

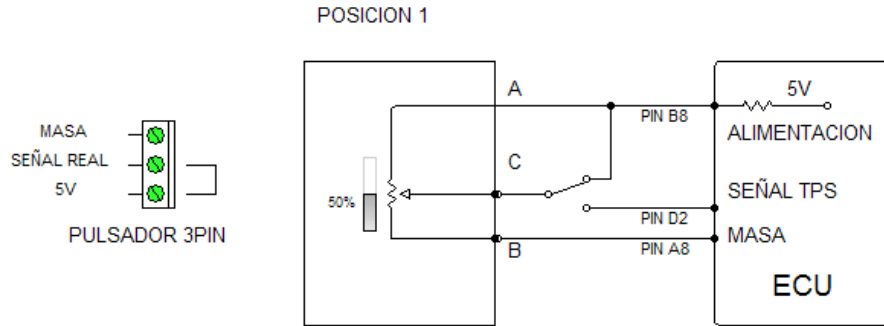
Elaborado por: Jshyro A. CajiaoArízaga.

En la posición 1 el pulsador lo tenemos para arriba, para lo cual utilizaremos una línea de alimentación positiva de corriente 5V del mismo sensor TPS en el tablero de diagnostico, ya que, sensor consta de 3 cables: masa, alimentación y señal; de esta forma tomar dicho voltaje con el pulsador y cambiar la señal variable en voltaje tomada por el potenciómetro dentro del sensor, dependiendo de la apertura del la mariposa de aceleración, a un voltaje permanente, en este caso 5V, sin alterar la parte eléctrica de sistema.

Esto hará que tengamos un circuito cerrado o máximo voltaje.

En el siguiente diagrama eléctrico se ve como se realizó las conexiones en el sensor TPS en la posición 1.





**Figura 74. Diagrama sensor TPS Posición 1.**

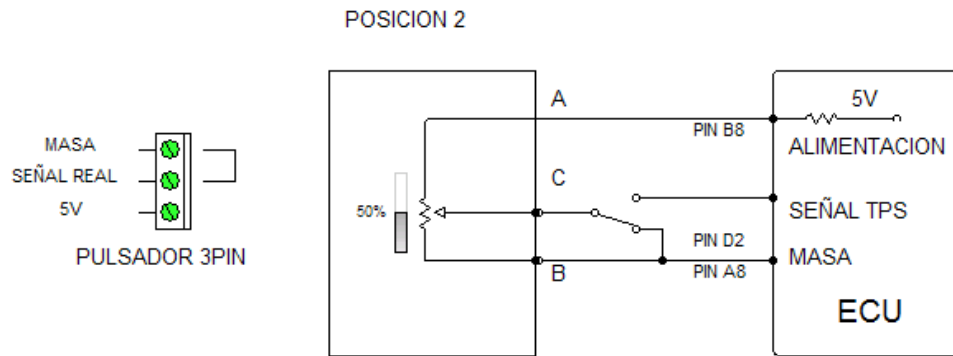
Elaborado por: Jshyro A. CajiaoArízaga.

Caso contrario en la posición 2 el pulsador lo tenemos para abajo, para lo cual utilizaremos la masa de la misma conexión del sensor, de esta forma cambiar la señal variable en voltaje tomada por el potenciómetro dentro del sensor, dependiendo de la apertura de la mariposa de aceleración, a un valor nulo de voltaje permanente, en este caso 0V o específicamente 0.30 V, sin alterar la parte eléctrica de sistema o del tablero de diagnostico.

Esto hará que tengamos un circuito abierto o voltaje cero.

Cabe indicar que en estas dos posiciones la ECU generara una estrategia para solucionar o mantener el sistema funcional.

En el siguiente diagrama eléctrico se ve como se realizó las conexiones en el sensor TPS en la posición 2.

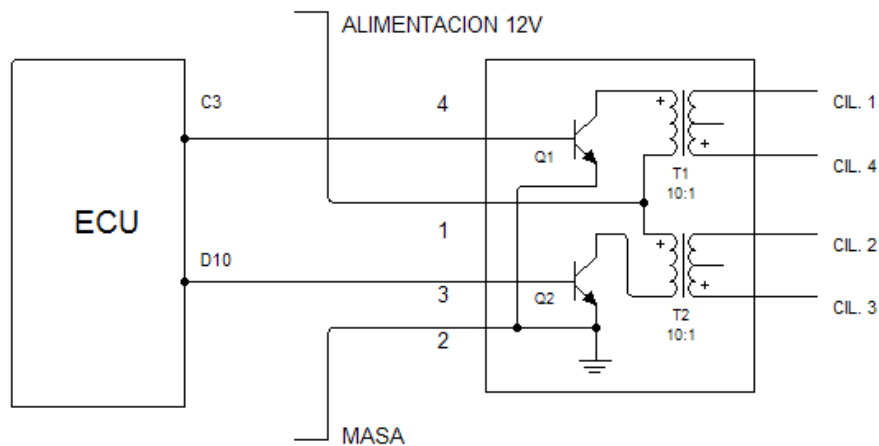


**Figura 75. Diagrama sensor TPS Posición 2.**

Elaborado por: Jshyro A. CajiaoArízaga.

### 3.10.6. Bobina DIS.

En la siguiente figura se encuentra el diagrama eléctrico de la bobina DIS con transistor incorporado de 4 cables.



**Figura 76. Diagrama bobina DIS.**

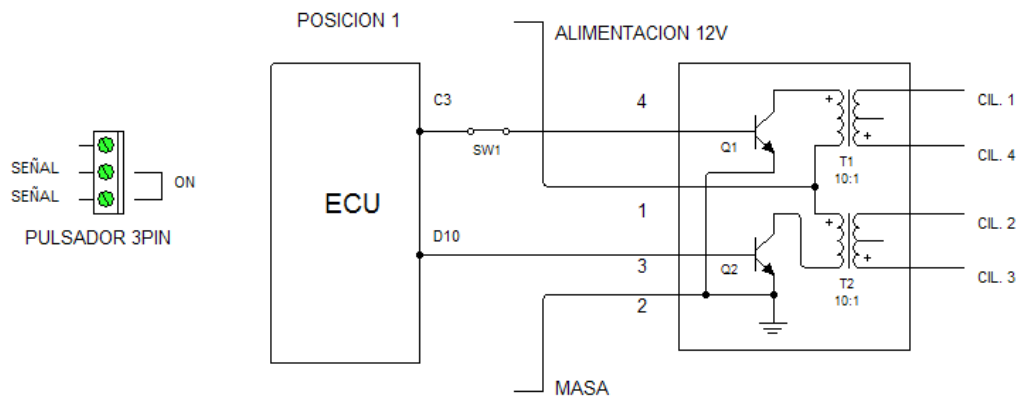
Elaborado por: Jshyro A. CajiaoArízaga.

Para la bobina, se verificó los 2 cables de señal hacia la computadora, se tomo una de las señales en este caso C3, se coloco un pulsador 3 puntos pero solo

se trabajará On Off, siendo la posición para arriba la cual llamaremos posición 1 o posición On, para la grafica el cual se mantendrá la señal real.

Para esto, se coloco el pulsador en la señal que emite el transistor de la bobina hacia la ECU de la siguiente forma.

En el siguiente diagrama eléctrico se ve como se realizó las conexiones en el bobina DIS en la posición 1 en el pin C3.

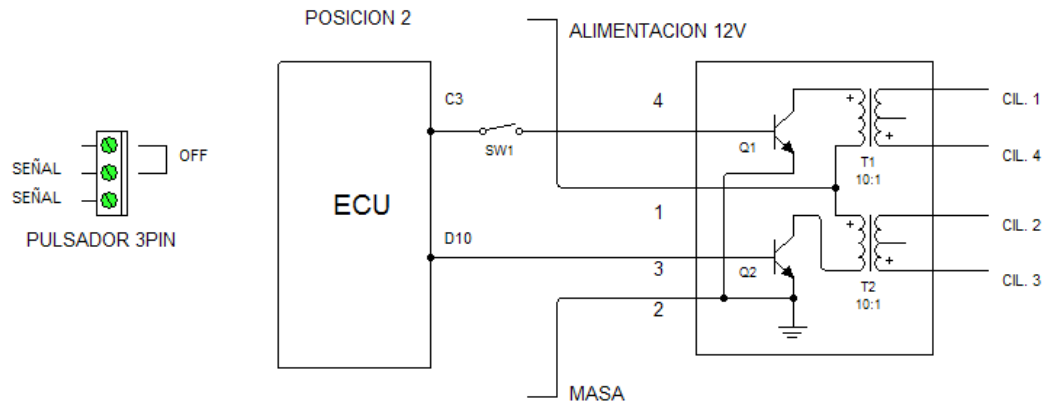


**Figura 77. Diagrama bobina DIS posición 1 en C3.**

**Elaborado por: Jshyro A. CajiaoArízaga.**

En la posición 2 el pulsador lo tenemos en el nivel medio o para abajo, cortando la señal hacia la ECU, de esta manera perderemos la chispa en el cilindro 1 y 4, generando una falla en el motor.

En el siguiente diagrama eléctrico se ve como se realizó las conexiones en el bobina DIS en la posición 2 en el pin C3.

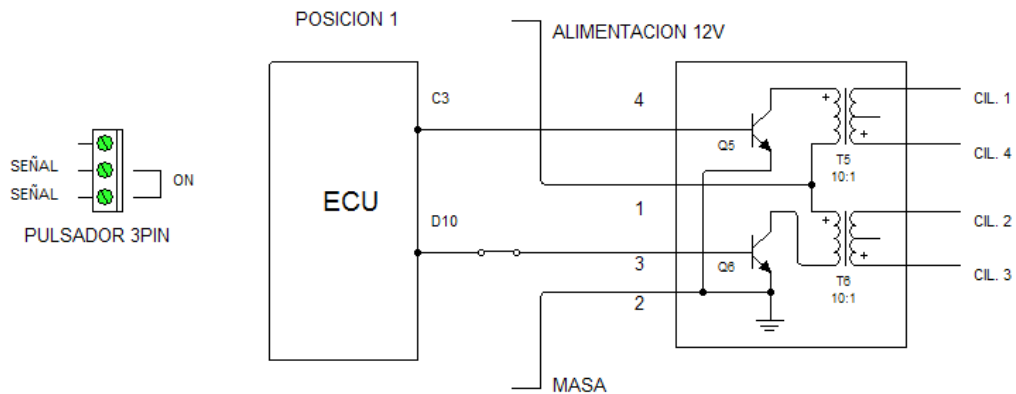


**Figura 78. Diagrama bobina DIS posición 2 en C3.**

Elaborado por: Jshyro A. CajiaoArízaga.

Se toma la segunda señal de la bobina, es decir, la señal del pin D10 se colocó un pulsador 3 puntos pero solo se trabajará On Off, siendo la posición para arriba la cual llamaremos posición 1 o posición On, para la grafica el cual se mantendrá la señal real.

En el siguiente diagrama eléctrico se ve como se realizó las conexiones en el bobina DIS en la posición 1 en el pin D10.

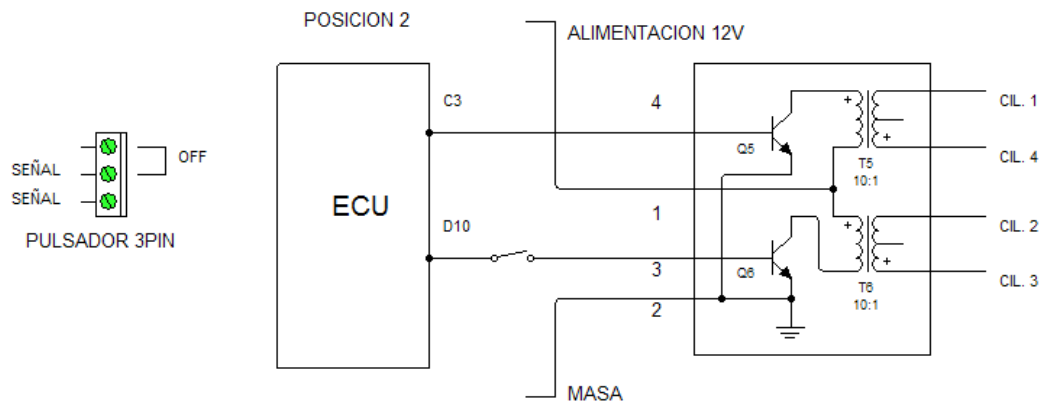


**Figura 79. Diagrama bobina DIS posición 1 en D10.**

Elaborado por: Jshyro A. CajiaoArízaga.

En la posición 2 el pulsador lo tenemos en el nivel medio o para abajo, cortando la señal hacia la ECU, de esta manera perderemos la chispa en el cilindro 2 y 3, generando una falla en el motor.

En el siguiente diagrama eléctrico se ve como se realizó las conexiones en la bobina DIS en la posición 2 en el pin D10.



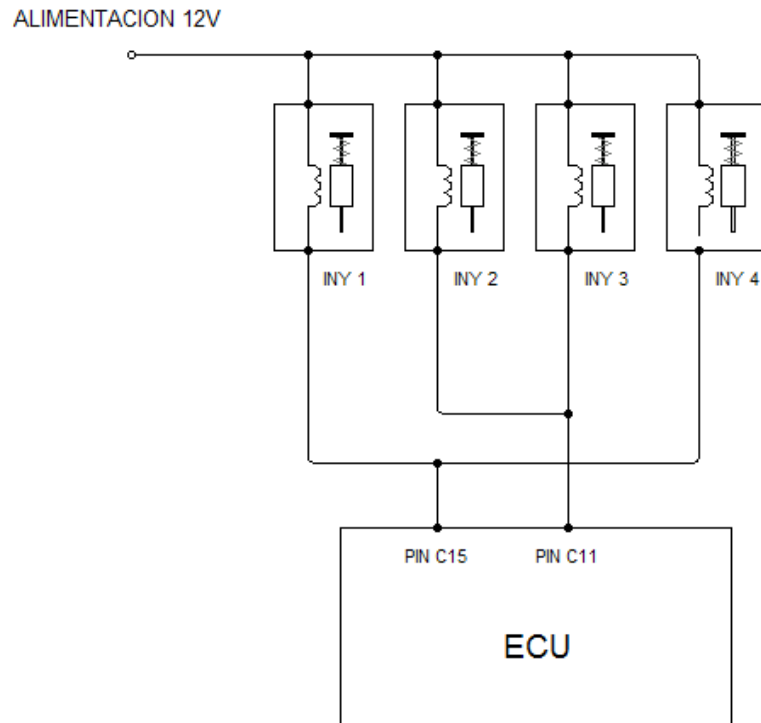
**Figura 80. Diagrama bobina DIS posición 2 en D10.**

Elaborado por: Jshyro A. CajiaoArízaga.

### 3.10.7. Inyectores.

Para los inyectores, se verificó los 2 cables de señal hacia la computadora, al igual que la bobina de encendido el 1 cable de señal comandara los inyectores del cilindro 1 y 4 y el otro cable comanda la señales de los inyectores del cilindro 2 y3.

En la siguiente figura se muestra el diagrama eléctrico de los inyectores y sus conexiones.



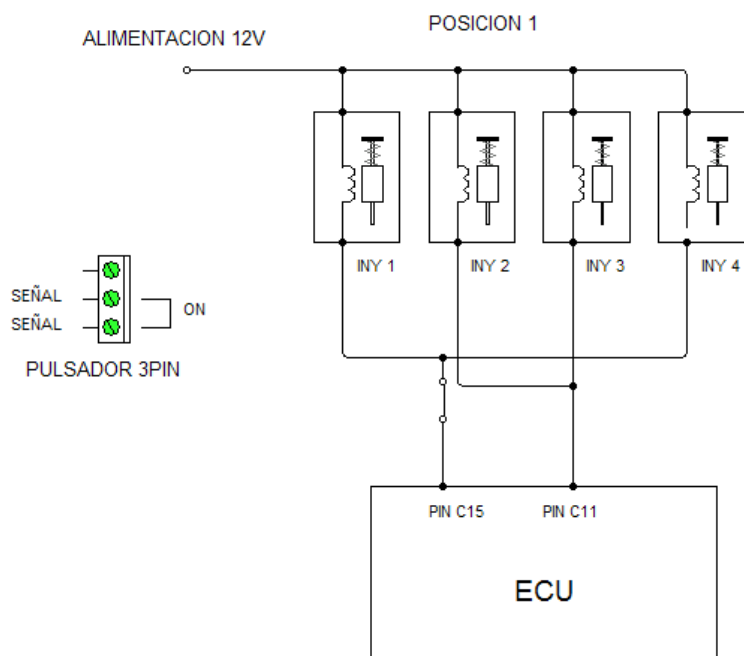
**Figura 81. Diagrama Inyectores.**

Elaborado por: Jshyro A. CajiaoArízaga.

Se tomo una de las señales en este caso C15, se coloco un pulsador 3 puntos pero solo se trabajará On Off, siendo la posición para arriba la cual llamaremos posición 1 o posición On, para la grafica el cual se mantendrá la señal real.

Para esto, se coloco el pulsador en la señal que emite ECU hacia el inyector de la siguiente forma.

En el siguiente diagrama eléctrico se ve como se realizó las conexiones en los inyectores en la posición 1 en el pin C15.

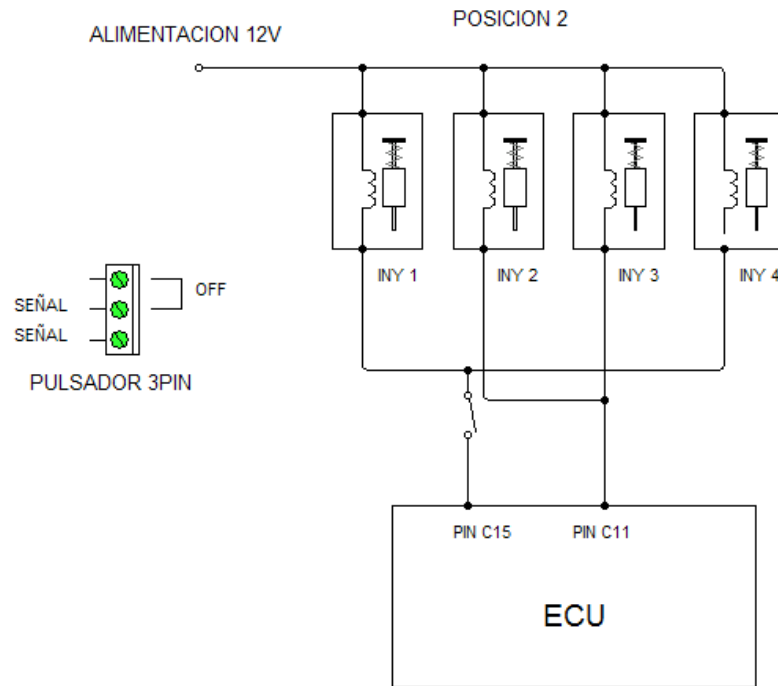


**Figura 82. Diagrama inyectores posición 1 en C15.**

**Elaborado por: Jshyro A. CajiaoArízaga.**

En la posición 2 el pulsador lo tenemos en el nivel medio o para abajo, cortando la señal hacia la ECU, de esta manera perderemos la inyección en el cilindro 1 y 4, generando una falla en el motor; esto se da porque la computadora emite la masa para que el inyector se abra e inyecte el combustible, lo que tendremos es sólo la alimentación del mismo.

En el siguiente diagrama eléctrico se ve como se realizó las conexiones en los inyectores en la posición 2 en el pin C15.



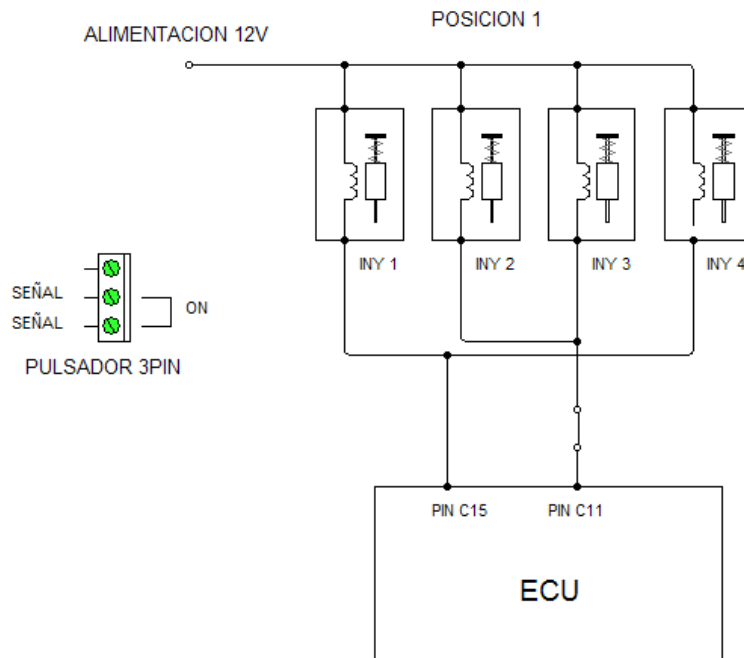
**Figura 83. Diagrama inyectores posición 2 en C15.**

Elaborado por: Jshyro A. CajiaoArízaga.

Se toma la segunda señal de los inyectores, es decir, la señal del pin C11, la que comanda los inyectores del cilindro 2 y 3: se colocó un pulsador 3 puntos pero solo se trabajará On Off, siendo la posición para arriba la cual llamaremos posición 1 o posición On, para la gráfica el cual se mantendrá la señal real.

En el siguiente diagrama eléctrico se ve como se realizó las conexiones en los inyectores en la posición 1 en el pin C11.



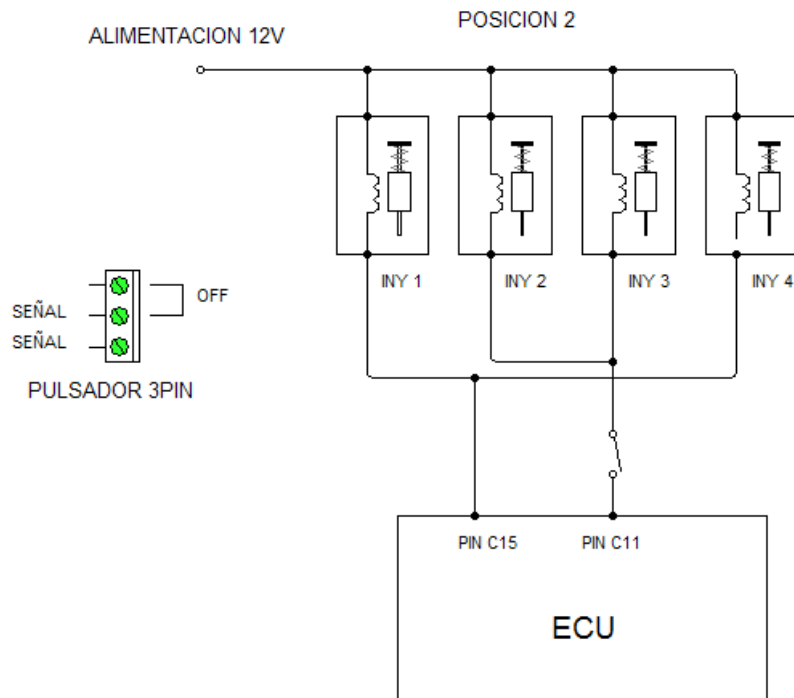


**Figura 84. Diagrama inyectores posición 1 en C11.**

Elaborado por: Jshyro A. CajiaoArízaga.

En la posición 2 el pulsador lo tenemos en el nivel medio o para abajo, cortando la señal hacia la ECU, de esta manera perderemos la inyección en el cilindro 2 y 3, generando una falla en el motor; esto se da porque la computadora emite la masa para que el inyector se abra e inyecte el combustible, lo que tendremos es sólo la alimentación del mismo.

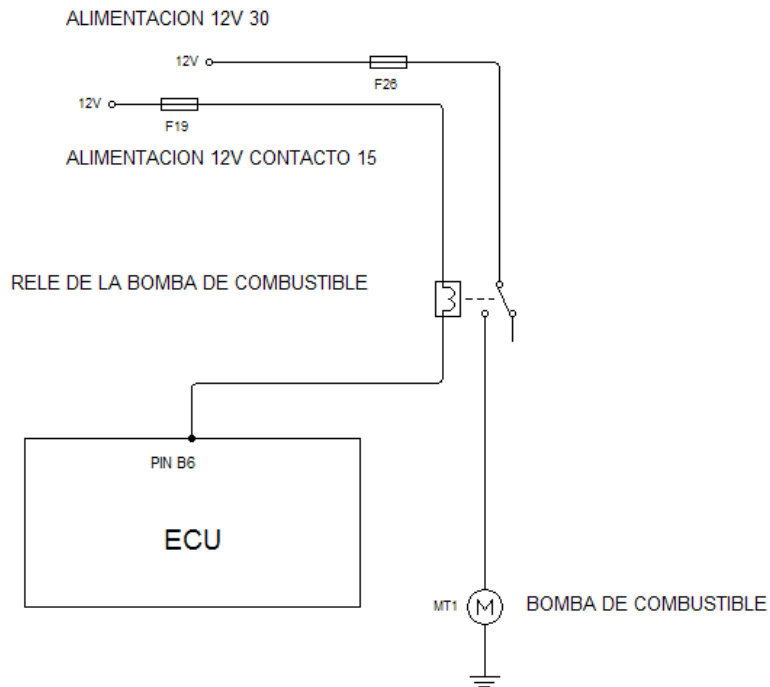
En el siguiente diagrama eléctrico se ve como se realizó las conexiones en los inyectores en la posición 2 en el pin C11.



**Figura 85. Diagrama inyectores posición 1 en C11.**  
 Elaborado por: Jshyro A. CajiaoArízaga.

### 3.10.8. Bomba de gasolina.

Para la bomba de combustible, seguimos el diagrama eléctrico y verificamos las señales que alimentan al relé de combustible y su respectiva señal a la ECU, como podemos ver en el siguiente diagrama eléctrico.



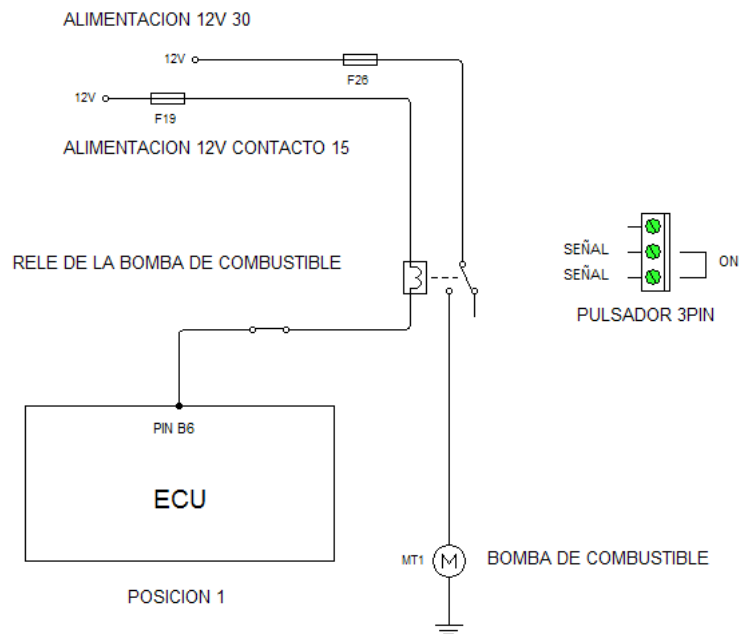
**Figura 86. Diagrama bomba de combustible.**

Elaborado por: Jshyro A. CajiaoArízaga.

Se tomo la señal de la ECU, se coloco un pulsador 3 puntos pero solo se trabajará On Off, siendo la posición para arriba la cual llamaremos posición 1 o posición On, para la grafica el cual se mantendrá la señal real.

Para esto, se coloco el pulsador en la señal que emite ECU hacia al relé de la bomba de gasolina.

En el siguiente diagrama eléctrico se ve como se realizó las conexiones en la bomba de combustible en la posición 1 en el pin B6.

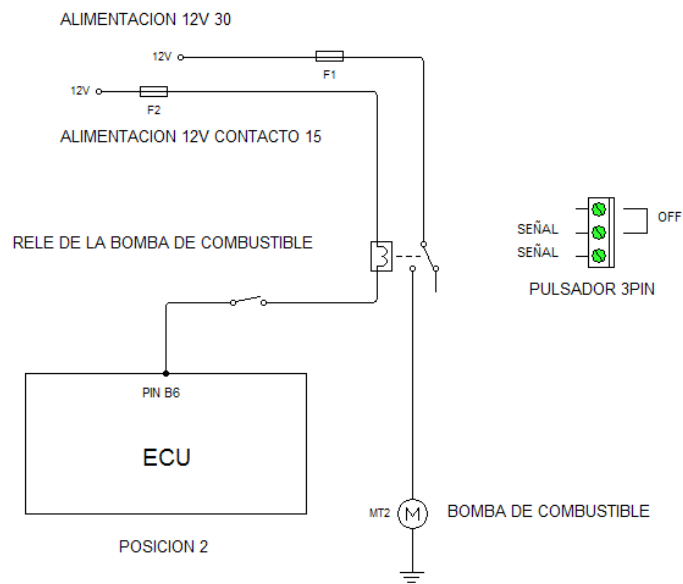


**Figura 87. Diagrama bomba de combustible posición 1.**

**Elaborado por: Jshyro A. CajiaoArízaga.**

En la posición 2 el pulsador lo tenemos en el nivel medio o para abajo, cortando la señal hacia la ECU, de esta manera dejara de activar el relé de la bomba de combustible y por ende dejara de activar la bomba, haciendo que se apague el motor.

En el siguiente diagrama eléctrico se ve como se realizó las conexiones en la bomba de combustible en la posición 2 en el pin B6.



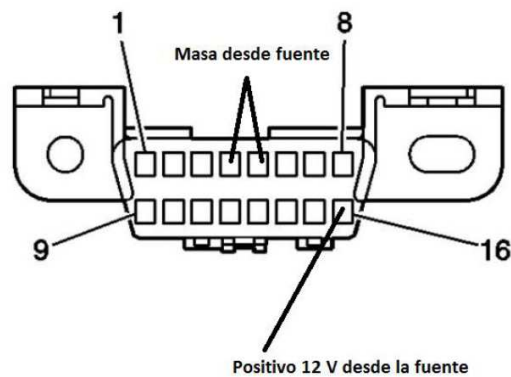
**Figura 88. Diagrama bomba de combustible posición 2.**

Elaborado por: Jshyro A. CajiaoArízaga.

### 3.10.9. Línea de Diagnostico.

Para la línea de diagnostico, seguimos el diagrama eléctrico y verificamos las señales que alimentan tanto para el ALDL o DLC o conector de diagnostico y la señal a ECU.

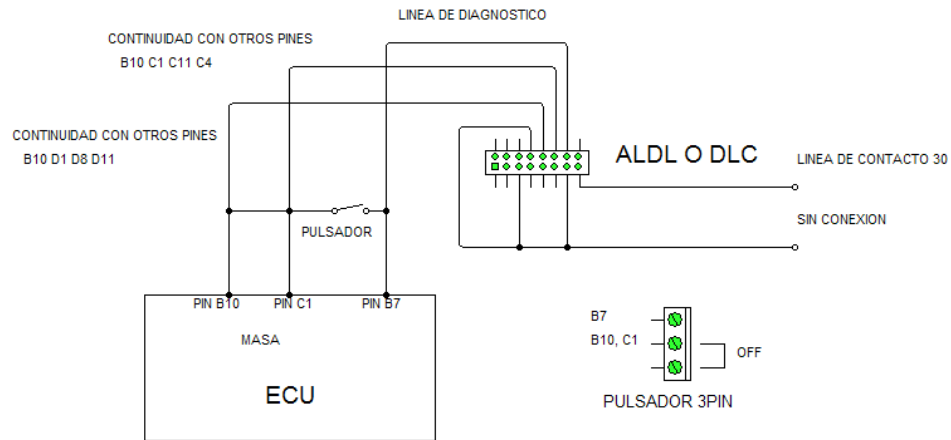
En el siguiente diagrama podemos ver el conector DLC.



**Figura 89. DLC.**

FUENTE: Lección 3. Seminario de control electrónico CISE.

En el siguiente diagrama podemos ver el conector DLC y sus conexiones.



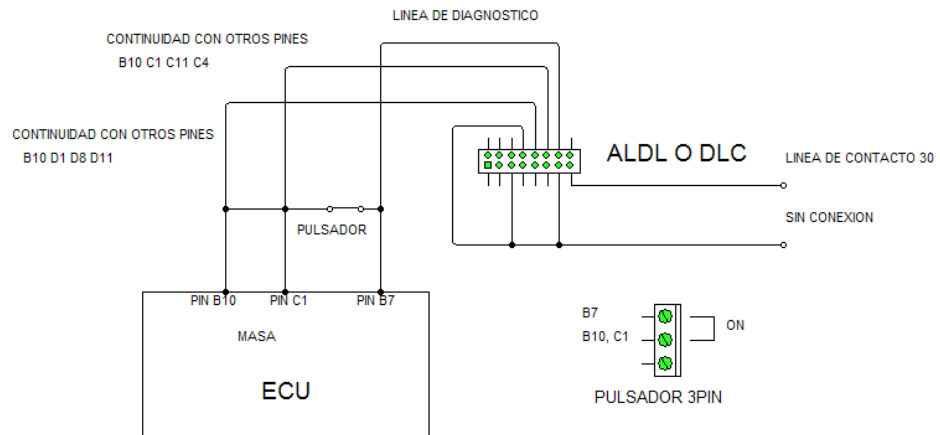
**Figura 90. Diagrama ALDL.**

Elaborado por: Jshyro A. CajiaoArízaga.

Como podemos ver las alimentaciones que tenemos en el conector tienen continuidad con algunos pines dentro de la ECU por lo general son masas dentro de la misma como el pin de inyectores, diagnóstico, etc., se verificó los pines en el conector los cuales al momento de unir o conectar nos pueden dar los códigos de error mediante los parpadeos de las luz mil.

Se colocó un pulsador 3 puntos pero solo se trabajará On Off, para poder realizar directamente la conexión de la línea de contacto a masa siendo la posición para arriba la cual llamaremos posición 1 o posición On, para la gráfica el cual se mantendrá la señal real.

En el siguiente diagrama eléctrico se ve como se realiza la conexión en el conector DLC en la posición 1.



**Figura 91. Diagrama ALDL O DLC conectado para diagnóstico.**

Elaborado por: Jshyro A. CajiaoArízaga.

Hay que tomar en cuenta que los códigos de error se van a repetir 3 veces seguidas después pasaran a otro código de error.

## **CAPITULO IV**



## **CAPITULO IV**

### **4. INTRODUCCIÓN.**

#### **4.1. Funcionamiento y prácticas con el simulador de fallas.**

Para empezar la práctica se debe tomar en cuenta lo siguiente:

1. Colocarse el mandil y equipo de seguridad antes de empezar la práctica.
2. Contar siempre con una persona responsable o bajo vigilancia de un supervisor.
3. Seguir la guía de práctica.
4. Verificar el voltaje de la batería.
5. Verificar la existencia de combustible suficiente en el tanque, para no tener inconvenientes en el sistema de alimentación de combustible.
6. Verificar la existencia de aceite en el sistema de lubricación.
7. Verificar el nivel de refrigerante en el sistema.
8. Colocar en posición los interruptores del tablero de diagnostico en la posición de trabajo optimo, es decir sin generar ningún fallo para el encendido se correcto.
9. Poner en posición ON o 30, para tener tensión en el sistema y comprobar todos los sistemas en el tablero de diagnostico.
10. Poner en posición ON o 15, encender el motor y empezar con la práctica.

Durante el funcionamiento del motor tenemos que tener en cuenta, que al ser un motor estacionario o en banco, el ruido que va a generar es alto, por lo cual se recomienda el uso no exceda de 2 horas y por la emisión de gases contaminantes su uso sea en un lugar con ventilación.

#### **4.2. Prácticas con el motor y tablero de diagnóstico.**

Se recomienda seguir las recomendaciones detalladas anteriormente, además en la parte didáctica y de aprendizaje, cumplir con los objetivos propuestos en cada práctica.

- **Práctica 1. Comprobación del sistema eléctrico de la bomba de combustible.**

### **1. Comprobar conexiones bomba de combustible.**

- Verificar masa conector de la bomba de combustible directamente en el tanque de combustible.
- Con un multímetro (voltímetro) verificar:
- En posición de contacto verificar alimentación 12v en la bomba de combustible.

Posibles fallos:

Falta de masa en la bomba de combustible.

Falta de alimentación en la bomba de combustible, por fallo de relé k58, daño en la ECU, o posible corto en el sistema eléctrico.

### **2. Comprobar voltajes en circuito de tensión.**

- Con un multímetro (voltímetro) verificar:
- En posición de Off en el switch de encendido, desconectar el Relé k58 de la bomba de combustible y medir la tensión en terminal 4 y la masa.

Valor de medida aprox. 12v.

Posible fallo:

Cortocircuito o interrupción entre salida de alimentación a fusible (F26) de salida y/o terminal del relé.

- Con un multímetro (voltímetro) verificar:
- En posición de On en el switch de encendido, desmontar el Relé k58 de la bomba de combustible y medir la tensión en terminal 2 y la masa.

<p>Valor de medida aprox. 12v.</p> <p>Posible fallo:</p> <p>Cortocircuito o interrupción entre salida de alimentación a fusible (F19) de salida y/o terminal 2 del relé.</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Con un multímetro (voltímetro) verificar:</li> <li>• En posición de On en el switch de encendido, desconectar el Relé k58 de la bomba de combustible y medir la tensión en terminal 6 y la masa.</li> </ul> <p>Valor de medida aprox. -30mv.</p> <p>Posible fallo:</p> <p>Cortocircuito o interrupción entre terminal 6, Relé K58 y módulo de la ECU (terminal B6).</p> <p>Posible problema con la ECU.</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Con un multímetro (óhmetro) verificar:</li> <li>• En posición de Off en el switch de encendido desconectar el Relé k58 de la bomba de combustible y medir la resistencia el terminal 6 y la masa.</li> </ul> <p>Valor de medida aprox. 500kohm. Posible fallo:</p> <p>Cortocircuito en la masa relé, terminal 6 y/o socket ECU.</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Con un multímetro (voltímetro) verificar:</li> <li>• En posición de On en el switch de encendido desconectar el Relé k58 de la bomba de combustible y medir la tensión el terminal 8 y la masa.</li> </ul> <p>Valor de medida aprox. 30mv.</p>

Posible fallo:

Cortocircuito entre el relé, socket de la bomba de combustible y/o terminal 8.

**Se verifica los valores del relé y del sistema eléctrico, ya que, dentro del tablero de diagnóstico se encuentra un interruptor que puede cortar la alimentación del relé, es decir, no tendremos alimentación a la bomba de combustible, generando así una falla que el estudiante deberá verificar durante la práctica.**

- **Práctica 2. Comprobación sensor CKP.**

**1. Ubicar el sensor CKP.**

**2. Comprobar sensor CKP.**

- Con un multímetro (voltímetro) verificar:
- En posición de Off en el switch de encendido, desconectar el sensor, colocar en On el switch de encendido y medir la tensión en el terminal del sensor B3 y masa.

Valor de medida aprox. 0,3v.

Posible fallo:

Cortocircuito o interrupción entre salida del socket de la ECU y terminal del sensor; posible avería con el sensor.

Cuando se genera un fallo o una lectura errónea del sensor, este no va a enviar la señal a la computadora y está no podrá calcular el PMS, por ende se perderá la señal a la bobina de encendido, es decir, no vamos a tener chispa en ningún cilindro y adicionalmente no abra presión de combustible porque tampoco activara la bomba de combustible. Al ser es sensor que trabaja a muy baja resistencia no se puede poner un dispositivo para cortar la señal y generar fallos.

Hay que tomar en cuenta que este sensor generara una señal alterna, también se puede comprobar de esta forma el trabajo del sensor midiendo con un multímetro en tensión alterna.

Mediante el uso del osciloscopio:

- Sin desconectar el sensor.
- Conectar canal A o B en (caso de ser de dos canales) a la salida de señal del sensor y el cable común a tierra o señal de tierra del sensor.
- Arrancar el motor, acelerar y desacelerar. Verificar la forma de onda.

NOTA: en caso no arrancar verificar los pasos anteriores.

**En el tablero del diagnóstico no se colocó un dispositivo de corte de alimentación ya que en este caso, genera una resistencia la cual hace que falle su funcionamiento y no encienda motor, sin embargo, se colocó como práctica ya que es un sensor que sumamente importante, por lo cual se lo hizo movable, esto ayudara al momento de realizar la práctica y así de esta manera se pueda generar un fallo dentro del sistema.**

- **Práctica 3 – Comprobación sensor ECT o WTS.**

<b>1. Ubicar sensor ECT o WTS</b>
<b>2. Comprobar sensor ECT O WTS.</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Con un multímetro (voltímetro) verificar:</li><li>• En posición de On en el switch de encendido, medir la tensión en el conector del sensor y masa.</li></ul> <p>Valor de medida aprox. 4,8 a 5V.</p> <p>Posible fallo:</p> <p>Cortocircuito o interrupción entre salida del socket de la ECU (B12) y sensor.</p>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Con un multímetro (voltímetro) verificar:</li><li>• En posición de On en el switch de encendido, medir la tensión en el conector del sensor el terminal y masa.</li></ul> <p>Valor de medida aprox. 1,7 V- 4.8V.</p> <p>NOTA: esto dependerá de la temperatura de refrigerante al momento de hacer la prueba.</p> <p>Posible fallo:</p> <p>Cortocircuito o interrupción entre salida del socket de la ECU (A11) y terminal A del sensor, o avería en la ECU.</p> <p>NOTA: si es que no tenemos medidas en el sensor posibles causas de avería son: sensor ECT o WTS o problemas con la ECU.</p>
Mediante el uso del osciloscopio:
<ul style="list-style-type: none"><li>• Sin desconectar el sensor.</li><li>• Conectar canal A o B en (caso de ser de dos canales) a la salida de</li></ul>

señal del sensor y el cable común a tierra o señal de tierra del sensor.

- Arrancar el motor, acelerar a 2500RPM y verificar como va variando el voltaje con respecto al aumento de la temperatura del refrigerante.

NOTA: en caso no variar el voltaje con respecto a la temperatura verificar pasos anteriores.

**En el tablero de diagnóstico se podrá realizar cortos en las señales, lo cual nos va a ayudar a verificar tanto la alimentación, como el funcionamiento del sensor el cual puede estar en circuito cerrado (voltaje máximo) o circuito abierto (sin alimentación)**



- **Práctica 4 – Comprobación sensor IAT.**

**1. Ubicar sensor IAT.**

**1. Comprobar sensor IAT.**

- Con un multímetro (voltímetro) verificar:
- En posición de On en el switch de encendido, medir la tensión en el conector del sensor y masa.

Valor de medida aprox. 4,8 a 5V.

Posible fallo:

Cortocircuito o interrupción entre salida del socket de la ECU (D3) y sensor.

- Con un multímetro (voltímetro) verificar:
- En posición de On en el switch de encendido, medir la tensión en el conector del sensor el terminal y masa.

Valor de medida aprox. 1,7 V- 4.8V.

NOTA: esto dependerá de la temperatura del aire que ingrese al momento de hacer la prueba.

Posible fallo:

Cortocircuito o interrupción entre salida del socket de la ECU (D3) y terminal A del sensor, o avería en la ECU o la masa D2.

NOTA: si es que no tenemos medidas en el sensor posibles causas de avería son: sensor IAT o problemas con la ECU.

Mediante el uso del osciloscopio:

- Sin desconectar el sensor.
- Conectar canal A o B en (caso de ser de dos canales) a la salida de

señal del sensor y el cable común a tierra o señal de tierra del sensor.

- Arrancar el motor, acelerar a 2500RPM y desacelerar generando condiciones de carga y verificar como va variando el voltaje con respecto al aumento de la temperatura del aire.

NOTA: En caso de que el circuito del sensor se encuentre abierto, aparecerán picos de voltaje hacia el valor de referencia 5V.

En caso de que el circuito del sensor se encuentre cerrado, aparecerán picos de voltaje por debajo del valor de masa o tierra (0V).

En caso no variar el voltaje con respecto a la temperatura verificar pasos anteriores.

**En el tablero de diagnóstico se podrá realizar cortos en las señales, lo cual nos va a ayudar a verificar tanto la alimentación, como el funcionamiento del sensor el cual puede estar en circuito cerrado (voltaje máximo) o circuito abierto (sin alimentación)**

- **Práctica 5 – Comprobación sensor MAP.**

**1. Ubicar sensor MAP.**

**2. Comprobar sensor MAP.**

- Con un multímetro (voltímetro) verificar:
- En posición de On en el switch de encendido, medir la tensión en el conector del sensor el terminal C y masa.

Valor de medida aprox. 4,8 a 5V.

Posible fallo:

Cortocircuito o interrupción entre salida del socket de la ECU (B8) y terminal C del sensor.

- Con un multímetro (voltímetro) verificar:
- En posición de On en el switch de encendido, medir la tensión en el conector del sensor el terminal A y C.

Valor de medida aprox. 4,8 a 5V.

Posible fallo:

Cortocircuito o interrupción entre salida del socket de la ECU (A11) y terminal A del sensor, o avería en la ECU.

NOTA: si es que no tenemos medidas en el sensor posibles causas de avería son: sensor MAP o problemas con la ECU.

Mediante el uso del osciloscopio:

- Sin desconectar el sensor.
- Conectar canal A o B en (caso de ser de dos canales) a la salida de señal del sensor y el cable común a tierra o señal de tierra del sensor.

- Desconectar todos los accesorios del vehículo y arrancar el motor hasta que se estabilice el ralentí.
- Revolucionar el motor desde el ralentí hasta mariposa totalmente abierta con una velocidad de entrada moderada (esto sólo debe tomar alrededor de 2 segundos. No sobre revolucionar el motor)
- Dejar caer de nuevo la velocidad del motor a ralentí durante unos 2 segundos.
- Acelerar a 2500RPM y desacelerar generando condiciones de carga y verificar como va variando el voltaje con respecto al aumento de presión en el múltiple de admisión y verificar la forma de onda en aceleración y desaceleración.

NOTA: también se puede verificar simulando la presión en el sensor mediante una pistola de vacío, tomando en cuenta que aproximadamente se generará 24 pulgadas de mercurio en desaceleración con un voltaje aproximado de 0V o 3 pulgadas de mercurio en aceleración total y el voltaje cercano a 5V.

**En este caso podremos comandar desde el tablero de diagnostico la alimentación del sensor podrá ser modificado, generando fallas en el motor o simplemente cortando la señal del mismo, esto ayudara al estudiante a seguir pasos ordenados para el diagnóstico.**

- **Práctica 6 – Comprobación sensor TPS o SENSOR DE POSICION DEL ACELERADOR.**

<b>1. Ubicar el sensor TPS.</b>
<b>2. Comprobar sensor TPS.</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Con un multímetro (voltímetro) verificar:</li> <li>• En posición de On en el switch de encendido, medir la tensión en el conector del sensor el terminal A y masa.</li> </ul> <p>Valor de medida aprox. 4,8 a 5V.</p> <p>Posible fallo:</p> <p>Cortocircuito o interrupción entre salida del socket de la ECU (B8) y terminal A del sensor.</p> <p>Posible daño en la ECU.</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Con un multímetro (voltímetro) verificar:</li> <li>• En posición de On en el switch de encendido, medir la tensión en el conector del sensor el terminal A y terminal B.</li> </ul> <p>Valor de medida aprox. 4,8 a 5V.</p> <p>Posible fallo:</p> <p>Cortocircuito o interrupción entre salida del socket de la ECU (D2) y terminal B del sensor.</p> <p>Posible daño en la ECU.</p>
<p>En este caso el sensor de igual forma variara dependiendo la apertura de la aleta de aceleración, de acuerdo a esto se realizara los cálculos de inyección y de revoluciones del motor.</p>

Mediante el uso del osciloscopio:

- Sin desconectar el sensor.
- Conectar canal A o B en (caso de ser de dos canales) a la salida de señal del sensor y el cable común a tierra o señal de tierra del sensor.
- Revolucionar el motor desde el ralentí hasta mariposa totalmente abierta con una velocidad de entrada moderada (esto sólo debe tomar alrededor de 2 segundos. No sobre revolucionar el motor)
- Dejar caer de nuevo la velocidad del motor a ralentí durante unos 2 segundos, verificar la forma de onda.
- Verificar la forma onda en distintas posiciones del sensor.

NOTA: En caso de tener variaciones fuertes o vemos que el voltaje decae bruscamente en los picos al momento de las aceleraciones tendremos cortos a masa o a su vez desgastes en la pista carbón del potenciómetro. 1/3 de la pista generalmente estará más desgastada por las condiciones de manejo.

**En el tablero de diagnóstico tenemos un corte a la señal del sensor el cual nos va a generar fallas, el sensor podrá medir un circuito cerrado y un circuito abierto, generando así que cambien las cargas del motor.**

- **Práctica7 – Comprobación sensor O2.**

**1. Ubicar el sensor O2de zirconio.**

**2. Comprobar sensor O2 de zirconio.**

- Con un multímetro (voltímetro) verificar:
- En posición de On en el switch de encendido, medir la tensión en el conector del sensorP33 y masa.

Valor de medida aprox. 350-450mv.

Posible fallo:

Cortocircuito o interrupción entre salida del socket de la ECU y terminal del sensor.

- Con un multímetro (voltímetro) verificar:
- En posición de On en el switch de encendido, medir la tensión en el conector del sensor y masa.

Valor de medida aprox. Mayor 470mv.

Posible fallo:

Cortocircuito o interrupción entre salida del socket de la ECU y terminal sensor, o avería en la ECU.

NOTA. Para realizar esta verificación debe estar caliente ya que el sensor trabaja a partir de los 300 grados centígrados.

El sensor de O2 influye en el funcionamiento del motor ya que este cuenta o verifica el oxígeno que hay en los gases de escape, el cual nos ayudara a verificar el correcto funcionamiento en otros sistemas motor. Tomar en cuenta

que una mala combustión hará que este sensor trabaje erróneamente o lea datos erróneos en el sistema.

Mediante el uso del osciloscopio:

- Sin desconectar el sensor.
- Conectar canal A o B en (caso de ser de dos canales) a la salida de señal del sensor y el cable común a tierra.
- Revolucionar el motor desde el ralentí hasta 2500RPM por 2 a 3 minutos para que se caliente el motor.
- Dejar caer de nuevo la velocidad del motor a ralentí durante unos 20 segundos, verificar la forma de onda.
- Revolucionar 5 o 6 veces el motor nuevamente desde el ralentí hasta mariposa totalmente abierta con una velocidad de entrada moderada con un intervalo de 2 segundos cada aceleración. (No sobre revolucionar el motor)
- Verificar la forma onda en distintas posiciones del sensor, por principio de funcionamiento el sensor trabajará entre 100mV (condición mezcla pobre) a 900mV (condición mezcla rica).

NOTA: recuerde que el sensor trabaja a partir de 300 grados centígrados e influirá en sistema de inyección a partir de que entre en lazo cerrado.

**En el tablero del diagnóstico no se colocó un dispositivo de corte de Alimentación ya que en este caso, genera una resistencia y como trabaja a bajo voltaje, hace que falle su funcionamiento y encienda el checkengine, sin embargo, se colocó como práctica ya que es un sensor que trabaja a la par con otros elementos y sistemas del motor como el sistema de alimentación, admisión, etc. esto ayudará a verificar otros elementos.**



- **Práctica 8 – Comprobación de inyectores.**

**1. Ubicar inyectores.**

**2. Comprobar inyector.**

- Con un multímetro (voltímetro) verificar:
- En posición de Off desconectar el enchufe del inyector, colocar en On en el switch de encendido, medir la tensión en el conector del inyector sea este X o Yy masa.

Valor de medida aprox. 12v.

Posible fallo:

Cortocircuito o interrupción entre salida del socket de la ECU y terminal del actuador.

- Con un multímetro (óhmetro) verificar:
- En posición de Off en el switch de encendido, desconectar el enchufe y medir la resistencia entre los pines.

Valor de medida aprox. Puede variar dependiendo la resistencia del inyector, los rangos pueden estar entre 12ohms y 17 ohms.

Posible fallo:

Daño en el inyector, en cortocircuito.

NOTA. Hay que tomar en cuenta que los inyectores en los dos pines va a tener alimentación de 12v, sin embargo la ECU es la que genera los negativos dependiendo de la carga del motor, de esta manera funciona el inyector abriendo y cerrando. En este caso se verifica cual de los pines es el que emite la computadora.

- Con un multímetro (óhmetro) verificar:
- En posición de Off desconectar el enchufe del inyector, medir la resistencia entre los terminales de la ECU y del sensor sea este X o Y

Valor de medida aprox. 5 ohmios.

Posible fallo:

Cortocircuito o interrupción entre salida del socket de la ECU y terminal del sensor.

- Con un multímetro (voltímetro) verificar:
- En posición de Off colocar un foco tester de 12v en cada uno de los inyectores, encender el motor y verificar:

Se van a generar destellos o la luz se va hacer intermitente por el funcionamiento en sí del inyector.

Posible fallo:

En caso de no encender, tendríamos falta de alimentación, o falta de masa. Cortocircuito en la alimentación de la ECU al inyector o interrupción de tensión.

- Para comprobar el funcionamiento de los inyectores se puede también realizar lo siguiente:

Conectar varias veces a masa con un cable directo el terminal C11, estoy genera que el inyector del cilindro 2 y 3 trabaje, se debe verificar que el inyector este alimentado.

Conectar varias veces a masa con un cable directo el terminal C15, estoy genera que el inyector del cilindro 1 y 4 trabaje, se debe verificar que el inyector este alimentado.

Posible fallo:

Cortocircuito o interrupción entre salida del socket de la ECU y terminal del sensor.

Mediante el uso del osciloscopio:

- Sin desconectar los inyectores.
- Conectar canal A o B en (caso de ser de dos canales) a la salida de señal del inyector y el cable común a masa del inyector.
- Arrancar y revolucionar el motor desde el ralentí hasta 2500RPM por 2 a 3 minutos para que se caliente el motor hasta que se cierre el lazo cerrado (empiece la ECU a tomar en cuenta para el sistema de inyección las señales del sensor de O<sub>2</sub>).
- Desconectar todos accesorios del vehículo.
- Acelerar ligeramente el motor y observe el tiempo de inyección en cada uno de los inyectores de acuerdo a las aceleraciones.
- Dejar caer de nuevo la velocidad del motor a ralentí durante unos 20 segundos, verificar la forma de onda.
- Colocar spray limpia (inyectores/carburador o gas propano) en la admisión y acelerar, la mezcla se hará rica y el tiempo de inyección será menor, verificar la forma de onda.
- Desconectar un vacío y acelerar, la mezcla se hará pobre y el tiempo de inyección aumentará, verificar la forma de onda.
- Verificar la forma onda en distintas posiciones del sensor, por principio de funcionamiento el sensor trabajará entre 100mV (condición mezcla pobre) a 900mV (condición mezcla rica).
- Repetir proceso en cada uno de los inyectores.

NOTA: Si es que el tiempo de inyección no cambia en estas pruebas, pueda que el motor todavía está trabajando en lazo abierto o el sensor de O<sub>2</sub> este

en mal funcionamiento; las variaciones que habrá en el tiempo de inyección será de 0.25ms a 0.5ms.

**En el tablero del diagnóstico tiene 2 switch, los cuales van a cortar la alimentación de los inyectores, esto hará que dejen de funcionar de dos en dos, es por eso, que en la práctica se ha pedido que se verifique el funcionamiento, alimentación y resistencia de los mismos.**

- **Práctica 9 – Comprobación de bobina de encendido DIS.**

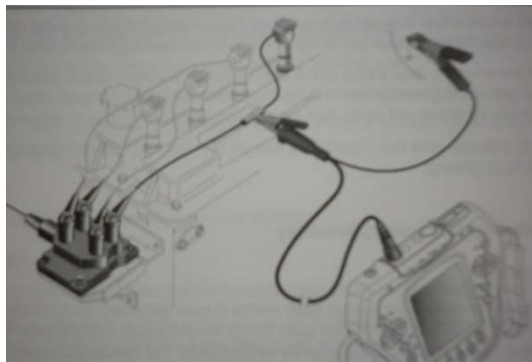
<b>1. Verificar que tipo de encendido y bobina</b>
<b>2. Comprobar bobina de encendido.</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Con un multímetro (voltímetro) verificar:</li><li>• En posición de Off desconectar el enchufe de la bobina, colocar en On en el switch de encendido, medir la tensión en el conector 1 y masa.</li></ul> <p>Valor de medida aprox. 12v.</p> <p>Posible fallo:</p> <p>Cortocircuito o interrupción entre salida del socket de la ECU y terminal de la bobina.</p>
<ul style="list-style-type: none"><li>• En posición de Off en el switch de encendido, desconectar el enchufe y medir continuidad entre el conector 3 y D10.</li></ul> <p>Posible fallo:</p> <p>Cortocircuito en la línea.</p>
<ul style="list-style-type: none"><li>• En posición de Off en el switch de encendido, desconectar el enchufe y medir continuidad entre el conector 4 C4.</li></ul> <p>Posible fallo:</p> <p>Cortocircuito en la línea.</p>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Con un multímetro (voltímetro) verificar:</li><li>• En posición de Off desconectar el enchufe de la bobina, colocar en On en el switch de encendido, medir la tensión en el conector 2 y masa.</li></ul>

<p>Valor de medida aprox. 30mV</p> <p>Posible fallo:</p> <p>Cortocircuito o interrupción entre salida del socket de la ECU y terminal de la bobina.</p>
<p>NOTA. Verificar los sistemas que están conectados tanto a la línea de alimentación positiva y masas.</p>
<p>Cabe recalcar que la señal 2 va hacia el sensor CKP en el diagrama eléctrico, esto quiere decir que si falla el sensor podremos tener posibles fallos en el sistema de encendido, inyectores.</p>
<p>Mediante el uso del osciloscopio medir el Primario de la bobina:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Sin desconectar la bobina de encendido.</li><li>• Conectar canal A o B en (caso de ser de dos canales) a la salida de señal de la bobina (primario de la bobina) y el cable común a masa del chasis.</li><li>• Arrancar y revolucionar el motor desde el ralentí hasta 2500RPM por 2 a 3 minutos para que se caliente y desacelerar, repetir el proceso por algunos minutos.</li><li>• Acelerar ligeramente el motor.</li><li>• Este seguro de tomar la frecuencia y amplitud de onda adecuada para verificar la forma de onda.</li><li>• Observe la forma de onda y posibles anomalías en la forma de onda.</li></ul>
<p>Mediante el uso del osciloscopio medir el Secundario de la bobina:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Sin desconectar la bobina de encendido.</li><li>• Conectar la sonda de tipo capacitivo de encendido secundario en el canal A o B y su cable a tierra al chasis como se muestra en la</li></ul>

siguiente figura.

- Sujete la sonda secundaria a cualquier cable de bujía, ya que es una bobina DIS probar en cada una de las bobinas internas o cada cable de bujía, para determinar alguna anomalía.
- Arrancar y revolucionar el motor desde el ralentí hasta 2500RPM por 2 a 3 minutos para que se caliente y desacelerar, repetir el proceso por algunos minutos.
- Acelerar ligeramente el motor.
- Este seguro de tomar la frecuencia y amplitud de onda adecuada para verificar la forma de onda.
- Observe la forma de onda y posibles anomalías en la forma de onda.

NOTA. Para verificar el primario y secundario de la bobina, es recomendable primero determinar el tipo de bobina y encendido para ocupar los componentes del osciloscopio, adicionalmente los cables de bujías no deben estar robando corriente o rotos, ya que, por el voltaje que llevan en su interior podría dañar el equipo.



En este caso seguir los siguientes pasos como se muestra en la siguiente figura:

**En el tablero de diagnóstico se colocaron pulsadores los cuales podremos cortar las señales de la ECU, perdiendo así la chispa en 2 cilindros simultáneamente (Bobina DIS)**

- **Práctica 10 – Comprobación Válvula IAC.**

**1. Ubicar la Válvula IAC.**

**2. Comprobar Válvula IAC.**

- Con un multímetro (voltímetro) verificar:
- En posición de Off en el switch de encendido, medir la resistencia en el conector en el pin 1 y 2, (primera bobina) y luego en 3 y 4 (segunda bobina)

Valor de medida aprox. 50 y 60 ohmios

Posible fallo:

Cortocircuito entre o problemas con las bobinas de la válvula. Verificar continuidad.

Mediante el uso del osciloscopio:

- Sin desconectar válvula IAC.
- Conectar canal A o B en (caso de ser de dos canales) a la salida de señal de la válvula y el cable común a tierra.
- Arrancar y revolucionar el motor desde el ralentí hasta 2500RPM por 2 a 3 minutos para que se caliente el motor.
- Dejar caer de nuevo la velocidad del motor a ralentí durante unos 20 segundos, encender accesorios como luces, aire acondicionado, etc. esto hará que la ECU cambie las señales hacia la IAC.
- Utilizar el GlitchSnare (modo de trampa, osciloscopio OTC) para detectar caídas de voltaje.

NOTA: si en caso ya se verifico la válvula IAC y continúan los problemas, verificar sensor TPS o una línea de vacío posiblemente esté abierta.





## **CAPITULO V**

## **CAPITULO V**

### **5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.**

#### **5.1. Conclusiones.**

- Con la elaboración de este proyecto se reforzó los conocimientos adquiridos tanto teóricos como prácticos durante la carrera, adicionalmente se reforzó de igual manera el criterio técnico en diagnóstico electrónico.
- Se logró un método de aprendizaje más práctico y claro, el cual se reforzó mediante las adaptaciones y verificaciones de los distintos sistemas y elementos al momento de realizar el proyecto.
- Al ser un motor en banco de pruebas muy funcional y didáctico, se podrá capacitar de manera más personalizada, lo cual mejorará no sólo los conocimientos sino también el uso de los instrumentos y equipos de comprobación.
- El tablero de diagnostico nos va ayudar a generar fallos reales que suceden en la práctica, de esta manera nos ayudará a tener una mejor capacidad de diagnóstico, mejor respuesta a los posibles fallos, solución de problemas de manera rápida y oportuna.

## 5.2. Recomendaciones

- Al ser un motor en banco vamos a tener que tener muy en cuenta varios aspectos muy importantes como: al momento de trabajar con el motor debemos hacerlo en un espacio amplio y ventilado para evitar la concentración de gases de escape, adicionalmente también tenemos que tomar en cuenta también el ruido que generará el motor, para la cual usaremos tapones para los oídos.
- Mientras este en uso el motor y su tablero la práctica debe ser ordenada en un lugar amplio para evitar posibles accidentes.
- Verificar la existencia de combustible suficiente en el tanque, para no tener inconvenientes en el sistema de alimentación.
- Verificar la existencia de aceite en el sistema de lubricación
- Verificar el nivel de líquido refrigerante en el sistema.
- Colocar en posición los interruptores del tablero de diagnostico en la posición de trabajo optimo, es decir sin generar ningún fallo para el encendido se correcto.
- Tomar en cuenta todas las normas de seguridad en cada una de las prácticas.
- Realizar los mantenimientos preventivos determinados en cuarto capítulo y registrar en una bitácora.

# BIBLIOGRAFIA

## LIBROS.

- COELLO Serrano, Efrén. Sistemas de Inyección Electrónica de Gasolina. Ed. América, 2005, Quito.
- COELLO Serrano, Efrén. Preparación de motores de competencia. Ed. América, 2006, Quito.
- MANUAL DE SERVICIO GMC, CHEVROLET CORSA.
- DIAGRAMAS ELECTRICOS GMC, CHEVROLET CORSA.
- GERSCHLER Y Otros; Tecnología del Automóvil 2; versión española de la 20ª edición alemana; Barcelona, España. Ed. Reverté.
- M. STUBBLEFIELD, Manual de electricidad Automotriz básica Haynes. Ed Haynes, edición 2000.
- ALONSO PEREZ, José Manuel, Técnicas del automóvil. Equipo eléctrico. Año 2004 (10ª edición, corregida y actualizada). 502 páginas. Libro publicado por la editorial: Thomson Paraninfo.
- ARIAS-PAZ Manual del automóvil año 2000 edición 56
- Manual de la Técnica del Automóvil BOSCH (4ª edición 2005)
- P. READ y V.C. REID, Manual técnico del automóvil año 2001
- DE CASTRO Miguel, Inyección a gasolina. Ed. 5ta- Barcelona-España
- CISE, Manuales  
Seminario de Control Electrónico, Lección 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7.  
Técnico en Diagnósticos, Lección 1, 2, 3, 4, 5, 6.  
Inyección electrónica. 2008
- Dr. ALARCON "Salvat Automóvil" TOMO I y II. Publicaciones Salvat S.A Pamplona-España. 2006
- GIL, Hermógenes. Circuitos Eléctricos en el Automóvil. España: Ceac, 2002.

- GIL, Hermógenes. Sistemas de Inyección de Gasolina. España: Ceac, 2002

#### **LINKS DE INTERNET**

Inyección electrónica.

- [www.mecanicavirtual.org/](http://www.mecanicavirtual.org/)
- [fitito.iespano.es/fitito/descarga/](http://fitito.iespano.es/fitito/descarga/)  
Inyección electrónica.
- <http://www.encendidoelectronico.com>

# **ANEXOS**

## INDICE DE ANEXOS

<b>ANEXOS.....</b>	<b>161</b>
<b>1. TABLA INDICADORA DEL TABLERO ELECTRÓNICO. ....</b>	<b>161</b>
<b>2. FOTOS DEL PROYECTO.....</b>	<b>163</b>
Figura1. Elaboración del tablero de diagnóstico.....	163
Figura 2. Verificación del motor.....	164
Figura 3. Comprobación del tablero de diagnóstico. ....	164
Figura 4. Comprobación de sensores. ....	165
Figura 5. Conexiones eléctricas. ....	165
Figura 6. Comprobación del tablero de diagnóstico. ....	166
Figura 7. Proyecto terminado. ....	166
Figura 8. Proyecto terminado. ....	167
<b>3. DIAGRAMA ELECTRICO CHEVROLET CORSA. ....</b>	<b>168</b>
<b>4. PLANOS DE LA ESTRUCTURA METALICA.....</b>	<b>169</b>



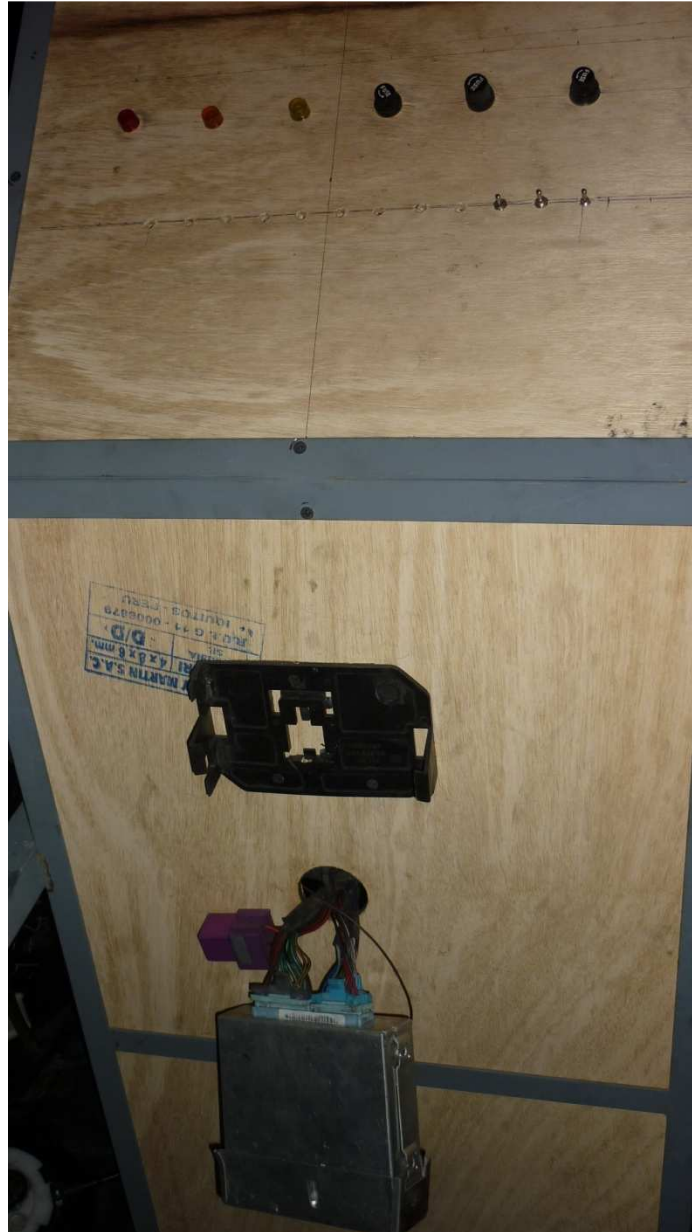
## ANEXOS.

### 1. TABLA INDICADORA DEL TABLERO ELECTRÓNICO.

<b>TABLERO DE DIAGNOSTICO.</b>	
<b>INDICADORES LED</b>	
<b>LUZ 1</b>	<b>INDICADOR AMARILLO (CONTACTO)</b>
<b>LUZ 2</b>	<b>INDICADOR ROJO (PRESION DE ACEITE, CONTACTO)</b>
<b>LUZ 3</b>	<b>INDICADOR NARANJA (DIAG. CHECK O LUZ MIL)</b>
<b>FUSIBLES</b>	
<b>FUSE F15</b>	<b>FUSIBLE GENERAL ELECTROVENTILADORES F15</b>
<b>FUSE F26</b>	<b>FUSIBLE GENERAL BOMBA DE COMBUSTIBLE F26.</b>
<b>FUSE F19</b>	<b>FUSIBLE GENERAL. F19</b>
<b>SWITCH</b>	
<b>SW ECT</b>	<b>SENSOR ECT.</b>
<b>SW IAT</b>	<b>SENSOR IAT.</b>
<b>SW MAP</b>	<b>SENSOR MAP.</b>
<b>SW TPS</b>	<b>SENSOR TPS</b>
<b>SW DIS 1- 4</b>	<b>BOBINA DIS CIL1-4.</b>
<b>SW DIS 2- 3</b>	<b>BOBINA DIS CIL2-3</b>
<b>SW INY. 1 – 4</b>	<b>INYECTOR CIL1-4.</b>

<b>SW INY. 2 – 4</b>	<b>INYECTOR CIL2-3.</b>
<b>SW BOMBA GAS.</b>	<b>BOMBA DE COMBUSTIBLE.</b>
<b>SW CHECK ENGINE</b>	<b>CHECK ENGINE.</b>
<b>SW DIAGNOSTICO</b>	<b>DIAGNOSTICO LUZ MIL.</b>

## 2. FOTOS DEL PROYECTO.

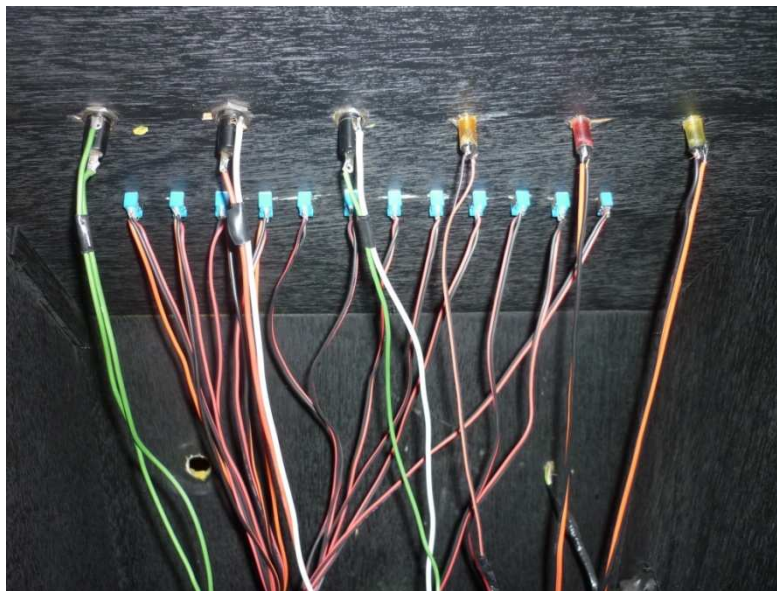


**Figura1. Elaboración del tablero de diagnóstico.**

Elaborado por: Jshyro A. CajiaoArízaga.



**Figura 2. Verificación del motor.**  
Elaborado por: Jshyro A. CajiaoArízaga.

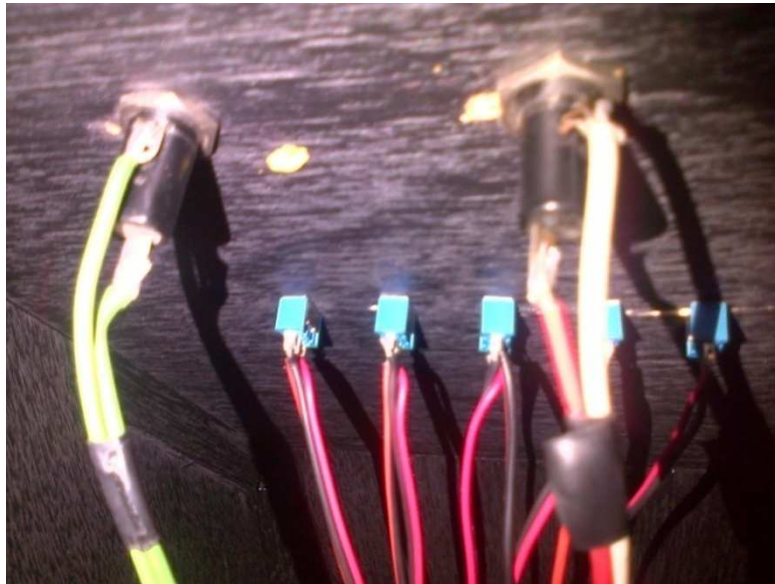


**Figura 3. Comprobación del tablero de diagnóstico.**  
Elaborado por: Jshyro A. CajiaoArízaga.



**Figura 4. Comprobación de sensores.**

Elaborado por: Jshyro A. CajiaoArízaga.



**Figura 5. Conexiones eléctricas.**

Elaborado por: Jshyro A. CajiaoArízaga.



**Figura 6. Comprobación del tablero de diagnóstico.**

Elaborado por: Jshyro A. CajiaoArízaga.



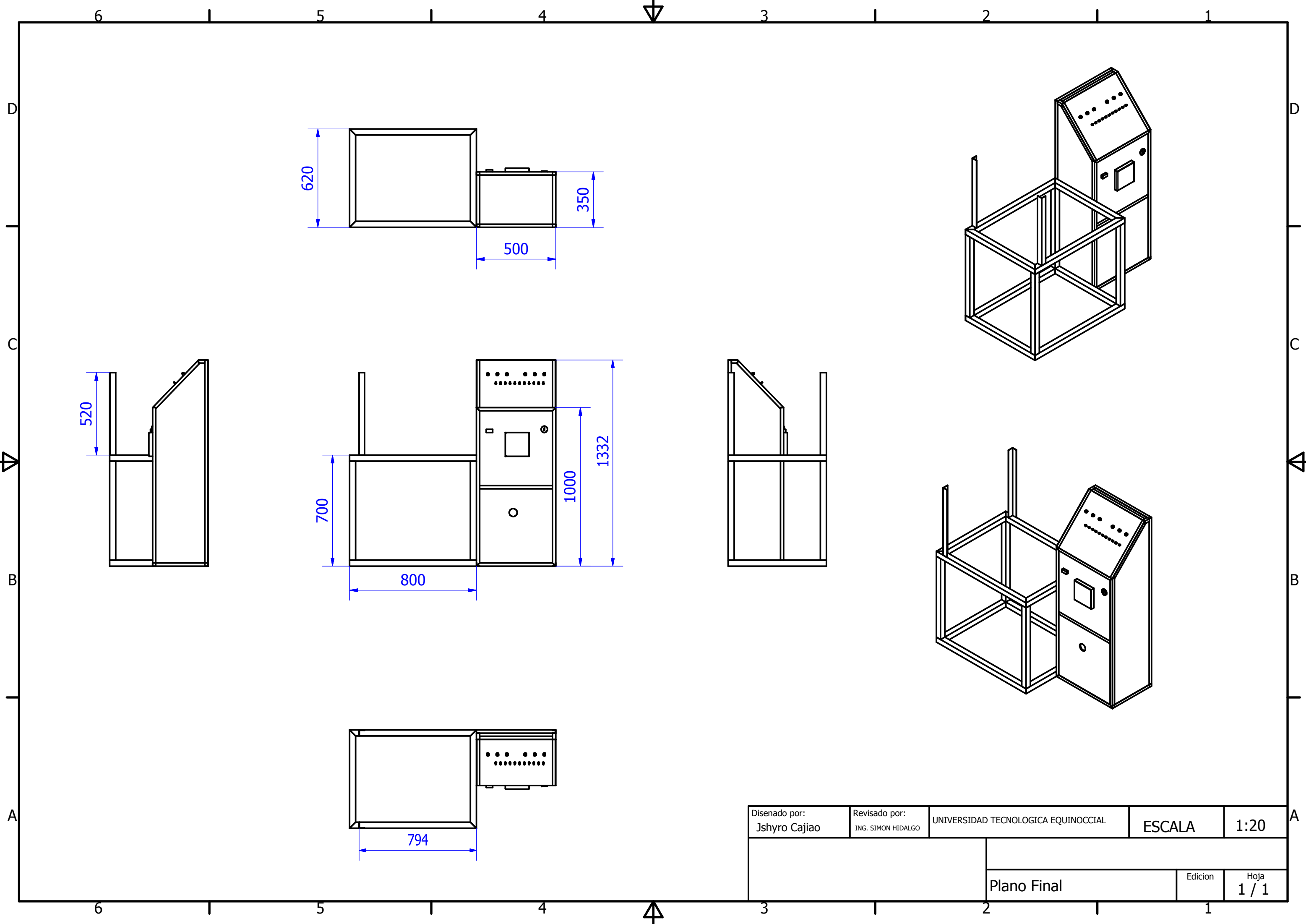
**Figura 7. Proyecto terminado.**

Elaborado por: Jshyro A. CajiaoArízaga.





**Figura 8. Proyecto terminado.**  
Elaborado por: Jshyro A. CajiaoArízaga.



Disenado por: Jshyro Cajiao	Revisado por: ING. SIMON HIDALGO	UNIVERSIDAD TECNOLOGICA EQUINOCCIAL	ESCALA	1:20
		Plano Final		Edicion
				Hoja 1 / 1



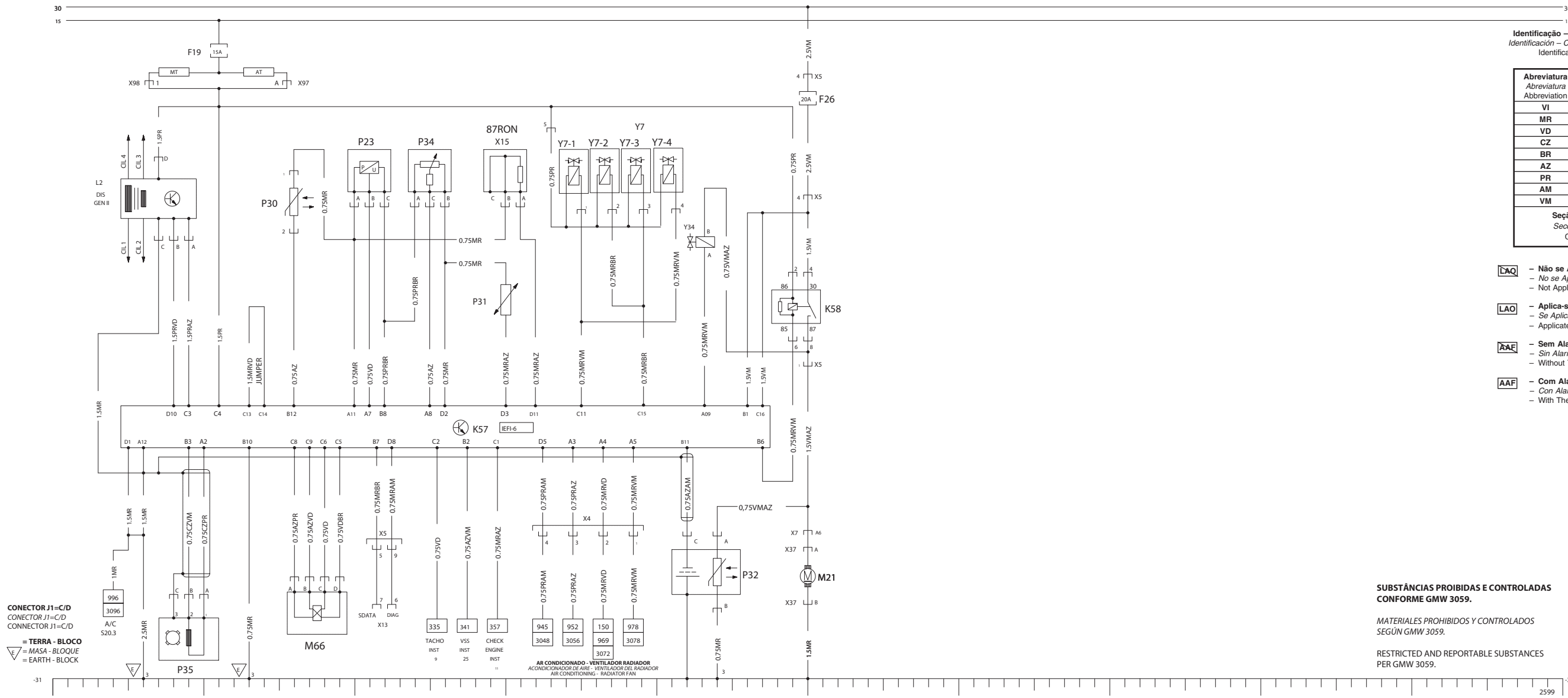
# Diagramas Elétricos / Diagramas Eléctricos / Electrical Wiring Diagrams – Corsa 2003

Circ. / Nome / Circ. / Nombre / Name	Localização / Ubicación / Location
F19 Fusível 15a / Fusible 15a / Fuse 15a	2511
F26 Fusível 20a / Fusible 20a / Fuse 20a	2550
K57 Módulo de Injeção Eletrônica – IEFI-6 / Módulo de Inyección Electrónica – IEFI-6 / Electronic Injection Module – IEFI-6	2528
K58 Relé – Bomba Elétrica de Combustível / Relevador – Bomba Eléctrica de Combustible / Relay – Fuel Electrical Pump	2550
L2 Sistema de Ignição Direta – DIS / Sistema de Encendido Directo – DIS / Direct Ignition System – DIS	2504
M21 Bomba Elétrica de Combustível / Bomba Eléctrica de Combustible / Electric Fuel Pump	2550
M66 Motor de Passo – Regulador de Marcha Lenta / Motor de Paso – Regulador del Palenti / Step Motor – Idle Speed Adjuster	2518
P23 Sensor de Pressão Absoluta / Sensor de Presión Absoluta / Absolute Pressure Sensor	2521
P30 Sensor de Temperatura / Sensor de Temperatura / Temperature Sensor	2515

Circ. / Nome / Circ. / Nombre / Name	Localização / Ubicación / Location
P31 Sensor MAT / Sensor MAT / MAT Sensor	2528
P32 Sensor de Oxigênio Aquecido / Sensor de Oxígeno Calentado / Heated Oxygen Sensor	2544
P34 Potenciômetro – Válvula da Borboleta / Potenciometro – Válvula de la Mariposa / Potentiometer – Throttle Valve	2525
P35 Sensor da Árvore de Manivela / Sensor del Cigüeñal / Crankshaft Sensor	2509
X4 Conector – Chicote Painel Instrumentos e Motor – 8p / Conector – Mazo de Conductores del Tablero de Instrumentos y Motor – 8p / Connector – Instrument Panel and Engine Wiring Harness – 8p	2536
X5 Conector – Chicote Painel Instrumentos e Motor – 9p / Conector – Mazo de Conductores del Tablero de Instrumentos y Motor – 9p / Connector – Instrument Panel and Engine Wiring Harness – 9p	2522, 2550
X7 Conector – Chicote Painel Instrumentos e Traseiro – 50p / Conector – Mazo de Conductores del Tablero de Instrumentos y Traseiro – 50p / Connector – Instrument Panel and Rear Wiring Harness – 50p	2550
X13 Conector de Diagnóstico ALDL – 10p / Conector de Diagnóstico ALDL – 10p / Diagnosis Connector – ALDL – 10p	2522

Circ. / Nome / Circ. / Nombre / Name	Localização / Ubicación / Location
X15 Conector de Octanagem – 87/91 – Ron Export – 3p / Conector de Octanaje – 87/91 – Ron Export – 3p / Octane Connector – 87/91 – Ron Export – 3p	2530
X37 Conector – Chicote Traseiro e Tanque Combustível – 2p / Conector – Mazo de Conductores Traseiro y Tanque de Combustible – 2p / Connector – Rear and Fuel Tank Wiring Harness – 2p	2449
X97 Conector – Chicote do Painel de Instr. e Chicote MPFI (com T.A.) – 2W / Conector – Mazo de Conductores del Tablero de Instrumentos y Mazo de Conductores MPFI (con T. A.) – 2W / Connector – Wiring Harness Instrument Panel and MPFI (A.T.) – 2W	2517
X98 Conector – Chicote do Painel de Instr. e Chicote MPFI (com T. M.) – 1W / Conector – Mazo de Conductores del Tablero de Instrumentos y Mazo de Conductores MPFI (con T. M.) – 1W / Connector – Wiring Harness Instrument Panel and MPFI (M.T.) – 1W	2506
Y7 Válvulas Injetoras / Válvulas de Inyección / Injection Valves	2539
Y7-1 Válvula Injetora Cilindro No. 1 / Válvula de Inyección – Cilindro No. 1 / Injection Valve – Cylinder No. 1	2534

Circ. / Nome / Circ. / Nombre / Name	Localização / Ubicación / Location
Y7-2 Válvula Injetora Cilindro No. 2 / Válvula de Inyección – Cilindro No. 2 / Injection Valve – Cylinder No. 2	2536
Y7-3 Válvula Injetora Cilindro No. 3 / Válvula de Inyección – Cilindro No. 3 / Injection Valve – Cylinder No. 3	2538
Y7-4 Válvula Injetora Cilindro No. 4 / Válvula de Inyección – Cilindro No. 4 / Injection Valve – Cylinder No. 4	2541
Y34 Válvula Solenóide – Ventilação do Tanque de Combustível / Válvula Solenoide – Respiradero del Tanque de Combustible / Solenoid Valve – Fuel Tank Vent	2543



Identificação – Cores dos Condutores Elétricos / Identificación – Colores de los Mazos de Conductores / Identification – Wiring Harness Color

Abreviatura / Abreviatura / Abbreviation	Cores dos Circuitos / Colores de los Circuitos / Basic Colors
VI	Violeta/Violeta/Violet
MR	Marron/Marrón/Brown
VD	Verde/Verde/Green
CZ	Cinza/Gris/Gray
BR	Branco/Blanco/White
AZ	Azul/Azul/Blue
PR	Preto/Negro/Black
AM	Amarelo/Amarillo/Yellow
VM	Vermelho/Rojo/Red
Seção Transversal em mm <sup>2</sup> / Sección Transversal en mm <sup>2</sup> / Cross Section in mm <sup>2</sup>	

- LAQ** – Não se Aplica A aos Países do Pacto Andino / No se Aplica A los Países del Pacto Andino / Not Applicable to the Andean Pact Countries
- LAO** – Aplica-se A aos Países do Pacto Andino / Se Aplica A los Países del Pacto Andino / Apply to the Andean Pact Countries
- AAE** – Sem Alarme Antifurto / Sin Alarma Antirrobo / Without Theft-Deterrent System
- AAF** – Com Alarme Antifurto / Con Alarma Antirrobo / With Theft-Deterrent System

**SUBSTÂNCIAS PROIBIDAS E CONTROLADAS CONFORME GMW 3059.**

**MATERIALES PROHIBIDOS Y CONTROLADOS SEGÚN GMW 3059.**

**RESTRICTED AND REPORTABLE SUBSTANCES PER GMW 3059.**

1996 - 1.3L/1.6L - GASOLINA COM CHUMBO - IEFI-6 - MPFI  
 EQUADOR (LAO) - COM CHUMBO - 87 RON  
 1996 - 1.3L/1.6L - GASOLINA CON PLOMO - IEFI-6 - MPFI  
 EQUADOR (LAO) - CON CHUMBO - 87 RON  
 1996 - 1.3L/1.6L - LEADED GASOLINA - IEFI-6 - MPFI  
 EQUADOR(LAO)LEADED FUEL