I

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MAQUETA FUNCIONAL DEL MOTOR CICLO OTTO CON INYECCIÓN ELECTRÓNICA”

TRABAJO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO

DE INGENIERO AUTOMOTRIZ

NOMBRE DEL AUTOR: ISRAEL DAVID HERRERA GRANDA

DIRECTOR: ING. ALEXANDER PERALVO. MSc.

Quito, Marzo del 2012.

© Universidad Tecnológica Equinoccial. 2012

Reservados todos los derechos de reproducción

DECLARACIÓN

Yo Israel David Herrera Granda, 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.

_____

ISRAEL DAVID HERRERA GRANDA

C.I. 100300136-7

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo que lleva por título **"DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MAQUETA FUNCIONAL DEL MOTOR CICLO OTTO CON INYECCIÓN ELECTRÓNICA"**, que, para aspirar al título de **Ingeniero Automotriz** fue desarrollado por Israel David Herrera Granda, 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. ALEXANDER PERALVO. MSC.

DIRECTOR DEL TRABAJO

C.I. 171813344-8

DEDICATORIA

Este trabajo lo dedico a mis padres José Luis y Norma, quienes me han apoyado incondicionalmente para llegar a ser un profesional y un hombre de bien, aún cuando existieron momentos difíciles, ellos siempre han estado a mi lado brindándome su paciencia y amor, para que pueda encontrar el camino correcto.

Ellos son para mí un gran ejemplo de amor y trabajo.

AGRADECIMIENTOS

Sea esta la oportunidad para agradecer:

A Dios, por acompañarme y darme fuerza en todo camino que he emprendido;

A mis Padres por su apoyo incondicional;

A mis maestros que me han brindado sus conocimientos;

Un agradecimiento a AUTOLANDIA, Matriz (Quito, Av. Mariana de Jesús y América). Concesionaria de la Marca Chevrolet, quienes me apoyaron con un descuento en repuestos e información técnica, dado que serian usados en una tesis de grado:

Y…a todas las personas que confían en mí.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

	PÁGINA
DECLARACIÓN	IV
CERTIFICACIÓN	V
DEDICATORIA	VI
AGRADECIMIENTOS	VII
ÍNDICE DE CONTENIDOS	VIII
ÍNDICE DE TABLAS	XIV
ÍNDICE DE FIGURAS	XVI
ÍNDICE DE ANEXOS	XXVI
RESUMEN	XXVIII
INTRODUCCIÓN	XXX
CAPÍTULO I	1
FUNDAMENTOS TEÓRICOS	1
1.1 Chevrolet corsa Evolution 1.4 MPFIª - 2004	1
1.1.1 Introducción	1
1.1.2 Características Técnicas de interés	2
1.1.2.1 Código del motor	3
1.1.2.2 Ficha Técnica	5
1.2 Sistema de inyección electrónica MPFI	6
1.2.1 Definición	6

1.2.2 Ventajas del sistema de inyección Electrónica MPFI 9
1.3 Señales electrónicas usadas en el sistema MPFI 10
1.3.1 Osciloscopio ó Scope 10
1.3.2 Señales Análogas 11
1.3.3 Señales Digitales 12
1.4 Scanner OBD II 14

CAPÍTULO II 17

MÓDULO DE CONTROL DEL MOTOR – ECM 17
2.1 Micro controladores 17
2.1.1 Componentes 18
2.1.2 Operaciones principales 19
2.2 Desarrollo y fabricación de unidades de control (ECM) 20
2.3 Procesamiento de datos en el ECM 22
2.4 Memoria EEPROM 23
2.5 Funciones del módulo de control (ECM) 24
2.6 Acciones predeterminadas del ECM 25
2.7 Controles de salida del ECM 26
2.8 Terminales del ECM 26

CAPÍTULO III 29

FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA DE COMBUSTIBLE MULTEC DELPHI MPFI 29
3.1 Localización de los principales componentes del sistema multec delphi MPFI en el compartimiento del motor 31
3.2 Fusibles y relés 32
3.2.1 Módulo de Control de la Carrocería (BCM) 34
3.3 Sensor de temperatura del líquido refrigerante (CTS ó ECT) 35
3.4 Sonda lambda (λ), (ego), (o^2) 40
3.4.1 Estrategias del ECM con base en la señal de la Sonda Lambda 44

3.5 Sensor de posición de la mariposa (TPS) 46
3.6 Sensor de velocidad (VSS) 48
3.7 Sistema inmovilizador GM 51
3.8 Línea de combustible 55
3.8.1 Depósito de combustible 56
3.8.2 Filtro de la bomba de combustible 57
3.8.3 Bomba eléctrica de combustible 58
3.8.4 Filtro de combustible 62
3.8.5 Inyector ó Válvula de Inyección 63
3.9 Sistema de recirculación de los gases de escape (EGR) 66
3.9.1 Electroválvula del Sistema EGR 68
3.10 Sensor de presión absoluta (MAP) 69
3.11 Válvula IAC tipo motor de pasos 74
3.12 Sensor de temperatura del aire (ACT ó IAT) 77
3.13 Sensor de posición del cigüeñal (CKP) 78
3.14 Sistema de encendido electrónico DIS 82
3.14.1 Partes del Sistema de encendido DIS 84
3.14.2 Orden de Encendido para vehículos Corsa 85
3.14.3 Funcionamiento del Sistema de Encendido Electrónico DIS 86
3.14.3.1 Circuito Primario 86
3.14.3.1.1 Funcionamiento en el módulo DIS 86
3.14.3.1.2 Funcionamiento en el devanado primario de la bobina 88
3.14.3.2 Circuito Secundario 90
3.15 Sensor de detonación (KS) 92
3.15.1 Módulo convertidor de señal (SNEF) 95

CAPÍTULO IV 97

DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA DE COMBUSTIBLE MULTEC DELPHI MPFI 97
4.1 Diagnóstico del ECM 97

4.1.1 Precauciones al diagnosticar el ECM 97
4.1.2 Verificación rápida de la alimentación del ECM 98
4.1.3 Verificación de la alimentación positiva del ECM 98
4.1.4 Verificación de la alimentación negativa del ECM 99
4.1.5 Verificación de la corriente de alimentación del ECM 99
4.2 Conector de diagnóstico (ALDL) 99
4.3 Lámparas de verificación del motor 100
4.3.1 Luz testigo de problemas eléctricos 100
4.3.2 Luz MIL ó SES 101
4.3.2.1 Acceder a los códigos de avería a través de la luz MIL ó SES 101
4.3.3 Borrado de los códigos de avería 103
4.3.4 Códigos de avería del sistema de gestión electrónica motor C14SE MPFI (1/3). 105
4.4 Diagnóstico del sensor de temperatura del líquido refrigerante (CTS) ó (ECT) 108
4.5 Diagnóstico de la sonda lambda (λ), (ego), (o^2) 110
4.6 Diagnóstico del sensor de posición de la mariposa (TPS) 111
4.7 Diagnóstico del sensor de velocidad (VSS) 113
4.8 Diagnóstico del sistema inmovilizador GM 114
4.8.1 Verificación de la alimentación del módulo inmovilizador 114
4.8.2 Verificación de la tierra del módulo inmovilizador 115
4.8.3 Verificación de la lámpara de verificación del motor (SES/MIL) 115
4.9 DiagnÓstico de la línea de combustible 115
4.10 Diagnóstico de la bomba de combustible 119
4.10.1 Revisiones Mecánicas 119
4.10.2 Revisiones Eléctricas 119
4.11 Diagnóstico de los inyectores 122
4.11.1 Análisis del oscilograma del inyector 124
4.12 Diagnóstico del sistema de recirculación de los gases de escape (EGR) 126

4.12.1 Diagnóstico eléctrico de la electroválvula 126
4.12.2 Diagnóstico mecánico de la válvula EGR 127
4.13 Diagnóstico del sensor de presión absoluta (MAP) 128
4.14 Diagnóstico de la válvula iac tipo motor de pasos 129
4.15 Diagnóstico del sensor de temperatura del aire DE ADMISIÓN (ACT ó IAT) 131
4.16 Diagnóstico del sensor de posición del cigüeñal (CKP) 133
4.17 Diagnóstico del sistema de encendido electrónico DIS 136
4.18 Diagnóstico del sensor de detonación (KS) 138
4.19 Tabla de diagnóstico – guía útil 142

CAPÍTULO V 146

CONSTRUCCIÓN DE LA MAQUETA FUNCIONAL 146
5.1 Recursos necesarios para la implementación del proyecto 149
5.2 Lista de costos del proyecto 150
5.3 Cronograma de actividades 152
5.3.1 Detalle de actividades 152
5.3.2 Diagrama de Gantt del proyecto 154
5.4 Consideraciones para el diseño 155
5.4.1 Peso del motor 156
5.4.2 Dimensiones del motor 159
5.4.3 Análisis de Esfuerzos 160
5.4.4 Selección de los tubos de acero para fabricar la estructura de la maqueta funcional 164
5.4.5 Ruedas industriales usadas en la maqueta funcional 167
5.4.6 Diseño de la soldadura y del proceso 169
5.5 Siseño de la estructura que soportará el motor 172
5.6 CONSIDERACIONES PARA EL ENSAMBLE DE LA ESTRUCTURA QUE SOPORTA AL MOTOR 173
5.6.1 Suelda de la estructura con MIG-MAG 173

5.6.1.1 Componentes de la Soldadora MIG-MAG 175
5.6.1.2 Forma correcta de soldar con el equipo de suelda MIG-MAG 177
5.6.2 Seguridad e Higiene Laboral en el taller Automotriz 178
5.7 REALIZACIÓN DE LA MAQUETA / INFORME TÉCNICO 183
5.7.1 Soldadura de los componentes de la estructura 183
5.7.2 Montaje del motor en la estructura 185
5.7.3 Ubicación de componentes auxiliares 186
5.7.4 Sistema electrónico 196
5.8 PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DEL MOTOR 197
5.8.1 Resumen de los términos usados en el diagnóstico electrónico del funcionamiento del motor 197
5.8.2 Definición de términos usados en el sistema de diagnóstico TECH II 198
5.8.3 Lista de datos obtenidos con la herramienta de exploración (TECH II) 206

CONCLUSIONES 211

RECOMENDACIONES 212

BIBLIOGRAFÍA 219

ANEXOS 227

ÍNDICE DE TABLAS

PÁGINA

Tabla 1.1. Especificaciones Técnicas de interés para el proyecto. 6

Tabla 1.2. Tipos de códigos OBDII. 15

Tabla 3.1. Principales componentes del Sistema de Inyección electrónica de combustible Multec Delphi MPFI. 30

Tabla 4.1. Códigos de avería del Chevrolet Corsa-C 1.4 SOHC Multec MPFI. 107

Tabla 4.2. Valores de voltaje y resistencia generados por el sensor CTS ó ECT. 109

Tabla 4.3. Valores aproximados del sensor ACT. 132

Tabla 4.4. Actividades sugeridas para el diagnóstico del sistema de inyección Multec MPFI. 145

Tabla 5.1. Recursos necesarios para la implementación del proyecto. 149

Tabla 5.2. Lista de costos del proyecto. 151

Tabla 5.3. Detalle de actividades del proyecto. 153

Tabla 5.4. Peso con accesorios de distintos motores de la marca Chevrolet. 157

Tabla 5.5. Propiedades de los aceros estructurales. 163

Tabla 5.6. Cálculo del módulo de sección del tubo. 164

Tabla 5.7. Selección del tubo estructural rectangular en los catálogos de IPAC. 165

Tabla 5.8. Selección del tubo estructural redondo en los catálogos de IPAC. 166

Tabla 5.9. Selección de ruedas industriales en catálogos de GARRUCHAS Y EQUIPOS S.A. 168

Tabla 5.10. Especificaciones del hilo de aportación de la suelda MAG. 170

Tabla 5.11. Cálculos de diseño de la suelda. 171

Tabla 5.12. Medición de la resistencia interna de los inyectores. 194

Tabla 5.13. Descripción de los términos usados por el sistema de diagnóstico TECH II. 198

Tabla 5.14. Diagnóstico electrónico del motor con el TECH II. 209

ÍNDICE DE FIGURAS

PÁGINA

Figura 1.1. Chevrolet Corsa Evolution 5P. 1

Figura 1.2. Motor GM SOHC 1.4 Chevrolet Corsa Evolution 1.4 MPFI-2004. Estado inicial. 2

Figura 1.3. Carburador, visto desde una perspectiva ambientalista. 7

Figura 1.4. Diagrama de bloque del sistema de inyección electrónica. 8

Figura 1.5. Osciloscopio Automotriz. 10

Figura 1.6. Pantalla del Osciloscopio. 11

Figura 1.7. Ilustración de un Osciloscopio Indicando Señales Análogas. 12

Figura 1.8. Ilustración de un Osciloscopio Indicando Señales Digitales. 13

Figura 1.9. Scanner OBDII. 14

Figura 1.10. Conector OBDII. 15

Figura 1.11. Scanner TECH 2. 16

Figura 2.1. Micro controlador Motorola 68HC11 y chips de soporte. 17

Figura 2.2. Principio de funcionamiento de una CPU (núcleo del micro controlador). 19

Figura 2.3. Diagrama de un sistema de inyección electrónica. 20

Figura 2.4. Esquema sobre el procesamiento de datos en el ECM. 22

Figura 2.5. Módulo de Control Electrónico (ECM). 24

Figura 2.6. Ilustración del (ECM) montado en la carrocería. 25

Figura 2.7. Terminales del ECM. 26

Figura 2.8. Asignación de los terminales del Mazo de conductores de motor M1552, que conecta con el terminal (J1/color Gris) del ECM. 27

Figura 2.9. Asignación de los terminales del Mazo de conductores delantero M1551, que conecta con el terminal (J2/color Negro) del ECM. 28

Figura 3.1. Localización de los componentes del sistema en el compartimiento del motor 1/2. 31

Figura 3.2. Localización de los componentes del sistema en el compartimiento del motor 2/2. 32

Figura 3.3. Caja de Fusibles y Relés Principal, Ubicada en el compartimiento del motor. 33

Figura 3.4. Módulo de Control de la Carrocería (BCM). 35

Figura 3.5. Ubicación del Sensor de Temperatura del líquido Refrigerante (CTS ó ECT). 36

Figura 3.6. Sensor de Temperatura del líquido Refrigerante y su circuito. 36

Figura 3.7. Operación de sensores de temperatura ó termistores. 37

Figura 3.8. Señal de un termistor funcionando a 80°C. 39

Figura 3.9. Oscilograma para Termistores ó Resistencias Térmicas NTC, (CTS y ACT). 39

Figura 3.10. Ubicación de la Sonda lambda ó Sensor de Oxígeno. 40

Figura 3.11. Sensor de oxígeno dentro del colector de escape. 41

Figura 3.12. Operación del sensor de oxígeno. 42

Figura 3.13. Relación de la mezcla aire/combustible. 43

Figura 3.14. Señal de la sonda lambda vista en el osciloscopio. 43

Figura 3.15. Medición del STFT y LTFT con un Scanner OBDII. 45

Figura 3.16. Sensor TPS. 46

Figura 3.17. Circuito del sensor TPS. 47

Figura 3.18. Valores de salida de un sensor TPS. 47

Figura 3.19. Señal del sensor TPS, en aceleración súbita. 48

Figura 3.20. Circuito del sensor VSS. 48

Figura 3.21. Sensor de efecto Hall. 50

Figura 3.22. Oscilograma del Sensor VSS de efecto Hall. 50

Figura 3.23. Componentes del sistema inmovilizador GM. 51

Figura 3.24. Principio de funcionamiento del sistema inmovilizador GM. 52

Figura 3.25. Esquema eléctrico del sistema inmovilizador GM. 53

Figura 3.26. Conector del módulo inmovilizador. 54

Figura 3.27. Línea de combustible de un sistema de inyección electrónica. 55

Figura 3.28. Depósito de combustible ó tanque de combustible. 56

Figura 3.29. Filtro de la bomba de combustible. 57

Figura 3.30. Estructura externa de la bomba de combustible IN TANK. 58

Figura 3.31. Componentes internos de la bomba eléctrica de combustible. 59

Figura 3.32. Señal enviada por el ECM a la bomba eléctrica de combustible, funcionando correctamente. 60

Figura 3.33. Socket de la bomba de combustible 61

Figura 3.34. Elementos del filtro de combustible. 62

Figura 3.35. Inyector de un sistema MPFI. 63

Figura 3.36. Ubicación de los inyectores en el motor. 64

Figura 3.37. Análisis de la señal del Inyector. 65

Figura 3.38. Oscilograma de la señal electrónica del inyector. 65

Figura 3.39. Ilustración del sistema EGR en el motor. 66

Figura 3.40. Sistema de recirculación de los gases de escape EGR. 67

Figura 3.41. Electroválvula del sistema EGR. 68

Figura 3.42. Señal enviada por el ECM hacia la electroválvula del Sistema EGR. 68

Figura 3.43. Estructura del sensor MAP. 69

Figura 3.44. Circuito eléctrico del sensor MAP con IAT. 69

Figura 3.45. Presión vs voltaje de salida del sensor MAP. 70

Figura 3.46. Valores de presión atmosférica en el sensor MAP. 71

Figura 3.47. Altitud vs Presión Atmosférica. 72

Figura 3.48. Oscilograma de un sensor MAP analógico. 73

Figura 3.49. Ubicación de la Válvula IAC. 74

Figura 3.50. Válvula IAC. 75

Figura 3.51. Señal enviada por el ECM hacia la Válvula IAC, variable. 76

Figura 3.52. Diferentes señales que pueden ser enviadas por el ECM hacia la Válvula IAC. 76

Figura 3.53. Sensor MAP con IAT del Corsa Evolution 1.4. 77

Figura 3.54. Sensor CKP inductivo. 78

Figura 3.55. Ilustración del sensor CKP-inductivo en el motor. 79

Figura 3.56. Efecto Inductivo del sensor CKP. 80

Figura 3.57. Oscilograma del Sensor CKP de efecto Inductivo. 81

Figura 3.58. Diagrama del Sistema de Encendido DIS ó de chispa perdida. 82

Figura 3.59. Señales (EST) enviadas por el ECM al Módulo DIS. 83

Figura 3.60. Esquema de un sistema de encendido directo (DIS) para motor de 4 cilindros. 84

Figura 3.61. Numeración de los cilindros en el sistema DIS. 85

Figura 3.62. Ubicación del Sistema de encendido DIS en el Corsa Evolution. 86

Figura 3.63. Oscilograma del circuito primario del sistema de encendido DIS. 89

Figura 3.64. Circuito Secundario de un sistema DIS. 90

Figura 3.65. Oscilograma del circuito secundario del encendido DIS. 91

Figura 3.66. Partes del Sensor KS. 93

Figura 3.67. Ubicación del sensor KS. 93

Figura 3.68. Generación de voltaje en el sensor KS. 94

Figura 3.69. Señal producida por el sensor KS. 94

Figura 3.70. Señal del señor KS durante un cascabeleo en los cilindros del motor. 95

Figura 3.71. Circuito del sensor KS. 96

Figura 4.1. DMM automotriz con todos sus accesorios. 97

Figura 4.2. Lámpara de verificación del motor (MIL/SES). 98

Figura 4.3. Diagnóstico a través del cable ALDL. 100

Figura 4.4. Terminales a unir en el conector OBDII/ALDL para obtener los códigos de avería sin necesidad de usar un Scanner. 102

Figura 4.5. Códigos de avería, vistos en la luz MIL (SES). 103

Figura 4.6. Medición de la resistencia del sensor CTS ó ECT. 109

Figura 4.7. Oscilograma del sensor de oxígeno funcionando en ciclo cerrado. 110

Figura 4.8. Análisis del oscilograma del sensor TPS. 112

Figura 4.9. Medida de la presión en la línea de combustible. 116

Figura 4.10. Prueba de estanqueidad de la línea de combustible. 117

Figura 4.11. Verificación del caudal en la línea de combustible. 118

Figura 4.12. Medición del caudal en la línea de combustible. 118

Figura 4.13. Socket de la bomba de combustible. 119

Figura 4.14. Conexión a tierra Bomba eléctrica de combustible. 120

Figura 4.15. Conector del relé de la bomba de combustible 121

Figura 4.16. Medición de la corriente consumida por la bomba de combustible. 122

Figura 4.17. Medición de la resistencia del inyector. 123

Figura 4.18. Funcionamiento del inyector. 124

Figura 4.19. Oscilograma de un inyector en buen estado. 125

Figura 4.20. Oscilograma de un inyector con daño en su bobina. 126

Figura 4.21. Oscilograma del sensor MAP funcionando durante aceleración y ralentí. 129

Figura 4.22. Circuito eléctrico de la Válvula IAC. 130

Figura 4.23. Diagnóstico de la resistencia de los bobinados de la Válvula IAC. 131

Figura 4.24. Medición de la resistencia del sensor CKP. 134

Figura 4.25. Posición correcta del sensor CKP. 135

Figura 4.26. Análisis del oscilograma del sensor CKP. 136

Figura 4.27. Sistema de encendido DIS. 137

Figura 4.28. Verificación de la señal eléctrica del sensor KS. 139

Figura 4.29. Análisis de la señal del sensor KS durante un golpeteo. 140

Figura 4.30. Diagnóstico eléctrico de la señal del módulo SNEF. 141

Figura 5.1. Número legal del motor. 147

Figura 5.2. Consulta de vehículos robado en la web de la Dirección Nacional de la Policía Judicial. 148

Figura 5.3. Diagrama de Gantt del proyecto. 154

Figura 5.4. Toma de medidas al motor. 159

Figura 5.5. Dimensiones del motor. 159

Figura 5.6. Diagrama de fuerzas cortantes y momentos para vigas indeterminadas. 160

Figura 5.7. Medidas internas de la sección de un tubo estructural rectangular. 162

Figura 5.8. Tipos de soldaduras. 169

Figura 5.9. Detalle del alambre de aportación de la suelda MIG/MAG. 171

Figura 5.10. Vista Isométrica Frontal Izquierda de la estructura que soporta la maqueta. 172

Figura 5.11. Principio de funcionamiento de la suelda MIG-MAG. 173

Figura 5.12. Pistola de soldadura MIG-MAG. 175

Figura 5.13. Forma correcta de aplicar la soldadura MIG-MAG. 177

Figura 5.14. Seguridad e higiene al trabajar en los talleres de Ingeniería Automotriz. 178

Figura 5.15. Ensamblaje de la estructura. 183

Figura 5.16. Soldadura de los puntos de apoyo del motor. 184

Figura 5.17. Nivelación de los puntos de apoyo del motor. 184

Figura 5.18. Punto de fijación del motor izquierdo. 185

Figura 5.19. Punto de fijación del motor derecho. 185

Figura 5.20. Motor colocado en la estructura. 186

Figura 5.21. Fabricación del sistema de escape. 186

Figura 5.22. Sistema de escape montado en el motor. 187

Figura 5.23. Soportes del radiador fijados en la estructura. 187

Figura 5.24. Conductos del radiador. 188

Figura 5.25. El sistema de refrigeración por líquido del motor instalado. 188

Figura 5.26. Marco de soporte del tanque de combustible. 189

Figura 5.27. Tanque de combustible instalado en la maqueta funcional. 189

Figura 5.28. Ubicación de los nuevos, sensor MAP y Válvula IAC. 190

Figura 5.29. Ubicación del nuevo sensor TPS. 190

Figura 5.30. Reordenamiento del harnez del motor.1. 191

Figura 5.31. Reordenamiento del harnez del motor.2 191

Figura 5.32. El cableado del motor reorganizado. 192

Figura 5.33. Los inyectores colocados en el banco de pruebas de inyectores. 192

Figura 5.34. Prueba de caudal de los inyectores. 193

Figura 5.35. Limpieza de los inyectores por ultrasonido. 193

Figura 5.36. Medición de la luz de las bujías. 194

Figura 5.37. Fabricación de la base del alternador. 195

Figura 5.38. Instalación eléctrica del alternador. 195

Figura 5.39. Colocación del tablero de instrumentos en la maqueta funcional. 196

Figura 5.40. Programación y colocación de los elementos electrónicos en la maqueta funcional. 196

Figura 5.41. Sistema electrónico instalado. 197

ÍNDICE DE ANEXOS

PÁGINA

Anexo 1: Descripción de los Relés en la caja de Fusibles y Relés Principal 228

Anexo 2: Descripción de los Fusibles en la caja de Fusibles y Relés Principal. 229

Anexo 3: Detalle de los Relés de la Caja del BCM 232

Anexo 4: Corriente Nominal Fusible del Cable Puente 233

Anexo 5: Vistas y Dimensiones de la estructura 234

Anexo 6: Diagrama esquemático de cableado 1/3 235

Anexo 7: Diagrama esquemático de cableado 2/3 236

Anexo 8: Diagrama esquemático de cableado 3/3 237

Anexo 9: Mazo de conductores delantero – desmembración 238

Anexo 10: Mazo de conductores del tablero de instrumentos – desmembración 239

Anexo 11: Mazo de conductores de los cables positivo y negativo del motor de arranque/alternador – desmembración 240

Anexo 12: Detalle de las terminales del motor de arranque 241

Anexo 13: Esquema de la correa dentada de Distribución del motor 242

Anexo 14: Esquema de la correa de accionamiento de los agregados para vehículos Corsa-C con dirección hidráulica y sin aire acondicionado 243

Anexo 15: Detalle del electro ventilador 244

Anexo 16: Valores de apriete del motor 245

Anexo 17: Tabla estándar de valores de apriete o torque para pernos 246

Anexo 18: Guías de prácticas 247

RESUMEN

En el presente proyecto se diseñó y construyó una maqueta funcional del sistema de inyección electrónica de combustible MPFI, para que posteriormente pueda ser usada en prácticas y diagnósticos de los sistemas de inyección electrónica por los alumnos de la carrera de Ingeniería Automotriz, contribuyendo así, con su formación profesional.

El proyecto comprendió un estudio del sistema de inyección electrónica de combustible MPFI a manera de un manual de funcionamiento y diagnóstico que se adjuntó en la presente; el diseño de la estructura que soporta la maqueta funcional; selección y compra de los componentes faltantes; fabricación y montaje de la maqueta; pruebas de funcionamiento y presentación final.

El estudio del sistema de inyección electrónica de combustible MPFI comprendió un manual técnico del funcionamiento y diagnóstico de los principales elementos del sistema de inyección electrónica contenido en los capítulos (II, III, & IV) de la presente, con lo cual se reforzó los conocimientos generales del sistema.

En la etapa de diseño se tomaron mediciones a los elementos constitutivos de la maqueta y sus respectivos pesos, luego se diseñó una estructura metálica que soporta a la maqueta, teniendo en cuenta los esfuerzos y cargas que debe resistir, se tomaron en cuenta factores de seguridad y posteriormente se construyó la estructura.

La selección y compra de los componentes faltantes se la hizo basándose en una investigación de las necesidades, usando bases de datos, manuales y catálogos.

La fabricación y montaje de la maqueta se realizó en su mayor parte en los talleres de Ingeniería Automotriz de la universidad, usando las instalaciones y los equipos disponibles, además, respetando normas de seguridad y horarios.

Las pruebas de funcionamiento del motor y calibraciones se hicieron en los talleres de AUTOLANDIA. Mediante el sistema de diagnóstico TECH II. Para poder garantizar la funcionalidad del motor.

INTRODUCCIÓN

Inicialmente en los talleres de la carrera de Ingeniería automotriz, no se contaba con una maqueta funcional de similares características a las propuestas en la presente, para impartir los conocimientos prácticos del sistema de inyección de combustible o para realizar pruebas de funcionamiento del motor, sin embargo con la realización de este proyecto se intenta reducir esta deficiencia en los talleres de la carrera.

Este proyecto no tiene fines comerciales, sino más bien de contribuir con la enseñanza teórico-práctica en la carrera, por tanto no se han incluido Investigación de Mercado, ni Análisis FODA.

OBJETIVO GENERAL

- Diseñar y construir una maqueta funcional del funcionamiento del motor ciclo Otto con inyección electrónica.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Crear una maqueta funcional del Motor Otto con inyección electrónica para ser usada con fines de estudio en la carrera.
- La maqueta construida debe ser de fácil comprensión, y de fácil acceso para sus usuarios, o sea, que pueda ser movilizada hasta donde necesite el estudiante.
- Ilustrar el funcionamiento del sistema de inyección electrónica.

- Impulsar el estudio del funcionamiento del Motor Otto con inyección electrónica a través de prácticas en la carrera de Ingeniería Automotriz.
- Promover en la carrera de Ingeniería Automotriz el desarrollo de investigaciones y prácticas sobre el funcionamiento y desempeño del motor de combustión interna, usando la presente maqueta funcional.
- Dar un buen uso a uno de los motores que posee la carrera de Ingeniería Automotriz, que inicialmente se encontraban en condiciones no operables, optimizando el uso de los recursos.
- Aplicar métodos de ingeniería para el diseño y realización de este proyecto.

IDENTIFICACIÓN DE LA POBLACIÓN BENEFICIADA

Como se mencionó anteriormente este proyecto está orientado a contribuir en el refuerzo de los conocimientos técnicos-prácticos de los estudiantes de Ingeniería Automotriz, de la Universidad Tecnológica Equinoccial, de la cuidad de Quito. Por tanto esta sería la población beneficiada con la realización de este proyecto.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Dentro de nuestro entorno educativo como es el Estudio de la Tecnología e Ingeniería Automotriz es una parte fundamental el poder relacionar los conceptos teóricos aprendidos en el aula (sean estos cálculos, gráficos, esquemas, diapositivas, conceptos, etc.) con los conocimientos prácticos e ilustrativos para que el estudiante pueda tener un mejor entendimiento sobre los sistemas automotrices.

Actualmente en prestigiosas Universidades (siguiendo la nueva tendencia para la Formación de Ingenieros), se está dando gran importancia al hecho de poder llevar a cabo los conocimientos teóricos en la práctica, ya que los

conocimientos teóricos llevados a la práctica son de gran beneficio para el progreso de la sociedad y constituyen la misión de un Ingeniero, mas aun de un Ingeniero Automotriz, cuyo campo de acción es algo tan práctico como el automóvil y sus sistemas, que, en su mayoría requieren conocimientos prácticos para solucionar sus problemas.

Es importante también mencionar que el nivel de conocimientos sobre mecanismos o sistemas del auto en los alumnos de la carrera no es el mismo, para lo cual sería de gran importancia poder satisfacer las necesidades de conocimiento del alumno, y esto bien podría hacerse de una forma didáctica, e ilustrativa con una maqueta funcional de los sistemas del motor, la cual sería de gran beneficio tanto para un alumno que ya posee conocimientos de los sistemas automotrices, como para aquel que está aprendiendo por primera vez (entonces, obtendría un conocimiento más completo y luego no habría la necesidad de volver a repetir el proceso de enseñanza), esto se lo podría hacer en un aula de clases común, sin necesariamente estar en el taller de prácticas.

Las investigaciones del desempeño del motor a combustión interna se pueden realizar en vehículos ensamblados, pero también en motores montados sobre bancos de pruebas estáticos similares al propuesto.

Con lo anteriormente mencionado, se ve reflejada la necesidad de crear una maqueta que pueda ayudar en la enseñanza de los sistemas automotrices de una forma didáctica, práctica y no solamente de forma teórica, que además pueda posteriormente ser usada para pruebas de desempeño del motor en cuestión u otras investigaciones relacionadas. Esta maqueta debería ser portátil, fácil acceso, de fácil funcionamiento, fácil comprensión, fácil uso, ilustrativo, didáctico, resistente, durable y acorde con las nuevas tecnologías automotrices que pueda ser llevado en cualquier momento a donde el alumno lo necesite.

JUSTIFICACIÓN

Poner en práctica el funcionamiento de un motor Otto de combustión interna a inyección electrónica, con una maqueta, que pueda ser también usada para temas de futuras investigaciones o prácticas por los estudiantes de la carrera de Ingeniería Automotriz, además, darle buen uso a uno de los dos motores Otto con inyección de combustible *MPFI* [a] que posee la carrera, los que inicialmente se encontraban en desuso, para así optimizar los recursos del taller de la carrera de Ingeniería Automotriz.

ALCANCES DEL PROYECTO

- Utilizando el motor anteriormente mencionado, se diseñará y construirá una maqueta funcional del sistema de inyección de combustible *MPFI*, orientada al refuerzo de la educación de los estudiantes de la carrera de Ingeniería Automotriz.
- Dentro del proyecto se incluirán los elementos principales del sistema de Inyección *MPFI* que permitan su funcionamiento, sin embargo no se incluirán elementos complementarios como accesorios y sistemas anexos del automóvil, los cuales no tengan relación con el funcionamiento del sistema de inyección *MPFI*.
- El proyecto se lo realizará en la ciudad de Quito, de preferencia en los talleres de la carrera, usando técnicas de diseño y construcción de elementos mecánicos, y conexiones eléctricas.

---

[a] Ver significado en el Glosario de Términos.

- La realización del proyecto hará de forma progresiva, por etapas y cumpliendo los hitos trazados, los cuales se pueden evidenciar en el capitulo V.
- Se realizará una guía técnica del funcionamiento y diagnóstico de los elementos principales del sistema de inyección de combustible *MPFI*, comprendida en los capítulos I, II y Anexos de la presente, para que las personas que utilicen posteriormente esta maqueta puedan tener un mejor conocimiento del sistema *MPFI*.

CAPÍTULO I

FUNDAMENTOS TEÓRICOS

1.1 CHEVROLET CORSA EVOLUTION 1.4 MPFI[a] - 2004

1.1.1 Introducción

Figura 1.1. Chevrolet Corsa Evolution 5P.
rentacarvan4x4.cl, (2011). Corsa evolution 1.4L, 4 puertas [Versión electrónica]. Recuperado el 22 de marzo del 2011, de http://rentacarvan4x4.cl/wp-content/uploads/2008/05/corsa_hatch_medium2.jpg

Para el presente proyecto se utilizará el motor de un Chevrolet Corsa Evolution. El Chevrolet Corsa es un *automóvil de turismo*[a] del segmento B (o sea que tiene capacidad para transportar a cuatro adultos y un niño), es producido en Sudamérica por General Motors bajo su marca Chevrolet, de este modelo existen tres generaciones, destinadas para abastecer a toda Sudamérica, excepto Brasil donde tiene otras denominaciones.

---

[a]Ver significado en el Glosario de Términos.

El Chevrolet Corsa Evolution ó también conocido en otros mercados como Corsa C, corresponde a la tercera generación del Chevrolet Corsa (fabricada desde el 2000 al 2007), sus dimensiones son mayores a las anteriores generaciones, pero sigue siendo clasificado como vehículo tipo B. En Ecuador fue ensamblado por (AYMESA).

1.1.2 Características Técnicas de interés

El motor usado en este proyecto es un Powertech *SOHC*ª 1.4 del Chevrolet Corsa Evolution 1.4 del año 2004, tiene 4 cilindros en línea, cuenta con inyección multipunto de combustible MPFI, el cabezote tiene un solo árbol de levas para comandar 8 válvulas (SOHC), alcanza una potencia máxima de 92 *CV*ª @ 5600 *rpm*ª, y su nivel de emisiones responde a las normas Euro III.

En este motor se destaca la incorporación del sistema *Electronic Throttle Controller* (ETC) que optimiza la aceleración.

Figura 1.2. Motor GM SOHC 1.4 Chevrolet Corsa Evolution 1.4 MPFI-2004. Estado inicial.

El GM-Powertech 1.4 consume 8,6 litros por cada 100 kilómetros en ciudad y 7,4 litros en la carretera. Con un tanque de 54 litros, tiene una autonomía de 628 kilómetros en ciudad y de 730 kilómetros en carretera. El motor Powertech 1.4 esta acoplado a una caja de cinco velocidades.

De este modelo de vehículo existen 2 versiones GL y GLS, pero las dos versiones poseen el mismo motor en esencia, lo que varia son los extras en el equipamiento del auto.

1.1.2.1 Código del motor

CÓDIGO DE MOTOR: C14SE (SA)

El código de motores que usa GM describe las especificaciones del motor, está compuesto de 4 cifras de izquierda a derecha:
La Primera letra representa la *Regulación de Emisiones de Gases de Escape*
C = Con Catalizador, regulaciones USA-83.
X = Etapa 2 (EGR), regulaciones USA-96.
Z = Regulación de emisiones año 2000 (motores Corsa C).

Segundo y Tercer números representan la *Cilindrada.*

La cuarta Letra representa la *Relación de Compresión*
G = menor a 8,5.
L = 8,5 a 9,0.
N = 9,0 a 9,5.
S = 9,5 a 10,0.
X = 10,0 a 11,5.
Y = mayor a 11,5.

La Quinta Letra representa el *Tipo de alimentación de combustible*

E = Multi Point Fuel Injection (MPFI).

Z = Throttle Body Fuel Injection (EFI o mono punto).

V = Carburador.

D = Diesel.

Por lo tanto, el código de nuestro motor **C14SE**, significa:

C = Regulación de emisiones de USA para el año 1983, y con Catalizador.

14 = Cilindrada de aproximadamente de 1400cc.

S = La relación de compresión puede ir de 9,5:1 hasta 10:1.

E = El tipo de alimentación de combustible es Multi Point Fuel Injection (MPFI).

De lo anteriormente visto sobre las características del motor, puedo comentar que el motor usado en el Corsa Evolution 1.4, es un motor fabricado por GM, bajo su Marca Opel de Europa y destinado especialmente a su uso en Sudamérica (SA). Debido a que no cumple con las regulaciones de emisiones EURO, establecidas en Europa. En este continente existen leyes ambientales más estrictas en cuanto a las emisiones de los motores a combustión interna. Se puede afirmar incluso que GM distribuye estos motores con mayores emisiones ambientales, debido a que en Sud América no existen leyes en cuanto a emisiones más restrictivas, Por lo tanto, los fabricantes de motores siguen construyendo estos motores (a menor costo), y distribuyéndolos, sin pensar en los efectos secundarios tanto con la naturaleza como con la salud de las personas.

1.1.2.2 Ficha Técnica

Versión del Vehículo	GL (Versión más básica)
Motor	
Tipo de motor	Powertech 1.4 SOHC
Año de fabricación	2004
Cilindrada	1398 cm3
Disposición	Transversal, delante del eje de desplazamiento
Diámetro por carrera	77.6 x 73.4mm
Material del cabezote	Aluminio
Material del bloque	Acero
Nº de cilindros	4 en línea
N°de válvulas	8, accionamiento hidráulico
Potencia al freno (*bhp*ª (SAE-América)/Rpm)	82/6000 (Aproximadamente 83.13 CV(PS-Europa @ 6000 RPM)
Potencia neta (DIN)	83.7 Hp @ 6000 RPM
Torque neto (DIN)	11.58 Kg-M @ 3000 RPM
Número máximo de revoluciones	6500 RPM (corte por computador)
Relación de compresión	9.5:1
Sistema de alimentación electrónica	Multec Delphi MPFI
Sistema de encendido	Encendido electrónico DIS
Dimensiones y Capacidades	
Alto total (mm)	1420
Ancho total (mm)	1768
Capacidad tanque de combustible (litros)	54
Distancia entre ejes (mm)	2443
Largo total (mm)	4056
Equipamiento Interior	
Dirección Hidráulica	SI
Cuenta kilómetros parcial	SI
Indicador de batería	SI
Indicador de carga de alternador	SI
Indicador de nivel de combustible	SI
Indicador de presión de aceite	SI

Indicador de temperatura del motor	SI
Luz indicadora de freno de mano aplicado	SI
Tablero de triple información (fecha - reloj digital - temperatura exterior)	SI
Tacómetro	SI
Seguridad	
Frenos a disco en ruedas delanteras	SI
Frenos a tambor en ruedas delanteras	SI
Sistema Inmovilizador de motor (GM)	SI
Tercera luz de stop	SI
Airbags	NO (Conductor)/NO (Pasajero)

Tabla 1.1. Especificaciones Técnicas de interés para el proyecto.

collins.com.ar, (2011). Características técnicas del corsa-c 1.4l, [Versión electrónica]. Recuperado el 22 de marzo del 2011, de http://www.collins.com.ar/autos_0km_corsa_classic_4p.php

Los datos de potencia del motor incluidos en esta tabla, son proporcionados por el fabricante del motor Opel, pero podrían ser verificados en algún estudio posterior, para comprobar la potencia real de este motor.

1.2 SISTEMA DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA MPFI

1.2.1 Definición

Es un sistema de alimentación de combustible que reemplaza al carburador en el motor a gasolina. Se sustituyó al sistema de carburador debido a que no cumplía con las nuevas ordenanzas ambientales en cuanto a emisiones.

Figura 1.3. Carburador, visto desde una perspectiva ambientalista.
SISTEMA DE INYECCIÓN MPFI, (2011). Todo sobre MPFI, [Versión electrónica]. Recuperado el 4 de Marzo del 2011, de http://todosobre-mpfi.blogspot.com/

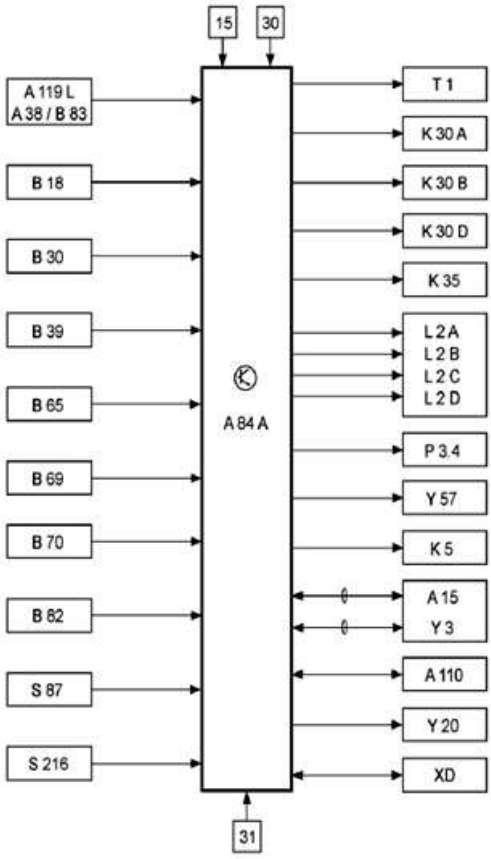
La introducción definitiva del sistema de inyección electrónica en nuestro país se dio en el año 2005 debido al aumento de las exigencias de organismos de control del medio ambiente, con la finalidad de disminuir las emisiones de los motores a gasolina. Su principal ventaja sobre el carburador es que puede realizar un mezclado de aire y combustible muy cercana a *la relación estequiométrica ideal de (14,7:1)* ª*,* con esta relación se garantiza una buena combustión de la mezcla y menos residuos resultantes de la combustión que serian nocivos para la atmósfera.

La función del sistema de Inyección electrónica de combustible MPFI es permitir el ingreso de aire ambiental hacia el motor, lo mide ó lo censa, tomando en cuenta también las exigencias a las que el conductor está sometiendo al motor, procesa estos datos en su "cerebro" ó *ECM*, a una velocidad increíblemente rápida, y da como respuesta señales de salida con información a los inyectores indicándoles la cantidad de combustible que deben inyectar en el cabezote del motor para que la mezcla sea lo más cercana a la mezcla estequiométrica ideal.

El sistema de inyección electrónica de combustible MPFI, consta fundamentalmente de Sensores (quienes recogen la información), de la *ECM ó ECU* ª *(unidad electrónica de control*, quien procesa esta información y envía órdenes de salida), y de los Actuadores (quienes reciben estas órdenes y

ejecutan su trabajo específico), básicamente es también su modo de funcionar.

El sistema de inyección electrónica de combustible MPFI tiene incorporado un sistema de auto diagnóstico ó feed-back (internamente) que informa cuando algo anda mal a través de una serie de símbolos ó códigos muy notables, además es posible hacer un diagnóstico (externamente) por medio de un scanner OBDII/TECH 2 conectado con la ECM, para recibir información en códigos, consultar los parámetros, compararlos con las especificaciones del fabricante indicando aquellos que estén fuera de las especificaciones y poder tomar acciones correctivas para solucionar el problema.



Leyenda	Leyenda
15 Encendido DADO (terminal 15)	K30A Relé - Ventilador del radiador
30 Tensión de sistema (terminal 30)	K30B Relé - Ventilador del radiador
31 Masa (terminal 31)	K30D Relé - Ventilador del radiador
A15 Módulo de control de la carrocería	K35 Relé - Bomba de combustible
A38 Unidad de mando - Sistema de frenos antibloqueo	L2A Inyector - Cilindro 1
A84A Unidad de control - Multec	L2B Inyector - Cilindro 2
A110 Unidad de mando - Inmovilizador	L2C Inyector - Cilindro 3
A119L Módulo convertidor de señal - Velocidad del vehículo, izquierdo	L2D Inyector - Cilindro 4
B18 Sensor - Presión, aire acondicionado	P3.4 Testigo del motor
B30 Sensor de impulso - Cigüeñal	S87 Interruptor - Presión de aceite
B39 Sensor - Temperatura del refrigerante	S216 Interruptor doble - Luz de parada
B65 Sensor - Control de detonación	T1 Bobina encendido - encendido directo
B69 Medidor de carga de aire	XD Enlace para diagnosis
B70 Sensor de oxígeno de escape	Y3 Unidad de control del embrague electrónico
B82 Potenciómetro de la mariposa	Y20 Motor paso a paso del ralentí
B83 Sensor de velocidad del eje secundario de la caja de cambios	Y57 Electroválvula - Ventilación del depósito
K5 Relé - Compresor, Aire acondicionado	

Figura 1.4. Diagrama de bloque del sistema de inyección electrónica.

Saúl Lira Brambila, (2011). INYECCIÓN CORSA 2003, [Versión electrónica], Scribd. Recuperado el 5 de marzo del 2011, de http://es.scribd.com/doc/52340803/INYECCION-CORSA-2003

En la figura anterior, las flechas indican el *flujo de información* a través de la Unidad de control (ECM). Las flechas que ingresan al ECM son los “Sensores”, y las que salen del ECM son los “Actuadores”, con excepciones como el Módulo de control de carrocería, Unidad de control de embrague electrónico y el cable de enlace para Diagnóstico (puerto OBDII/TECH 2), los cuales pueden ingresar y recibir información con el ECM.

1.2.2 Ventajas del sistema de inyección Electrónica MPFI

Primeramente tenemos el hecho que se reduce el consumo de gasolina en relación con el sistema de carburador, debido a que la mezcla en un sistema de inyección electrónica siempre será mejor que una mezcla realizada por un carburador, permitiendo combustionar mejor el combustible y aprovechar de mejor manera su poder energético.

Una considerable elevación de la potencia ya que el motor por primera vez es capaz de decidir cuanta cantidad de combustible realmente necesita ingresar, sobre la base de las condiciones y exigencias a las que se encuentre, en un sistema de carburador esto no es posible.

Los gases de escape son menos contaminantes debido a que una relación estequiométrica cercana a la ideal de 14,7:1, que nos proporciona este sistema de inyección electrónica garantiza una óptima combustión de la mezcla y menor cantidad de gases residuales contaminantes.

Mejor arranque en frío y fase de calentamiento, ya que la ECM entrega la mejor estrategia para la puesta en marcha de un motor en frío, con esto el motor tendrá menor desgaste.

1.3 SEÑALES ELECTRÓNICAS USADAS EN EL SISTEMA MPFI

Primeramente debemos comprender sobre el uso de una herramienta de gran importancia para poder comprender el funcionamiento y dar diagnóstico de los distintos elementos del sistema de inyección electrónica. Esta herramienta, es el *OSCILOSCOPIO* ó *SCOPE.*

1.3.1 Osciloscopio ó Scope

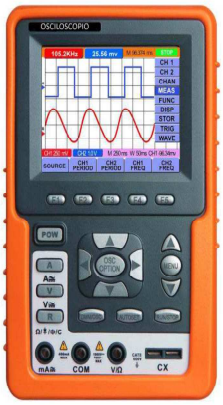


Figura 1.5. Osciloscopio Automotriz.
Beto Booster (2008). SISTEMAS DE ENCENDIDO ELECTRÓNICO - ESQUEMAS, DIAGRAMAS, CIRCUITOS, MÓDULOS Y BOBINAS DE ENCENDIDO. [En línea]. Recuperado el 19 de marzo del 2011, de http://www.encendidoelectronico.com/

El *Osciloscopio ó Scope* es una herramienta de diagnóstico. Como sabemos, la energía eléctrica es el movimiento de electrones a través de un cable conductor, pero, esta energía es invisible al ojo humano, para poder comprobar sus existencia, y estudiarla con más detalle, se usan los comprobadores, con un *multímetro ó DMM automotriz* podemos conocer datos numéricos sobre esta energía, pero un osciloscopio va mas allá, nos despliega en su pantalla el comportamiento grafico de esta energía en el cable conductor.

Con un *Osciloscopio ó Scope* se puede captar el comportamiento de los diferentes sensores, actuadores y PMC para así dar un diagnóstico sobre estos.

EN EL EJE HORIZONTAL nos muestra el transcurrir del tiempo de izquierda a derecha.

EN EL EJE VERTICAL nos muestra el voltaje.

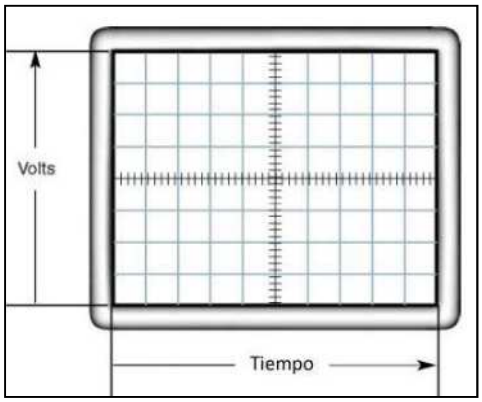


Figura 1.6. Pantalla del Osciloscopio.
Beto Booster (2008). SISTEMAS DE ENCENDIDO ELECTRÓNICO - ESQUEMAS, DIAGRAMAS, CIRCUITOS, MÓDULOS Y BOBINAS DE ENCENDIDO. [En línea]. Recuperado el 19 de marzo del 2011, de http://www.encendidoelectronico.com/

El ECM se comunica con sus actuadores con señales análogas y digitales, estas señales constituyen su lenguaje de comunicación, y el Osciloscopio es una herramienta para poder traducir este lenguaje.

1.3.2 Señales Análogas

Este tipo de señales es muy variable, aparecen frecuentemente en Resistencias Variables (Sensores MAP, TPS), Sensores Piezoeléctricos (Sensor KS), Sensores Inductivos (Sensor CKP), Generadores (Sonda λ), etc.

Estas señales NO pueden ingresar directamente al ECM, porque son muy variables, además pueden tener picos que pueden quemar el ECM, entonces el ECM convierte estas señales digitales para poderlas procesar.

Se puede determinar su voltaje pico, mínimo y medio.

También se puede determinar una *frecuencia*ª aproximada.

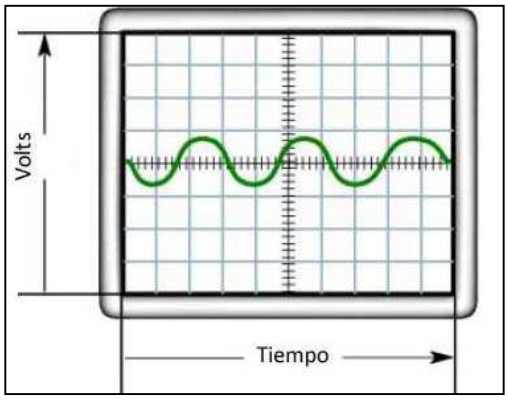


Figura 1.7. Ilustración de un Osciloscopio Indicando Señales Análogas.
Beto Booster (2008). SISTEMAS DE ENCENDIDO ELECTRÓNICO - ESQUEMAS, DIAGRAMAS, CIRCUITOS, MÓDULOS Y BOBINAS DE ENCENDIDO. [En línea]. Recuperado el 19 de marzo del 2011, de http://www.encendidoelectronico.com/

1.3.3 Señales Digitales

Estas señales son de mayor uso en elementos electrónicos, como en el caso del ECM. Estas señales son las típicas de salida del ECM a sus actuadores (Inyector, Bomba de combustible, Válvula IAC, Válvula EGR). Aunque también existen sensores que ingresan al ECM señales (sensor VSS).

Las señales digitales, son señales de forma cuadrada, su forma es de ON (activado 9 voltios) - OFF (desactivado 0 voltios). Por lo tanto son señales con

menos variaciones, tienen menos picos de voltaje que puedan quemar el ECM, y dan mayor facilidad al ECM en el procesamiento de datos.

Estas señales, SI pueden ser procesadas directamente en el ECM.

Al analizar una señal digital con OSCILOSCOPIO es fácil determinar:

1. Voltaje.
2. Frecuencia ó ancho de pulso (tiempo).
3. Ciclo de trabajo (Duty Cicle) (Tiempo en posición ON contra tiempo en posición OFF).

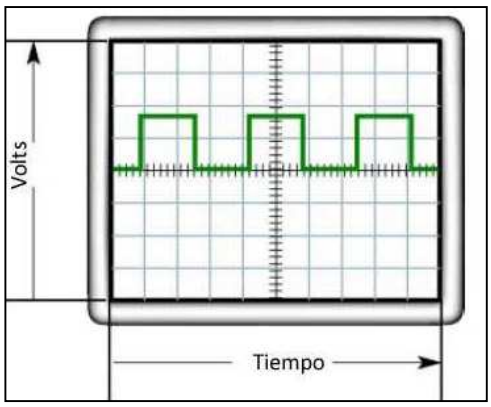


Figura 1.8. Ilustración de un Osciloscopio Indicando Señales Digitales.
Beto Booster (2008). SISTEMAS DE ENCENDIDO ELECTRÓNICO - ESQUEMAS, DIAGRAMAS, CIRCUITOS, MÓDULOS Y BOBINAS DE ENCENDIDO. [En línea]. Recuperado el 19 de marzo del 2011, de http://www.encendidoelectronico.com/

1.4 SCANNER OBDII

Figura 1.9. Scanner OBDII.

Enrique Celis. (2011). O B D II ON BOARD DIAGNOSTIC [Versión electrónica], Fuel injection. Recuperado el 20 de agosto del 2011, de http://automecanico.com/auto2003/obdll.html.

A partir de 1996 la agencia de protección ambiental, ordeno que todos los vehículos vendidos en Estados unidos sean compatibles con OBDII, aunque algunos ya cumplían con esta norma desde 1994, todo esto con el fin de facilitar el diagnóstico de vehículos y sus emisiones. Desde entonces la utilización de este sistema de diagnóstico se ha generalizado por todo el mundo.

El sistema OBDII (On Board Diagnostics Second Generation ó Diagnóstico a Bordo de Segunda Generación), es básicamente un sistema electrónico de diagnóstico que generaliza la forma de leer los códigos de la computadora “a bordo” (ECM) del auto. Básicamente consiste en un puerto de comunicación universal en los ECM de todo vehículo a gasolina con protocolo OBDII (también llamado conector ALDL), y una herramienta de exploración que se conecta e este puerto *(Scanner OBDII).* A diferencia del OBD de primera generación, este sistema no necesita de adaptadores para conectarse con el ECM del auto, sin importar el país de fabricación del mismo. También, en el sistema de

Diagnóstico OBDII, se elimino la necesidad de apagar manualmente la luz de diagnóstico (Check Engine), ya que el mismo sistema lo hace automáticamente.

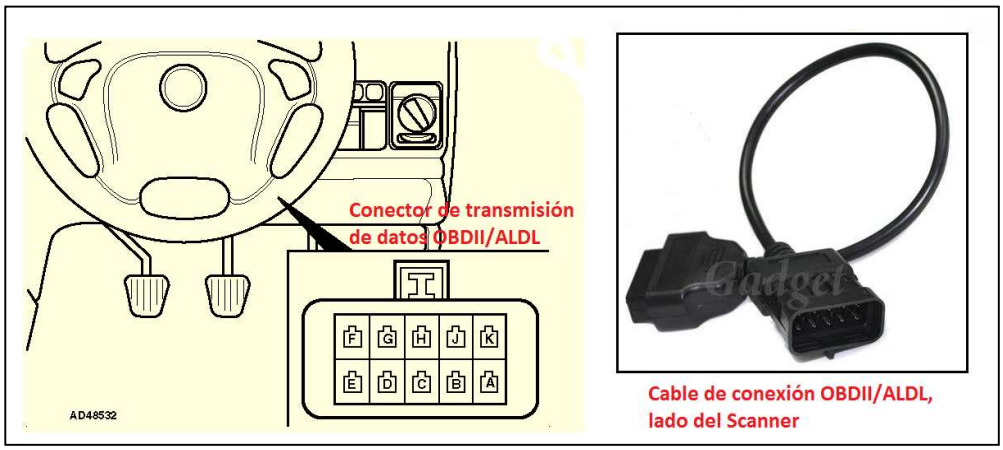


Figura 1.10. Conector OBDII.

AUTODATA.LTD.UK, (2006). AutoData-CD_Version 3.16 [Software de cómputo con especificaciones técnicas de varios modelos vehículos hasta el año 2006]. United Kingdom: Autodata Limited

El sistema **OBDII** almacena una gran cantidad de códigos generales de problemas, junto con códigos específicos de los fabricantes:

Tipo de código:	Sistema donde está la falla:
B	Sistemas de la carrocería.
C	Sistemas del chasis.
U	Comunicaciones de la red.
P	Sistemas del tren de potencia (Motor y Transmisión).

Tabla 1.2. Tipos de códigos OBDII.

Enrique Celis. (2011). O B D II ON BOARD DIAGNOSTIC [Versión electrónica], Fuel injection. Recuperado el 20 de agosto del 2011, de http://automecanico.com/auto2003/obdll.html.

En definitiva el *Scanner OBDII* es un lector de códigos del ECM que se conecta al puerto de conexión ALDL del ECM (este conector se encuentra, ubicado a un lado de la columna de dirección, abajo del tablero de control). Y se procede a leer los códigos de avería almacenados en la memoria del ECM. Los códigos obtenidos, deben ser interpretados, en forma específica, recurriendo al manual del vehículo, ya que, cada fabricante, programa su computadora con sus propios códigos. De ahí la importancia de poseer una base de datos de los códigos de cada vehículo y su interpretación, muchos de estos datos se encuentran en la red.

TECH 2

Es un tipo de Scanner OBDII, debido a que usa el puerto universal OBDII (conector ALDL), pero posee más funciones, por lo cual no se limita a leer los códigos de avería e interpretarlos, sino que también es capaz de borrar los códigos de avería, e incluso modificar ciertos parámetros del sistema, mediante programación del ECM. Por lo tanto es una herramienta de diagnóstico más avanzada que el OBDII tradicional, y es recomendada por GM, ya que maneja una base de datos de los modelos de vehículos más específica y confiable.

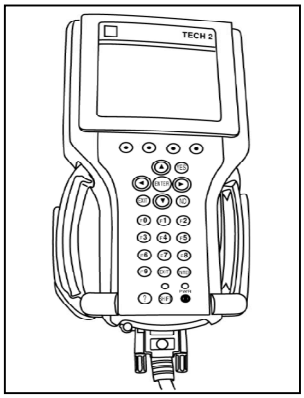


Figura 1.11. Scanner TECH 2.

GM-España (2002). Manual de Servicio Opel Corsa C. Madrid: GM Publicaciones

CAPÍTULO II

MÓDULO DE CONTROL DEL MOTOR – ECM

El ECM (Electronic Control Module ó Módulo de Control Electrónico) es el cerebro del sistema de inyección electrónica, y el componente de mayor importancia, pero básicamente es un micro controlador electrónico que controla todo el sistema de inyección, e incluso otros subsistemas, por tanto es importante conocer más sobre los micro controladores.

2.1 MICRO CONTROLADORES

Los micro controladores son ordenadores *monochip*ª que se usan para hacer regulaciones dependiendo de otros eventos, pueden ser usados en procesos técnicos como es en el caso de la inyección electrónica. Nuestra vida moderna sería imposible sin estos elementos, ya que estos están presentes en todo aparato eléctrico que requiera de una regulación.

Figura 2.1. Micro controlador Motorola 68HC11 y chips de soporte.
Wikipedia, (2011). Micro controlador, [Versión electrónica]. Recuperado el 15 de marzo del 2011, de http://es.wikipedia.org/wiki/Microcontrolador

2.1.1 Componentes

El micro controlador es un elemento electrónico programable que contiene todos los componentes necesarios para un sistema de *micro ordenador*ª*,* ó sea:

- **CPU** (Central Processing Unit), (llamada también núcleo ó core del micro controlador).

Es la unidad programable para que direccione y manipule datos, también sirve para el mando y desarrollo temporal y lógico de un programa.

- **Memoria**

Sirve para almacenar datos e instrucciones de programa, se emplea una *memoria RAM* ª si estos son fijos. Adicionalmente, los micro controladores poseen una pequeña memoria de registro integrada en la CPU para acceso rápido de escritura-lectura (ó sea *memoria de cache* ª)

- **Periferia**

A través de ella, se pueden ingresar informaciones procedentes de fuera y entregar de nuevo.

La periferia puede programarse en una limitada extensión para adaptarse a las necesidades de aplicación.

Los módulos periféricos típicos digitalizan señales análogas externas, ó transforman señales digitales internas en análogas (convertidor analógico-digital ó digital-analógico).

Unos temporizadores hacen posible contar impulsos externos ó miden tiempos entre eventos.

A través de interfaces de comunicación se mantiene el intercambio de datos con otros elementos a través de *buses*ª estandarizados (por ejemplo el *BUS CAN*ª).

Se pueden integrar en el micro controlador muchas otras funciones si se desea.

2.1.2 Operaciones principales

1. Manipular datos (Data Processing).
2. Memorizar datos (Data Storage).
3. Intercambiar datos con el medio ambiente (Data Movement).
4. Control de eventos de datos (Control Mechanism).

Con estas funciones, se puede usar el micro controlador para:

1. Transmitir datos.
2. Memorización ó manipulación de datos (tanto en la memoria como externamente).

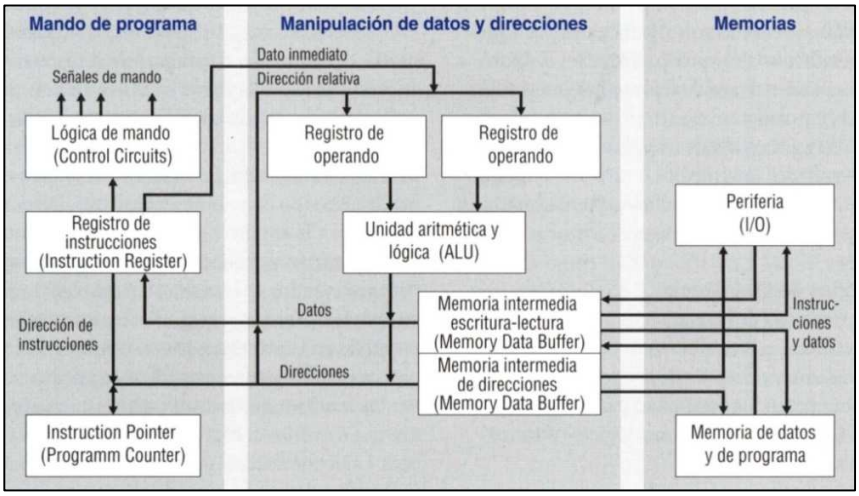


Figura 2.2. Principio de funcionamiento de una CPU (núcleo del micro controlador).
Robert Bosch GmbH (2002). MICROELECTRÓNICA EN EL VEHÍCULO MOTORIZADO. Stuttgart: Editorial Bosch GmbH.

2.2 DESARROLLO Y FABRICACIÓN DE UNIDADES DE CONTROL (ECM´S)

La unidad de control es el puesto central desde el cual se rigen y regulan las funciones del sistema electrónico del auto, por tanto al desarrollar estas unidades de control se exige calidad y fiabilidad en el sistema porque si llega a fallar sería muy prejudicial tanto para los usuarios del vehículo, gente a su alrededor, e incluso para sus fabricantes.

Como ya se menciono anteriormente, un sistema electrónico se compone de:

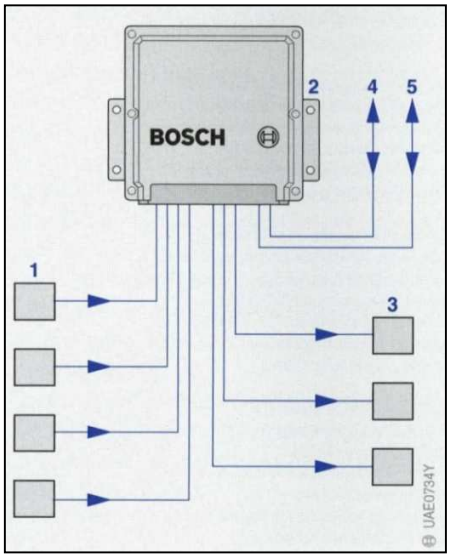


Figura 2.3. Diagrama de un sistema de inyección electrónica.
Robert Bosch GmbH (2002). MICROELECTRÓNICA EN EL VEHÍCULO MOTORIZADO. Stuttgart: Editorial Bosch GmbH.

1. Sensores y transmisores de valores teóricos (señales de entrada).
2. Unidad de control (ECM).
3. Actuadores.
4. Interface hacia otros sistemas.
5. Interface de diagnóstico.

- **Sensores:** miden las condiciones de servicio del sistema electrónico, como por ejemplo la velocidad de giro de las ruedas, temperatura del motor, presión atmosférica, etc.
- **Transmisores de valores teóricos:** detectan valores de ajuste prefijados por el conductor, como por ejemplo los interruptores de mando para el accionamiento del aire acondicionado.

  En definitiva los sensores y transmisores de valores teóricos recogen señales de entrada que luego se evalúan y procesan en la ECM.
- **El módulo de control (ECM):** evalúa y procesa las señales de entrada, para producir señales de salida a los actuadores.
- **Actuadores:** convierten las señales eléctricas de salida provenientes del ECM en magnitudes mecánicas**.**

El proceso de desarrollo de un sistema electrónico completo para un vehículo moderno, consta de varias etapas:

1. **Desarrollo del hardware** (componentes eléctricos, electrónicos, electromecánicos y mecánicos, además cables y cajas); (serian circuitos, placas, procesadores, memorias, sensores, actuadores, cableado, buses, y cajas básicamente).
2. **Desarrollo de las funciones**.
3. **Desarrollo de software** (programación de la computadora).
4. **Aplicación**.

Es importante mencionar que el desarrollo del ECM, es la parte más importante de todo este proceso.

2.3 PROCESAMIENTO DE DATOS EN EL ECM

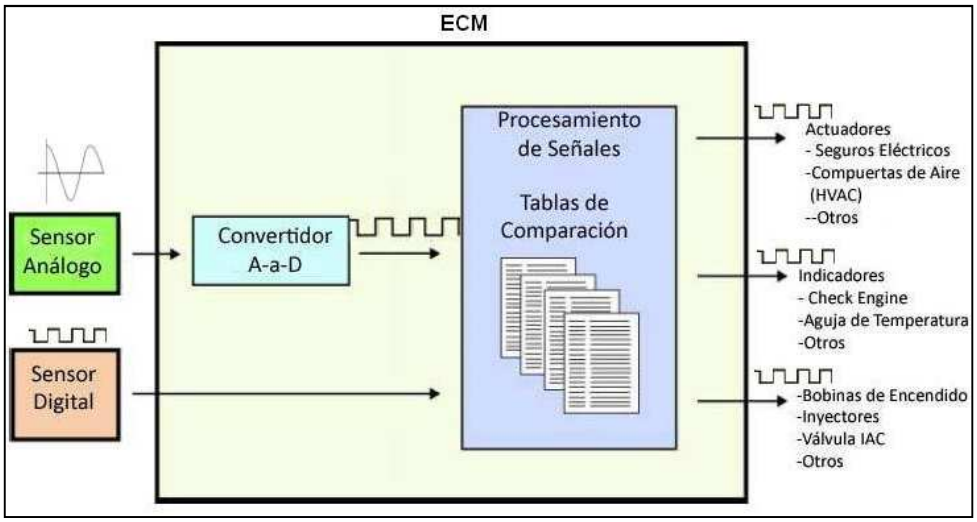


Figura 2.4. Esquema sobre el procesamiento de datos en el ECM.
Beto Booster (2008). SISTEMAS DE ENCENDIDO ELECTRÓNICO - ESQUEMAS, DIAGRAMAS, CIRCUITOS, MÓDULOS Y BOBINAS DE ENCENDIDO. [En línea]. Recuperado el 19 de marzo del 2011, de http://www.encendidoelectronico.com/

Las señales de entrada de datos hacia el ECM pueden ser digitales ó análogas, las señales análogas, necesitan ser convertidas en digitales antes de ser procesadas en el ECM, mientras que las señales digitales pueden ser procesadas directamente en el ECM.

Una vez procesadas las señales en el ECM, este produce señales de salida digitales a los actuadores con instrucciones de funcionamiento, estas señales digitales son producidas por el ECM a través sus componentes internos llamados transistores.

Los transistores son básicamente unos interruptores que se prenden y apagan formando la señal digital requerida por cada distinto actuador (inyectores,

bobinas y módulos de encendido, bomba de combustible, electro ventilador, etc.), estas señales pueden ser analizadas con un osciloscopio.

2.4 MEMORIA EEPROM

Por razones de espacio, las unidades de control en el vehículo están dotadas en su mayoría de elementos SMD (Surface Mounted Device, es decir los elementos ya sean procesadores ó memorias están montados sobre superficie de la placa).

En todo el sistema de circuitos existen muchos elementos con sus entradas y salidas por donde fluyen sus respectivas señales.

La EEPROM (Electronic Erasable Programmable Read Only Memory) es una memoria solamente de lectura y programable electrónicamente que esta soldada o montada permanentemente sobre la placa del ECM.

Por lo general en la EEPROM esta memorizado el PROGRAMA MONITOR con la información de calibración y programación que el ECM necesita para controlar el funcionamiento del tren motriz.

El micro controlador aborda a la EEPROM a través de un Bus de datos, ejecutando las ordenes del PROGRAMA MONITOR, según un orden (a esto se denomina PROGRAMA SECUENCIAL).

El PROGRAMA SECUENCIAL comprende una serie de datos invariables que no pueden ser modificados durante el funcionamiento.

Para volver a programar y calibrar el ECM se necesitara de equipo especial (TECH 2), para poder hacer funcionar el sistema electrónico del vehículo correctamente.

2.5 FUNCIONES DEL MÓDULO DE CONTROL (ECM)

Figura 2.5. Módulo de Control Electrónico (ECM).

Como sabemos, el ECM tiene la función de evaluar las señales de entrada y dependiendo de esto, activar los actuadores para que el sistema actúe como se desea.

El comportamiento total se divide en funciones individuales, como:

- Controla la *inyección de gasolina* en el motor.
- *Regula el número de revoluciones* de ralentí, a través del sistema de control de aire de ralentí *(IAC-V).*
- Interactúa con muchos *sistemas relacionados con emisiones*, regulación lambda (λ, sensor de oxígeno, O^2).
- Revisa si hay *deterioros* en los sistemas y componentes relacionados con emisiones.
- Realiza *diagnósticos a bordo*, para hacer un diagnóstico del sistema electrónico, si existe algún problema de funcionamiento, se crea un código de problema de diagnóstico *DTC* (que pueden ser de tipo A, B y C, los de tipo A y B están relacionados con emisiones, mientras que los de tipo C, no están relacionados con las emisiones).

- El ECM puede advertir al conductor sobre algún problema de funcionamiento en el sistema a través de la luz MIL.
- Controla el sistema de *encendido del motor*.
- *Mando del ventilador del motor*, es importante mencionar que la activación del ventilador no se limita únicamente a activarlo cuando el motor está caliente y apagarlo cuando este se haya enfriado, esta actividad depende de muchas magnitudes de entrada en unidades de control, con las cuales el ECM decidirá si se debe apagar ó prender el ventilador, además cada fabricante de automóviles tiene su propia opinión sobre los rangos a los que debe funcionar el ventilador del motor.
- Controla el *sistema de A/C (Aire Acondicionado).*

Al desarrollar las funciones del ECM se debe cumplir las especificaciones de cada fabricante de vehículos hasta el más mínimo detalle.

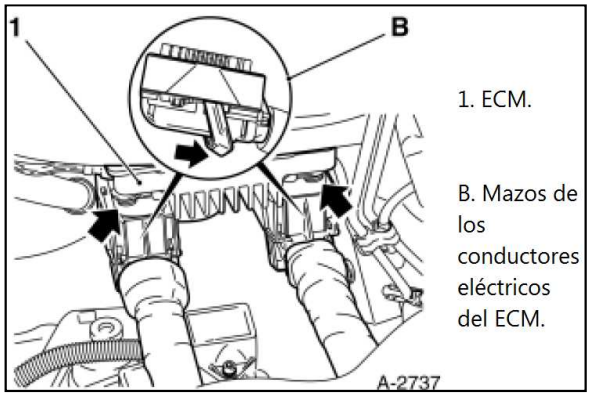


Figura 2.6. Ilustración del (ECM) montado en la carrocería.
GM-España (2002). Manual de Servicio Opel Corsa C. Madrid: GM Publicaciones.

2.6 ACCIONES PREDETERMINADAS DEL ECM

Cada vez que ocurre un mal funcionamiento en el ECM, este mantiene el control del sistema con acciones predeterminadas ó valores calculados que están almacenados en su memoria.

Las acciones predeterminadas evitan una pérdida total del desempeño del motor, pero solo le permiten funcionar hasta cierto nivel, mas no al 100%.

2.7 CONTROLES DE SALIDA DEL ECM

La herramienta de exploración ó *Scanner* solo puede controlar ciertos controles de salida: solenoides, válvulas, motores y relés, que están incluidos en las funciones especiales del scanner, pero es posible que el ECM desactive algunos controles de salida de salida durante cierto tipo de funcionamiento del vehículo.

2.8 TERMINALES DEL ECM

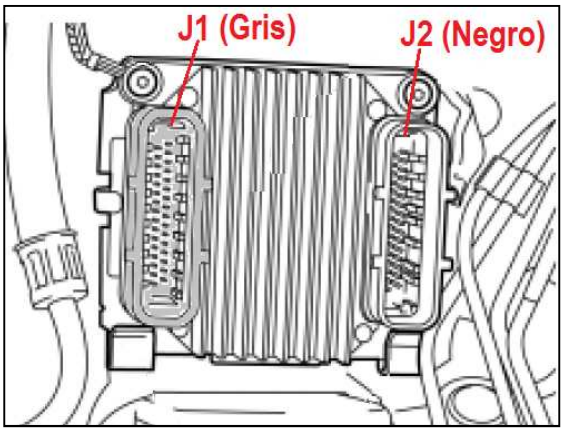
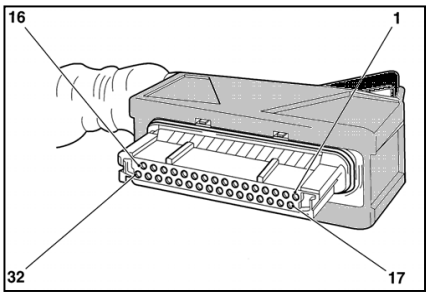


Figura 2.7. Terminales del ECM.

GM-España (2002). Manual de Servicio Opel Corsa C. Madrid: GM Publicaciones.



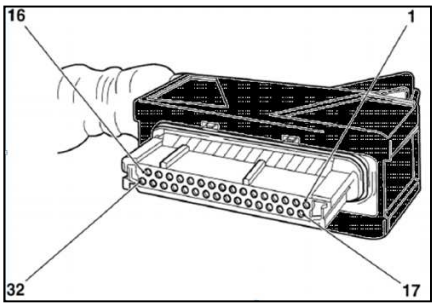
nº	Leyenda	nº	Leyenda
1	T1 Bobina encendido - encendido directo (hilo a tierra con interruptor) Cilindro 1, 4	16	B39 Sensor - Temperatura del refrigerante B65 Sensor - Control de detonación B69 Medidor de masa de aire B82 Potenciómetro de la mariposa (masa)
3	B65 Sensor - Control de detonación (cable de señal)	17	T1 Bobina encendido - encendido directo (hilo a tierra con interruptor) Cilindro 2, 3
5	Y57 Electroválvula - Ventilación del depósito (hilo a tierra con interruptor)	21	B30 Sensor de impulso - Cigüeñal (cable de señal)
6	B30 Sensor de impulso - Cigüeñal (cable de señal)	22	L2B Inyector - Cilindro 2 (hilo a tierra con interruptor)
7	B82 Potenciómetro de la mariposa (cable de señal)	23	B69 Medidor de masa de aire (cable de señal)
8	L2C Inyector - Cilindro 3 (hilo a tierra con interruptor)	24	B69 Medidor de masa de aire (cable de señal)
9	L2A Inyector - Cilindro 1 (hilo a tierra con interruptor)	27	B39 Sensor - Temperatura del refrigerante (cable de señal)
10	S87 Interruptor - Presión de aceite (cable de señal)	28	B70 Sensor de oxígeno de escape (cable de señal)
11	L2D Inyector - Cilindro 4 (hilo a tierra con interruptor)	29	Y20 Motor paso a paso del ralentí Motor
12	Masa	30	Y20 Motor paso a paso del ralentí Motor
13	Y20 Motor paso a paso del ralentí Motor	31	B82 Potenciómetro de la mariposa B69 Medidor de masa de aire (alimentación eléctrica)
14	Y20 Motor paso a paso del ralentí Motor		

Nota:

Terminales asignados, solamente terminales utilizados:

Figura 2.8. Asignación de los terminales del Mazo de conductores de motor M1552, que conecta con el terminal (J1/color Gris) del ECM.

Saúl Lira Brambila, (2011). INYECCIÓN CORSA 2003, [Versión electrónica], Scribd. Recuperado el 5 de marzo del 2011, de http://es.scribd.com/doc/52340803/INYECCION-CORSA-2003



nº	Leyenda	nº	Leyenda
1	B18 Sensor - Presión, aire acondicionado	18	F 2 Fusible (Terminal 30)
2	F 2 Fusible (Terminal 30)	19	S216 Interruptor doble - Luz de parada (cable de señal)
3	F23 Fusible (Terminal 15)	21	S216 Interruptor doble - Luz de parada (cable de señal)
4	XD Enlace para diagnosis Cable de código de parpadeo	22	B18 Sensor - Presión, aire acondicionado
6	K35 Relé - Bomba de combustible (alimentación eléctrica)	26	K35 Relé - Bomba de combustible (hilo a tierra con interruptor)
7	A38 Unidad de mando - Sistema de frenos antibloqueo A119L Módulo convertidor de señal - Velocidad del vehículo, izquierdo B83 Sensor de velocidad del eje secundario de la caja de cambios (señal de distancia)	27	K30A Relé - Ventilador del radiador (hilo a tierra con interruptor)
12	K30B Relé - Ventilador del radiador (hilo a tierra con interruptor)	28	K5 Relé - Compresor, Aire acondicionado (hilo a tierra con interruptor)
14	A15 Módulo de control de la carrocería Y3 Unidad de control del embrague electrónico DLH = Línea de datos (alta)	29	K30D Relé - Ventilador del radiador (hilo a tierra con interruptor)
15	A110 Unidad de mando - Inmovilizador Línea de datos de diagnosis	30	A15 Módulo de control de la carrocería Y3 Unidad de control del embrague electrónico DLL = Línea de datos (baja)
17	B18 Sensor - Presión, aire acondicionado	32	A110 Unidad de mando - Inmovilizador P3.4 Testigo del motor Indicación de fallo

Nota:

Terminales asignados, solamente terminales utilizados:

Figura 2.9. Asignación de los terminales del Mazo de conductores delantero M1551, que conecta con el terminal (J2/color Negro) del ECM.

Saúl Lira Brambila, (2011). INYECCIÓN CORSA 2003, [Versión electrónica], Scribd. Recuperado el 5 de marzo del 2011, de http://es.scribd.com/doc/52340803/INYECCION-CORSA-2003

CAPÍTULO III

FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA DE COMBUSTIBLE MULTEC DELPHI MPFI

El sistema de inyección electrónica Multec Delphi, es un sistema de inyección utilizado en vehículos GM, inicialmente se diseño para sistemas mono punto para pick ups corsa y blazer, pero luego se paso a una versión multipunto secuencial con los vehículos Omega 2.2 MPFI, Suprema 2.2 MPFI y los de la familia Corsa MPFI. Es un sistema de inyección digital, capaz de detectar fallas que luego se almacenan en la memoria del ECM en forma de códigos numéricos.

En este sistema la masa de aire del motor es calculado por el método de velocidad/densidad (*speed/density*), por esta razón sus principales sensores son el de presión absoluta de aire (MAP), el de temperatura de aire de admisión (IAT ó ACT) y el sensor de temperatura del líquido refrigerante (CTS).La eficiencia del proceso de combustión se monitorea mediante un sensor de oxígeno (Sonda lambda, λ, O^2), adicionalmente los electro ventiladores del radiador son controlados por el ECM.

El sistema de encendido es de tipo estático, no utiliza distribuidor (DIS) y no requiere de regulación del punto de ignición (ángulo de encendido)

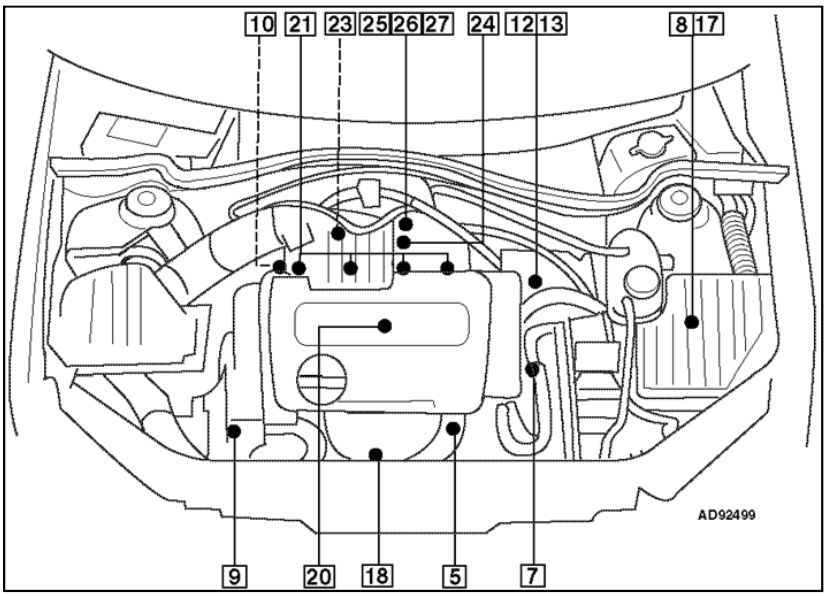
Además es importante mencionar que algunos de los vehículos Corsa MPFI pueden incorporar el sistema inmovilizador de arranque exclusivo de GM (*GM inmovilizer*), pero es un sistema adicional, no todos lo tienen.

Los sensores por lo general generan la señal que va hacia el ECM, donde se procesa y sale en forma de señal digital hacia los actuadores para que ellos ejecuten determinado trabajo.

ROL EN EL SISTEMA	NOMBRE	TIPO DE COMPONENTE ELECTRÓNICO	NÚMERO DE CABLES	TIPO DE SEÑAL GENERADA
Sensor	ECT	Termistor	2	Señal Análoga (continua VDC[a])
Sensor	Sonda λ	Generador	1	Señal Análoga
Sensor	TPS	Resistencia Variable	3	Señal Análoga
Sensor	VSS	Sensor de Efecto Hall	3	Señal Digital
Sensor	MAP	Resistencia Variable	3	Señal Análoga
Sensor	IAT	Termistor	2	Señal Análoga (continua *VDC*[a])
Sensor	CKP	Sensor Inductivo	2	Señal Análoga (alterna *VAC*[a])
Sensor	KS	Sensor Piezoeléctrico	1	Señal Análoga
Ordenador	ECM	Micro controlador	40	*Señal Digital-positiva. *VRef. De alimentación (constante). *Señal Digital negativa
Actuador	Inyector	Electroválvula	2	(Recibe señal Digital del ECM).
Actuador	Bomba de combustible	Bomba Eléctrica	4: (2 Bomba & 2 Flotador)	(Recibe señal Digital del ECM)
Actuador	Sistema EGR	Sistema electrónico para la recirculación de gases de escape	Electroválvula del Sistema EGR: 2 cables.	(Recibe señal Digital del ECM)
Actuador	Válvula IAC	Motor de paso a paso	4	(Recibe señal Digital del ECM)

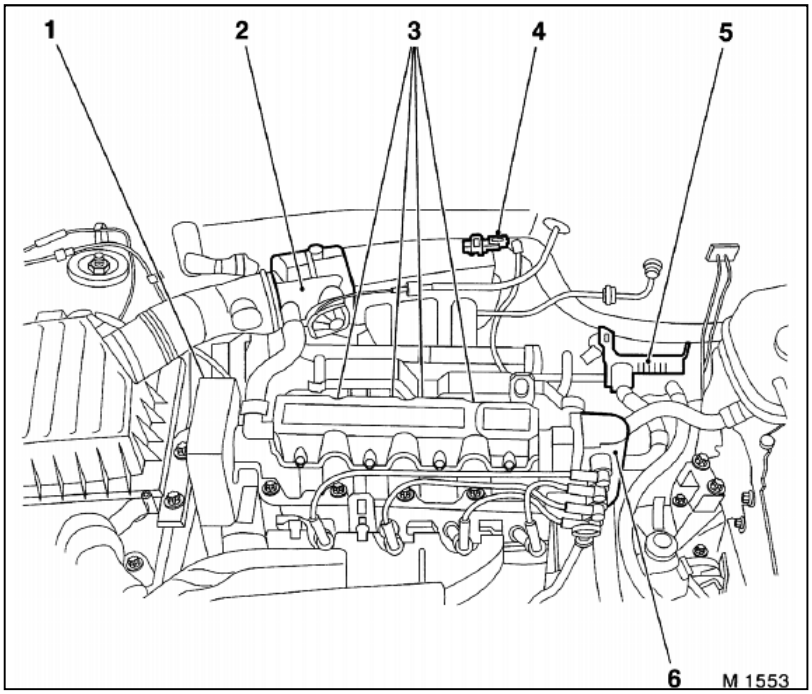
Tabla 3.1. Principales componentes del Sistema de Inyección electrónica de combustible Multec Delphi MPFI.

3.1 LOCALIZACIÓN DE LOS PRINCIPALES COMPONENTES DEL SISTEMA MULTEC DELPHI MPFI EN EL COMPARTIMIENTO DEL MOTOR



5	Sensor de posición del cigüeñal (CKP)
7	Módulo DIS
8	Caja de fusibles y relés en el compartimiento del motor
9	Sensor de temperatura del refrigerante del motor (CTS/ECT)
10	Interruptor de presión del aceite del motor
12	Electroválvula del sistema de recirculación de gases de escape (EGR)
13	Sensor de posición de la válvula de recirculación de gases de escape
17	Relé de la bomba de combustible (en la caja de fusibles y relés)
18	Sensor de oxígeno (sonda lambda)
20	Conjunto de alta tensión (bujías)
21	Inyector
23	Sensor de detonación (KS)
24	Sensor de presión absoluta en el colector con Sensor de temperatura del aire de admisión (MAP con IAT)
25	Sensor de posición del motor de la mariposa 1 (TPS)
26	Sensor de posición del motor de la mariposa 2 (TPS)
27	Motor de posición de la mariposa (TPS)

Figura 3.1. Localización de los componentes del sistema en el compartimiento del motor 1/2. AUTODATA.LTD.UK, (2006). AutoData-CD_Version 3.16 [Software de cómputo con especificaciones técnicas de varios modelos vehículos hasta el año 2006]. United Kingdom: Autodata Limited



N°	DESCRIPCIÓN
1	Sensor CKP
2	Válvula IAC
3	Inyectores de combustible
4	Sensor MAP con IAT
5	ECM
6	Bobina de encendido DIS

Figura 3.2. Localización de los componentes del sistema en el compartimiento del motor 2/2. Saúl Lira Brambila, (2011). INYECCIÓN CORSA 2003, [Versión electrónica], Scribd. Recuperado el 5 de marzo del 2011, de http://es.scribd.com/doc/52340803/INYECCION-CORSA-2003

3.2 FUSIBLES Y RELÉS

Los Fusibles y Relés principales que conforman el sistema eléctrico del Corsa Evolution 1.4 MPFI, están ubicados en el compartimiento del motor, en el lado del conductor, divididos en dos cajas, la una es la **Caja de fusibles y relés**

Principal ó Centro Eléctrico la cual contiene los Fusibles y Relés que principales del sistema de inyección electrónica de combustible y gestión del motor, y la segunda es la **Caja del BCM**, la cual controla los sistemas eléctricos de la carrocería.

En los vehículos corsa todos los fusibles son denominados F y están localizados en el interior de la caja de fusibles y relés Principal.

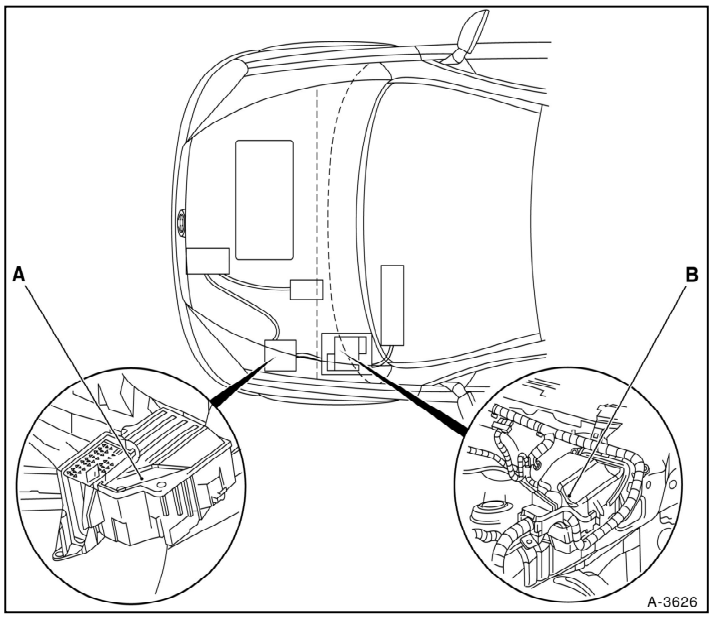


Figura 3.3. Caja de Fusibles y Relés Principal, Ubicada en el compartimiento del motor. GM-España (2002). Manual de Servicio Opel Corsa C. Madrid: GM Publicaciones.

A: Caja de fusibles y relés Principal (Centro Eléctrico)

Contiene los Relés principales que por medio del ECM comandan la mayoría de los sistemas electrónicos de funcionamiento del motor con inyección electrónica de combustible Multec MPFI. Además de los respectivos fusibles para proteger los respectivos circuitos. (Para una mejor descripción de los Relés y Fusibles, ver Anexos 1 y 2).

B: Caja del BCM

Contiene el *Módulo de Control de la Carrocería (BCM)* y los Relés que comandan varios de los circuitos eléctricos de la carrocería, los cuales son:

- Circuito eléctrico de destraba de puertas.
- Circuito eléctrico de traba de puerta del conductor.
- Circuito eléctrico de luz de marcha atrás.
- Circuito eléctrico de traba de puertas de pasajero y traseras.
- Circuito eléctrico de traba de bloqueo.
- Circuito eléctrico de destraba de la tapa trasera.
- Circuito eléctrico de señalización de giro izquierdo.
- Circuito eléctrico de Lavaparabrisas.
- Circuito eléctrico del rociador de la limpia luneta (Solo en versión Full Equipo).
- Circuito eléctrico de señalización de giro derecho.
- Circuito eléctrico de limpiaparabrisas, nivel 1.
- Circuito eléctrico de limpiaparabrisas, nivel 2.
- Circuito eléctrico de limpia luneta (Solo en versión Full Equipo).
- Circuito eléctrico de bocina.
- Circuito eléctrico de luces de estacionamiento.
- Circuito eléctrico de alarma (Solo en versión Full Equipo).

(Para una mejor descripción de los Relés de la caja del BCM, ver Anexo 3).

3.2.1 Módulo de Control de la Carrocería (BCM)

Es básicamente una unidad electrónica que controla a los sistemas eléctricos de la carrocería anteriormente mencionados, dando al conductor una ayuda en

el manejo y mayor confort. Su presencia en el sistema de inyección electrónica es necesaria, ya que el BCM cierra el sistema de información entre los componentes electrónicos con el ECM, creando *un lazo cerrado*, ya que el ECM usa mucha de esta información para poder determinar un buen funcionamiento general del sistema electrónico, y no generar códigos de avería. Sin el BCM se crearía un *lazo abierto de comunicación* entre los distintos elementos del sistema electrónico y los consecuentes códigos de avería, errores ó funcionamiento defectuoso, de ahí la importancia de incorporar este elemento dentro de este proyecto.

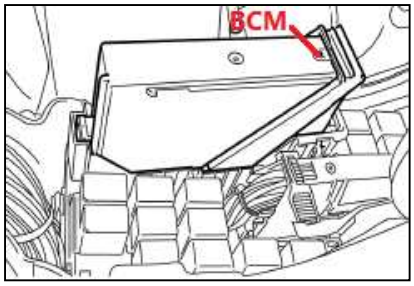


Figura 3.4. Módulo de Control de la Carrocería (BCM).
GM-España (2002). Manual de Servicio Opel Corsa C. Madrid: GM Publicaciones.

3.3 SENSOR DE TEMPERATURA DEL LÍQUIDO REFRIGERANTE (CTS Ó ECT)

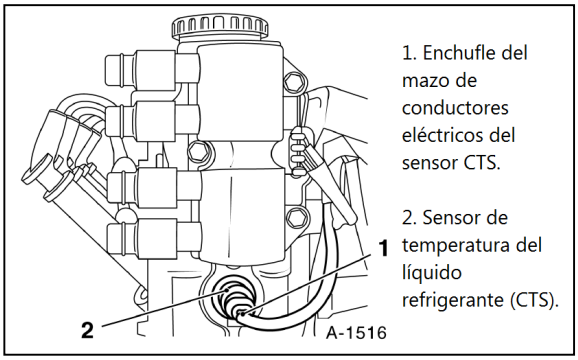


Figura 3.5. Ubicación del Sensor de Temperatura del líquido Refrigerante (CTS ó ECT).
GM-España (2002). Manual de Servicio Opel Corsa C. Madrid: GM Publicaciones.

El sensor de temperatura del líquido refrigerante (*Coolant Temperature Sensor CTS ó Engine Coolant Temperature ECT*), es básicamente un *Termistor* ó *Resistencia Térmica NTC*, montado directamente en el bloque del motor, cuya punta del termistor en contacto con el flujo del líquido refrigerante.

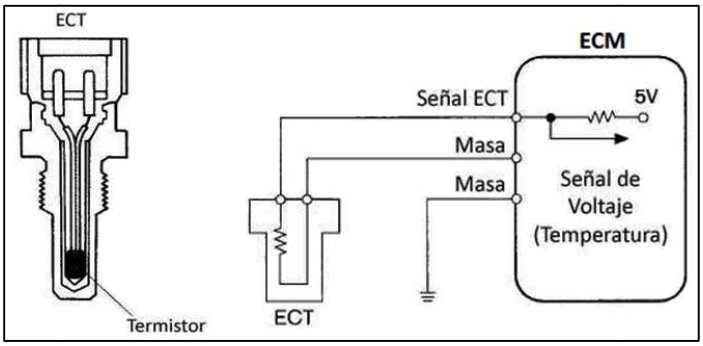


Figura 3.6. Sensor de Temperatura del líquido Refrigerante y su circuito.
Beto Booster (2008). SISTEMAS DE ENCENDIDO ELECTRÓNICO - ESQUEMAS, DIAGRAMAS, CIRCUITOS, MÓDULOS Y BOBINAS DE ENCENDIDO. [En línea]. Recuperado el 19 de marzo del 2011, de http://www.encendidoelectronico.com/

A Baja temperatura del líquido refrigerante da como resultado una resistencia alta (100.000 Ohmios @ 40℃) aproximadamente.

En Alta temperatura del líquido refrigerante el termistor produce baja resistencia (70 Ohmios @ 130℃).

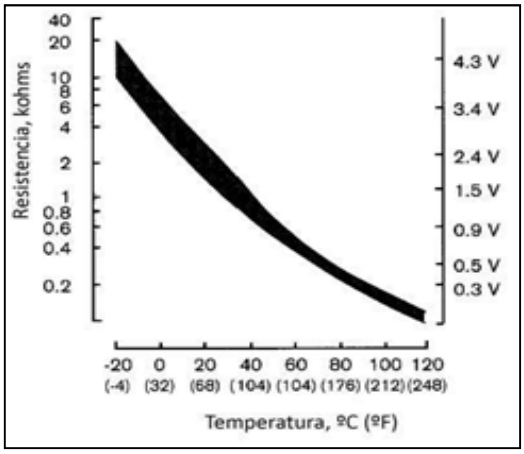


Figura 3.7. Operación de sensores de temperatura ó termistores.
Beto Booster (2008). SISTEMAS DE ENCENDIDO ELECTRÓNICO - ESQUEMAS, DIAGRAMAS, CIRCUITOS, MÓDULOS Y BOBINAS DE ENCENDIDO. [En línea]. Recuperado el 19 de marzo del 2011, de http://www.encendidoelectronico.com/

En la grafica anterior, podemos notar que en los sensores de temperatura ó termistores, “A medida que la temperatura aumenta, la resistencia y el voltaje del sensor disminuyen hasta llegar a un punto superior en la escala de la temperatura, donde la resistencia y voltaje del sensor ya no varían mucho” (a partir de los 60℃ hasta los 120℃ apenas la resist encia varía 0,2 Ohmios y consecuentemente el Voltaje tampoco variará mayormente). “El Voltaje es Alto cuando el motor esta Frío, y el Voltaje es Bajo cuando el motor está Caliente”.

El ECM suministra una señal de 5 voltios al sensor CTS ó ECT, a través de una resistencia y mide el Voltaje. Cuando la temperatura del líquido refrigerante del motor se eleva (por el funcionamiento del mismo), por encima de los 80ºC, el ECM enciende el electro ventilador, enfriando el líquido refrigerante, y solamente se apagará cuando la temperatura sea inferior a los 80ºC. La temperatura del líquido refrigerante es un factor que afecta a la mayor parte de los sistemas controlados por el ECM, (debido a que ECM no puede permitir que

los sistemas trabajen a temperaturas excesivamente calientes ó excesivamente frías).

Es importante mencionar que cuando el ECM detecta una falla, graba el código de defecto (código de avería) correspondiente en su memoria, acciona el electro ventilador y automáticamente asume los siguientes valores de temperatura del motor: -0℃ en el encendido y 80℃ para poder seguir funcionando, aunque no al 100%.

El ECM corregirá luego de varios minutos estos valores en función de la temperatura del aire admitido. Si la falla se hubiera dado con el motor funcionando, el ECM adoptará la misma estrategia, y luego, para restablecer su sistema considerara el último valor de temperatura del líquido refrigerante. De este modo vemos la importancia de los datos de temperatura del líquido refrigerante para el funcionamiento general del sistema.

Oscilograma para Termistores ó Resistencias Térmicas NTC

Al ser los sensores de temperatura utilizados en el vehículo resistencias térmicas de coeficiente negativo (NTC), las lecturas de la señal de estos sensores son poco variables, al medir las señales en un osciloscopio, se compara valores de voltaje vs temperatura (Ver Tabla 4.2). Generalmente las mediciones de los sensores NTC varían en un periodo prolongado de tiempo, conforme varíe la temperatura del motor (Ver Figuras a continuación). Estos datos son muy importantes al momento de dar un diagnóstico.

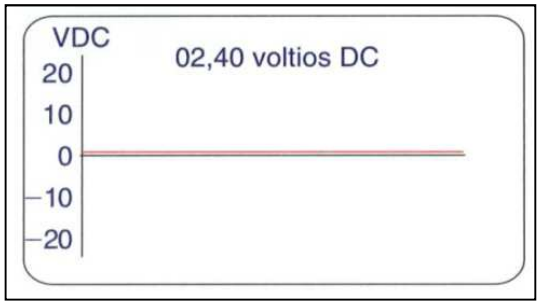


Figura 3.8. Señal de un termistor funcionando a 80℃.
Jesús Rueda Santander (2011). Manual Técnico de Fuel Injection Tomo 2 (4ª Edición). Guayaquil: Diseli Editores.

Como se puede notar en la siguiente figura, el modo de funcionar de las resistencias NTC se da de la siguiente forma: “A medida que la temperatura aumenta, la resistencia eléctrica del sensor disminuyen”, y viceversa. “A medida que la temperatura disminuye, la resistencia eléctrica del sensor aumenta”.

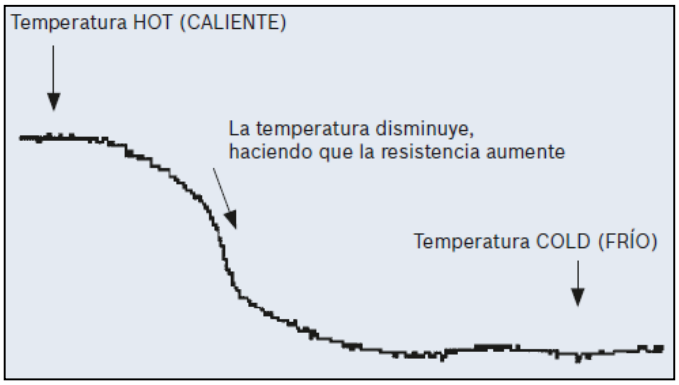


Figura 3.9. Oscilograma para Termistores ó Resistencias Térmicas NTC, (CTS y ACT).
Robert Bosch (2009), Sistemas de inyección electrónica, Autopartes [Versión en línea]. Recuperado el 4 de marzo del 2011, de http://www.boschservice.com.pe/informaciones_tecnicas/pdf/sistemas_inyeccion_electronica.pdf

3.4 SONDA LAMBDA (λ), (EGO), (O^2)

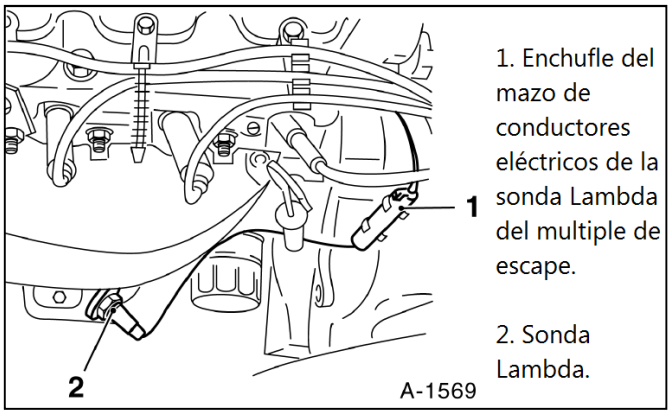


Figura 3.10. Ubicación de la Sonda lambda ó Sensor de Oxígeno.
GM-España (2002). Manual de Servicio Opel Corsa C. Madrid: GM Publicaciones.

La Sonda Lambda ó sensor de oxígeno (*EGO Exhaust Gas Oxigen Sensor*). Se encuentra localizada en el colector de escape del vehículo. Este sensor informa al ECM las variaciones de la concentración de oxígeno en los gases de escape, para que el ECM pueda hacer las correcciones en la mezcla aire-combustible, tratando de mantener la ideal ó mezcla estequiométrica ideal (14,7:1), en conclusión la sonda le dice al ECM si los gases están saliendo bien combustionados por el escape, si no lo están, el ECM debe hacer correcciones en el ancho del pulso del inyector de combustible, modificándolo de 1,8 a 2 milisegundos según sea el requerimiento del motor. La sonda lambda comienza a actuar cuando se alcanza una temperatura de trabajo de 360℃, entonces es alimentada por el ECM con un voltaje de 0,450 voltios aproximadamente.

La sonda lambda consiste básicamente en un elemento de circonio colocado entre dos placas de platino, al entrar en contacto el oxígeno con el circonio este se hace conductor eléctrico (electrolito) con el cual en las placas de platino

provocara una reacción química, que hace que haya formación de iones de oxígeno entre las placas. Esta información electrónica ira al ECM donde se procesa, de este modo se puede determinar la proporción de oxígeno en los gases de escape.

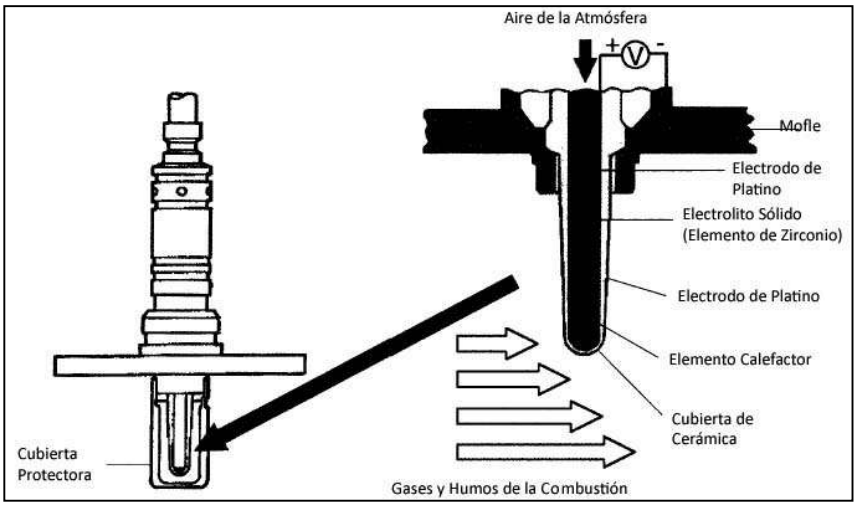


Figura 3.11. Sensor de oxígeno dentro del colector de escape.

Beto Booster (2008). SISTEMAS DE ENCENDIDO ELECTRÓNICO - ESQUEMAS, DIAGRAMAS, CIRCUITOS, MÓDULOS Y BOBINAS DE ENCENDIDO. [En línea]. Recuperado el 19 de marzo del 2011, de http://www.encendidoelectronico.com/

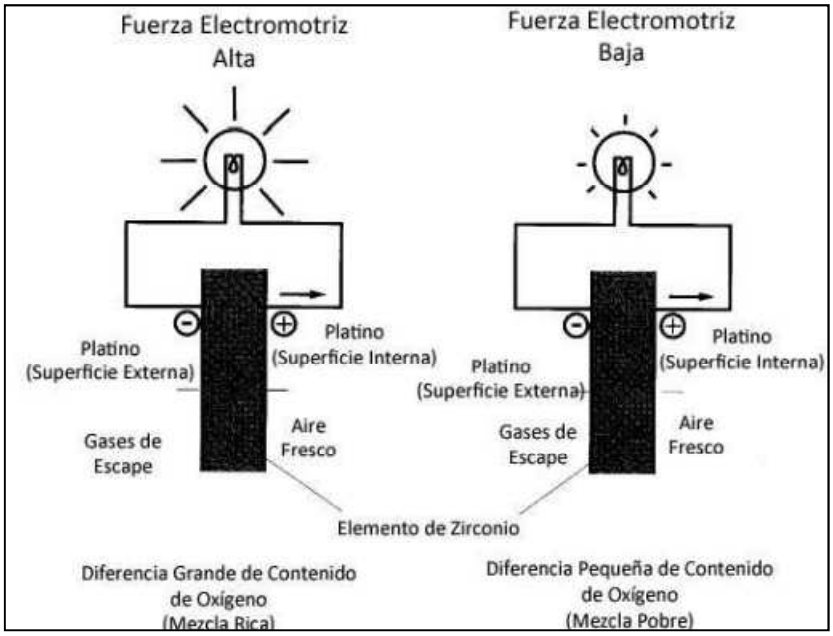


Figura 3.12. Operación del sensor de oxígeno.

Beto Booster (2008). SISTEMAS DE ENCENDIDO ELECTRÓNICO - ESQUEMAS, DIAGRAMAS, CIRCUITOS, MÓDULOS Y BOBINAS DE ENCENDIDO. [En línea]. Recuperado el 19 de marzo del 2011, de http://www.encendidoelectronico.com/

Cuando hay menos oxígeno en los gases de escape (dentro del colector de escape), existe una diferencia muy grande en el contenido de oxígeno (la mezcla es rica) en comparación con el lado atmosférico (exterior), esto produce un voltaje elevado. En el caso contrario, cuando hay mas oxígeno en los gases de escape, existe una pequeña diferencia con el lado atmosférico (La mezcla es pobre), entonces se produce una señal de voltaje baja.

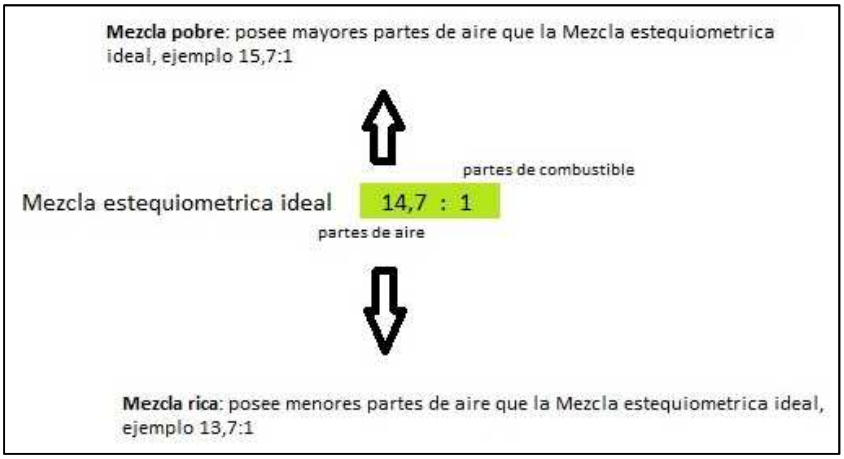


Figura 3.13. Relación de la mezcla aire/combustible.

Oscilograma de la Sonda Lambda

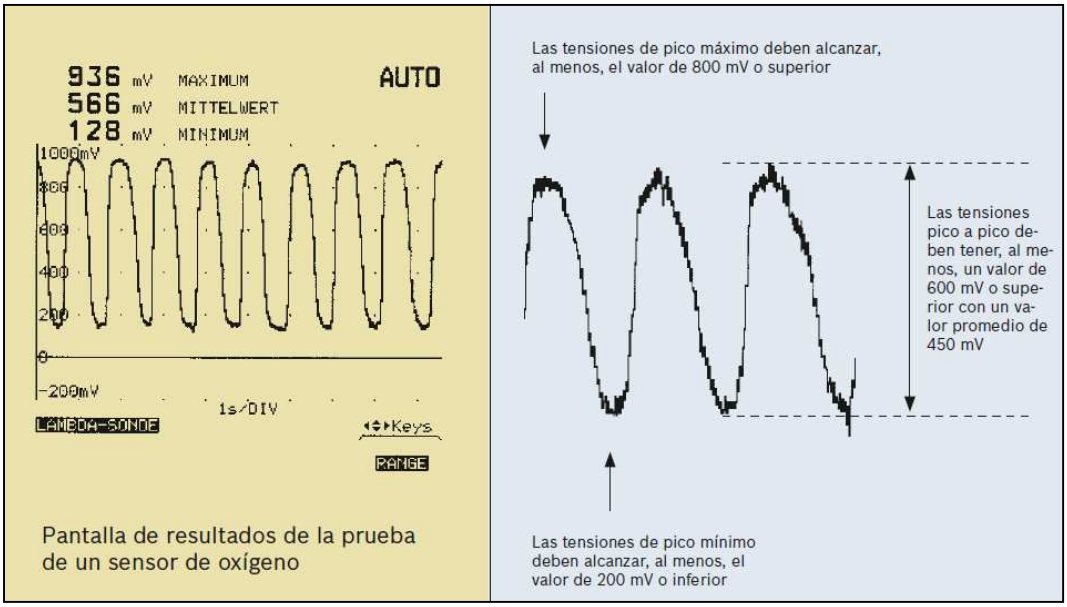


Figura 3.14. Señal de la sonda lambda vista en el osciloscopio.

Robert Bosch (2009), Sistemas de inyección electrónica, Autopartes [Versión en línea]. Recuperado el 4 de marzo del 2011, de http://www.boschservice.com.pe/informaciones_tecnicas/pdf/sistemas_inyeccion_electronica.pdf

3.4.1 Estrategias del ECM con base en la señal de la Sonda Lambda

1. **STFT (Short Time Fuel Trim ó Recorte de combustible a corto plazo):** Cuando la sonda Lambda reporta una mezcla demasiado pobre al ECM, este aumenta hasta en un 25% el pulso del inyector para tratar de mantener proporción de la mezcla cercana a la mezcla estequiometria ideal de (14,7:1). Esta mezcla pobre reportada por la sonda lambda, cuando es leve puede deberse a una variación en la exigencia al motor (en cuestas y en bajadas, se vuelve al estado normal rápidamente), pero cuando es grave puede deberse a una pérdida de vacío leve en el motor por el desgaste, entonces el ECM compensa esto inyectando más gasolina.

   Si el problema se soluciona en pocos ciclos (por lo menos tres ciclos), el STFT vuelve a cero ó se borra al retirar la llave del switch del auto. Al encender de nuevo el auto, el ECM vuelve a censar los valores de la mezcla combustionada y corregirlos a través del LTFT de nuevo.

2. **LTFT (Long Time Fuel Trim ó Recorte de combustible a largo plazo):** Cuando el problema de pérdida de vacío en el motor es grave (debido a problemas mecánicos serios) y persiste, el ECM elige un valor de las tablas de calibración del ancho de pulso del inyector almacenadas en su memoria para efectuar una corrección a largo plazo y lo amacena en su memoria RAM.

   La calibración para aumentar el ancho de pulso del inyector a largo plazo solo puede llegar hasta un 25%, si es superior el ECM crea un *código de avería ó Check Engine,* indicando que el motor ya no está al 100% de funcionamiento y necesita una reparación.

   Los datos almacenados en la memoria RAM solo pueden ser borrados al resetear la memoria del sistema ó al reparar el motor.

La memoria del sistema se resetea desconectando la batería durante aproximadamente 20 segundos.
Luego de una reparación del motor el ECM comienza desde cero y comienza a censar con su sonda lambda desde cero.

Los datos de *LTFT* y *STFT* del sistema de inyección de combustible de el Chevrolet corsa pueden ser visualizados con un *Scanner u OBDII* conectado al cable de transferencia de datos del ECM y el vehículo en funcionamiento, y en si son una buena forma de dar diagnóstico del estado mecánico del motor.

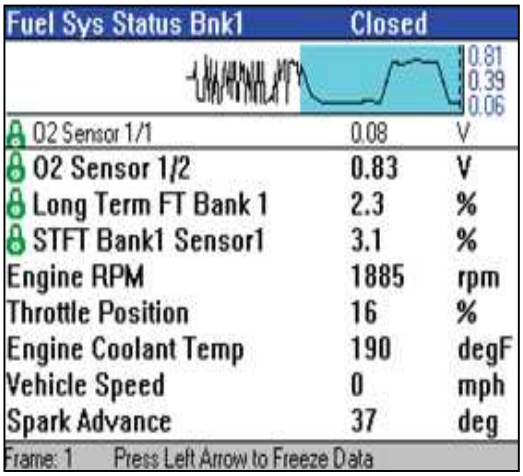


Figura 3.15. Medición del STFT y LTFT con un Scanner OBDII.
MAGNAFLOW EUROPA, (2011). STFT y LTFT, [Versión electrónica]. Recuperado el 15 de marzo del 2011, de http://www.magnaflow.eu/00italy/02catalytic_converters/04basics/gifs/fuelSystStatus.jpg

3. Cuando el ECM detecta una falla en el circuito de la sonda lambda, este deja de considerar la señal de la sonda y asume un voltaje fijo de 0,450 voltios (que equivalen a la mezcla estequiométrica ideal), todo esto para poder seguir funcionando hasta que se solucione el problema.

3.5 SENSOR DE POSICIÓN DE LA MARIPOSA (TPS)

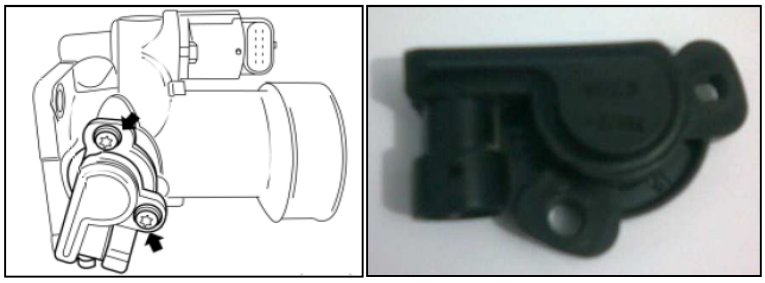


Figura 3.16. Sensor TPS.
GM-España (2002). Manual de Servicio Opel Corsa C. Madrid: GM Publicaciones.

El sensor de posición de la mariposa de aceleración (Throttle Position Sensor o TPS por sus siglas en ingles) se encuentra en la base del cuerpo de aceleración, en el lado opuesto del cable del acelerador, es básicamente un potenciómetro conectado al eje de la placa en el cuerpo de mariposa del acelerador.

El TPS constituye una de las entradas de datos al ECM, estos datos se usan en el cálculo de la cantidad de combustible a ser inyectado en el motor. La función principal del TPS es informar al ECM los movimientos bruscos de la placa de aceleración al momento de acelerar y desacelerar. El ECM alimenta este sensor con un voltaje de 5 voltios y una tierra, y el sensor devuelve al ECM una señal basada en la posición de la placa del acelerador que varía entre 0,45 en máxima aceleración y 0,85 en aceleración mínima.

Cuando se detecta una falla en el circuito del TPS, el ECM no es capaz de ajustar la inyección de combustible con rapidez suficiente, haciendo que el motor ande solamente en marcha lenta, mientras se basa solamente en los datos de rotación del motor hasta que se corrija la falla.

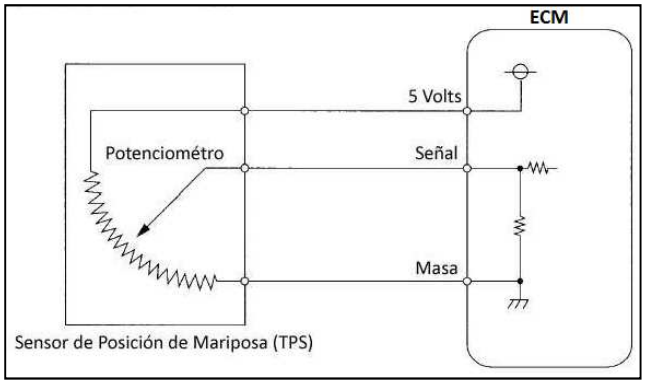


Figura 3.17. Circuito del sensor TPS.
Beto Booster (2008). SISTEMAS DE ENCENDIDO ELECTRÓNICO - ESQUEMAS, DIAGRAMAS, CIRCUITOS, MÓDULOS Y BOBINAS DE ENCENDIDO. [En línea]. Recuperado el 19 de marzo del 2011, de http://www.encendidoelectronico.com/

El ECM recibe la señal del TPS y la compara con los valores de rotación y carga del motor para poder determinar la cantidad de combustible a inyectar, más si la señal esta fuera de rango, el ECM lo identifica como una falla y crea su respectivo código de avería.

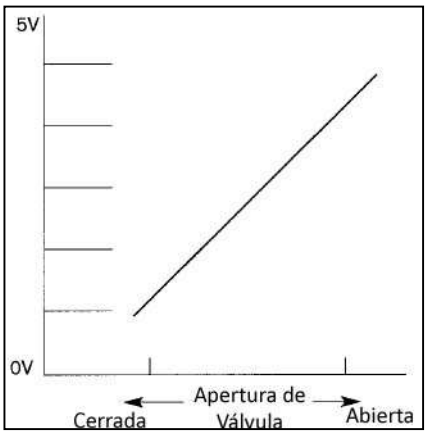


Figura 3.18. Valores de salida de un sensor TPS.
Beto Booster (2008). SISTEMAS DE ENCENDIDO ELECTRÓNICO - ESQUEMAS, DIAGRAMAS, CIRCUITOS, MÓDULOS Y BOBINAS DE ENCENDIDO. [En línea]. Recuperado el 19 de marzo del 2011, de http://www.encendidoelectronico.com/

Oscilograma de Sensor TPS

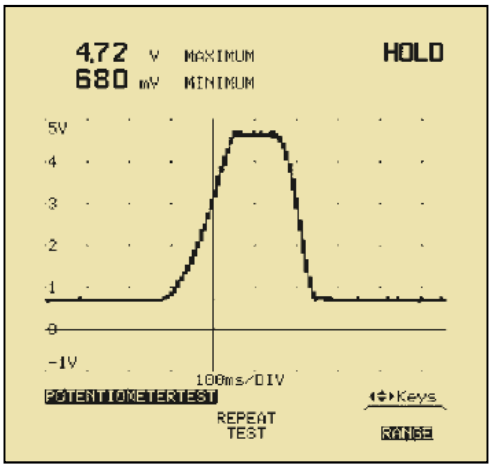


Figura 3.19. Señal del sensor TPS, en aceleración súbita.

Robert Bosch (2009), Sistemas de inyección electrónica, Autopartes [Versión en línea]. Recuperado el 4 de marzo del 2011, de http://www.boschservice.com.pe/informaciones_tecnicas/pdf/sistemas_inyeccion_electronica.pdf

3.6 SENSOR DE VELOCIDAD (VSS)

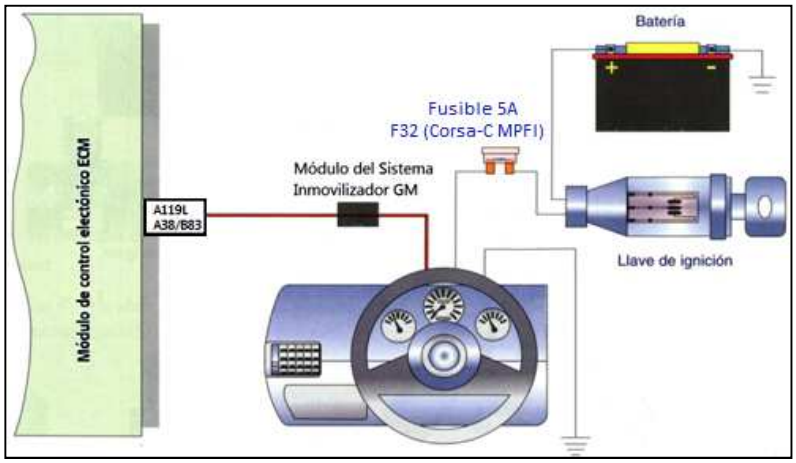


Figura 3.20. Circuito del sensor VSS.

Jesús Rueda Santander (2011). Manual Técnico de Fuel Injection Tomo 2 (4ª Edición). Guayaquil: Diseli Editores.

El sensor de velocidad (VSS Vehicle Speed Sensor), es un sensor que proporciona al ECM una señal de pulso cuya frecuencia es proporcional a la velocidad del vehículo. El ECM usa esta señal para tres funciones:

1. Estabilizar la marcha mínima (ralentí).
2. Controlar el freno del motor.
3. Controlar el relé del aire acondicionado (A/C).

Es básicamente un sensor de efecto *Hall* que está conectado a la carcasa de la caja de cambios para poder medir la velocidad del vehículo, esta información va al ECM y de ahí al panel de instrumentos.

En los vehículos corsa Evolution se usa un panel de instrumentos analógico, ó sea con medidores análogos ó de aguja.

Es importante mencionar que los vehículos Corsa Evolution, poseen un sistema inmovilizador con un módulo que está conectado indirectamente con la salida de datos de velocidad de vehículo desde el ECM hacia el tablero, de modo que en módulo del Inmovilizador hace de puente de transmisión de datos entre el sensor VSS y el ECM, pero sin este puente el ECM quedaría sin señal de velocidad y el vehículo se apagaría en desaceleraciones (Como estrategia el ECM andaría en marcha mínima al no tener los datos de velocidad del vehículo).

Sensor de Efecto Hall: Es un sensor electrónico que utiliza el efecto Hall para medir campos magnéticos, corrientes ó determinar posición. Los sensores de efecto Hall en vehículos, se utilizan para medir velocidades de rotación ó detectar la posición de un determinado elemento. Su principal ventaja es que pueden ofrecer datos fiables a cualquier velocidad de rotación. Y sus inconvenientes son su complejidad y alto precio.

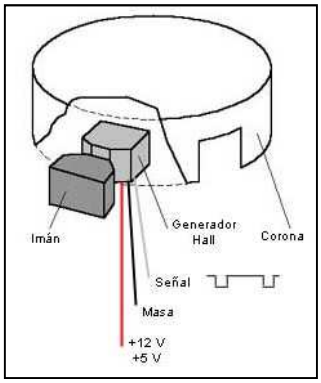


Figura 3.21. Sensor de efecto Hall.

AUTOCITY.COM, (2011). Sensor Hall, [Versión electrónica]. Recuperado el 15 de marzo del 2011, de http://www.autocity.com/img/manuales/Sensorhall.jpg

Oscilograma del Sensor VSS

Al conectar el osciloscopio al cable de señal del sensor, se puede observar una señal digital producida por este sensor, esta señal si puede ser ingresada en el ECM.

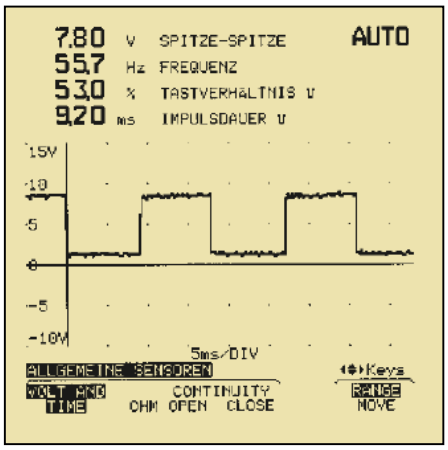


Figura 3.22. Oscilograma del Sensor VSS de efecto Hall.

Robert Bosch (2009), Sistemas de inyección electrónica, Autopartes [Versión en línea]. Recuperado el 4 de marzo del 2011, de http://www.boschservice.com.pe/informaciones_tecnicas/pdf/sistemas_inyeccion_electronica.pdf

3.7 SISTEMA INMOVILIZADOR GM

Es un sistema creado por GM para reducir los intentos de robos de vehículos, debido a que su ECM (que controla el motor) únicamente funciona luego de hacer la lectura del código secreto existente en el transponder de la llave.

Si el código es correcto, el módulo que posee este sistema informa al ECM que puede encender el motor. Pero si el código es errado ó no puede ser leído, el ECM graba un código de avería y corta el sistema de inyección de combustible, de esta forma el motor no se prenderá.

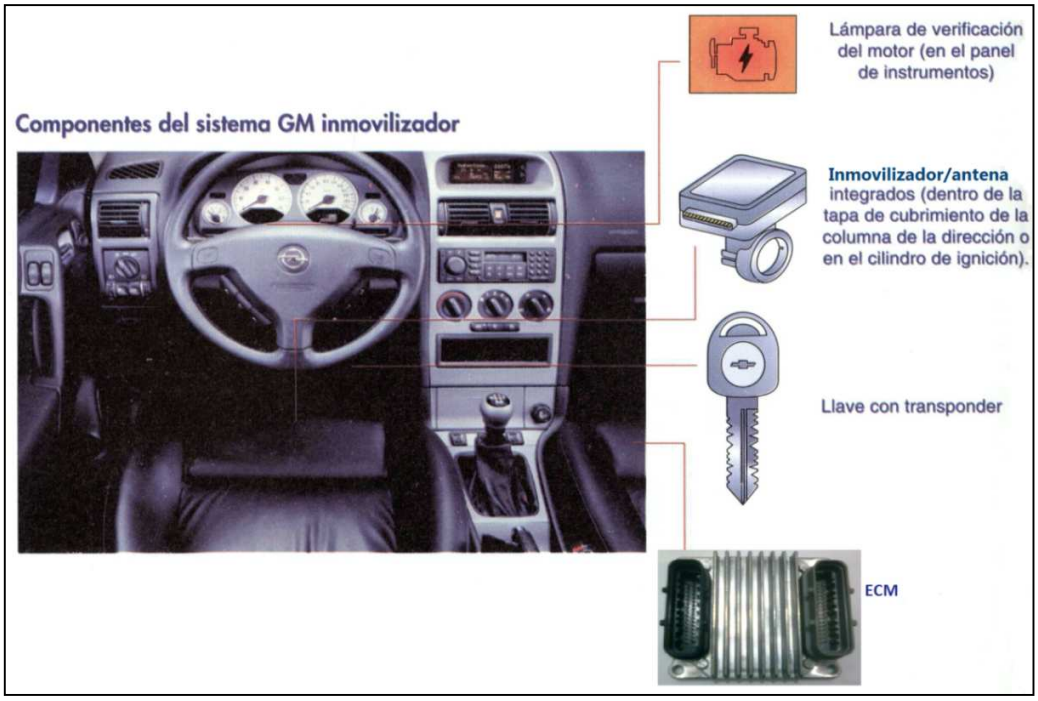


Figura 3.23. Componentes del sistema inmovilizador GM.
Jesús Rueda Santander (2011). Manual Técnico de Fuel Injection Tomo 2 (4ª Edición). Guayaquil: Diseli Editores.

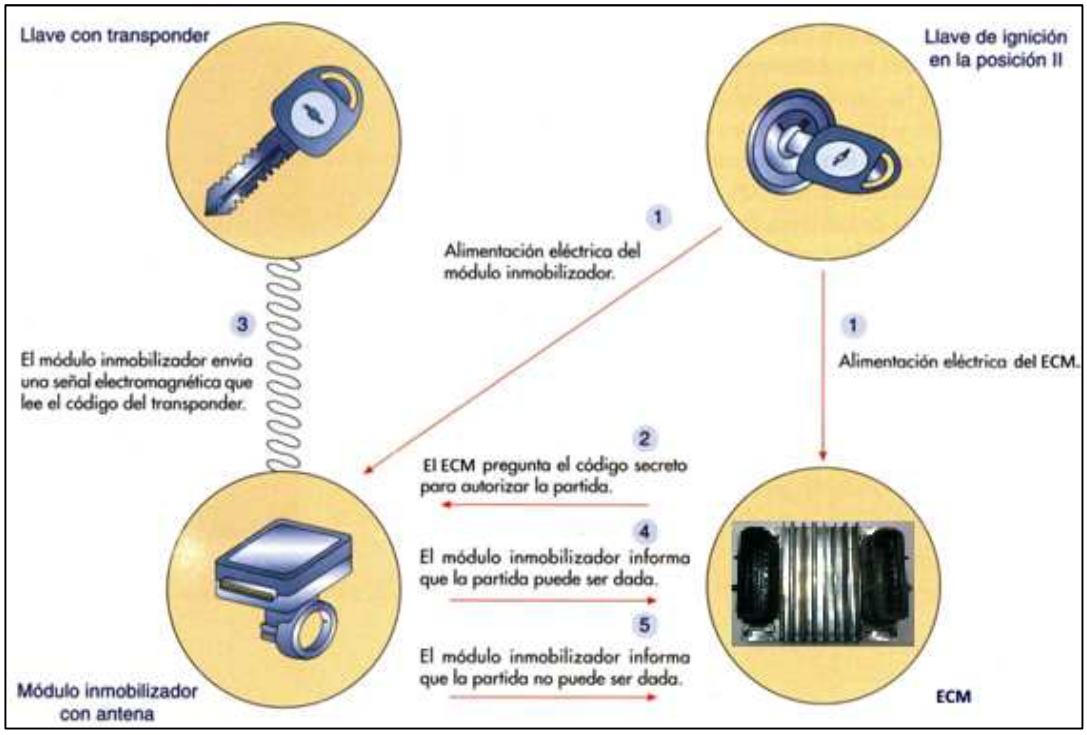


Figura 3.24. Principio de funcionamiento del sistema inmovilizador GM.
Jesús Rueda Santander (2011). Manual Técnico de Fuel Injection Tomo 2 (4ª Edición). Guayaquil: Diseli Editores.

El principio de funcionamiento correcto de este sistema depende de la sincronización de sus elementos, primeramente tenemos la llaves con un transponder que emite una señal electromagnética a manera de código secreto que al acercarse al colocarse en el switch de encendido, envía la señal a manera de código hacia el módulo (cada llaves tiene su propio código), si el código identificado por el módulo es el correcto, este informa al ECM que la partida puede ser dada, caso contario informa al ECM que la partida no puede ser dada y el vehículo no se enciende.

En la siguiente figura se pueden observar las conexiones entre el módulo inmovilizador con el ECM y los distintos elementos del sistema Inmovilizador GM, los cuales interactuan sincronizadamente para (si todo esta correcto), finalmente dar la orden de encendido del motor.

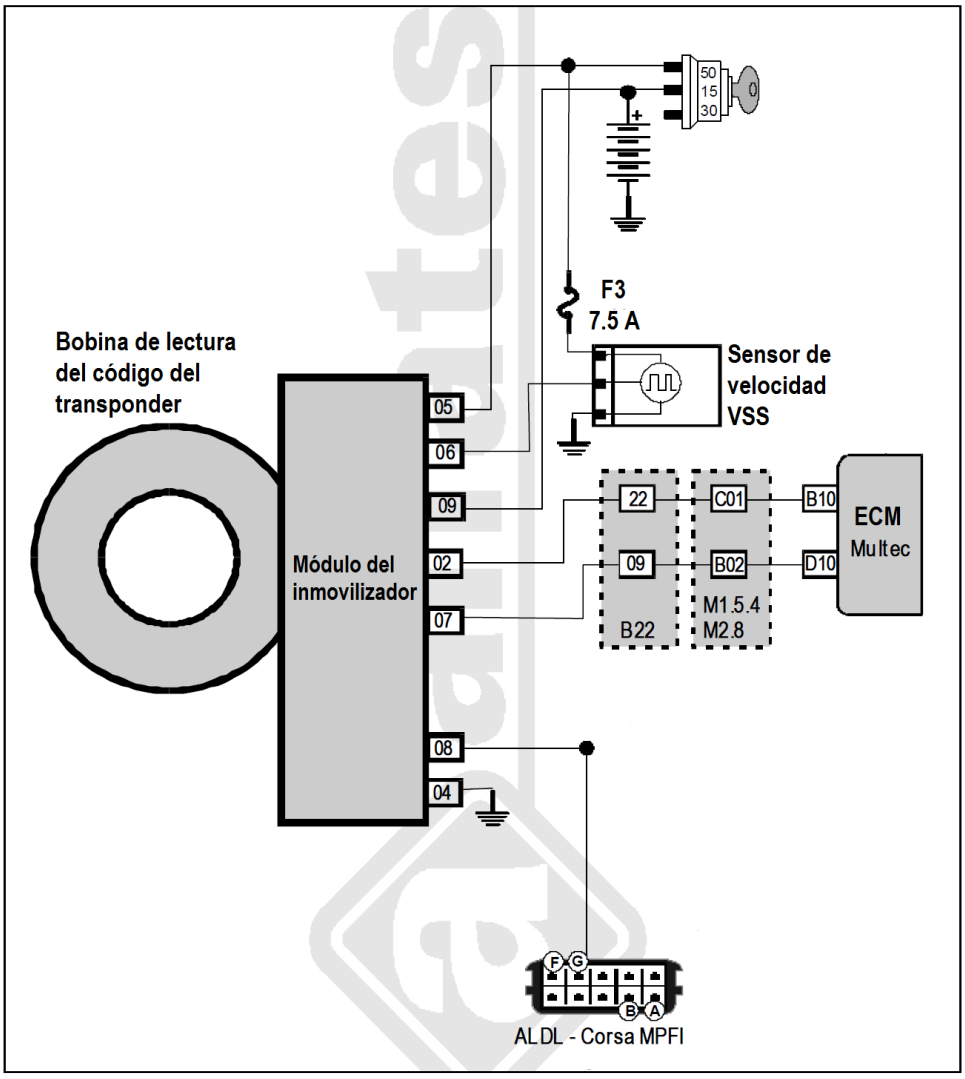


Figura 3.25. Esquema eléctrico del sistema inmovilizador GM.

CISE ELECTRÓNICA & CISE ELECTRONICS CORP. (2011), Novedades y capacitación online en electrónica automotriz. . [En línea]. Recuperado el 22 de marzo del 2011, de http://www.cise.com/portal/index.php

Conector eléctrico del módulo inmovilizador/antena

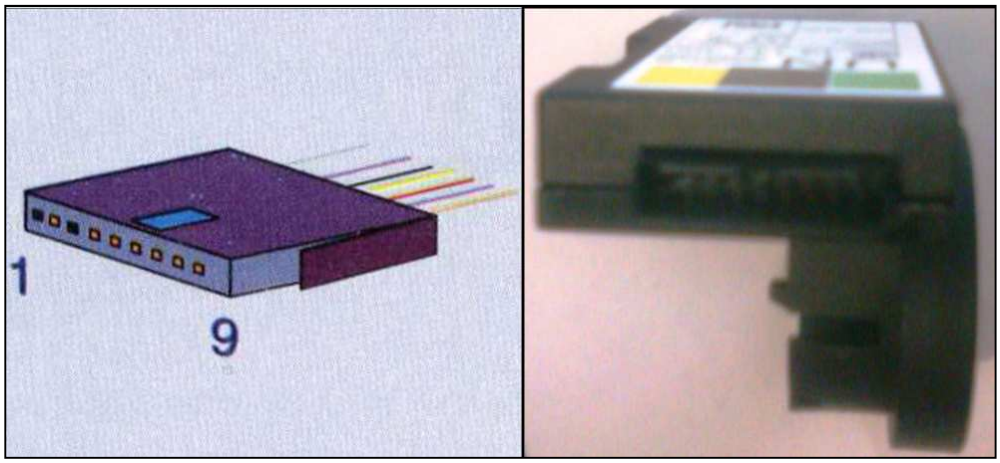


Figura 3.26. Conector del módulo inmovilizador.
Jesús Rueda Santander (2011). Manual Técnico de Fuel Injection Tomo 2 (4ª Edición). Guayaquil: Diseli Editores.

2. Viene de la lámpara de verificación de la inyección ó de motor (MIL/SES).

4. Tierra del módulo inmovilizador.

5. Alimentación positiva del módulo inmovilizador (línea 15 – llave de ignición).

6. Señal proveniente del sensor de velocidad (VSS).

7. Señal de velocidad/código de la llave (va al ECM).

8. Va al conector de diagnóstico (ALDL).

9. Alimentación positiva del módulo inmovilizador (línea 30 – directo de la batería).

Nota: En la lista anterior solo se nombra los terminales útiles.

3.8 LÍNEA DE COMBUSTIBLE

Es un sub-sistema perteneciente al sistema de inyección electrónica de combustible, se encarga de suministrar un flujo constante de gasolina (limpia y a una adecuada presión) hacia el motor, para formar la mezcla que será combustionada en su interior.

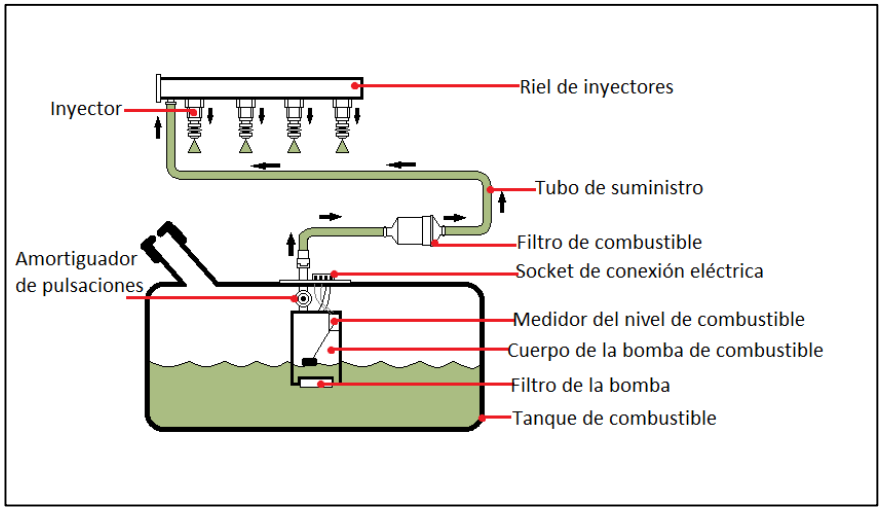


Figura 3.27. Línea de combustible de un sistema de inyección electrónica.

La línea de combustible del Corsa Evolution es del tipo sin retorno, el cual funciona bajo una presión de 3.8 [bar]. En este sistema, la gasolina pasa por los siguientes elementos (en este orden), desde su salida desde el depósito de combustible hasta llegar al motor:

1. Depósito de combustible.
2. Filtro de la bomba de combustible.
3. Bomba eléctrica de combustible.
4. Regulador de presión.
5. Filtro de combustible.
6. Inyector.

3.8.1 Depósito de combustible

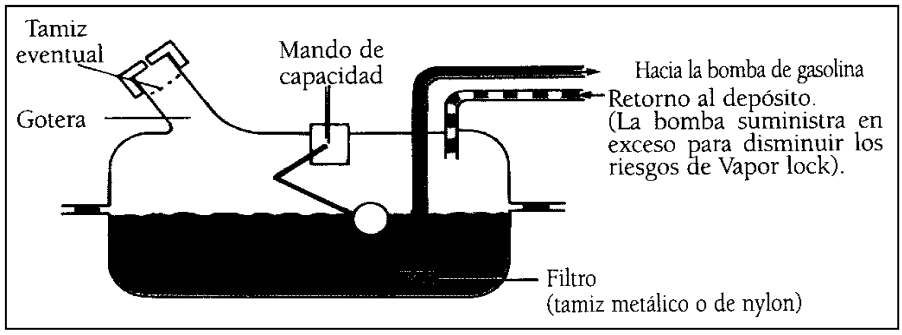


Figura 3.28. Depósito de combustible ó tanque de combustible.
M. ARIAS PAZ (2004). MANUAL DE AUTOMÓVILES (55 ª Edición). Madrid: Editoriales Dossat 2000.

Es un contenedor de combustible líquido (gasolina), que permite almacenar 54 litros de combustible de combustible para alcanzar una autonomía de funcionamiento del motor de aproximadamente 628 kilómetros en ciudad y de 730 kilómetros en carretera.

Internamente tiene unos compartimientos para evitar que los movimientos oscilantes del combustible al estar el vehículo en funcionamiento (desniveles), repercutan en la velocidad del vehículo, ó incluso que el motor se quede sin combustible.

Está ubicado estratégicamente en la parte posterior-central del vehículo, debajo del asiento trasero (fuera del alcance de las deformaciones que se podrían producir en un choque, ó volcamiento).

Esta construido en chapa de acero, galvanizado interiormente para evitar la corrosión y con pintura protectora exterior.

El tapón de llenado es ventilado, y posee un pequeño agujero que permite el ingreso de aire a manera que baja el nivel de combustible, esto para evitar que el vacio deforme el depósito de combustible.

3.8.2 Filtro de la bomba de combustible

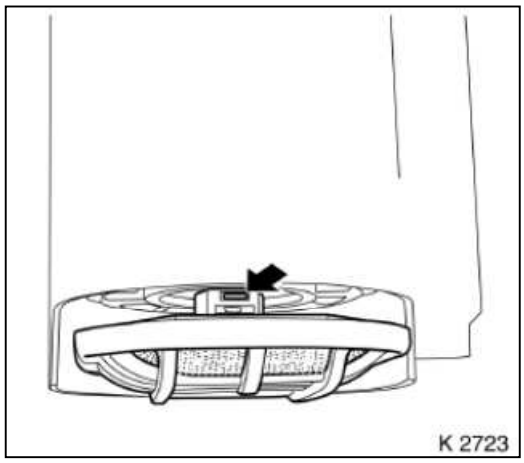


Figura 3.29. Filtro de la bomba de combustible.
GM-España (2002). Manual de Servicio Opel Corsa C. Madrid: GM Publicaciones.

Es básicamente un pequeño tamiz de nailon que va instalado dentro del depósito de combustible, antes de la bomba de combustible.

Su función es retener las impurezas de mayor diámetro que hay en el combustible del depósito de combustible. Para que estas impurezas de gran diámetro no ingresen a la bomba de combustible ya que podrían dañarla.

3.8.3 Bomba eléctrica de combustible

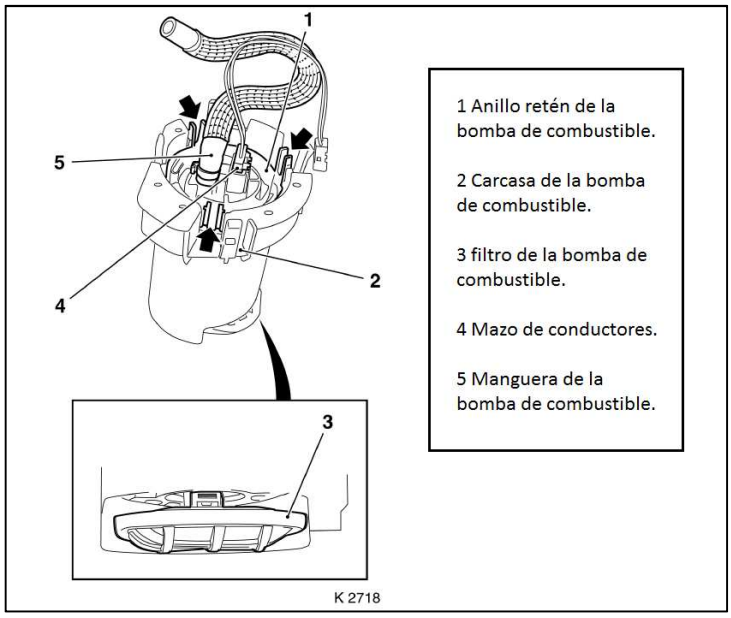


Figura 3.30. Estructura externa de la bomba de combustible *IN TANK*.
GM-España (2002). Manual de Servicio Opel Corsa C. Madrid: GM Publicaciones.

La bomba de combustible tiene la misión de mantener el combustible en la rampa de inyectores a una presión constante y en todos los regímenes de funcionamiento, sin presentar riesgo de explosión.

Es básicamente una bomba eléctrica que está dentro del depósito de combustible *(IN TANK*), aspirando el combustible del tanque y lo direcciona (a presión) hacia un filtro para purificarlo, y finalmente a un tubo distribuidor (llamado rampa de inyectores) donde están los inyectores. Al ser la línea de combustible del tipo sin retorno, la bomba de combustible debe ser del tipo electrónica, o sea que funciona con señales digitales proporcionadas por el ECM.

Partes de la bomba eléctrica de combustible

Como se mencionó anteriormente, la bomba de combustible está compuesta internamente por una bomba hidráulica de accionamiento electrónico, la cual recibe señales electrónicas del ECM para poder la crear un flujo de combustible por pulsos (encendido y apagado) a una presión aproximada de 3,8 bares. Sin embargo estos pulsos pueden ser muy bruscos en los inyectores, para ello se ha colocado estratégicamente un amortiguador de pulsaciones que regula estas pulsaciones, haciendo que no eleven la presión en la línea de combustible. La bomba eléctrica de combustible además cuenta con un indicador de nivel de combustible, el cual informa al conductor (en el tablero) el nivel de combustible en el tanque. Tanto el cableado de la bomba como del indicador de nivel se encuentran agrupados en un mismo socket y cableado.

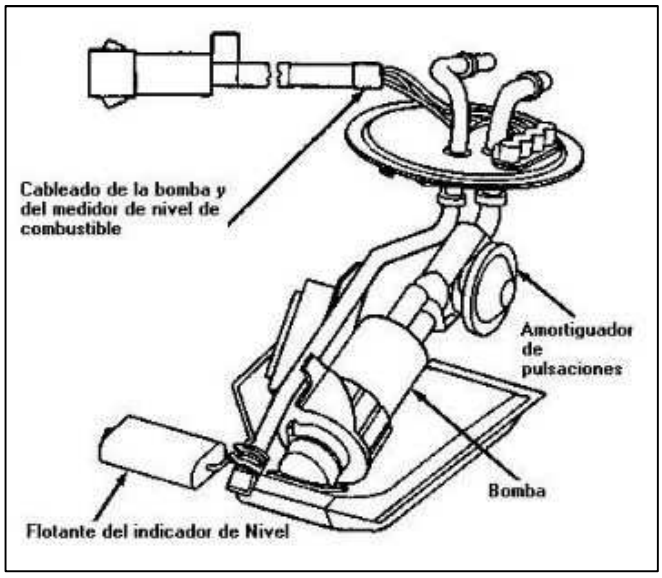


Figura 3.31. Componentes internos de la bomba eléctrica de combustible.
4Shared.com (2011). , Sistema_Combustible.html, [Versión electrónica], Folder. Recuperado el 15 de marzo del 2011, de http://www.4shared.com/folder/vsB2svYt/Sistema_Combustible.html

Funcionamiento de la bomba eléctrica de combustible

En las conexiones de la bomba eléctrica de combustible podemos observar la existencia de un relé de la bomba combustible, este se energiza dos segundos después de poner el switch de encendido en la posición *ON*, mas la bomba de combustible solamente se activa cuando el motor está girando y el ECM reciba los impulsos de referencia del sensor de posición del cigüeñal (CKP). Simultáneamente el ECM recibe datos del sensor de temperatura del líquido refrigerante (CTS) y con todos estos datos determina la señal a ser enviada a la bomba de combustible para que bombee combustible en la línea de combustible a una presión de 0,38 [MPa]. Y, finalmente como estrategia, ajusta el motor de pasos (IAC). La señal de la bomba es de tipo pulsante, y es suministrada por el ECM a manera de ondas, las cuales son muy regulares si la bomba está en buen estado, además, El ECM pude modificar el ciclo de trabajo de la bomba aumentándolo ó reduciéndolo hasta en un 20% tratando de mantener una presión de combustible de 3.8 [bar] en el riel de combustible en toda condición de manejo.

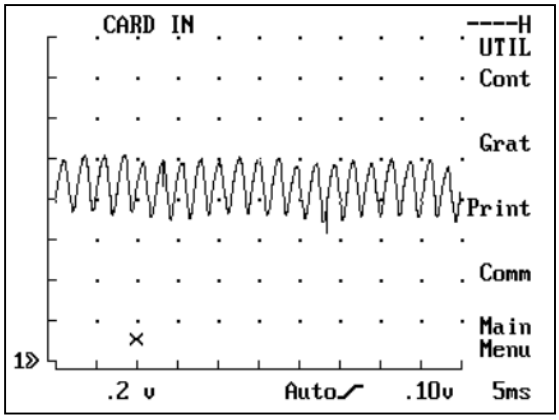
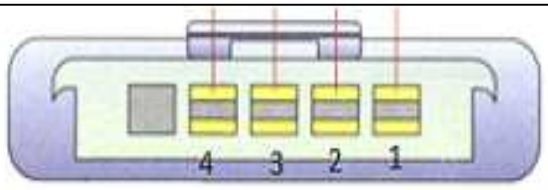


Figura 3.32. Señal enviada por el ECM a la bomba eléctrica de combustible, funcionando correctamente.

Automotive diagnostic Services (2011), Training for Todays and Tomorrows Automotive Technicians. [En línea]. Recuperado el 23 de marzo del 2011, de http://www.automotivediagnostics.us/

La bomba de combustible también posee un medidor de nivel de combustible en el tanque a manera que es básicamente un, cuyo funcionamiento es similar al sensor TPS. Este indicador es muy importante para poder alertar al conductor cuando ya no se tenga combustible en el tanque. La ECM incluso puede indicar que ya no se dispone de combustible a usando la información de este medidor, y si se llega a niveles críticos, enciende una luz de alerta en el tablero de instrumentos indicando al conductor que recargue inmediatamente el tanque de combustible, (mientras tanto se usa el combustible de reserva).

Finalmente, la bomba de combustible está conectada con el ECM a través de cuatro cables contenidos en un socket de conexión.



N. Terminal	Descripción
1	Alimentación de la bomba de combustible.
2	Negativo de la bomba (señal del ECM).
3	Señal 1 del flotador de nivel de combustible.
4	Señal 2 del flotador de nivel de combustible

Figura 3.33. Socket de la bomba de combustible

3.8.4 Filtro de combustible

Figura 3.34. Elementos del filtro de combustible.
Robert Bosch (2009), Sistemas de inyección electrónica, Autopartes [Versión en línea].
Recuperado el 4 de marzo del 2011, de
http://www.boschservice.com.pe/informaciones_tecnicas/pdf/sistemas_inyeccion_electronica.pdf

Es un filtro mecánico que está instalado luego de la bomba de combustible, en la parte inferior del vehículo cerca del depósito de combustible. Su función es retener las posibles impurezas (impurezas de menor diámetro) contenidas en el combustible. Ya que estas, si no se las retiene, podrían avanzar hasta los inyectores y taponarlos ó dañarlos. El filtro posee papel como elemento filtrante, que retiene las impurezas del combustible, luego tiene una tela que retiene posibles partículas del papel del elemento filtrante. Por esta razón el filtro posee una flecha que indica la dirección correcta del flujo de combustible, y no debe ser alterada. Además, es el elemento que mas rápido se desgasta en la línea de combustible. Por eso se recomienda cambiarlo cada 20.000 Kilómetros ó antes, ya que la calidad de combustible es mala, y muy impredecible en nuestro país. Aunque es mejor seguir las recomendaciones del fabricante del vehículo. Cuando no se cambia dentro de su periodo de servicio, el filtro de combustible bloquea el flujo de combustible, pudiendo ocasionar que el vehículo se pare o se dañe la bomba.

3.8.5 Inyector ó Válvula de Inyección

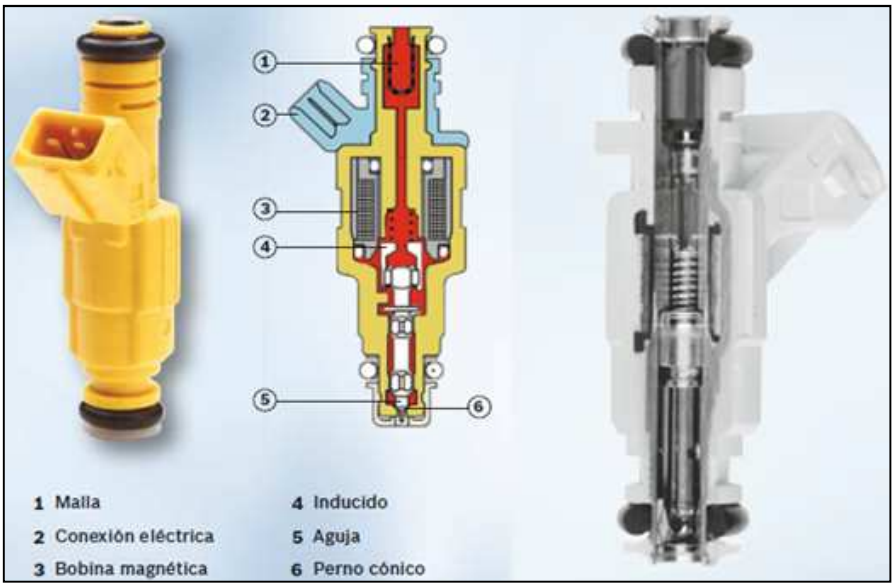


Figura 3.35. Inyector de un sistema MPFI.

Robert Bosch (2009), Sistemas de inyección electrónica, Autopartes [Versión en línea]. Recuperado el 4 de marzo del 2011, de http://www.boschservice.com.pe/informaciones_tecnicas/pdf/sistemas_inyeccion_electronica.pdf

El inyector es un dispositivo accionado por un solenoideª quien a su vez es accionado por una señal negativa del ECM. Los inyectores son quienes dosifican el combustible presurizado que posteriormente ira a la cámara de combustión para ser combustionado.

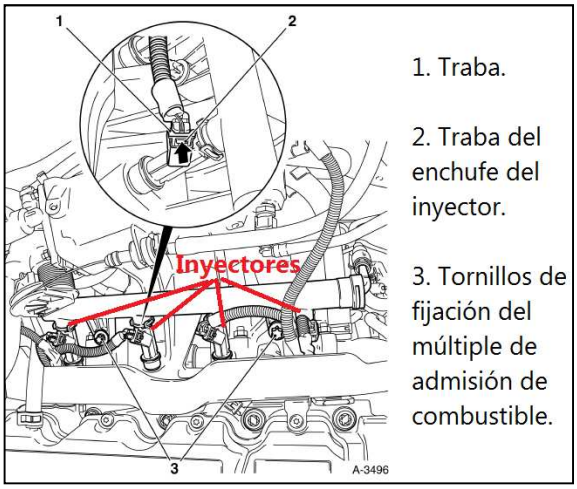


Figura 3.36. Ubicación de los inyectores en el motor.
GM-España (2002). Manual de Servicio Opel Corsa C. Madrid: GM Publicaciones.

La energía positiva de la batería, esta acumulándose en el bobinado del *solenoide*ª del inyector. Luego, el ECM aplica una masa que activa el solenoide del inyector haciendo abrir la válvula del inyector (que normalmente está cerrada - NC), haciendo pasar el combustible a través del inyector y conduciéndolo a la placa direccionadora localizada en la salida del inyector, esta placa posee unos orificios calibrados para controlar el flujo de combustible y generar un chorro a forma de cono. Este chorro se dirige a la válvula de admisión donde se atomiza antes de penetrar en la cámara de combustión.

Luego que el ECM suelta la masa del circuito (a través de su transistor interno), se produce un pico inductivo producto de la acumulación de energía en la bobina del inyector. Finalmente se vuelve a la posición inicial (válvula del inyector normalmente cerrada - NC).

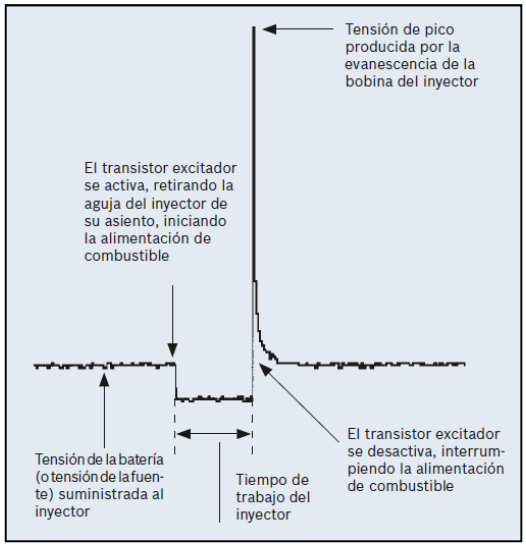


Figura 3.37. Análisis de la señal del Inyector.

Robert Bosch (2009), Sistemas de inyección electrónica, Autopartes [Versión en línea]. Recuperado el 4 de marzo del 2011, de http://www.boschservice.com.pe/informaciones_tecnicas/pdf/sistemas_inyeccion_electronica.pdf

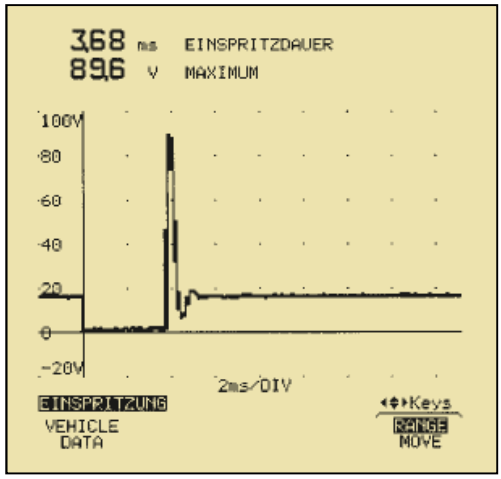


Figura 3.38. Oscilograma de la señal electrónica del inyector.

Robert Bosch (2009), Sistemas de inyección electrónica, Autopartes [Versión en línea]. Recuperado el 4 de marzo del 2011, de http://www.boschservice.com.pe/informaciones_tecnicas/pdf/sistemas_inyeccion_electronica.pdf

La figura anterior representa la señal electrónica que hace funcionar al inyector, ó señal de pulso del inyector, funcionando correctamente, con la pantalla del osciloscopio congelada. Cualquier diferencia notada entre la señal obtenida con esta señal, al momento de dar un diagnóstico, debería ser revisada y analizada, ya que podría indicar alguna avería o mal funcionamiento.

3.9 SISTEMA DE RECIRCULACIÓN DE LOS GASES DE ESCAPE (EGR)

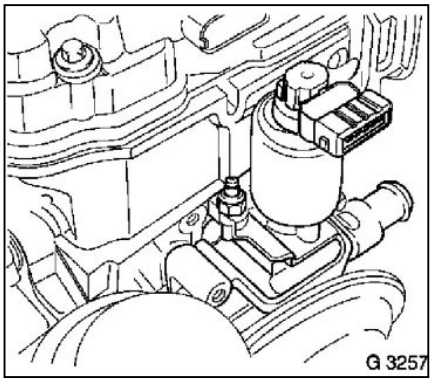


Figura 3.39. Ilustración del sistema EGR en el motor.
GM-España (2002). Manual de Servicio Opel Corsa C. Madrid: GM Publicaciones.

El sub-sistema EGR (Exhaust Gas Recirculation ó Sistema de recirculación de los gases de escape), es perteneciente al sistema de inyección electrónica, su función principal es permitir la recirculación de cierta cantidad de gases de escape que no han sido totalmente combustionado hacia el múltiple de admisión permitiendo combustionándolos mejor y bajando las emisiones. Como función secundaria estaría bajar la temperatura de los gases combustionados mediante la recirculación. Este sistema es utilizado exclusivamente en vehículos a gasolina, para disminuir los niveles de emisión de óxidos de

nitrógeno (NOX) hacia la atmósfera, estos óxidos de nitrógeno son provocados por altas temperaturas en la cámara de combustión.

El principal componente de este sistema es la válvula EGR quien se abre, por acción de una electroválvula, el ECM determina como debe actuar esta electroválvula, dependiendo de si la mezcla es rica o pobre, cuando el ECM detecta que la mezcla es pobre, ordena a la electroválvula abrir la válvula EGR, dejando pasar al múltiple de admisión cierta cantidad de gases de escape, permitiendo un reingreso de los gases de escape al motor, y cuando la mezcla es rica el ECM ordena a la electroválvula cerrar la válvula EGR.

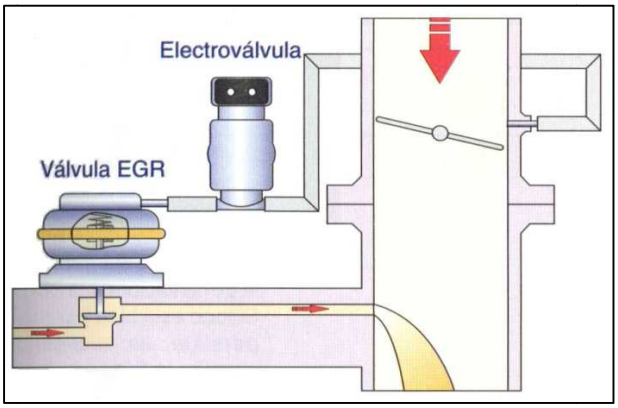


Figura 3.40. Sistema de recirculación de los gases de escape EGR.
Jesús Rueda Santander (2011). Manual Técnico de Fuel Injection Tomo 2 (4ª Edición). Guayaquil: Diseli Editores.

El sistema EGR funciona principalmente durante una aceleración moderada y en velocidades crucero de entre 50 y 120 Km/h. La válvula EGR no se acciona en marcha mínima, tampoco cuando la mariposa está totalmente abierta ni en régimen de carga elevada. Cuando el ECM detecta una falla en el circuito, graba un código de avería en su memoria.

3.9.1 Electroválvula del Sistema EGR

Figura 3.41. Electroválvula del sistema EGR.

AUTO ZR1, (2011). Corsa C EGR, [Versión electrónica]. Recuperado el 15 de marzo del 2011, de http://autozr1.ro/admisie-opel-zafira/1540-supapa-egr-vemo-v40-63-0007-opel-astra-g-corsa-c-tigra-twin-top-vectra-bc-zafira-.html

La electroválvula del sistema EGR, es básicamente, una válvula activada por un solenoide (electroválvula) que recibe la señal electrónica digital del ECM para de esta manera poder abrir o cerrar la válvula EGR, según la condición de funcionamiento. Está ubicada en un soporte del colector de admisión.

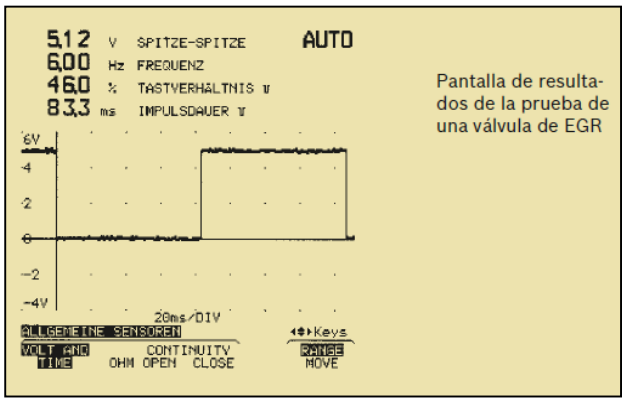


Figura 3.42. Señal enviada por el ECM hacia la electroválvula del Sistema EGR.

Robert Bosch (2009), Sistemas de inyección electrónica, Autopartes [Versión en línea]. Recuperado el 4 de marzo del 2011, de http://www.boschservice.com.pe/informaciones_tecnicas/pdf/sistemas_inyeccion_electronica.pdf

3.10 SENSOR DE PRESIÓN ABSOLUTA (MAP)

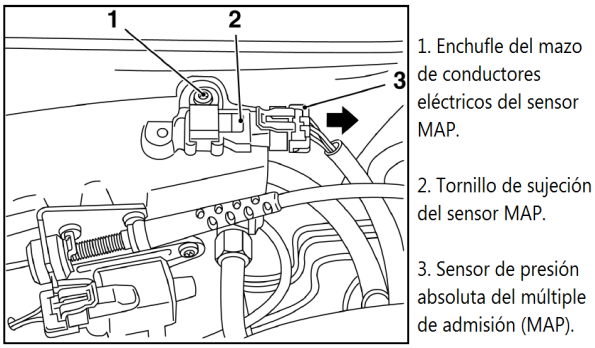


Figura 3.43. Estructura del sensor MAP.

GM-España (2002). Manual de Servicio Opel Corsa C. Madrid: GM Publicaciones.

El sensor de presión absoluta (Manifold Absolute Pressure Sensor o MAP, por sus siglas en ingles) es básicamente un sensor piezoresistivo (“A mayor presión de aire, genera mayor voltaje”), Este sensor, mide las variaciones de presión en el colector de admisión, estos valores están relacionados con la variación de carga y rotación del motor, y convierte este valor en salida de voltaje a manera de señal análoga. Su ubicación, En el Corsa Evolution 1.4 MPFI, es en el colector de admisión, además tiene integrado el sensor IAT en un mismo cuerpo, por lo tanto su circuito eléctrico es como el siguiente gráfico:

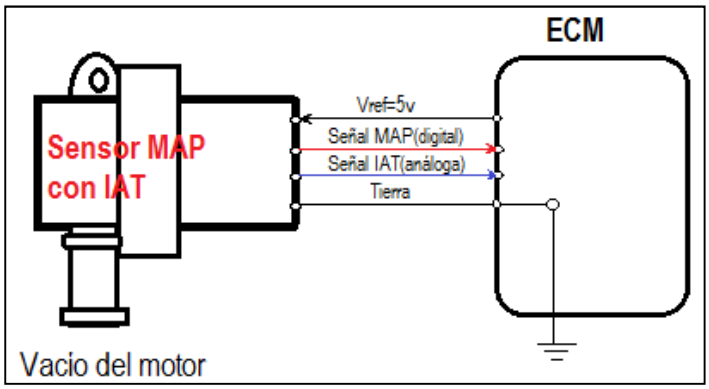


Figura 3.44. Circuito eléctrico del sensor MAP con IAT.

El principio de funcionamiento del sensor MAP es el siguiente:

Cuando la mariposa de aceleración se cierra al desacelerar el motor, se genera una salida de voltaje baja por parte del sensor MAP.

Cuando la mariposa de aceleración se abre al momento de acelerar, se genera una salida de voltaje relativamente alta por parte del sensor MAP.

El valor de salida de un sensor MAP es opuesto al valor obtenido con un medidor de vacío. Cuando la presión en el colector de admisión es alta, el vacio es bajo.

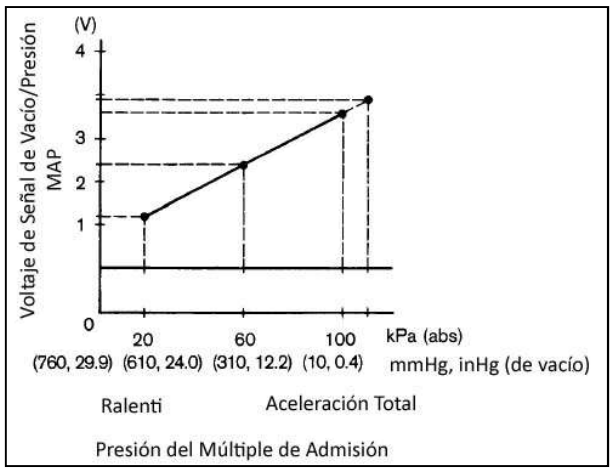


Figura 3.45. Presión vs voltaje de salida del sensor MAP.
Beto Booster (2008). SISTEMAS DE ENCENDIDO ELECTRÓNICO - ESQUEMAS, DIAGRAMAS, CIRCUITOS, MÓDULOS Y BOBINAS DE ENCENDIDO. [En línea]. Recuperado el 19 de marzo del 2011, de http://www.encendidoelectronico.com/

El sensor MAP también se usa para medir la presión barométrica en ciertas condiciones, para que el ECM pueda hacer las compensaciones a diversas altitudes, (en la altura de la ciudad de Quito, se necesita inyectar mas combustible y adelantar el ángulo de encendido en comparación con su funcionamiento a nivel del mar).

El ECM alimenta al MAP con 5 voltios, y a medida que se modifica la presión en el colector de admisión, también se modifica la resistencia eléctrica del sensor MAP, luego el ECM hace un monitores del voltaje de salida del sensor, procesa y estos datos y de esta manera el ECM sabe cuál es la presión en el colector de admisión.

- Un valor elevado de presión en el colector de admisión (bajo vacio), produce un alto voltaje, lo que deriva que se inyecte más combustible al motor.
- Una presión más baja en el colector de admisión (alto vacio), produce un bajo voltaje que deriva en inyectar menos combustible al motor.

En definitiva, el ECM utiliza el sensor MAP para controlar la dosificación de combustible y el Angulo de avance de ignición.

En ralentí, con el motor caliente, la señal enviada por el sensor MAP al ECM está entre 0,8 y 1,8 voltios a nivel del mar, y de 0,5 y 1,5 voltios en la ciudad de Quito a 2800 metros sobre el nivel del mar.

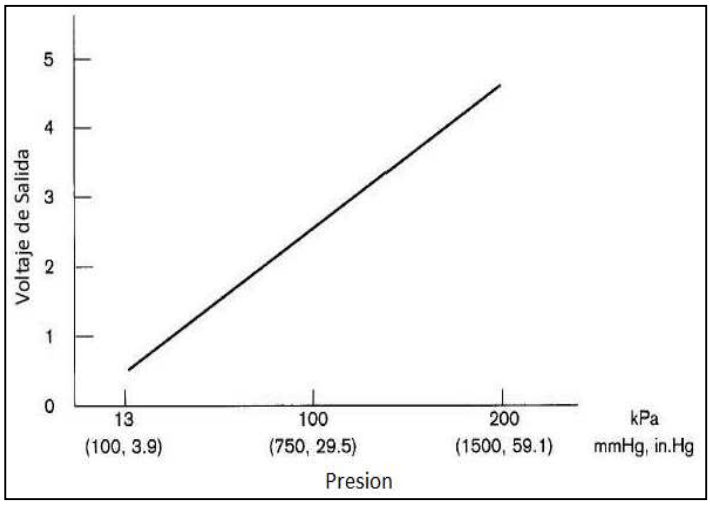


Figura 3.46. Valores de presión atmosférica en el sensor MAP.

Beto Booster (2008). SISTEMAS DE ENCENDIDO ELECTRÓNICO - ESQUEMAS, DIAGRAMAS, CIRCUITOS, MÓDULOS Y BOBINAS DE ENCENDIDO. [En línea]. Recuperado el 19 de marzo del 2011, de http://www.encendidoelectronico.com/

ALTITUD		PRESIÓN BAROMÉTRICA
(m)	*(pies)*	*(kPa)*
4 267	14	56-64
3 962	13	58-66
3 658	12	61-69
3 353	11	64-72
3 048	10	66-74
2 743	9	69-77
2 438	8	71-79
2 134	7	74-82
1 829	6	77-85
1 524	5	80-88
1 219	4	83-91
914	3	87-95
610	2	90-98
305	1	94-102
0	0 Nivel del mar	96-104
-305	-1	101-105

Figura 3.47. Altitud vs Presión Atmosférica.

Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca, Facultad de ingenierías, carrera de ingeniería automotriz. (2009). CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS FUNCIONAL CON VISUALIZACIÓN DIGITAL DE DATOS MEDIANTE LABVIEW DEL SISTEMA DE INYECCIÓN MPFI D-TEC PARA LA FORMACIÓN ACADÉMICA AUTOMOTRIZ. Recuperado el 2 de abril del 2011, del sitio web de la universidad politécnica salesiana: http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/102/6/Cap%C3%ADtulo1.pdf

En la figura anterior podemos evidenciar como varia la presión atmosférica en la corteza terrestre al variar su altitud (la distancia con respecto al nivel del mar equivale a 0 metros de altitud). Por lo tanto se puede notar como al aumentar la altitud con respecto al nivel del mar, la presión barométrica va disminuyendo (también disminuye la cantidad de aire en el ambiente como por ejemplo en ciudades ubicadas a gran altura con respecto al nivel del mar como es el caso

de la ciudad de Quito, ubicada aproximadamente a 2800 metros sobre el nivel del mar, le correspondería una presión Atmosférica baja de entre 69 hasta 77[kPa]). Por lo tanto el ECM debe tomar ciertas acciones para compensar esta situación cuando el motor está en funcionamiento, normalmente lo hace aumentando el tiempo de inyección en los inyectores, y/o admitiendo mas aire a través de la válvula IAC.

Oscilograma del Sensor MAP

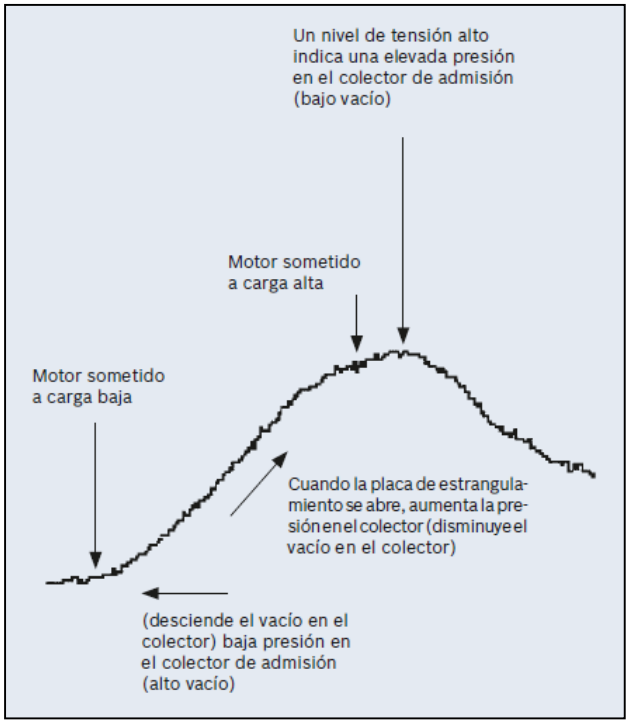


Figura 3.48. Oscilograma de un sensor MAP analógico.

Robert Bosch (2009), Sistemas de inyección electrónica, Autopartes [Versión en línea]. Recuperado el 4 de marzo del 2011, de http://www.boschservice.com.pe/informaciones_tecnicas/pdf/sistemas_inyeccion_electronica.pdf

Cuando el ECM detecta una falla en el circuito del sensor MAP, el ECM no toma en cuenta la señal de este sensor y en su lugar estima la presión en el colector de admisión usando la señal del sensor de posición de la mariposa de aceleración TPS.

3.11 VÁLVULA IAC TIPO MOTOR DE PASOS

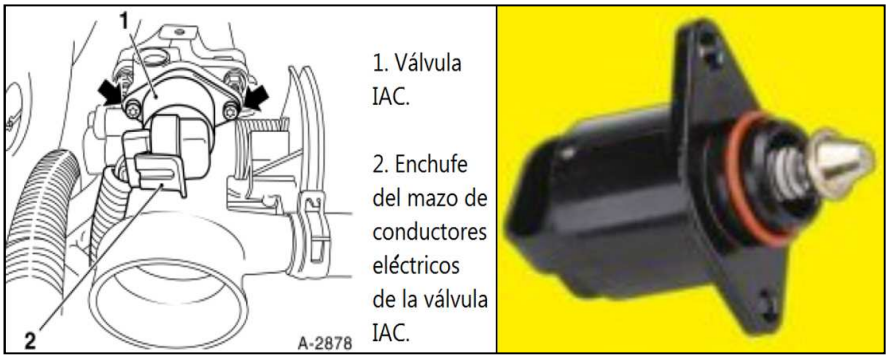


Figura 3.49. Ubicación de la Válvula IAC.
GM-España (2002). Manual de Servicio Opel Corsa C. Madrid: GM Publicaciones.

La Válvula IAC tipo *motor de pasos* (Idle Air Control Valve o IAC-V por sus siglas en ingles), es básicamente una válvula controlada electrónicamente, tipo motor de pasos. Esta válvula tiene la función principal de controlar la rotación del motor o RPM cuando este funciona en ralentí. Lo hace mediante la regulación de la cantidad de aire que ingresa al motor. Además cumple con otras funciones secundarias como:

1. Alterar la rotación del motor en ralentí, mediante la regulación del aire que ingresa al mismo, impidiendo que se apague.

2. Ajustar el ingreso de aire al motor para compensar las variaciones de carga a las que se lo somete durante su funcionamiento (Ya que la carga del motor es distinta en subidas, bajadas y en llanos).

La Válvula IAC está instalada en el cuerpo de mariposa y el colector de admisión de aire. Puede adoptar 125 pasos ó posiciones. Su embolo ó pistón cónico se retrae (para aumentar el flujo de aire) ó se extiende (para reducir el flujo de aire). Haciendo un atajo ó bypass hacia la cámara de admisión de aire cuando la situación lo requiera. Con esto se aumenta ó reducen la rotación del motor o RPM en ralentí.

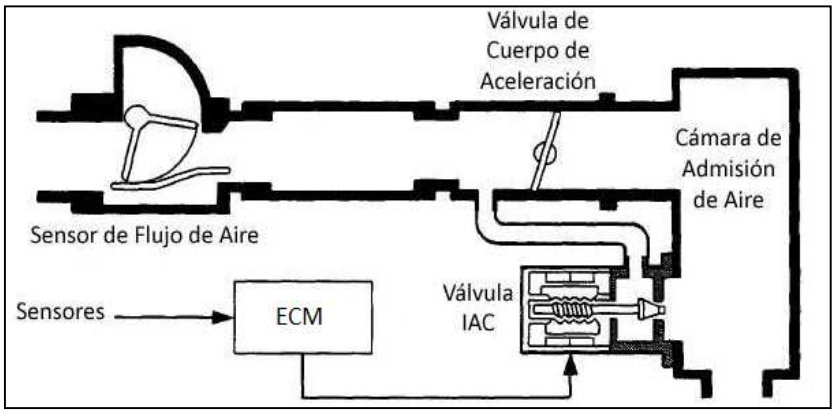


Figura 3.50. Válvula IAC.

Beto Booster (2008). SISTEMAS DE ENCENDIDO ELECTRÓNICO - ESQUEMAS, DIAGRAMAS, CIRCUITOS, MÓDULOS Y BOBINAS DE ENCENDIDO. [En línea]. Recuperado el 19 de marzo del 2011, de http://www.encendidoelectronico.com/

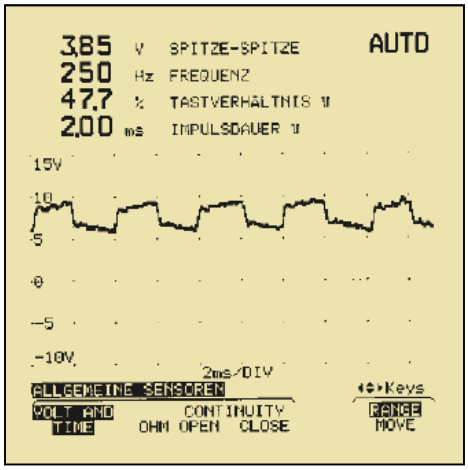


Figura 3.51. Señal enviada por el ECM hacia la Válvula IAC, variable.
Robert Bosch (2009), Sistemas de inyección electrónica, Autopartes [Versión en línea].
Recuperado el 4 de marzo del 2011, de
http://www.boschservice.com.pe/informaciones_tecnicas/pdf/sistemas_inyeccion_electronica.pdf

La señal enviada por el ECM hacia la Válvula IAC puede variar dependiendo de las solicitudes de funcionamiento del motor.

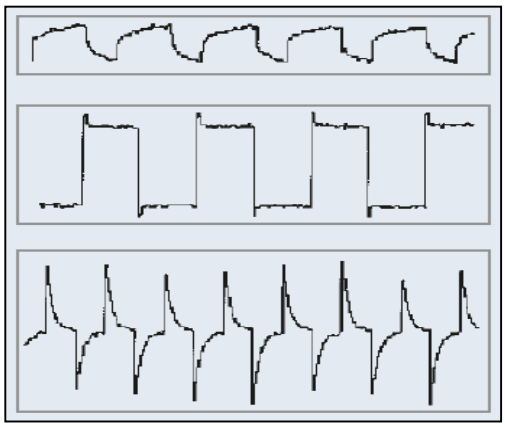


Figura 3.52. Diferentes señales que pueden ser enviadas por el ECM hacia la Válvula IAC.
Robert Bosch (2009), Sistemas de inyección electrónica, Autopartes [Versión en línea].
Recuperado el 4 de marzo del 2011, de
http://www.boschservice.com.pe/informaciones_tecnicas/pdf/sistemas_inyeccion_electronica.pdf

3.12 SENSOR DE TEMPERATURA DEL AIRE (ACT Ó IAT)

El sensor de temperatura del aire de admisión (ACT-Air Change Temperature Sensor ó IAT-Intake Air Temperature). Este sensor en el corsa Evolution 1.4 está ubicado en el colector de admisión, acoplado en el mismo cuerpo del sensor MAP (Ver Figura 3.44). Básicamente es un termistor, por lo tanto su operación es similar a los sensores ECT que también son termistores (ver Figura 3.7). Además el oscilograma para este sensor es el mismo que el de las resistencias Térmicas NTC. (Sensores de temperatura del refrigerante CTS y Sensores de temperatura del aire ACT). (Ver Figuras 3.8 y 3.9).

Este sensor utiliza un termistor para controlar el voltaje de la señal proporcionado al ECM, quien a su vez aplica el sensor un voltaje de referencia a su terminal D3.

Cuando el aire de admisión es frío, la resistencia del sensor termistor es alta, por lo tanto el voltaje de salida hacia el ECM es alto.

La temperatura del aire de admisión es un dato utilizado por el ECM para calcular la cantidad del aire admitido.

Figura 3.53. Sensor MAP con IAT del Corsa Evolution 1.4.
REPUESTOSMONZA.COM.AR, (2011). SENSOR MAP CORSA EVOLUTION, [Versión electrónica], Repuestos fuel injection. Recuperado el 17 de agosto del 2011, de http://repuestosmonza.com.ar/sens_inyecc.png

3.13 SENSOR DE POSICIÓN DEL CIGÜEÑAL (CKP)

Figura 3.54. Sensor CKP inductivo.
IPARTES.COM REPUESTOS, (2011). Sensor de posición del cigüeñal, Corsa c, [Versión electrónica], Repuestos fuel injection. Recuperado el 17 de Abril del 2011, de http://www.ipartes.com/tienda/es/repuestos-chevrolet-corsa/7617-sensor-de-posicion-del-ciguenal-cks-ckp.html

El sensor de posición del cigüeñal (Crankshaft Position Sensor o CKP por sus siglas en ingles), es un sensor de rotación de efecto inductivo, que detecta el número de dientes de la *rueda reluctora* (conectada al cigüeñal), y con base en las ventanas ó espacios vacios de la misma, genera señales electrónicas correspondientes al número de dientes de la rueda reluctora. Además ayuda al ECM a identificar la posición del cilindro número uno en compresión para que la chispa y la inyección puedan ser sincronizadas en el motor.

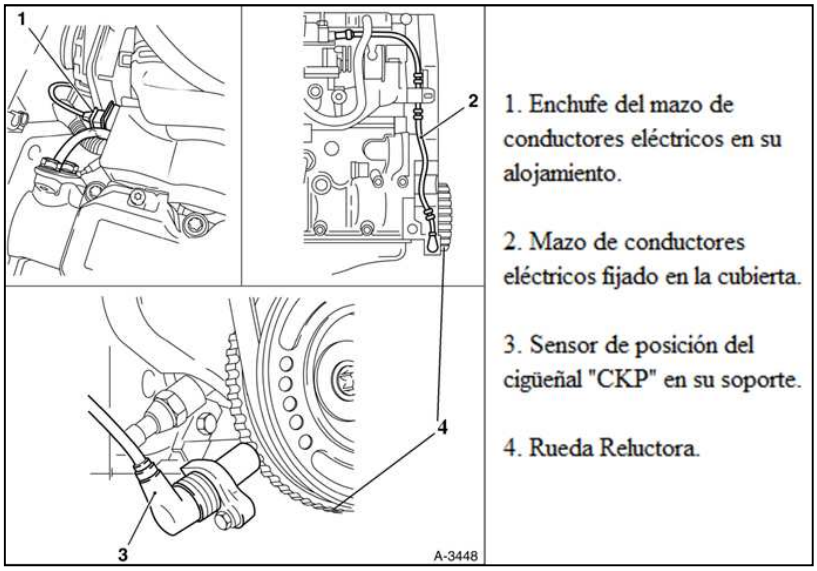


Figura 3.55. Ilustración del sensor CKP-inductivo en el motor.
GM-España (2002). Manual de Servicio Opel Corsa C. Madrid: GM Publicaciones.

Este sensor posee dos cables principales, uno es de voltaje de referencia alto, es cuando el sensor esta frente a un diente de la rueda reluctora. El voltaje de referencia bajo se da cuando el sensor esta frente a una ventana de la rueda reluctora. El tercer cable es exterior y es de blindaje ó masa (tierra), sirve para proteger al sensor de interferencias exteriores que deterioren la señal.

La rueda reluctora es básicamente un engrane dentado que posee 58 dientes, y el diente número 20 representa al cilindro uno en PMS (Punto Muerto Superior) ó sea en compresión. Además posee un imán como elemento principal el cual atrae metales con facilidad.

El principio de funcionamiento básico de este sensor es el efecto inductivo ó captador, este sensor genera voltaje AC. **El voltaje AC producido por este sensor,** se relaciona con la rotación del motor, tenemos 200 mili voltios (AC)

cuando el motor está por debajo de las 60 rpm (motor apagado) y 120 voltios (AC) cuando el motor sobre las 6000 rpm (cuando el motor esta en máxima aceleración). Este voltaje también depende de la distancia entre los dientes de la rueda reluctora y el sensor (la distancia correcta debe ser de 1mm a una temperatura de 22ºC, aunque esta distancia puede variar con la temperatura ya que tanto la rueda reluctora como el sensor son elementos metálicos).

La señal de voltaje AC producida por el sensor es una sinusoidal cuyos picos altos y bajos representan al sensor cuando esta frente a un diente y una ventana correspondientemente.

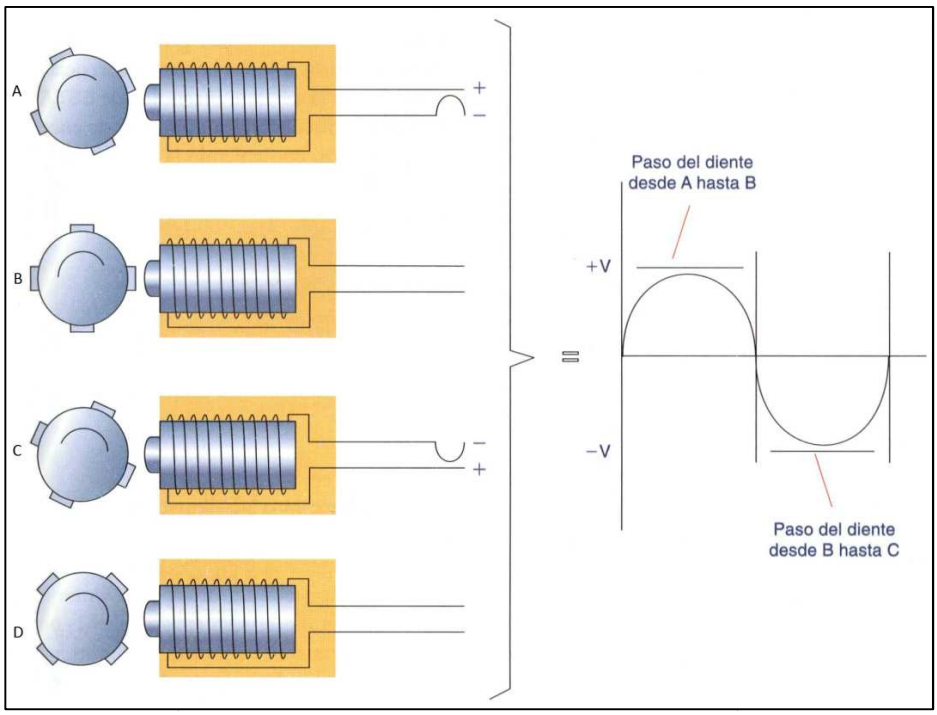


Figura 3.56. Efecto Inductivo del sensor CKP.

Jesús Rueda Santander (2011). Manual Técnico de Fuel Injection Tomo 2 (4ª Edición). Guayaquil: Diseli Editores.

Oscilograma del Sensor CKP

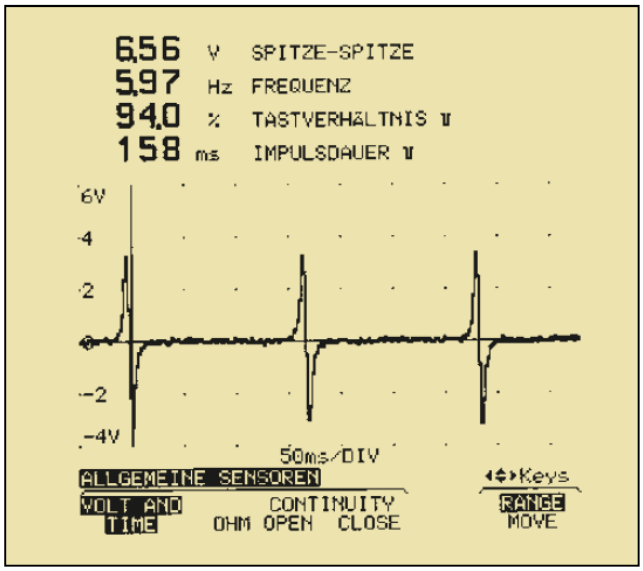


Figura 3.57. Oscilograma del Sensor CKP de efecto Inductivo.
Robert Bosch (2009), Sistemas de inyección electrónica, Autopartes [Versión en línea]. Recuperado el 4 de marzo del 2011, de http://www.boschservice.com.pe/informaciones_tecnicas/pdf/sistemas_inyeccion_electronica.pdf

Como se dijo anteriormente, el ECM no puede usar esta señal directamente, entonces lo que hace es transformar la señal de forma AC (sinusoidal) a señal digital (cuadrada) por medio de su convertidor interno. Esta señal una vez convertida a digital es usada para determinar el punto de encendido (primer cilindro en PMS) y punto de liberación del combustible.

3.14 SISTEMA DE ENCENDIDO ELECTRÓNICO DIS

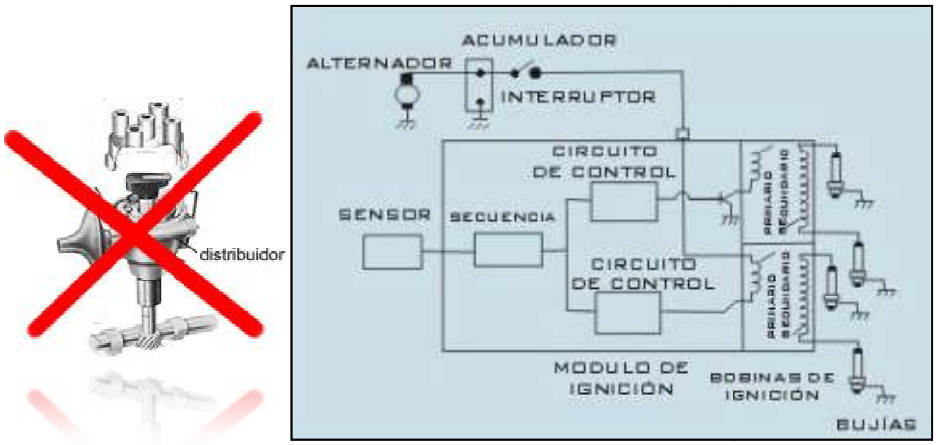


Figura 3.58. Diagrama del Sistema de Encendido DIS ó de chispa perdida.
INACAP (2011). TRATADO DE ELECTRÓNICA AUTOMOTRIZ, [Versión en línea]. Recuperado el 4 de marzo del 2011, de http://es.scribd.com/doc/7044399/Sistemas-de-Inyeccion-y-Encendido

El sistema DIS (Direct Ignition System ó sistema de encendido directo, también llamado VZ por BOSCH) es usado en el Sistema de inyección Multec Delphi.

Su característica principal es que no posee distribuidor, Al no tener distribuidor, las interferencias eléctricas producidas por el distribuidor son eliminadas, con lo cual se mejora la fiabilidad del funcionamiento del motor. Además las bobinas pueden ser colocadas cerca de las bujías con lo cual se disminuye el largo de los cables de alta tensión. A este sistema también se lo llama de “Chispa perdida”, ya que cada bujía energiza a una bujía de un cilindro en compresión (o sea con a mezcla lista para ser encendida), y a otra bujía con el cilindro en escape (contiene la mezcla ya quemada). En definitiva la bujía envía dos chispas, la una se usa para encender la mezcla cuando el cilindro está en compresión y la otra chispa es enviada al cilindro en escape para completar la combustión y reducir las emisiones.

El ECM usa los datos de los sensores (CTS, Sonda Lambda, TPS, y CKP) trabajando sincronizadamente con el sistema de encendido DIS, para así generar el pulso eléctrico de encendido en las bujías. El rango de funcionamiento del sistema de encendido DIS va desde las 30 rpm hasta máximo las 8000 rpm, con lo cual cubre fácilmente el rango de funcionamiento para el que fue diseñado el motor.

Los cables de las bujías se conectan directamente en el Módulo DIS, el cual contiene a las dos bobinas del sistema (una bobina para cada dos cilindros), y a los dispositivos semiconductores para accionar cada bobina. Además, estos semiconductores se conectan a un circuito limitador de corriente para reducir el consumo de potencia de las bobinas.

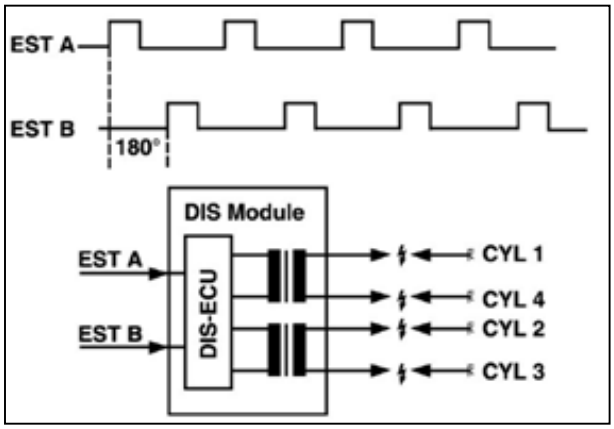


Figura 3.59. Señales (EST) enviadas por el ECM al Módulo DIS.
COMUNIDADCHEVY.COM, (2011), ClubChevy, [Versión en línea], dismodule. Recuperado el 5 de marzo del 2011, de http://www.google.com.ec/imgres?q=dismodule&um=1&hl=es&sa=N&biw=1366&bih=600&tbm=isch&tbnid=UTYHuU_xFoMO_M:&imgrefurl=http://www.comunidadchevy.com/modules.php%3Fname%3DForums%26file%3Dviewtopic%26p%3D118499&docid=7r4pSTRKJ1XV6M&imgurl=http://img202.imageshack.us/img202/5681/dismodule.jpg&w=648&h=491&ei=cRJFT4m3CMilgweDwOzDBA&zoom=1&iact=hc&vpx=863&vpy=241&dur=504&hovh=108&hovw=143&tx=145&ty=119&sig=102417676485567798685&page=1&tbnh=108&tbnw=143&start=0&ndsp=23&ved=0CJMBEK0DMBQ

El ECM controla el módulo DIS con señales digitales a través de dos cables (EST A y EST B), uno para cada bobina. Hay una diferencia de 180º entre la señal de encendido para EST A y EST B.

Si el ECM envía un pulso de encendido a EST A, la bobina de encendido 1, generara un alto voltaje en los cilindros 1 y 4.

Si el ECM envía un pulso de encendido a EST B, la bobina de encendido 2, generara un alto voltaje en los cilindros 2 y 3.

3.14.1 Partes del Sistema de encendido DIS

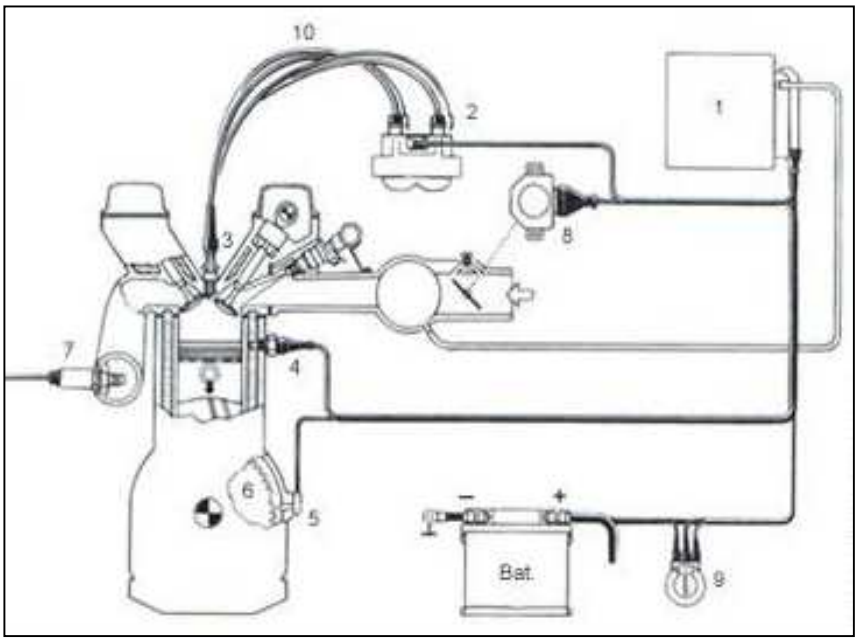


Figura 3.60. Esquema de un sistema de encendido directo (DIS) para motor de 4 cilindros. ELECTRIAUTO.COM.AR, (2011). Sistema de encendido dis, [Versión en línea]. Recuperado el 5 de marzo del 2011, de http://www.electriauto.com.ar/wp-content/uploads/2009/04/dis3a.jpg

1.- ECM con etapas finales de potencia integrada.

2.- Bobina de encendido doble (de chispa perdida).

3.- Bujía.

4.- Sensor de temperatura del refrigerante del motor (CTS).

5.- Sensor de revoluciones y punto muerto superior (PMS) / (Sensor CKP).

6.- Rueda Reluctora (conectada al cigüeñal).

7.- Sonda lambda (λ)

8.- Sensor de la mariposa (TPS).

9.- Llave de contacto (Switch).

10.- Cables de alta tensión (cables de bujías).

3.14.2 Orden de Encendido para vehículos Corsa

Para todos los vehículos de la familia corsa con sistema de encendido DIS, el orden de encendido para los cuatro cilindros es 1-3-4-2.

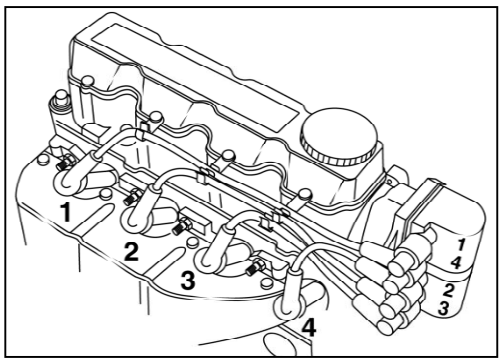


Figura 3.61. Numeración de los cilindros en el sistema DIS.
GM-España (2002). Manual de Servicio Opel Corsa C. Madrid: GM Publicaciones.

3.14.3 Funcionamiento del Sistema de Encendido Electrónico DIS

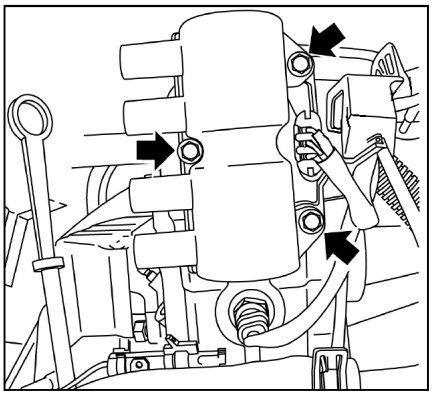


Figura 3.62. Ubicación del Sistema de encendido DIS en el Corsa Evolution.
GM-España (2002). Manual de Servicio Opel Corsa C. Madrid: GM Publicaciones.

Como sabemos, este sistema de encendido, es un elemento cerrado que contiene el circuito primario y el circuito secundario, así que será muy difícil observar el oscilograma del circuito primario sin desmontar la bobina, entonces es más conveniente realizar el diagnóstico analizando solamente el circuito secundario.

3.14.3.1 Circuito Primario

Comprende la señal procedente del ECM, el módulo DIS y parte de la bobina.

3.14.3.1.1 Funcionamiento en el módulo DIS

Cada cable EST recibe del ECM una señal de corriente continua (DC) que es transmitida al módulo indicándole cuando su transistor debe accionarse y cuando debe apagarse.

Esta señal en el cable EST es de 0,5 voltios con corriente inferior a un miliamperio, y en su estado más alto puede subir a los 5,1 voltios (cuando el ECM completa el ciclo de avance). Luego la señal vuelve a su estado bajo inferior de 0,5 voltios y así sucesivamente. No hay superposición de puntos de avance en los dos cables que transmiten señales EST (o sea que la transmisión de señales son sincronizadas entre los dos cables, para que posteriormente en el circuito secundario, las dos bobinas trabajen sincronizadamente creando la orden de encendido en los cilindros (1-3-4-2). (Ver Figura 3.59).

Las señales en los cables (EST) varían desde -1,0 hasta los 5,1 voltios.

Cuando el cable EST está **conectado** la señal varía de 1,75 voltios hasta los 2,75 voltios.

Cuando el cable EST esta **desconectado** la señal varia de 1,30 hasta los 2,75 voltios.

El ECM conecta cada cable EST aumentando su voltaje de alimentación, lo cual activa la conexión a tierra del transistor, y lo desconecta disminuyendo su voltaje de alimentación, lo cual desconecta su conexión a tierra.

Se denomina ***Histéresis*** a la diferencia en voltaje entre conectado y desconectado, esta diferencia es de 0,25 voltios.

El avance del controlador

- En el modo *Girar para el encendido*, el ECM calcula el punto de avance, con base en el número de grados de rotación del motor y el voltaje de la batería.

Por ejemplo, se adelanta 18 a 20º (de rotación del motor) cuando la batería reporta un voltaje mayor a 12 voltios en el momento de encendido. Y se

adelanta 36 a 42º cuando la batería reporta menos de 10 voltios al momento del encendido.

- En el modo de *funcionar,* el ECM calcula el punto de avance con base en datos de rotación del motor (CKP) y voltaje de la batería.

La transición normal entre el modo *Girar para el Encendido* y *Funcionar* se da aproximadamente a las 400 rpm. Pero, el ECM puede calibrar la transición entre el modo *Girar para el encendido* y *Funcionar*, si las circunstancias lo requieren (cuando el motor está muy frío ó muy caliente).

La corriente que va a la bobina es controlada por el módulo a un valor predeterminado.

Protección de voltaje

El módulo de encendido funciona normalmente con un voltaje de alimentación de 6 a 16 voltios, posee un circuito de protección, pero su tolerancia máxima es de 24 voltios durante 60 segundos. El módulo incluso puede resistir que se inviertan las polaridades de sus terminales durante máximo 60 segundos, luego se daña por eso se debe tener mucho cuidado en las conexiones y al momento de dar diagnóstico al módulo no se deben ingresar corrientes eléctricas externas elevadas, pues podrían dañar los componentes internos del módulo que son muy delicados.

3.14.3.1.2 Funcionamiento en el devanado primario de la bobina

La energía procedente de la batería se acumula en el devanado primario, mientras que el módulo DIS aplica una masa hasta llegar al punto de

saturación, luego el ECM envía al módulo una señal digital que ordena al módulo soltar esta masa por acción de sus transistores internos.

El módulo DIS vigila la corriente máxima que ingresa a la bobina, si esta corriente no alcanzo su valor máximo, el módulo aumenta el tiempo de contacto (con su transistor) para permitir la saturación completa de la bobina. Caso contrario, si ya se alcanzo la corriente máxima, el módulo disminuye el tiempo de contacto para reducir el voltaje consumido por el sistema.

Oscilograma del Circuito Primario

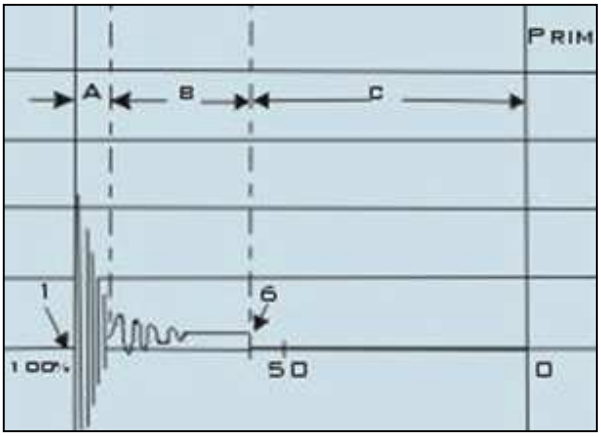


Figura 3.63. Oscilograma del circuito primario del sistema de encendido DIS.
INACAP (2011). TRATADO DE ELECTRÓNICA AUTOMOTRIZ, [Versión en línea]. Recuperado el 4 de marzo del 2011, de http://es.scribd.com/doc/7044399/Sistemas-de-Inyeccion-y-Encendido

A: Zona de encendido

Representa el comportamiento de la chipa que en el circuito secundario encenderá la mezcla, aquí el voltaje oscila entre 180 hasta 250 voltios, además, en el oscilograma debe haber de 2 a 5 oscilaciones.

B: Zona intermedia

En esta zona se disipa la energía residual de la bobina (en su circuito primario) con una serie de oscilaciones amortiguadas.

C: Angulo de contacto ó Angulo Dwell

Es el tiempo que demora la masa en el circuito primario hasta saturar el devanado primario de la bobina, luego el ECM suelta esta masa y se genera la inducción al circuito secundario. Su duración debe estar entre los 2,5 a 3 milisegundos, y puede variar según el avance del controlador.

Nota: Las líneas en el eje de las x, representan el porcentaje realizado del ciclo en el motor.

3.14.3.2 Circuito Secundario

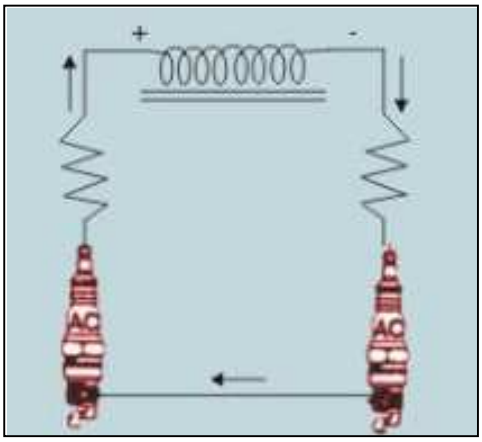


Figura 3.64. Circuito Secundario de un sistema DIS.
INACAP (2011). TRATADO DE ELECTRÓNICA AUTOMOTRIZ, [Versión en línea]. Recuperado el 4 de marzo del 2011, de http://es.scribd.com/doc/7044399/Sistemas-de-Inyeccion-y-Encendido

Una vez que el ECM a través de su módulo suelta la masa en el primario de la bobina, se genera una inducción de energía al circuito secundario, en el circuito secundario esta energía incrementa su voltaje y amperaje para poder crear la chispa que encenderá la mezcla.

Observación: La diferencia del oscilograma del circuito secundario con el oscilograma del circuito primario está en que en el secundario, falta la oscilación amortiguada al comienzo de la zona de chispa, esto es causado por las capacidades de conmutación existente y por los condensadores de protección en la salida del módulo.

Oscilograma del Circuito Secundario

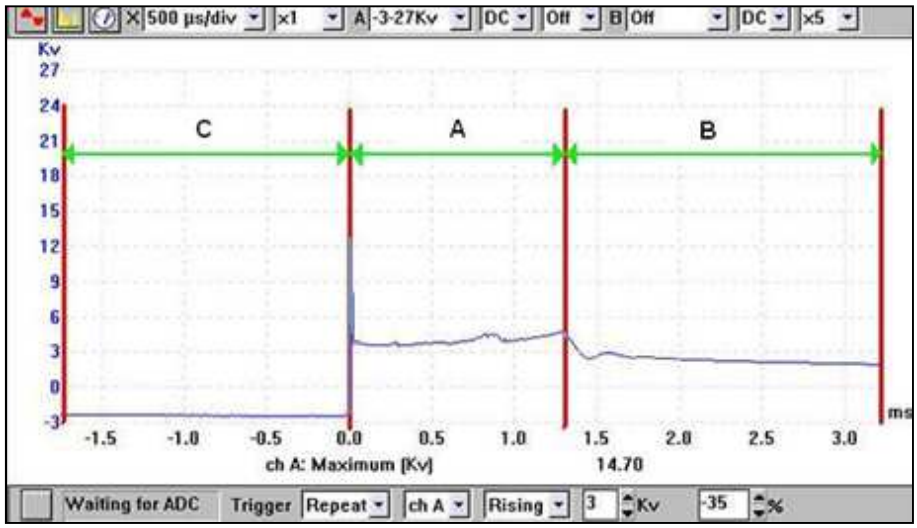


Figura 3.65. Oscilograma del circuito secundario del encendido DIS.
www.miac.es, (2011). Waveforms, [Versión en línea]. Recuperado el 5 de Abril del 2011, de http://www.miac.es/marcas/pico/develop/common/waveforms/sec_disneg.gif

A: Zona de Chispa: Representa la chispa de la bujía; contiene:

- ***La línea de encendido***, ó también llamado *aguja de alta tensión*, es básicamente un impulso de alta tensión necesario para vencer la resistencia de la bujía al paso de la corriente de la chispa, este impulso, puede ir por encima de los 1200 voltios en un periodo cortísimo.
- ***El tiempo de quemado,*** representa el periodo durante el cual la chispa salta entre los electrodos de la bujía, este salto es controlado por el ECM, y se da en un periodo de 1 a 2 milisegundos.

B: Zona intermedia

En esta zona se disipa la energía residual de la bobina (en su circuito secundario) con una serie de oscilaciones amortiguadas, estas oscilaciones en el circuito secundario, representan el estado de la bujía, deben ser mayores a 5 oscilaciones ó la bujía esta en mal estado.

C: Ángulo de contacto: Es el tiempo en que la bobina está conectada a masa ó tierra.

3.15 SENSOR DE DETONACIÓN (KS)

El sensor KS (Knock Sensor ó Sensor de golpeteo) es un sensor piezoeléctrico que esta atornillado al bloque del motor, su funcionamiento se basa en un cristal de material piezoeléctrico que genera una señal cuando capta una detonación ó cascabeleo en alguno de los cilindros por un mal tiempo de encendido, (esta señal es variable y no puede ser enviada directamente al ECM, por eso se *envía al módulo SNEF*).

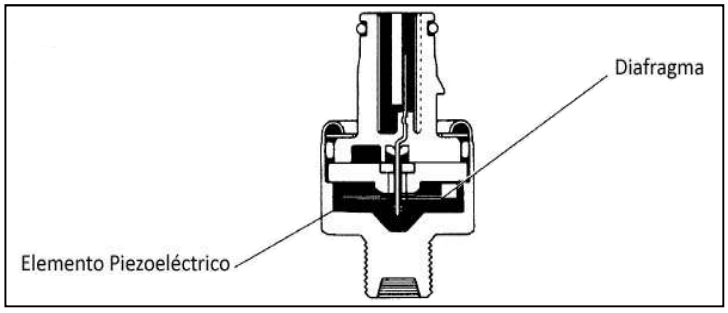


Figura 3.66. Partes del Sensor KS.

Beto Booster (2008). SISTEMAS DE ENCENDIDO ELECTRÓNICO - ESQUEMAS, DIAGRAMAS, CIRCUITOS, MÓDULOS Y BOBINAS DE ENCENDIDO. [En línea]. Recuperado el 19 de marzo del 2011, de http://www.encendidoelectronico.com/

Al estar el sensor KS atornilladlo directamente en el bloque del motor, puede realizar una conexión a tierra o masa directamente.

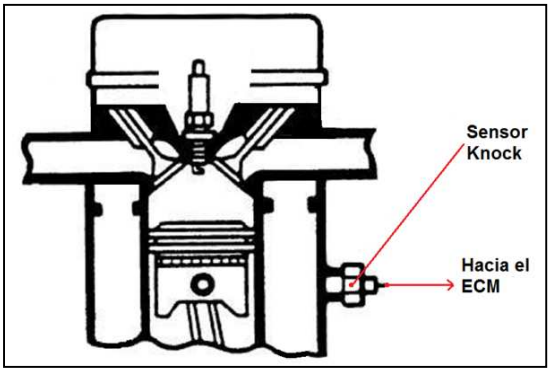


Figura 3.67. Ubicación del sensor KS.

Como se puede ver en la figura a continuación, cuando una detonación ó cascabeleo ocurre en el motor, se genera un alto voltaje en el sensor KS.

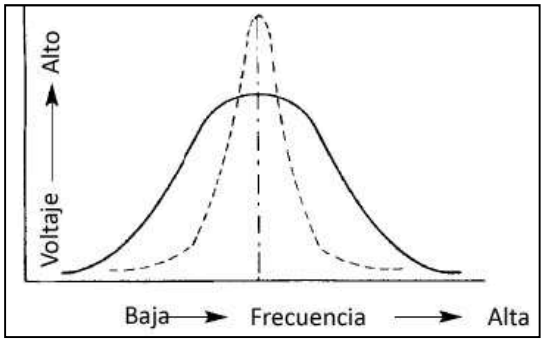


Figura 3.68. Generación de voltaje en el sensor KS.
Beto Booster (2008). SISTEMAS DE ENCENDIDO ELECTRÓNICO - ESQUEMAS, DIAGRAMAS, CIRCUITOS, MÓDULOS Y BOBINAS DE ENCENDIDO. [En línea]. Recuperado el 19 de marzo del 2011, de http://www.encendidoelectronico.com/

Como se dijo anteriormente, la señal que se produce en el sensor KS es análoga, variable y por sus picos puede quemar el ECM (ver Figura a continuación), por eso, se la envía al ***módulo SNEF*** para que sea convertida en señal digital (señal cuadrada) y pueda ser procesada en el ECM sin dañarlo.

Con esta señal el ECM puede atrasar el tiempo de encendido hasta que ya no reciba una señal de golpeteo del sensor KS.

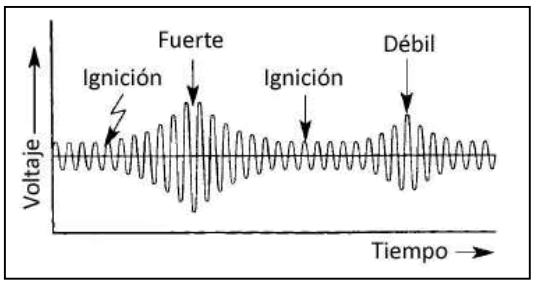


Figura 3.69. Señal producida por el sensor KS.
Beto Booster (2008). SISTEMAS DE ENCENDIDO ELECTRÓNICO - ESQUEMAS, DIAGRAMAS, CIRCUITOS, MÓDULOS Y BOBINAS DE ENCENDIDO. [En línea]. Recuperado el 19 de marzo del 2011, de http://www.encendidoelectronico.com/

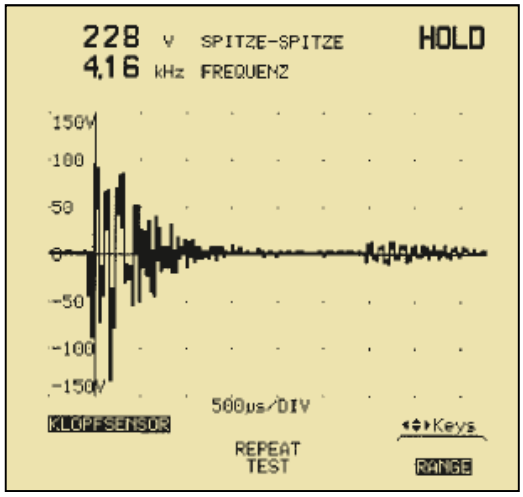


Figura 3.70. Señal del señor KS durante un cascabeleo en los cilindros del motor.
Robert Bosch (2009), Sistemas de inyección electrónica, Autopartes [Versión en línea].
Recuperado el 4 de marzo del 2011, de
http://www.boschservice.com.pe/informaciones_tecnicas/pdf/sistemas_inyeccion_electronica.pdf

3.15.1 Módulo convertidor de señal (SNEF)

Es un convertidor electrónico que convierte la señal análoga del sensor KS en señal digital cuadrada para que esta señal pueda ingresar en el ECM a ser procesada como información útil. Es importante señalar que los picos de voltaje producidos por el sensor KS (cuando se da un golpeteo fuerte en el motor), podrían quemar los circuitos del ECM por sus picos altos de voltaje.

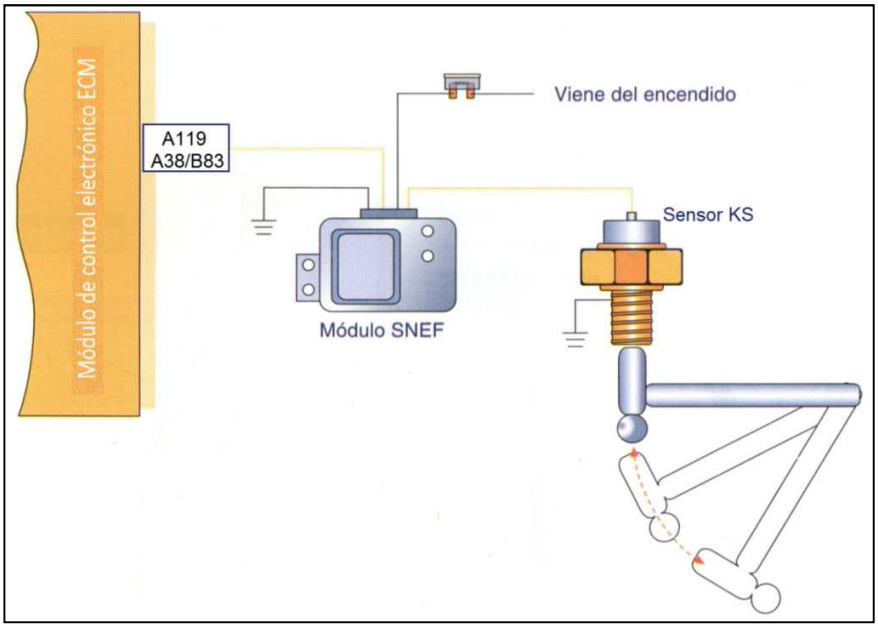


Figura 3.71. Circuito del sensor KS.
Jesús Rueda Santander (2011). Manual Técnico de Fuel Injection Tomo 2 (4ª Edición). Guayaquil: Diseli Editores.

En la Figura anterior se ilustra el funcionamiento del sensor KS, simulando un golpeteo a través de un pequeño golpe en el sensor con un martillo, cuyo efecto es similar a un golpeteo o cascabeleo del motor por mal funcionamiento. A continuación esa señal electrónica será enviada del sensor al módulo SNEF, para que sea modulada y transformada a una señal segura y útil para el ECM, el cual finalmente tomará las acciones correctivas para evitar daños mayores en el sistema.

CAPÍTULO IV

DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA DE COMBUSTIBLE MULTEC DELPHI MPFI

4.1 DIAGNÓSTICO DEL ECM

4.1.1 Precauciones al diagnosticar el ECM

El ECM está diseñado para resistir consumos de corriente normales asociados con el funcionamiento del motor, por eso se debe tener cuidado en sobrecargar cualquier circuito durante un diagnóstico.

No conectar a tierra ó aplicar voltaje a cualquier circuito del ECM en un diagnóstico, a menos que se estrictamente necesario.

Los circuitos se deben probar únicamente con un *DMM automotriz*[a]

Figura 4.1. DMM automotriz con todos sus accesorios.
Network Tool Warehouse, (2011). **AUTOMOTIVE DMM,** [version electrónica], EQUUS INNOVA. Recuperado el 22 de abril del 2011, de http://www.ntxtools.com/network-tool-warehouse/inn-3340.html

4.1.2 Verificación rápida de la alimentación del ECM

Al poner el switch de encendido en contacto (ACC) la lámpara de verificación del motor (lámpara SES, descrita más adelante) debe encenderse, si lámpara no se prende significa que hay problemas en el ECM o en su alimentación, pero también existe la posibilidad de que la lámpara SES este dañada, para lo cual se deberá también comprobar su funcionamiento.

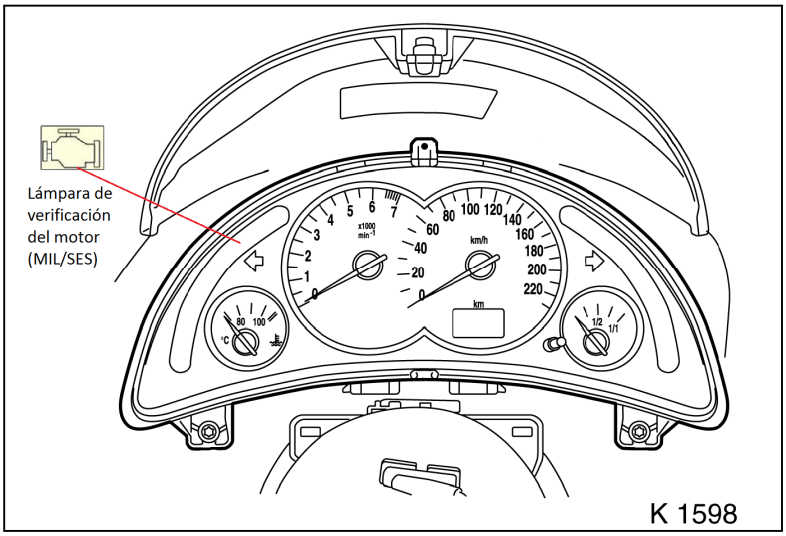


Figura 4.2. Lámpara de verificación del motor (MIL/SES).
GM-España (2002). Manual de Servicio Opel Corsa C. Madrid: GM Publicaciones.

4.1.3 Verificación de la alimentación positiva del ECM

(Con el vehículo apagado).

Se desconecta el conector eléctrico del ECM (socket). Luego:

Se pone en switch en contacto (ACC):

En este punto se va analizando que la polaridad en los terminales 15 y 30 del ECM sea positiva, caso contrario se verifican sus fusibles respectivos y sus cables de conexión con el positivo de la batería (B+)

4.1.4 Verificación de la alimentación negativa del ECM

De la misma forma anterior, ahora se revisan que la polaridad en el terminal 31 del ECM, Sea negativa, caso contario se verifican sus fusibles respectivos y sus cables de conexión con los puntos de conexión a tierra.

4.1.5 Verificación de la corriente de alimentación del ECM

(Con el vehículo en contacto).

En la caja de fusibles, se puede medir el amperaje consumido por el ECM del circuito de alimentación directa de la batería corresponde al F1, se mide ahí el amperaje, que debería ser aproximadamente de 7.5A

4.2 CONECTOR DE DIAGNÓSTICO (ALDL)

Es una interface por la cual el ECM envía los datos al SCANNER, a través de este se puede acceder a los códigos de avería que están almacenados en la memoria RAM del ECM.

Está ubicado en la cabina, debajo de los controles de climatización.

Como se mencionó anteriormente, algunos de los Scanner (los TECH 2), son capaces de borrar los códigos de avería a través de la memoria del ECM, por lo tanto pasan de ser solo lectores de códigos de avería a programadores, esta

opción es muy útil, ya que muchos códigos de avería persisten en la memoria del ECM, incluso varios ciclos luego de una reparación hasta que el ECM haga un auto diagnóstico.

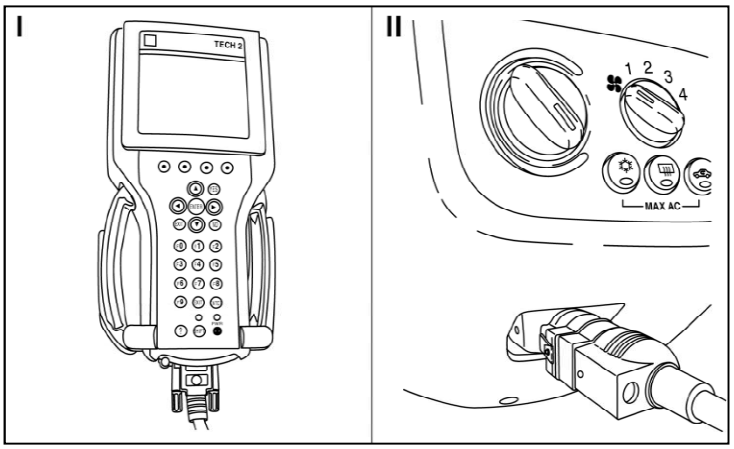
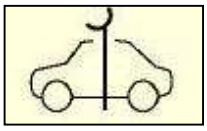


Figura 4.3. Diagnóstico a través del cable ALDL.
GM-España (2002). Manual de Servicio Opel Corsa C. Madrid: GM Publicaciones.

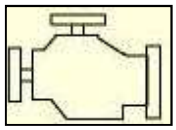
4.3 LÁMPARAS DE VERIFICACIÓN DEL MOTOR

4.3.1 Luz testigo de problemas eléctricos



Indica que hay un problema eléctrico en el sistema eléctrico del motor ó en el inmovilizador, si el problema es grave, se guarda como código de avería en la memoria del ECM.

4.3.2 Luz MIL ó SES



Se encuentra en el panel de instrumentos del vehículo (Ver Figura 4.2).

Tiene la función de informar al conductor sobre una falla y/o avería en el sistema de inyección electrónica de combustible. Muchas veces se basa en las emisiones del motor.

Esta lámpara es controlada por el ECM.

Cuando se pone la llave de encendido en la posición ON sin prender el motor, el ECM enciende esta lámpara de verificación, y al arrancar el motor, esta lámpara debe apagarse.

Si con el motor en funcionamiento, la lámpara sigue prendida, quiere decir que este sistema de auto diagnóstico del ECM ha detectado alguna falla en uno de los sistemas monitoreados.

Una vez solucionada la falla, la lámpara debe apagarse en aproximadamente 10 segundos.

4.3.2.1 Acceder a los códigos de avería a través de la luz MIL ó SES

Como ya sabemos se puede acceder a los códigos de avería a través del conector ALDL y un *SCANNER* automotriz ó con el TECH 2, pero también es posible acceder a muchos de estos datos a través de la lámpara MIL sin necesidad de ningún tipo de scanner, también se la conoce como "*PRUEBA DEL CLIP*", ya que el ECM informa los códigos de avería a través de esta lámpara con señales de intermitencia. Para esto, primeramente se procede a

ubicar el conector OBDII ó ALDL, luego (con el vehículo apagado) y con un cable metálico unimos las terminales indicadas en la Figura a continuación. A continuación ponemos el vehículo en contacto para que el ECM haga un auto diagnóstico y nos arroje los códigos de avería a través de la lámpara de verificación del motor ó Luz MIL. Luego anotamos estos códigos y podremos comparar estos datos con la Tabla 4.1 para poder identificar el código de avería indicado por el ECM.

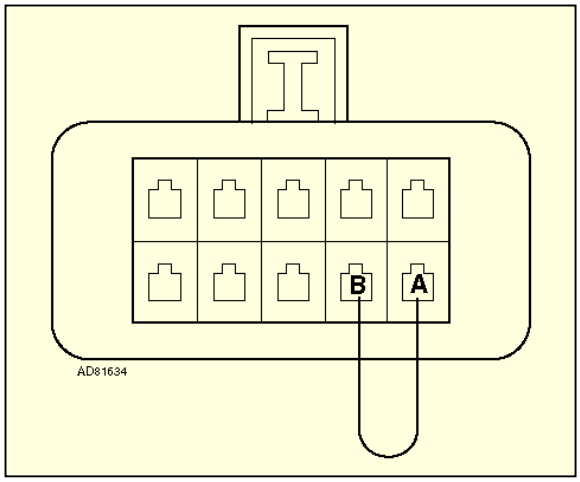


Figura 4.4. Terminales a unir en el conector OBDII/ALDL para obtener los códigos de avería sin necesidad de usar un Scanner.

AUTODATA.LTD.UK, (2006). AutoData-CD_Version 3.16 [Software de cómputo con especificaciones técnicas de varios modelos vehículos hasta el año 2006]. United Kingdom: Autodata Limited

Los códigos de avería informados por la lámpara MIL están formados por dos dígitos, (unidades y decenas), la parte decimal corresponde a la primera secuencia de intermitencia, y la parte unitaria corresponde a la segunda secuencia de intermitencias, las decenas se separan de las unidades por una pausa de un segundo.

Luego de tres segundos de pausa se volverá a repetir el código de avería.

Si existe más de un código de avería, estos serán presentados en orden ascendente, y separados entre sí por 3 segundos.

Figura 4.5. Códigos de avería, vistos en la luz MIL (SES).
Jesús Rueda Santander (2011). Manual Técnico de Fuel Injection Tomo 2 (4ª Edición). Guayaquil: Diseli Editores.

4.3.3 Borrado de los códigos de avería

Para borrar ó apagar los códigos de avería almacenados en la memoria RAM del ECM, en vehículos Corsa-C, primeramente se debe identificar y solucionar el problema que produjo este código de avería, y luego recorrer algunos kilómetros sin que continúe el problema, entonces el ECM borrara automáticamente estos códigos de avería.

Sin embargo muchas veces ciertos códigos de avería pueden persistir en la memoria del ECM. Entonces lo más recomendable es usar un equipo de Diagnosis (de protocolo OBDII y que ofrezca la opción de borrar los códigos de avería, como el TECH II). Debido a que de esta forma solo se borraran los códigos de avería deseados.

Borrado Manual

Si se desea borrar los códigos de avería y no se cuenta con el equipo adecuado, se pude hacerlo de forma manual (resetear la memoria del ECM manualmente). Siguiendo estos pasos:

1. Se debe apagar el vehículo (contacto en posición OFF).
2. Se desconecta el terminal negativo de la batería por aproximadamente 60 segundos.
3. Volver a comprobar los códigos de avería para asegurarnos que fueron borrados.

Advertencia: Al resetear la memoria, con este método se borra la memoria de todas las unidades electrónicas del vehículo, incluyendo el radio y reloj.

4.3.4 Códigos de avería del sistema de gestión electrónica motor C14SE MPFI (1/3).

Tipo luminoso	Localización de avería	Causa probable
12	Inicio y fin de diagnosis	-
13	Sensor calentado de oxígeno/sensor de oxígeno - circuito abierto	Cableado, sensor calentado de oxígeno/sensor de oxígeno, módulo de control del motor
14	Sensor de temperatura del refrigerante del motor - tensión baja	Cortocircuito a masa en el cableado, sensor de temperatura del refrigerante del motor, módulo de control del motor
15	Sensor de temperatura del refrigerante del motor - tensión alta	Cortocircuito a positivo en el cableado, sensor de temperatura del refrigerante del motor, módulo de control del motor
16	Sensor de detonación 1 - señal	Cableado, sensor de detonación
17	Inyector(es) - circuito defectuoso	Cableado, inyectores, módulo de control del motor
18	Módulo de control del motor - control del sensor de detonación	Fallo del control del sensor de detonación interno
19	Sensor de régimen del motor - señal incorrecta	Cableado, sensor de régimen del motor, reluctor, módulo de control del motor
21	Sensor de posición de la mariposa - tensión alta	Cortocircuito a positivo en el cableado, sensor de posición de la mariposa, módulo de control del motor
22	Sensor de posición de la mariposa - tensión baja	Cortocircuito a masa en el cableado, sensor de posición de la mariposa, módulo de control del motor
24	Sensor de velocidad del vehículo - no hay señal	Cableado, sensor de velocidad del vehículo, módulo de control del motor
25	Inyector(es) - tensión baja	Cortocircuito a masa en el cableado, inyector, módulo de control del motor
28	Relé de la bomba de combustible - circuito defectuoso	Cableado, relé de la bomba de combustible, bomba de combustible, módulo de control del motor
29	Relé de la bomba de combustible - tensión baja	Cortocircuito a masa en el cableado, relé de la bomba de combustible, bomba de combustible, módulo de control del motor
32	Relé de la bomba de combustible - tensión alta	Cortocircuito a positivo en el cableado, relé de la bomba de combustible, bomba de combustible, módulo de control del motor
33	Sensor de presión absoluta del colector - tensión alta	Cortocircuito a positivo en el cableado, sensor de presión absoluta del colector, módulo de control del motor
34	Sensor de presión absoluta del colector - tensión baja	Cortocircuito a masa en el cableado, sensor de presión absoluta del colector, módulo de control del motor
35	Módulo de control del motor, control de ralentí - régimen al ralentí incorrecto	Sistema de admisión, sistema de combustible
41	Módulo de control del motor, señal de encendido, cil. 2 y 3 - tensión alta	Cableado
42	Módulo de control del motor, señal de encendido, cil. 1 y 4 - DI - tensión alta	Cableado
42	Módulo de control del motor, señal de encendido - excepto DI - tensión alta	Cableado

Códigos de avería del sistema de gestión electrónica motor C14SE MPFI (2/3).

Tipo luminoso	Localización de avería	Causa probable
43	Solenoide de recirculación de gases de escape - circuito defectuoso	Cableado, solenoide de recirculación de gases de escape, módulo de control del motor
44	Sensor calentado de oxígeno - mezcla pobre	Cableado, sensor calentado de oxígeno, módulo de control del motor
45	Sensor calentado de oxígeno - mezcla rica	Cableado, sensor calentado de oxígeno, módulo de control del motor
46	Módulo de control del motor, señal de encendido - tensión alta	Cortocircuito a positivo en el cableado
47	Sensor de posición de la válvula de recirculación de gases de escape - circuito defectuoso	Cableado, sensor de posición de la válvula de recirculación de gases de escape, módulo de control del motor
49	Tensión de alimentación de la batería - alta	Alternador, regulador
51	Módulo de control del motor - programación incorrecta	Cableado, módulo de control del motor
52	Relé de la bomba de inyección de aire secundario - tensión baja	Cortocircuito a masa en el cableado, relé de la bomba de inyección de aire secundario, módulo de control del motor
53	Relé de la bomba de inyección de aire secundario - tensión alta	Cortocircuito a positivo en el cableado, relé de la bomba de inyección de aire secundario, módulo de control del motor
55	Módulo de control del motor - defectuoso	Módulo de control del motor
56	Solenoide de inyección de aire secundario - tensión baja	Cortocircuito a masa en el cableado, solenoide de inyección de aire secundario, módulo de control del motor
57	Solenoide de inyección de aire secundario - tensión alta	Cortocircuito a positivo en el cableado, solenoide de inyección de aire secundario, módulo de control del motor
61	Válvula de control de emisiones por evaporación - tensión baja	Cortocircuito a masa en el cableado, válvula de control de emisiones por evaporación, módulo de control del motor
62	Válvula de control de emisiones por evaporación - tensión alta	Cortocircuito a positivo en el cableado, válvula de control de emisiones por evaporación, módulo de control del motor
63	Módulo de control del motor, señal de encendido, cil. 2 y 3 - tensión baja	Cortocircuito a masa en el cableado
64	Módulo de control del motor, señal de encendido, cil. 1 y 4 - tensión baja	Cortocircuito a masa en el cableado
66	Sensor de presión absoluta del colector - señal incorrecta	Sensor de presión absoluta del colector, fuga de aire, módulo de control del motor
67	Sensor de flujo de masa de aire - señal incorrecta	Cableado, sensor de flujo de masa de aire, módulo de control del motor

Códigos de avería del sistema de gestión electrónica motor C14SE MPFI (3/3).

Tipo luminoso	Localización de avería	Causa probable
68	Sensor de flujo de masa de aire - tensión baja	Cortocircuito a masa en el cableado, sensor de flujo de masa de aire, módulo de control del motor
69	Sensor de temperatura del aire de admisión - tensión baja	Cortocircuito a masa en el cableado, sensor de temperatura del aire de admisión, módulo de control del motor
71	Sensor de temperatura del aire de admisión - tensión alta	Cortocircuito a positivo en el cableado, sensor de temperatura del aire de admisión, módulo de control del motor
72	Módulo de control del motor, señal de encendido - circuito abierto	Cableado
75	Control de par cambio automático, señal - tensión baja	Circuito abierto del cableado
76	Control de par cambio automático, señal - continua	Cableado, módulo de control del motor, módulo de control de la transmisión
81	Inyector - tensión alta	Cortocircuito a positivo en el cableado, inyector, módulo de control del motor
83	Módulo de control del inmovilizador - programación	Programación incorrecta del módulo de control del inmovilizador
84	Módulo de control del inmovilizador - no hay señal	Módulo de control del inmovilizador
85	Módulo de control del inmovilizador - señal incorrecta	Módulo de control del inmovilizador
87	Señal de control del aire acondicionado - tensión baja	Cortocircuito a masa en el cableado, relé de corte del aire acondicionado, módulo de control del motor
88	Señal de control del aire acondicionado - tensión alta	Cortocircuito a positivo en el cableado, relé de corte del aire acondicionado, módulo de control del motor
92	Sensor de posición del árbol de levas - señal incorrecta	Cableado, sensor de posición del árbol de levas
93	Módulo de control del motor, señal(es) del testigo de averías/del sensor de régimen del motor/de consumo de combustible - circuito defectuoso	Cableado, módulo de control del motor

Tabla 4.1. Códigos de avería del Chevrolet Corsa-C 1.4 SOHC Multec MPFI. AUTODATA.LTD.UK, (2006). AutoData-CD_Version 3.16 [Software de cómputo con especificaciones técnicas de varios modelos vehículos hasta el año 2006]. United Kingdom: Autodata Limited

Nota: Se han tomado en cuenta únicamente los códigos de avería del motor 1.4 multipunto 8V, usado en este proyecto.

4.4 DIAGNÓSTICO DEL SENSOR DE TEMPERATURA DEL LÍQUIDO REFRIGERANTE (CTS) Ó (ECT)

Tierra del sensor

(Con el vehículo en contacto).

Se debe verificar que no haya fallas tanto en conexiones como en cableado de la señal negativa ó conexión a tierra.

Señal del sensor

(Con el vehículo en contacto).

Verificar el voltaje positivo (cable que conecta el sensor con la terminal B39 del ECM), se lo hace con el vehículo en contacto sin prender el motor, se toman medidas de voltaje y se las compara con tablas de funcionamiento correcto del sensor como en la Figura anterior, ya que a cierta temperatura le corresponde cierto voltaje, de lo contrario el daño está en el cableado ó conexiones positivas, si persiste, se debe reemplazar el sensor.

Resistencia del sensor

Desmontando el sensor Se puede verificar la resistencia del sensor para saber su estado y luego comparar esos datos con la Tabla a continuación:

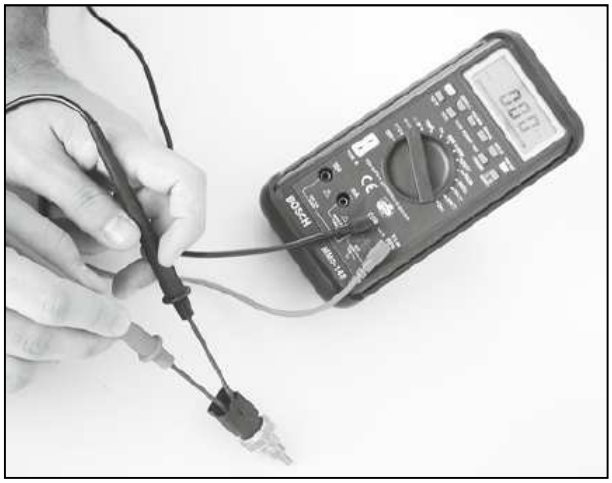


Figura 4.6. Medición de la resistencia del sensor CTS ó ECT.

Robert Bosch (2009), Sistemas de inyección electrónica, Autopartes [Versión en línea].

Recuperado el 4 de marzo del 2011, de

http://www.boschservice.com.pe/informaciones_tecnicas/pdf/sistemas_inyeccion_electronica.pdf

Motor frío							**Motor caliente Accionamiento del electro ventilador**		
Temperatura (℃)	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Voltaje (DC)	2,4	1,8	1,4	1	3,2	2,8	2,4	2	1,85
Resistencia (KΩ)	3,5	2,2	1,4	0,8	0,6	480	320	230	175

Tabla 4.2. Valores de voltaje y resistencia generados por el sensor CTS ó ECT.

Jesús Rueda Santander (2011). Manual Técnico de Fuel Injection Tomo 2 (4ª Edición).

Guayaquil: Diseli Editores.

En la tabla anterior puede notar que a los 50° ocurre un incremento brusco de voltaje de 1 a 3,6 voltios, indicando al ECM que la temperatura del motor está pasando de frío a caliente.

4.5 DIAGNÓSTICO DE LA SONDA LAMBDA (λ), (EGO), (O^2)

Señal del sensor

(Con el vehículo en contacto).

Con un osciloscopio automotriz se analiza la señal del sensor de oxígeno, la señal del sensor debe estar cambiando entre rica y pobre, por arriba de los 0,8 voltios y por debajo de los 0,2 voltios a manera de una sinusoide con 7 a 10 oscilaciones en un periodo de tiempo de más ó menos 10 segundos, a esto se denomina ***lazo cerrado*** que nos indica que la inyección de combustible en el sistema es eficiente (muy cercana a la relación estequiometria ideal de 13,7:1), caso contrario nos indica que hay problemas en la combustión.

Si tenemos menos de 7 oscilaciones en 10 segundos, nos indica que la sonda lambda está dañada ó hay ingreso de aire en el escape.

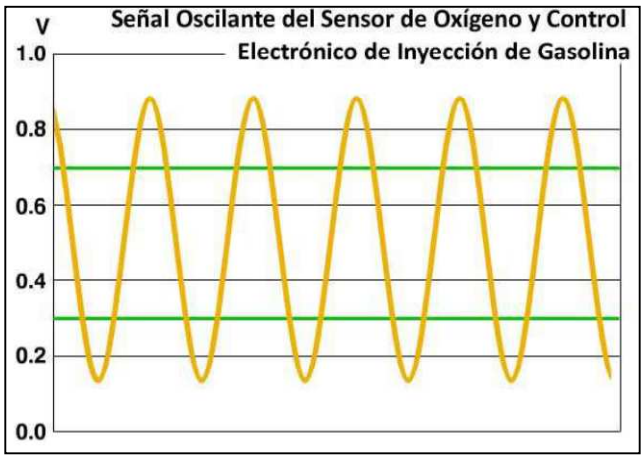


Figura 4.7. Oscilograma del sensor de oxígeno funcionando en ciclo cerrado.
Beto Booster (2008). SISTEMAS DE ENCENDIDO ELECTRÓNICO - ESQUEMAS, DIAGRAMAS, CIRCUITOS, MÓDULOS Y BOBINAS DE ENCENDIDO. [En línea]. Recuperado el 19 de marzo del 2011, de http://www.encendidoelectronico.com/

4.6 DIAGNÓSTICO DEL SENSOR DE POSICIÓN DE LA MARIPOSA (TPS)

Voltaje de entrada del sensor

(Con el vehículo en contacto).

El voltaje de entrada ideal es de 4,60 a 5,20 voltios, Caso contrario, se debe revisar conexiones y cableado.

Masa del Sensor

Se verifica la tierra ó señal negativa del sensor, la polaridad debe ser negativa, si no obtenemos una señal, debemos revisar cableado y conexiones.

Voltaje de Retorno (del sensor hacia el ECM)

(Con el motor en marcha).

Se verifica el voltaje de retorno (cable que une el potenciómetro de la mariposa con el terminal B82 del ECM) abriendo la placa de aceleración, se debe obtener variaciones en el voltaje de entrada (0,5 voltios con la mariposa cerrada/CC y 4,50 voltios con la mariposa abierta/WOT, además de un súbito cambio en señal del osciloscopio en aceleraciones súbitas.

Señal de Retorno (del sensor hacia el ECM)

Se puede diagnosticar el funcionamiento del sensor con base en el oscilograma del cable de señal de retorno. Con el osciloscopio conectado al cable de señal del sensor, para ello, se pone a funcionar el vehículo en ralentí, luego se acelera súbitamente y se congela la pantalla del osciloscopio para analizarla. Si hay una falla en la curva, significa un corto ó masa que podrían ser provocadas por hollín ó suciedad (se puede solucionar limpiando con un solvente especial), pero también puede ser debido a problemas en la mariposa de aceleración (desgaste) en cuyo caso lo mejor será reemplazar el elemento desgastado.

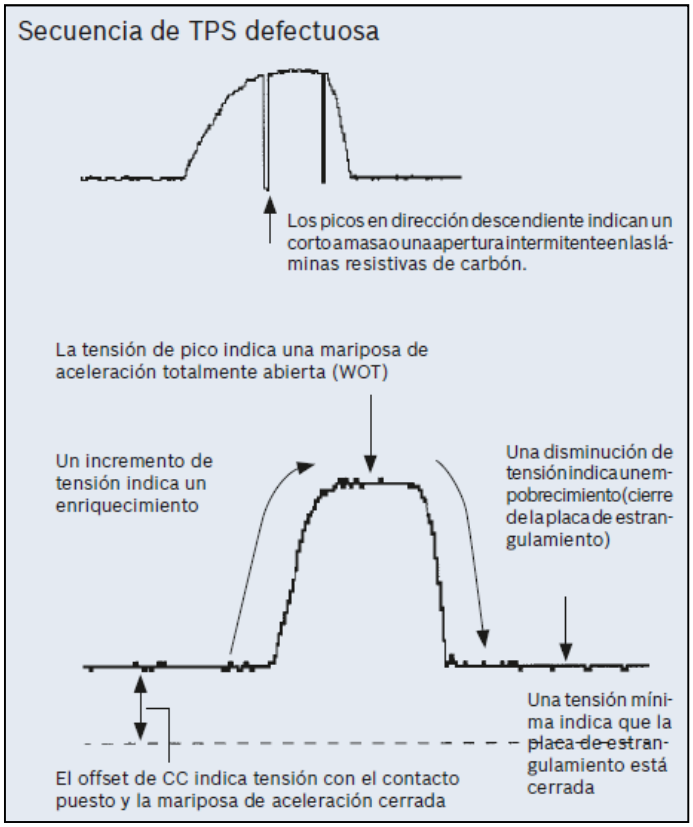


Figura 4.8. Análisis del oscilograma del sensor TPS.
Robert Bosch (2009), Sistemas de inyección electrónica, Autopartes [Versión en línea].
Recuperado el 4 de marzo del 2011, de
http://www.boschservice.com.pe/informaciones_tecnicas/pdf/sistemas_inyeccion_electronica.pdf

La Figura superior representa la señal de retorno del TPS obtenida con un osciloscopio, y congelada para su análisis, se puede notar claramente una falla en la curva, a forma de un corto o masa, la cual puede ser causada por la presencia de impurezas.

La Figura inferior representa el funcionamiento normal del sensor TPS vista con un osciloscopio, comenzando con la mariposa cerrada (CC) ó (en ralentí), luego una aceleración brusca con la mariposa de aceleración totalmente abierta

(WOT) y finalmente una desaceleración hasta volver a (CC) ó (ralentí). Los valores de (CC) y (WOT), son variables para cada modelo de vehículo y pueden ser consultados en boletines técnicos. Para este vehículo usaremos valores de 0,5 y 4,5V respectivamente.

4.7 DIAGNÓSTICO DEL SENSOR DE VELOCIDAD (VSS)

Señal de retorno del sensor

(Con el vehículo en contacto).

Se analiza el voltaje en el cable de señal del sensor (cable que conecta con la terminal A119L del ECM), luego se hace girar la rueda delantera izquierda, y cuanto mayor sea la velocidad de rotación de la rueda, mayor será la frecuencia de la señal del sensor, caso contrario revisar el cableado del sensor y también si hay un mal contacto con el *Módulo del Sistema Inmovilizador GM.*

(Ver Figura 3.20)

Alimentación positiva del sensor

(Con el vehículo en contacto).

La polaridad en el cable (cable que va al terminal 21 del panel de instrumentos), debe ser positiva e igual al voltaje de la batería. Caso contario revisar el fusible correspondiente, un mal contacto ó cable interrumpido entre el sensor y el borne positivo de la batería (B+).

(Ver Figura 3.20)

Tierra de Sensor

(Con el vehículo en contacto).

La polaridad en el cable (cable marrón que va al terminal 8 del panel de instrumentos), debe ser negativa a igual a la de la batería. Caso contrario, revisar un mal contacto del conector del sensor, y también por si tiene mala conexión a tierra.

4.8 DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA INMOVILIZADOR GM

Cuando hay un problema en este sistema, se graban códigos de avería en el ECM, además el propio sistema avisa al conductor a través de la lámpara de verificación del motor (SES) a través de intermitencias. Además se puede tener acceso a estos códigos con un *SCANNER* OBDII, e incluso se los puede borrar posteriormente. Pero es mucho mejor utilizar un sistema TECH (TIS)/TECH 2, ya que en este se puede cargar directamente la información específica del vehículo con mayor precisión, es recomendado por GM, y además se puede realizar programaciones y configuraciones del sistema electrónico.

4.8.1 Verificación de la alimentación del módulo inmovilizador

(Con el vehículo en contacto).

Se desconecta el conector eléctrico del módulo inmovilizador, luego, En los terminales 5 y 9, la polaridad debe ser positiva, caso contrario puede deberse a un mal contacto entre el conector del módulo inmovilizador y el ECM.

(Ver Figura 3.25)

4.8.2 Verificación de la tierra del módulo inmovilizador

(Con el vehículo en contacto).

De igual manera que la anterior verificación, la polaridad en el terminal 4 del conector eléctrico del módulo inmovilizador debe ser negativa.

(Ver Figura 3.25)

4.8.3 Verificación de la lámpara de verificación del motor (SES/MIL)

Si sabemos que el ECM está enviando señal hacia la lámpara de verificación del motor (SES/MIL), entonces se debería desmontar la lámpara para poder verificar si está funcionando correctamente, caso contrario se debería reemplazarla.

4.9 DIAGNÓSTICO DE LA LÍNEA DE COMBUSTIBLE

Presión en la línea de combustible

(Con el vehículo apagado).

Se conecta un manómetro medidor de presión en el acceso del riel de inyectores.

Luego.

(Con el vehículo en contacto).

Hacer funcionar la bomba accionando su relé (uniendo las terminales 30 y 87).

La presión en la línea de combustible debe ser de alrededor de 380.000 [Pa] ó 0,38 [MPa].

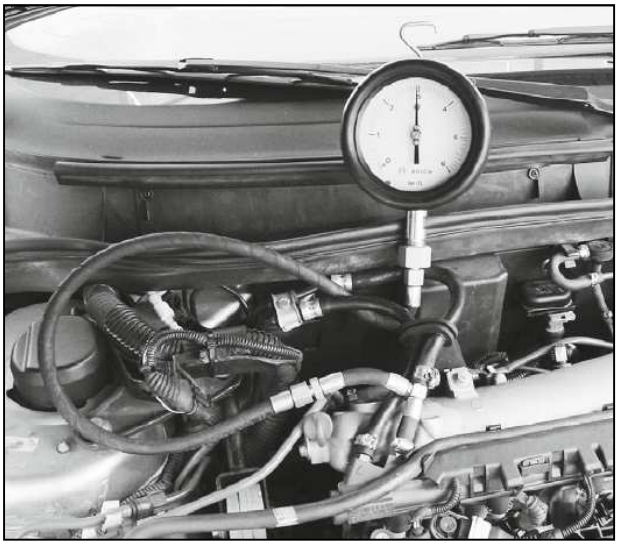


Figura 4.9. Medida de la presión en la línea de combustible.
Robert Bosch (2009), Sistemas de inyección electrónica, Autopartes [Versión en línea].
Recuperado el 4 de marzo del 2011, de
http://www.boschservice.com.pe/informaciones_tecnicas/pdf/sistemas_inyeccion_electronica.pdf

Verificar la estanqueidad en la línea de combustible

De esta forma se puede detectar fugas en el sistema.

(Con el manómetro ya conectado).

Estando ya conectado el manómetro a la línea de combustible, se hace funcionar el motor en ralentí y se cierra la llave del manómetro. Luego apagar el motor. La presión en el manómetro debe alcanzar un valor entre 4 y 5 bar y no debe bajar rápidamente. Caso contrario es porque hay una fuga en el sistema.

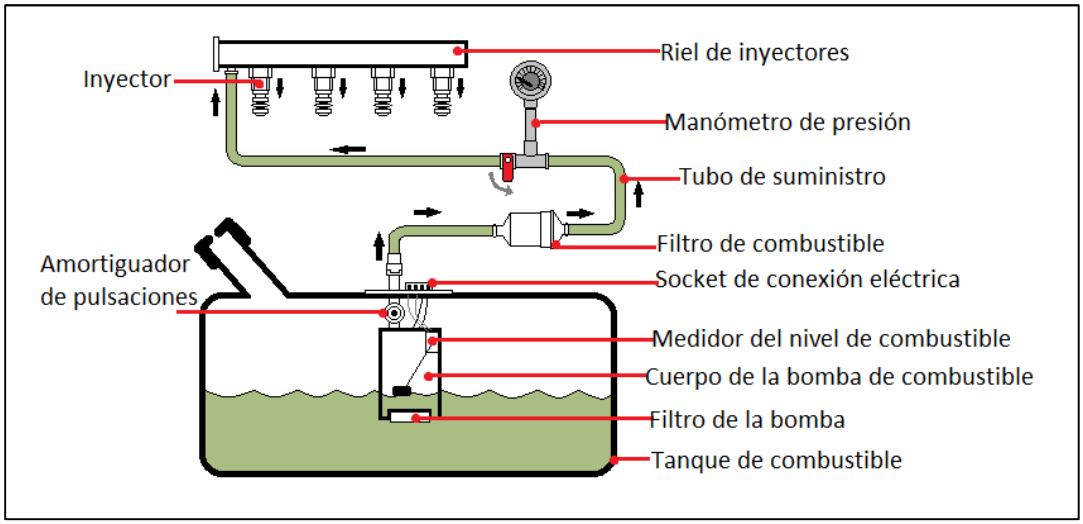


Figura 4.10. Prueba de estanqueidad de la línea de combustible.

Verificar el Caudal de combustible

(Retirar el manómetro, además el vehículo está apagado).

Se vuelve a conectar todo el sistema. Posteriormente se desconecta el tubo de suministro de combustible y se coloca en un recipiente graduado.

Luego:

(Con el vehículo en contacto).

Hacer funcionar la bomba mediante su relé. En 30 segundos el recipiente debe llenarse alrededor de 800 ml ó más. Caso contrario se debe a un taponamiento en la línea de combustible, y se debería revisar toda la línea.

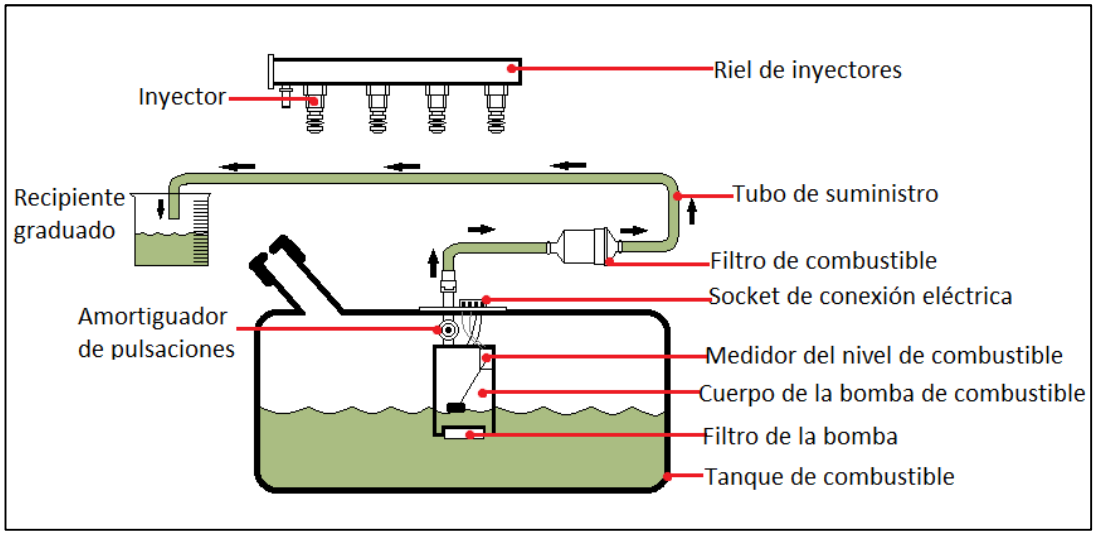


Figura 4.11. Verificación del caudal en la línea de combustible.

La prueba de caudal en la línea de combustible es un buen indicador del estado de la bomba de combustible.

Figura 4.12. Medición del caudal en la línea de combustible.

Robert Bosch (2009), Sistemas de inyección electrónica, Autopartes [Versión en línea]. Recuperado el 4 de marzo del 2011, de http://www.boschservice.com.pe/informaciones_tecnicas/pdf/sistemas_inyeccion_electronica.pdf

4.10 DIAGNÓSTICO DE LA BOMBA DE COMBUSTIBLE

4.10.1 Revisiones Mecánicas

Se debe verificar el estado del conector (que no esté quemado), y también el estado de la aguja del medidor de nivel del tanque.

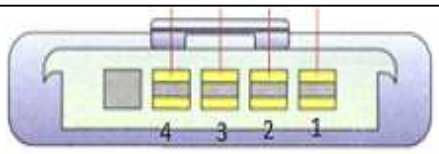
Presión de salida de la bomba

(Con un manómetro conectado a la línea de combustible).

La mayoría de problemas tienen que ver con la presión de combustible cuando esta es menor a 3.8 [bar], puede deberse a problemas mecánicos en la bomba, puede estar taponado el filtro de combustible ó en el mejor de los casos obstáculos en el libre flujo de combustible por los conductos. Entonces se conecta el manómetro de presión a la línea de combustible y se activa la bomba directamente puenteando su relé. La presión debe ser aproximadamente de 0,38 [MPa].

4.10.2 Revisiones Eléctricas

Se desconecta el socket de la bomba de combustible y se analizara con un multímetro la señal en cada uno de los pines. (Ver Figura a continuación)



N. Terminal	Descripción
1	Alimentación de la bomba de combustible.
2	Negativo de la bomba (señal del ECM).
3	Señal 1 del flotador de nivel de combustible.
4	Señal 2 del flotador de nivel de combustible

Figura 4.13. Socket de la bomba de combustible.

Señal electrónica de la bomba

(Con el motor en marcha).

Una buena forma de dar diagnóstico del estado de la bomba de combustible es analizar el cable de señal positiva de la bomba con un osciloscopio, la señal debe ser continua. Se puede comparar la señal con la Figura 3.31, para poder diagnosticar el estado de la bomba.

(Ver Figura 3.31).

Tierra de la bomba

(Con el vehículo en contacto).

El cable marrón del conector o socket de la bomba de combustible es tierra (ver Figura anterior), y su polaridad debe ser negativa, caso contrario buscar la posible falla en conexiones ó cableado.

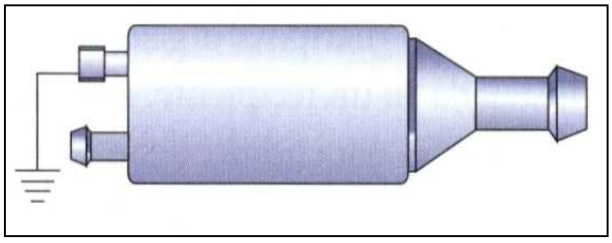


Figura 4.14. Conexión a tierra Bomba eléctrica de combustible.
Jesús Rueda Santander (2011). Manual Técnico de Fuel Injection Tomo 2 (4ª Edición). Guayaquil: Diseli Editores.

Relé de la bomba

El relé de la bomba de combustible es un elemento clave en el diagnóstico de fallas para la bomba de combustible, se analiza la polaridad en cada terminal del conector del relé de la bomba.

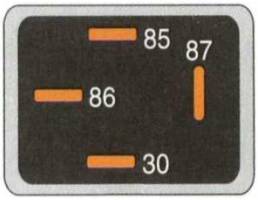


Figura 4.15. Conector del relé de la bomba de combustible

(Con el vehículo en contacto).

En el terminal 30 la polaridad debe ser positiva (caso contrario revisar el fusible que alimenta este terminal contactos ó cables involucrados).

En el terminal 86 la polaridad debe ser positiva (caso contrario revisar el fusible que alimenta este terminal contactos ó cables involucrados).

(Con el motor funcionando).

En el terminal 85 la polaridad debe ser negativa (caso contrario revisar un mal contacto a cable interrumpido entre el relé y el ECM, también revisar el sensor CKP y la alimentación del ECM, si el problema persiste entonces el problema está en el ECM).

En el terminal 87 la polaridad debe ser positiva (caso contrario verificar si hay un mal contacto en el conector del relé, si el problema persiste se debe revisar el relé y el ECM).

Corriente consumida por la bomba

Con esta prueba se puede saber el estado del motor interno de la bomba, midiendo la cantidad de corriente que consume este motor de la batería.

Con el multímetro conectado para medir amperios, se conectan las puntas del multímetro en los conectores 30 y 87b (del relé), entonces de esta forma el multímetro comienza a funcionar y se marca en el multímetro la corriente consumida por la bomba, la corriente debe ser máximo de 5,8 amperios, si es superior, significa que el motor interno de la bomba ya tiene desgaste.

Figura 4.16. Medición de la corriente consumida por la bomba de combustible.
Robert Bosch (2009), Sistemas de inyección electrónica, Autopartes [Versión en línea].
Recuperado el 4 de marzo del 2011, de
http://www.boschservice.com.pe/informaciones_tecnicas/pdf/sistemas_inyeccion_electronica.pdf

4.11 DIAGNÓSTICO DE LOS INYECTORES

Un inyector en mal estado (trabajo en su punta ó parcialmente abierto) causa la perdida de presión después de apagar el motor, esto puede ocasionar que luego hayan dificultades para arrancar el motor (arranque difícil), también puede

ocasionar que el combustible siga saliendo por los inyectores a manera de goteo sin necesidad de acelerar, esto se conoce como efecto diesel, ó que se embale el motor, presentando dificultades para apagarlo (el motor sigue funcionando luego de apagado), en estos casos lo recomendable es sustituir todos los inyectores por unos nuevos.

La resistencia de cada inyector debe estar entre 2 y 3 ohmios.

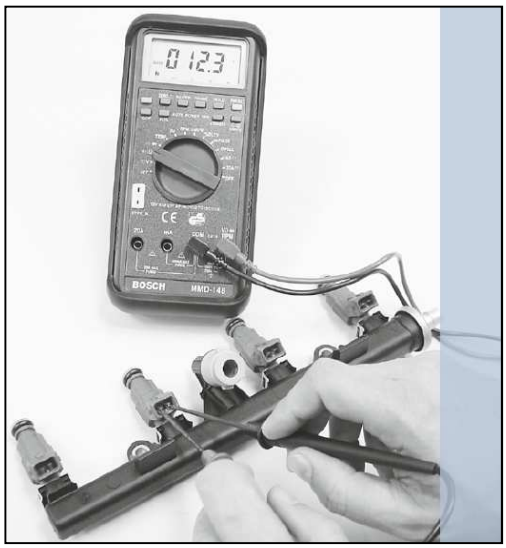


Figura 4.17. Medición de la resistencia del inyector.

Robert Bosch (2009), Sistemas de inyección electrónica, Autopartes [Versión en línea]. Recuperado el 4 de marzo del 2011, de http://www.boschservice.com.pe/informaciones_tecnicas/pdf/sistemas_inyeccion_electronica.pdf

4.11.1 Análisis del oscilograma del inyector

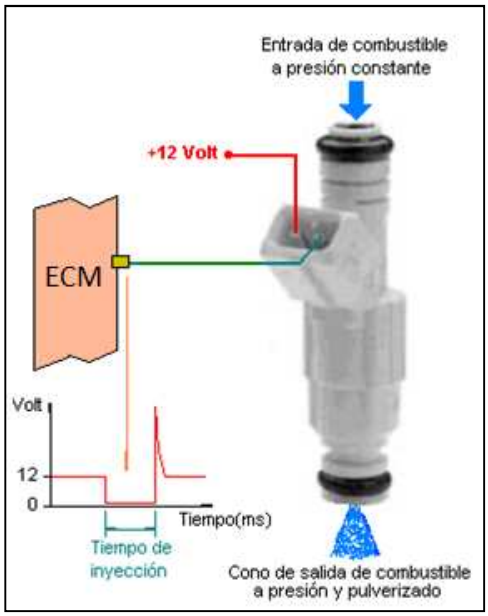


Figura 4.18. Funcionamiento del inyector.

Jorge Garvero (2009). TRATADO DE ELECTRÓNICA AUTOMOTRIZ, VOLUMEN 3, FUNCIONAMIENTO DE ACTUADORES [Versión en línea]. Recuperado el 5 de marzo del 2011, de http://es.scribd.com/doc/41444948/Tratado-de-Electronica-Automotriz-Funcionamiento-de-Actuadores.

- Si analizamos el cable de señal positivo del inyector obtendremos una señal positiva continua de 12 voltios (Ver Figura anterior).
- Si analizamos el cable de señal negativo del inyector obtendremos una señal pulsante que se usa en el diagnóstico del estado del inyector (Ver Figura anterior).

Tiempo de inyección es básicamente el tiempo que el ECM(a través de sus transistores) aplica una masa para que la válvula (normalmente cerrada) del inyector sea abra e inyecte combustible.

El ECM puede controlar el tiempo en que aplica masa al circuito ó tiempo de inyección, para un inyector en buen estado, el tiempo de inyección debe estar en 1.8 a 2.2 milisegundos.

El pico inductivo es un pico de voltaje generado por la acumulación de energía en la bobina del inyector, y que es liberado cuando el ECM suelta la masa del inyector. El pico inductivo va desde los 35 voltios y llega máximo hasta los 63,5 voltios.

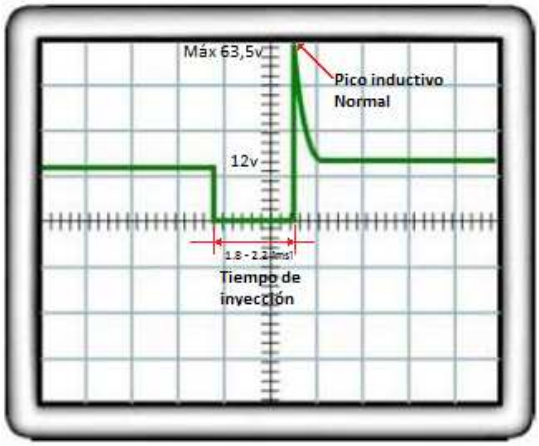


Figura 4.19. Oscilograma de un inyector en buen estado.
Beto Booster (2008). SISTEMAS DE ENCENDIDO ELECTRÓNICO - ESQUEMAS, DIAGRAMAS, CIRCUITOS, MÓDULOS Y BOBINAS DE ENCENDIDO. [En línea]. Recuperado el 19 de marzo del 2011, de http://www.encendidoelectronico.com/

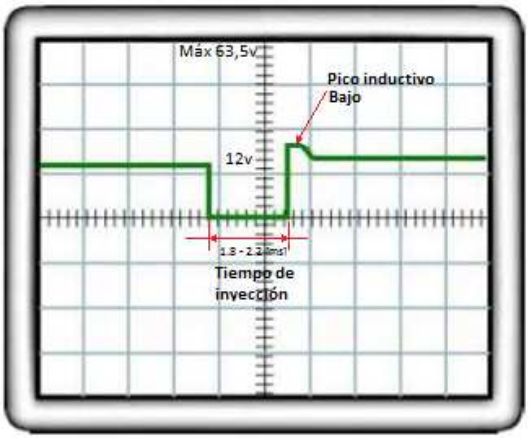


Figura 4.20. Oscilograma de un inyector con daño en su bobina.
Beto Booster (2008). SISTEMAS DE ENCENDIDO ELECTRÓNICO - ESQUEMAS, DIAGRAMAS, CIRCUITOS, MÓDULOS Y BOBINAS DE ENCENDIDO. [En línea]. Recuperado el 19 de marzo del 2011, de http://www.encendidoelectronico.com/

Si tenemos un pico inductivo muy bajo (menor a 20 voltios) significa que hay un daño en la bobina del inyector.

4.12 DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA DE RECIRCULACIÓN DE LOS GASES DE ESCAPE (EGR)

4.12.1 Diagnóstico eléctrico de la electroválvula

(Con el vehículo en contacto).

Si ya tenemos un código de avería asociado al sistema EGR, primero se debe borrar el código de avería, luego se procede a revisar eléctricamente el sistema.

Señal positiva de la Electroválvula

Verificar si hay polaridad positiva en el cable violeta de la electroválvula, caso contrario, el problema está en el cableado ó conexiones involucradas.

Resistencia de la electroválvula

(Desconectando la batería).

Verificar si la electroválvula esta funcionado (medir que su resistencia este entre 20 a 50 ohmios), caso contario el problema está en el cableado ó conexiones involucradas, si persiste el problema se debe reemplazar la electroválvula.

Tierra de la Electroválvula

(Con el vehículo en ralentí).

La electroválvula debe estar conectada y la polaridad en el cable de tierra de la electroválvula debe ser negativa, caso contario el problema está en el cableado ó conexiones involucradas.

4.12.2 Diagnóstico mecánico de la válvula EGR

Verificar si el diafragma de la válvula EGR tiene perforaciones, si las tiene reemplazar este elemento.

Cuando la válvula EGR está abierta ó trabada el vehículo presenta problemas persistentes en marcha mínima, entonces se puede retirar la válvula del colector de admisión y sustituirla por un tapón, si se soluciona el problema, quiere decir que la falla está en la válvula EGR.

4.13 DIAGNÓSTICO DEL SENSOR DE PRESIÓN ABSOLUTA (MAP)

Primeramente debemos recordar que el sensor MAP en el corsa Evolution 1.4 MPFI 2004, está montado en el colector de admisión de aire y en un mismo cuerpo con el sensor IAT, o sea que los dos constituyen el sensor MAP con IAT en uno solo, por lo tanto para el diagnóstico tendremos que tomar en cuenta las conexiones eléctricas para cada uno de estos dos sensores (ver Figura 3.44).

Voltaje de entrada del sensor

(Con el vehículo en contacto).

El voltaje de entrada (voltaje con que el ECM alimenta al sensor), debe ser de 5 voltios, caso contrario, revisar contactos y cableado que conecta el sensor con el ECM, si todo está bien revisar el ECM y su alimentación.

Tierra del sensor

(Con el vehículo en contacto).

El cable de conexión a tierra del sensor MAP, debe marcar una polaridad negativa.

Señal de retorno del sensor

Verificar con el osciloscopio la señal de retorno del sensor al ECM (cable que conecta el sensor con el terminal B69 del ECM) al acelerar, debe observarse un cambio súbito en la curva, caso contrario revisar cableados y conexiones, y de persistir el problema cambiar el sensor.

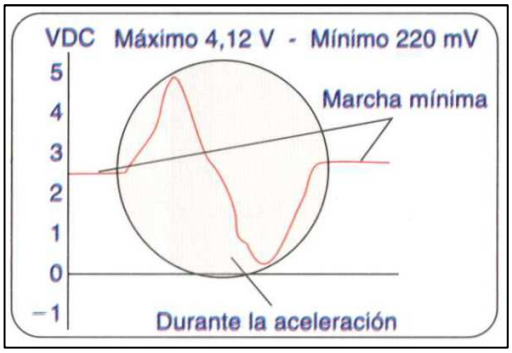


Figura 4.21. Oscilograma del sensor MAP funcionando durante aceleración y ralentí.
Jesús Rueda Santander (2011). Manual Técnico de Fuel Injection Tomo 2 (4ª Edición). Guayaquil: Diseli Editores.

4.14 DIAGNÓSTICO DE LA VÁLVULA IAC TIPO MOTOR DE PASOS

El ECM graba en su memoria las informaciones sobre la posición comandada del motor de pasos a manera de códigos. Si hay pérdida de energía de la batería ó si el motor de pasos se desconecta, las informaciones sobre su posición enviadas el ECM serán incorrectas, esto provoca que el funcionamiento del motor en ralentí sea incorrecto y será necesario ajustar el motor de pasos.

Para que el ECM recupere la correcta posición de la Válvula IAC y el funcionamiento del motor en ralentí se normalice, se debe encender el motor, dejar que se caliente hasta que se prenda el electro ventilador, luego acelerar a 3500 rpm durante 10 segundos y desacelerar el motor.

Señal en los cables del motor paso a paso

(Con el motor en marcha).

Una buena forma de diagnosticar el estado de la Válvula IAC es verificando el voltaje de sus cuatro cables con el motor encendido, de ser posible usar un osciloscopio para analizar su señal digital, en ralentí la frecuencia será baja, pero al acelerar ó desacelerar bruscamente, la frecuencia aumentara, caso contrario verificar cables y conexiones y si el problema persiste sustituir la Válvula IAC.

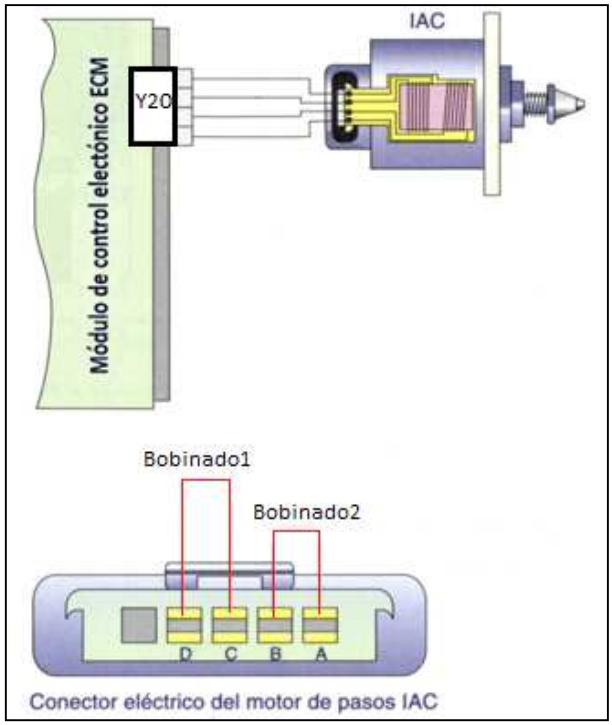


Figura 4.22. Circuito eléctrico de la Válvula IAC.

Jesús Rueda Santander (2011). Manual Técnico de Fuel Injection Tomo 2 (4ª Edición). Guayaquil: Diseli Editores.

Resistencia del motor paso a paso

(Con la Válvula IAC desmontada del vehículo).

Medir la resistencia eléctrica de los bobinados de esta válvula tipo motor de pasos, para esto se mide la resistencia entre los pines A-B y C-D, la resistencia debe estar entre 40 a 60 ohmios, caso contrario cambiar la Válvula IAC.

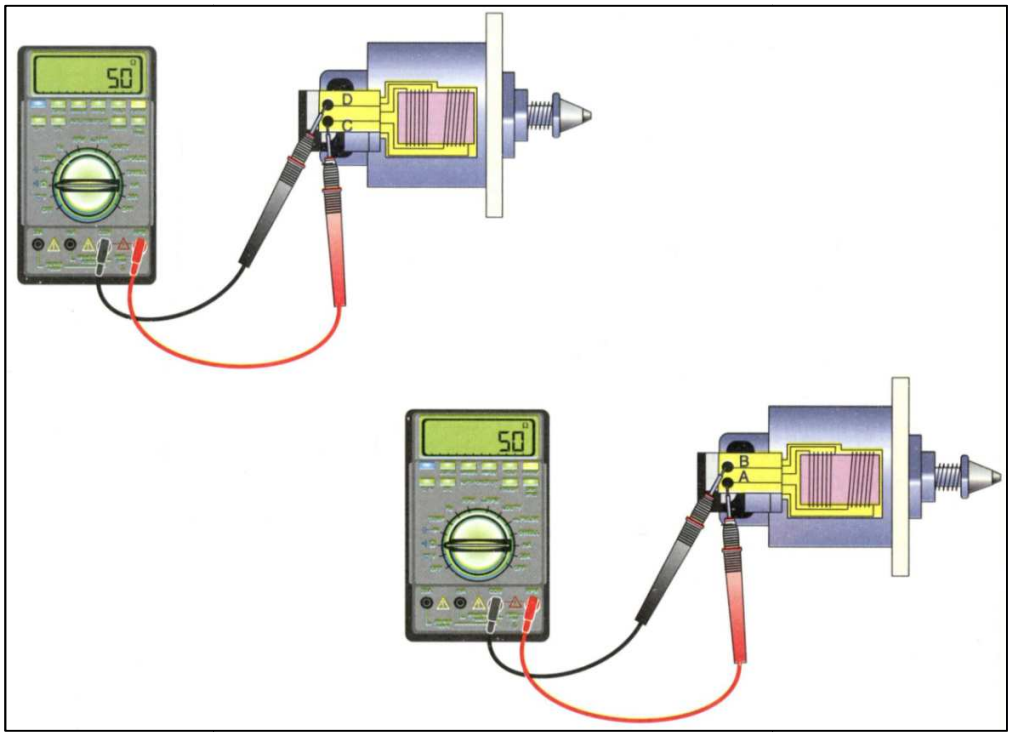


Figura 4.23. Diagnóstico de la resistencia de los bobinados de la Válvula IAC.
Jesús Rueda Santander (2011). Manual Técnico de Fuel Injection Tomo 2 (4ª Edición). Guayaquil: Diseli Editores.

4.15 DIAGNÓSTICO DEL SENSOR DE TEMPERATURA DEL AIRE DE ADMISIÓN (ACT Ó IAT)

Primeramente debemos recordar que este sensor está montado en el mismo cuerpo del sensor MAP (el cual tiene cuatro cables), por lo tanto debemos

analizar las conexiones eléctricas que corresponden a este sensor (Ver Figura 3.44).

Tierra del Sensor

(Con el vehículo en contacto).

Se verifica el voltaje en el cable negativo del sensor, su polaridad debe ser negativa, caso contrario revisar conexiones y cableado entre el sensor y el ECM.

Voltaje de retorno (señal) hacia el ECM

(Con el vehículo en contacto).

Se verifica el voltaje en el cable de señal del sensor, este voltaje se compara con la Tabla mostrada a continuación, (el voltaje debería estar entre 1,5 y 2 voltios), si los valores no coinciden, se deberá verificar cableado y conexiones entre el sensor y el ECM, si el problema persiste se debe cambiar el sensor.

Motor frío				**Temperatura normal de funcionamiento del motor**	**Motor caliente**
Temperatura (℃)	0	20	30	40 a 50	60
Voltaje (DC)	4,80	3,20	2,50	2 a 1,5	1,3
Resistencia (kΩ)	10	4	2,5	+/- 1,3	0,7

Tabla 4.3. Valores aproximados del sensor ACT.

Jesús Rueda Santander (2011). Manual Técnico de Fuel Injection Tomo 2 (4ª Edición). Guayaquil: Diseli Editores.

Resistencia eléctrica del sensor

(Desmontando el sensor).

Finalmente se medirá la resistencia del sensor con el multímetro, para esto, se mide la resistencia interna del sensor conectado sus terminales con la una punta del multímetro al cable de señal del sensor y la otra punta del multímetro al cable de masa del sensor IAT. Debería arrojar una resistencia aproximada de 4 KΩ (Kilo ohmios), (si el sensor esta a temperatura ambiente), se puede probar calentando ó enfriando el sensor, midiendo la temperatura y la resistencia del sensor, luego se comparan dichos datos con la Tabla anterior. Si los datos no coinciden, se debería cambiar el sensor.

4.16 DIAGNÓSTICO DEL SENSOR DE POSICIÓN DEL CIGÜEÑAL (CKP)

Resistencia del sensor

(Con el sensor desmontado del vehículo).

Se mide la resistencia del sensor uniendo el terminal de voltaje de referencia alto y el terminal de voltaje de referencia bajo (terminales 1 y 2 ó Terminales A y B) del sensor, la resistencia del sensor debe estar entre 480 y 680 ohmios, caso contrario cambiarlo.

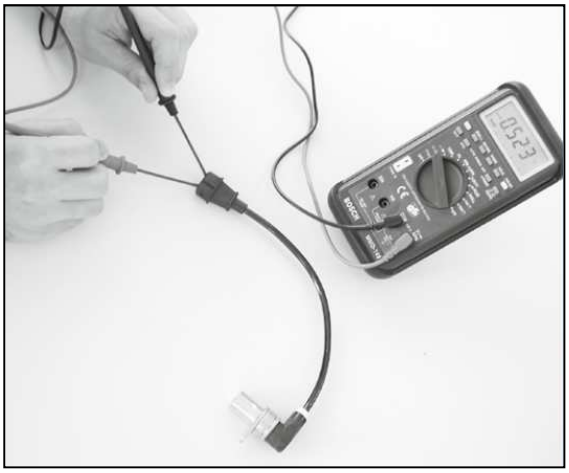


Figura 4.24. Medición de la resistencia del sensor CKP.
Robert Bosch (2009), Sistemas de inyección electrónica, Autopartes [Versión en línea].
Recuperado el 4 de marzo del 2011, de
http://www.boschservice.com.pe/informaciones_tecnicas/pdf/sistemas_inyeccion_electronica.pdf

Conexión a tierra del sensor

(Con el sensor montado y el vehículo en contacto).

Si la resistencia del sensor es correcta y continua el problema, se debe analizar el cable de blindaje ó conexión a tierra (Terminal 3 ó C del sensor), con el vehículo en contacto, la polaridad en el cable debe ser negativa, caso contrario puede haber una interrupción en la conexión del sensor y el punto de conexión a tierra (en el motor).

Posición del sensor

Si el problema persiste se debe revisar la distancia entre el sensor y los dientes de la rueda reluctora debe ser de entre 6,6 y 1,1 mm.

Además el sensor debe estar alineado con el centro de la rueda reluctora, caso contrario se debe ajustar.

- Si el sensor está demasiado lejos de la rueda reluctora, el motor no encenderá.
- Si el sensor está demasiado cerca de la rueda reluctora, el sensor se dañará.

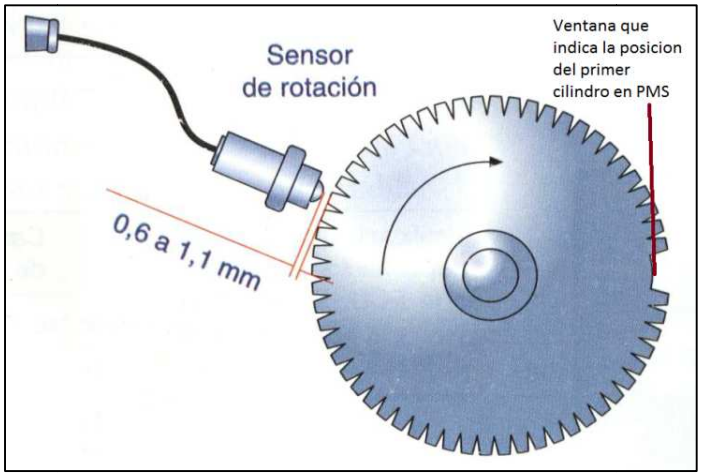


Figura 4.25. Posición correcta del sensor CKP.
Jesús Rueda Santander (2011). Manual Técnico de Fuel Injection Tomo 2 (4ª Edición). Guayaquil: Diseli Editores.

Oscilograma del Sensor CKP

Se obtiene la señal con el osciloscopio, haciendo girar el motor, luego se congela la imagen y se va analizando los picos, que representan los dientes de la rueda reluctora, de esta forma se puede detectar cualquier desperfecto. Si tenemos una señal descentrada, se deberá verificar la posición del sensor respecto a la rueda reluctora. Y si tenemos una señal baja se verifica el circuito eléctrico del sensor.

También se puede evidenciar una ventana muy larga en la señal, corresponde al primer cilindro en compresión.

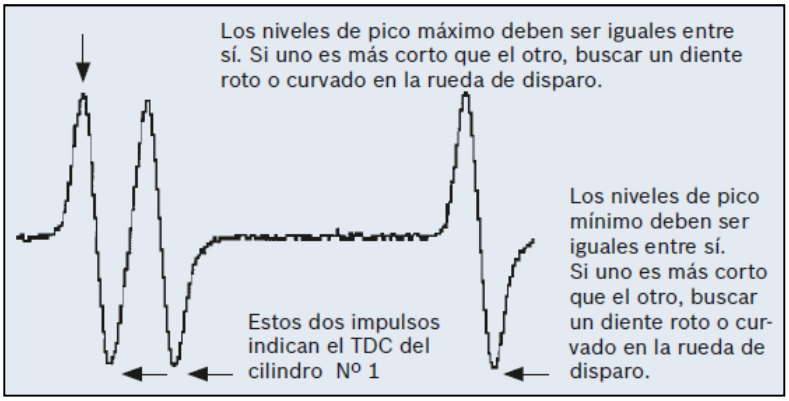


Figura 4.26. Análisis del oscilograma del sensor CKP.

Robert Bosch (2009), Sistemas de inyección electrónica, Autopartes [Versión en línea]. Recuperado el 4 de marzo del 2011, de http://www.boschservice.com.pe/informaciones_tecnicas/pdf/sistemas_inyeccion_electronica.pdf

Si luego de realizar el diagnóstico del sensor y el mismo está dentro de los rangos adecuados, quiere decir que el sensor está en buen estado y el origen de los problemas puede estar en otro lado.

4.17 DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA DE ENCENDIDO ELECTRÓNICO DIS

Cualquier daño en el Sistema de encendido DIS es reportado al ECM como código de avería, entonces se puede acceder a estos códigos con un *SCANNER* ó a través de la *Luz MIL.*

Verificación general del sistema

(Con el vehículo apagado).

Consiste en desconectar el cable de bujía y la bujía del cilindro, luego los conectamos afuera y a una masa como el motor ó chasis, y finalmente

encendemos el vehículo, entonces analizamos la chispa de la bujía (que debe ser de color azul, caso contrario se verifican conexiones y estado de la bujía), debemos hacer esto con todas las bujías de los cuatro cilindros.

Nota: Se debe tener cuidado de conectar la bujía a tierra, caso contrario, la corriente retorna por el cable de alta tensión y se quema la bobina.

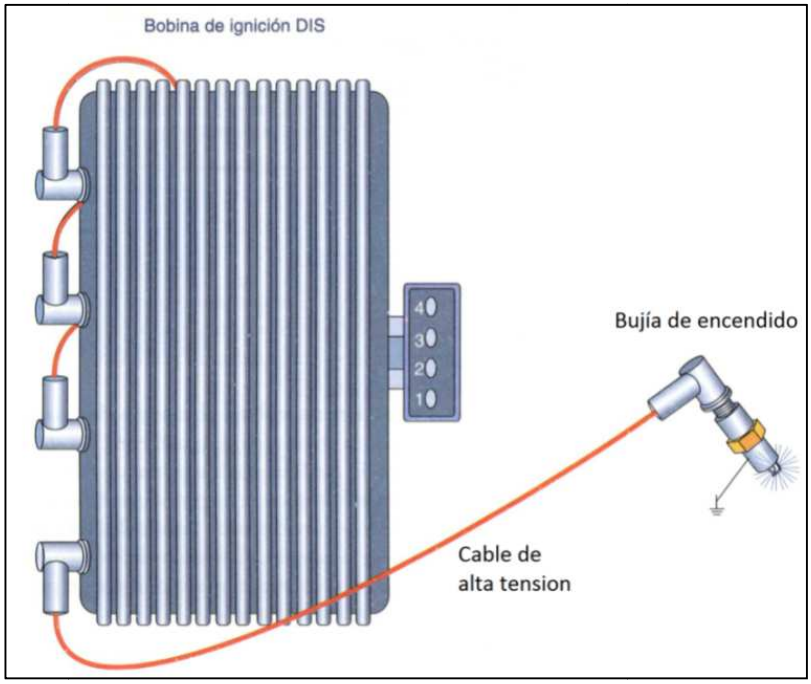


Figura 4.27. Sistema de encendido DIS.
Jesús Rueda Santander (2011). Manual Técnico de Fuel Injection Tomo 2 (4ª Edición). Guayaquil: Diseli Editores.

Verificación de la alimentación positiva del módulo DIS

(Con el vehículo en contacto).

Se analiza que el voltaje sea positivo en el cable conectado al terminal 1 de la bobina. Caso contrario, se debe revisar el fusible del su respectivo (F23), también puede haber una interrupción entre la bobina y el positivo de la batería.

Verificación de la tierra ó masa del módulo DIS

(Con el vehículo en contacto).

Se verifica el voltaje en el terminal 2 de la bobina, la polaridad debe ser negativa. Caso contrario podría deberse a un mal contacto ó interrupción en el cable de la bobina con su conexión a tierra ó masa

Verificación de la señal del Módulo DIS

(Con el vehículo encendido).

Se verifica la señal en los terminales 3 y 4 de la bobina, es preferible usar un osciloscopio.

Como sabemos la bobina es un sistema cerrado que contiene tanto la señal del circuito primario como la señal del circuito secundario, pero el circuito primario es muy difícil de analizar sin desmontar la bobina, por eso se analiza solamente el circuito secundario. Se analizará dicha señal con base en los parámetros del oscilograma del circuito secundario, mostrados anteriormente.

Si no hay señal puede deberse a un mal contacto ó un cable entre la Bobina y el ECM interrumpido (cuando esto se da, también se puede notar como falla el motor, cascabeleo y pérdida de potencia por falta de chispa en los cilindros). También se verifica la alimentación del ECM y el sensor CKP, si el problema persiste el problema estaría en el ECM.

4.18 DIAGNÓSTICO DEL SENSOR DE DETONACIÓN (KS)

Masa del Sensor KS.

(Con el vehículo en contacto).

El sensor KS al estar roscado al bloque del motor hace de masa o conexión a tierra, por lo tanto es muy difícil que se presenten problemas en la derivación a masa del sensor KS.

Señal del sensor KS

(Con el motor funcionando).

Se verifica la **señal del sensor** (cable que une el Sensor KS con el módulo SNEF), se conecta el multímetro automotriz a este cable y tierra. Simultáneamente con algún objeto metálico se golpea cerca del sensor, (en el bloque de cilindros). Si el sensor está en buen estado, al aumentar la frecuencia del golpe el voltaje aumentara. Además el voltaje en ralentí debe ser menor a 0,10 voltios. Caso contario, cambiar el sensor.

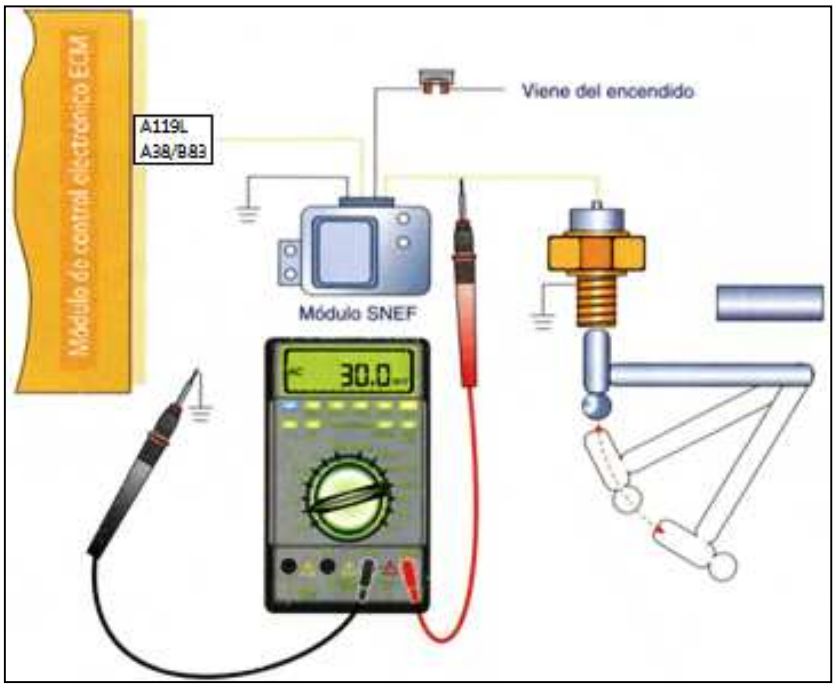


Figura 4.28. Verificación de la señal eléctrica del sensor KS.
Jesús Rueda Santander (2011). Manual Técnico de Fuel Injection Tomo 2 (4ª Edición). Guayaquil: Diseli Editores.

También se puede analizar esta señal con un osciloscopio, mientras se golpea cerca del sensor, y la grafica obtenida se puede comparar con la figura a continuación.

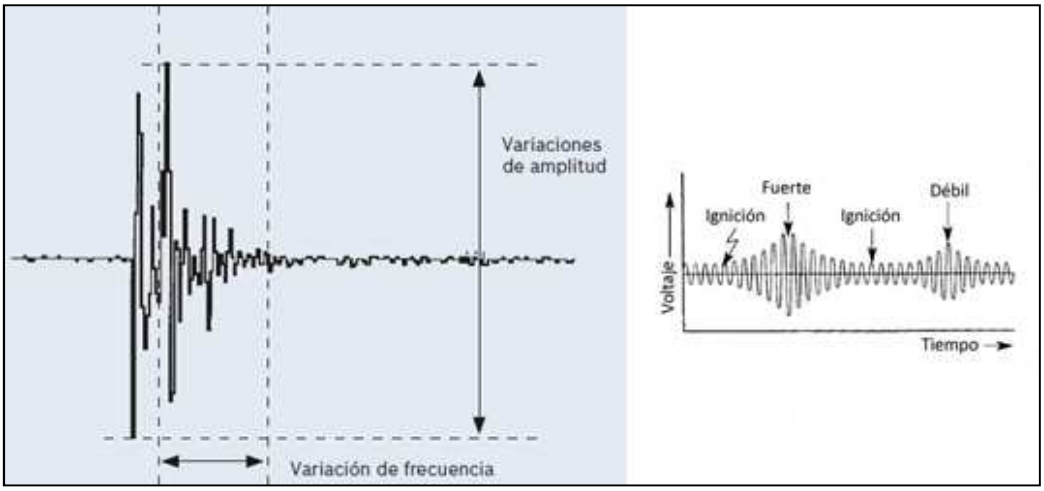


Figura 4.29. Análisis de la señal del sensor KS durante un golpeteo.
Robert Bosch (2009), Sistemas de inyección electrónica, Autopartes [Versión en línea].
Recuperado el 4 de marzo del 2011, de
http://www.boschservice.com.pe/informaciones_tecnicas/pdf/sistemas_inyeccion_electronica.pdf

Señal del módulo SNEF

(Con el vehículo en contacto).

Se analiza la señal digital del módulo SNEF (cable que conecta el módulo SNEF con la terminal A1 del ECM), con un multímetro automotriz, al dar los golpes cerca del sensor KS, e ir aumentando la frecuencia de los mismos, el voltaje debe aumentar.

En ralentí el voltaje debe ser de aproximadamente 0,10 voltios.

Si el voltaje de la señal (digital) del módulo SNEF no aumenta, ó peor aún, si en ralentí no hay señal, se debe cambiar el módulo SNEF.

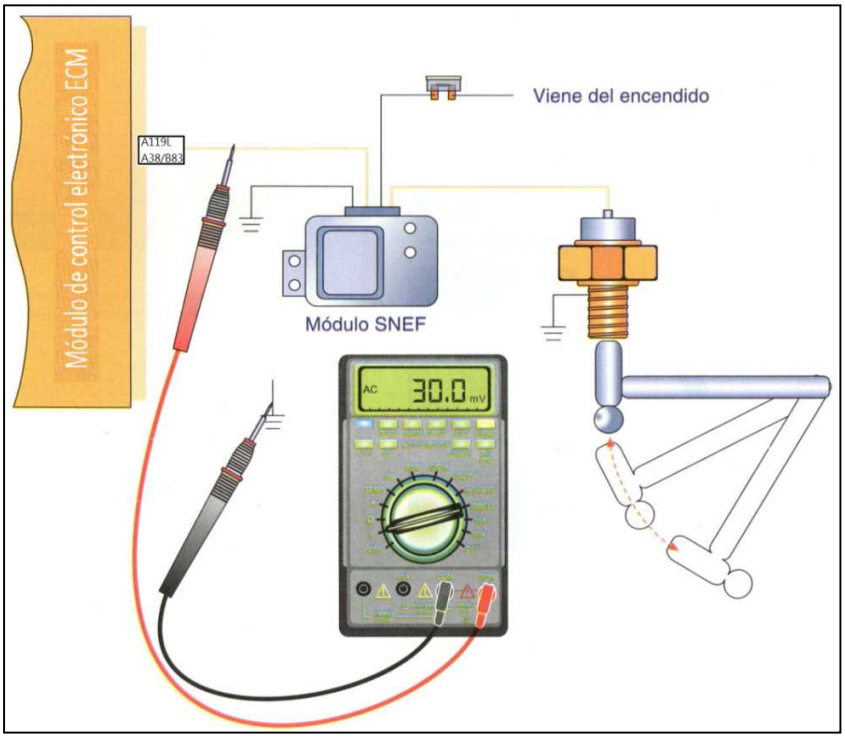


Figura 4.30. Diagnóstico eléctrico de la señal del módulo SNEF.
Jesús Rueda Santander (2011). Manual Técnico de Fuel Injection Tomo 2 (4ª Edición). Guayaquil: Diseli Editores.

Masa del módulo SNEF

(Con el vehículo en contacto).

Al verificar la **masa del módulo SNEF**, su polaridad debe ser negativa, caso contrario, se verifica si hay un mal contacto ó interrupción en la terminal de módulo y la conexión a tierra. (Ver Figura anterior).

4.19 TABLA DE DIAGNÓSTICO – GUÍA ÚTIL

Motor no enciende (tiene chispa y tiene combustible)	Verificar el sensor de presión MAP
	Verificar el sensor de temperatura del agua CTS
	Verificar el inyector
	ECM (el inyector abre directo cuando se da el encendido)
	Problemas mecánicos del motor: • Correa dentada fuera de punto • Motor sin compresión
	Catalizador tapado
	Filtro de aire obstruido
	ECM
Motor no enciende (tiene chispa y no tiene combustible)	Verificar el circuito eléctrico de la bomba de combustible
	Verificar el circuito eléctrico de los inyectores
	Falta de combustible en el depósito de combustible
	Verificar el respiradero del depósito de combustible
	Verificar ECM
Motor no enciende (no tiene chispa y tiene combustible)	Verificar el sistema de ignición DIS
	ECM (el inyector abre directo cuando se da el encendido)
Motor no enciende (no tiene chispa y no tiene combustible)	Verificar el sensor de rotación ESS
	Verificar la alimentación del ECM
	Verificar la carga de la batería
	Falla en el sistema inmovilizador
	Verificar el ECM
Motor difícil de encender	Verificar la presión en la línea de combustible
	Verificar el sensor de rotación ESS
	Verificar el sensor de presión absoluta MAP
	Verificar el sistema de ignición DIS

	Verificar la Válvula IAC
	Verificar el sensor de temperatura del líquido refrigerante CTS
	Verificar el sensor de posición de la mariposa TPS
	Verificar la alimentación del ECM
	Verificar inyectores
	Falla en el sistema inmovilizador
	Problemas mecánicos del motor: • Correa dentada fuera de punto • Motor sin compresión
	Catalizador tapado
	Filtro de aire obstruido
	ECM
Motor Fallando	Verificar la presión en la línea de combustible
	Verificar el sensor de rotación ESS
	Verificar el sensor de presión absoluta MAP
	Verificar el sistema de ignición DIS
	Verificar la Válvula IAC
	Verificar el sensor de temperatura del líquido refrigerante CTS
	Verificar el sensor de posición de la mariposa TPS
	Verificar la sonda lambda
	Verificar el sistema EGR
	Verificar el sensor de detonación KS
	Verificar la alimentación del ECM
	Verificar inyectores
	Problemas mecánicos del motor: • Correa dentada fuera de punto • Motor sin compresión
	Entradas falsas de aire en el colector de admisión

	Verificar los cables de bujías de alta tensión
	ECM
Falta de Potencia del motor	Verificar la presión en la línea de combustible
	Verificar el sensor de rotación ESS
	Verificar el sensor de presión absoluta MAP
	Verificar el sensor de temperatura del agua CTS
	Verificar el sistema de ignición DIS
	Verificar el sensor de posición de la mariposa TPS
	Verificar la alimentación del ECM
	Verificar el sistema EGR
	Verificar inyectores
	Problemas mecánicos del motor: • Correa dentada fuera de punto • Motor sin compresión
	Entradas falsas de aire en el colector de admisión
	Verificar los cables de alta tensión de las bujías
	Catalizador tapado
	Filtro de aire obstruido
	ECM
Consumo Excesivo	Verificar la presión en la línea de combustible
	Verificar el sensor de presión MAP
	Verificar la sonda lambda
	Verificar el sensor de temperatura del refrigerante CTS
	Catalizador obstruido
	Verificar inyectores
	Filtro de aire obstruido
	Entradas falsas de aire
	Cables de alta tensión de las bujías y bujías
	ECM

Ralentí irregular (oscilando)	Verificar la Válvula IAC
	Verificar el sensor de posición de la mariposa TPS
	Verificar la presión en la línea de combustible
	Verificar la sonda lambda
	Verificar el sensor de temperatura del refrigerante CTS
	Verificar el sensor de velocidad VSS
	Entradas falsas de aire en el colector de admisión
	ECM
	Verificar el sensor de temperatura del refrigerante CTS
	Verificar la presión en la línea de combustible
	Verificar el sensor de velocidad VSS
	Entradas falsas de aire en el colector de admisión
Ralentí alto (acelerando)	Verificar la Válvula IAC
	Verificar el sensor de temperatura del refrigerante CTS
	Verificar el sensor de posición de la mariposa TPS
	Verificar la carga de la batería
	Entradas falsas de aire en el cuerpo de la mariposa
	Entradas falsas de aire en el eje de la mariposa
	Eje de la mariposa trabado
	ECM
Ralentí bajo	Verificar la Válvula IAC
	Verificar el sensor de temperatura del refrigerante CTS
	Verificar la presión en la línea de combustible
	Verificar el sensor de velocidad VSS
	Entradas falsas de aire en el colector de admisión

Tabla 4.4. Actividades sugeridas para el diagnóstico del sistema de inyección Multec MPFI. Jesús Rueda Santander (2011). Manual Técnico de Fuel Injection Tomo 2 (4ª Edición). Guayaquil: Diseli Editores.

CAPÍTULO V

CONSTRUCCIÓN DE LA MAQUETA FUNCIONAL

Situación inicial

Inicialmente se contó únicamente con un motor Chevrolet 1.4L SOHC, perteneciente al corsa Evolution 1.4 del año 2004, con sistema de inyección electrónica MPFI, pero sin contar con los componentes electrónicos (ECM, sensores y actuadores. Ver Figura 1.2). Debo mencionar que en cuanto a sistemas mecánicos de funcionamiento del conjunto motor estaban completos y ensamblados. Además se tenían, bobina del sistema de encendido DIS, cables y bujías, inyectores con su riel, harnez primario del motor, y sensor CKP. El motor se encontraba almacenado adecuadamente en los talleres de la carrera, montado sobre un soporte para el caso, es importante señalar que para que el motor pueda funcionar se debe contar principalmente con un soporte firme y seguro que pueda garantizar seguridad durante el funcionamiento del motor (estructura que soporta el motor), ya que esta estructura representa en la práctica el compacto del vehículo, y en este proyecto se deberá cumplir con las demandas del motor en cuanto al soporte de cargas, vibraciones, esfuerzos y resistencias de los materiales usados.

Figura 1.2. Motor GM-SOHC 1.4 Chevrolet Corsa Evolution 1.4 MPFI-2004. Estado inicial.

Situación legal del motor

Comenzando ya con el proyecto y, para evitar futuras complicaciones, se consulto la situación legal del motor mediante una consulta en la página web de la Dirección Nacional de la Policía Judicial e Investigaciones, dando clic en el tag de autos robados, cuyo URL coloco a continuación: http://www.dnpj.gob.ec/portal/autos-robados.html

En esta aplicación de la pagina web, se puede introducir el número de chasis de motor, para determinar si un motor o chasis esta reportado como robado. El número legal del motor a ser usado en este proyecto es: **E70004293**. Este número también fue de gran importancia al momento de adquirir los repuestos y faltantes en la concesionaria (AUTOLANDIA).

Figura 5.1. Número legal del motor.

Al introducir el número de motor en la casilla correspondiente, el mismo no produjo ninguna alerta, por lo tanto la situación legal del motor es buena y se pudo asumir que no es robado. Al parecer este motor es uno de los dos motores donados por GM-OBB a la carrera de Ingeniería Automotriz, bajo un convenio de cooperación. El contar con un motor legalmente identificado ayuda para luego no tener problemas en el proyecto.

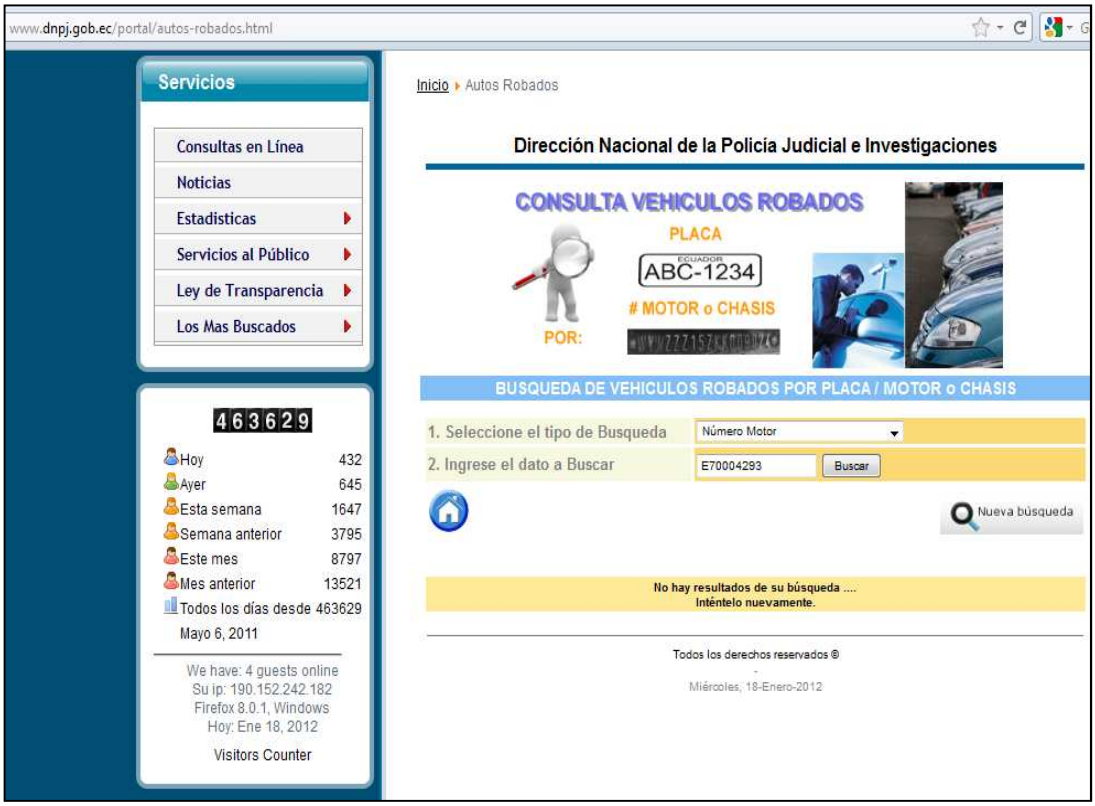


Figura 5.2. Consulta de vehículos robado en la web de la Dirección Nacional de la Policía Judicial.

Dirección nacional de policía judicial e investigaciones. (2011). CONSULTA VEHÍCULOS ROBADOS [Versión electrónica], Búsqueda de vehículos robados por marca/motor o chasis. Recuperado el 30 de marzo del 2011, de http://www.dnpj.gob.ec/portal/autos-robados.html

5.1 RECURSOS NECESARIOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO

Los elementos faltantes se fueron determinando de acuerdo al sistema al cual pertenezcan. (Ver la Tabla a continuación).

Sist. Eléctrico y de carga.	Línea de alimentación de combustible.	Sist. De refrigeración por líquido.	Sist. De distribución.	Sist. de ingreso de aire	Sist. De escape de gases.	Sist. De Inyección electrónica de combustible Multec Delphi MPFI.	Sist. Inmovilizador GM	Estructura que soporta el motor.	Otros.
Alternador	Bomba de combustible	Radiador	Correa del alternador	Depurador completo	Empaque del múltiple de escape	Módulo de Control (ECM)	Módulo del Inmovilizador	Ruedas industriales (x4)	Recursos Bibliográficos
Cable del alternador y batería	Tanque de combustible	Electro ventilador	Soporte del alternador	Abrazaderas	Acople y tuberías	Mazo de conductores delantero	Llave con transponder	Tubos de perfil redondo.	Información Técnica
Cables varios	Mangueras	Mangueras	Pernos de sujeción		Silenciador	Fusibles y relés de la caja princ. y sec.	Switch de encendido	Tubos de perfil rectangular	Impresiones, Empastado & CD
Abrazaderas plásticas	Abrazaderas	Abrazaderas				Módulo de control de carrocería (BCM)		Pernos para sujetar el motor/ estructura	Transporte y de materiales
Cables automotrices para adaptaciones	Cableado bomba de combustible y relés					Tablero de instrumentos		Otros (pintura, solvente, cinta aislante)	Derecho/ Dirección de Tesis
Fusibles y relés para adaptaciones	Pila de la bomba de combustible					Mazo de conductores del tablero de instr.		Disco de corte y desbaste	
Terminales para adaptaciones						Válvula IAC		electrodos 6011	
Batería12v 60Ah						Sensor MAP		Brocas para metal	
						Sensor TPS			

Tabla 5.1. Recursos necesarios para la implementación del proyecto.

5.2 LISTA DE COSTOS DEL PROYECTO

SISTEMA DEL AUTO	ELEMENTO	COSTO REAL
Sistema eléctrico y de carga	Alternador	$ 100,00
	Cable del alternador y batería	$ 150,00
	Cables varios	$ 12,77
	Abrazaderas plásticas	$ 5,00
	Cables automotrices para adaptaciones	$ 25,00
	Fusibles y relés para adaptaciones	$ 25,00
	Batería12v 60Ah	$ 100,00
	Terminales para adaptaciones	$ 25,00
Línea de alimentación de combustible	Bomba de combustible	$ 100,00
	Pila de la bomba de combustible	$ 32,00
	Tanque de combustible	$ 100,00
	Mangueras	$ 12,40
	Abrazaderas	$ 0,66
	Cableado bomba de combustible y relés	$ 20,00
Sistema de refrigeración por líquido	Radiador	$ 100,00
	Electro ventilador	$ 55,00
	Conductos ó mangueras	$ 45,00
	Abrazaderas	$ 15,00
Sistema de distribución	Correa del alternador	$ 20,00
	Soporte del alternador	$ 5,00
	Pernos de sujeción	$ 10,00
Sistema de ingreso de aire	Depurador completo	$ 40,00
	Abrazaderas	$ 20,00
Sistema de Escape de gases	Empaque del múltiple de escape	$ 3,50
	Acople y tuberías	$ 20,00
	Silenciador	$ 50,00
Sistema de Inyección electrónica de combustible Multec Delphi MPFI	Módulo de Control (ECM)	$ 1.076,44
	Mazo de conductores delantero	$ 618,81
	Fusibles y relés de la caja princ. y sec.	$ 125,00
	Módulo de control de carrocería (BCM)	$ 327,04
	Tablero de instrumentos	$ 314,00

	Mazo de conductores del tablero de instr.	$ 370,00
	Válvula IAC	$ 25,00
	Sensor MAP	$ 65,00
	Sensor TPS	$ 25,00
Sistema Inmovilizador GM	Módulo del Inmovilizador	$ 119,09
	Llave con transponder	$ 52,51
	Switch de encendido	$ 15,00
Estructura que soporta el motor	Ruedas industriales (x4)	$ 60,00
	Tubos de perfil redondo.	$ 140,00
	Tubos de perfil rectangular	$ 40,75
	Pernos para sujetar el motor/estructura	$ 37,76
	Otros(pintura, solvente, cinta aislante)	$ 25,00
	Disco de corte y desbaste	$ 12,00
	electrodos 6011	$ 5,00
	Brocas para metal	$ 10,00
	TOTAL COSTOS	**$ 4.554,74**

Tabla 5.2. Lista de costos del proyecto.

Como puede evidenciarse el costo total del proyecto fue muy cercano a los 4.500 dólares americanos, obtenidos por autogestión del realizador.

También es importante mencionar que el realizador del proyecto cuenta con las facturas de la mayoría de estos elementos como respaldo.

5.3 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

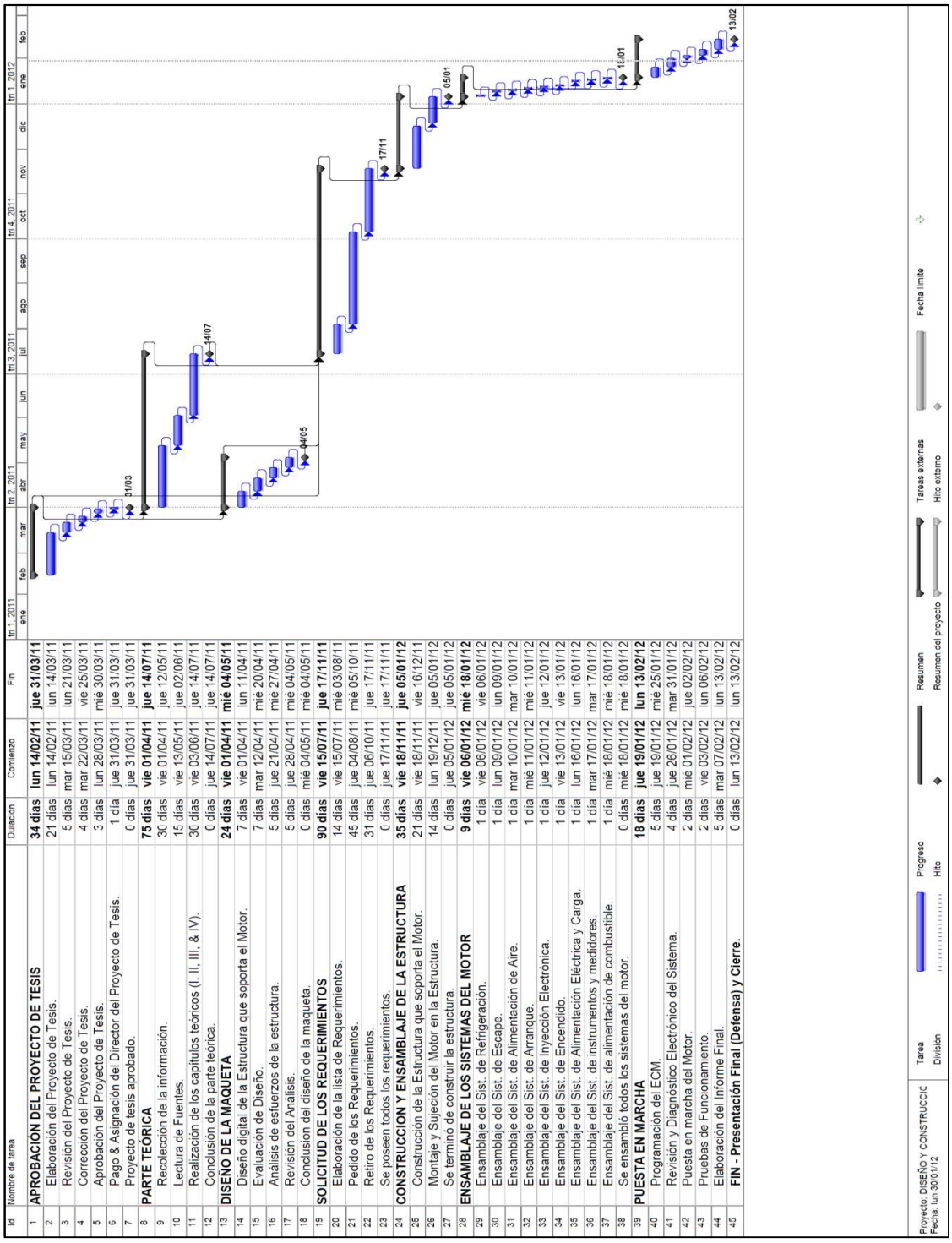
5.3.1 Detalle de actividades

1. Aprobación del proyecto de tesis
2. Elaboración del Proyecto de Tesis.
3. Revisión del Proyecto de Tesis.
4. Corrección del Proyecto de Tesis.
5. Aprobación del Proyecto de Tesis.
6. Asignación del Director del Proyecto de Tesis.
7. Parte teórica
8. Recolección de la información.
9. Lectura de Fuentes.
10. Realización de los capítulos teóricos (Cap., Cap. II, Cap.III, Cap.IV).
11. Diseño de la maqueta
12. Diseño digital de la Estructura que soporta el Motor.
13. Evaluación de Diseño.
14. Análisis de esfuerzos de la estructura que soporta el motor.
15. Revisión del Análisis
16. Solicitud de los requerimientos
17. Elaboración de la lista de Requerimientos.
18. Pedido de los Requerimientos.
19. Retiro de los Requerimientos.
20. Construcción y ensamblaje de la maqueta
21. Construcción de la Estructura que soporta el Motor.
22. Montaje y Sujeción del Motor en la Estructura
23. Ensamblaje de los sistemas del motor
24. Ensamblaje del Sistema de Refrigeración.
25. Ensamblaje del Sistema de Escape.
26. Ensamblaje del Sistema de Alimentación de Aire.
27. Ensamblaje del Sistema de Arranque.
28. Ensamblaje del Sistema de Inyección Electrónica de Combustible

29. Ensamblaje del Sistema de instrumentos y medidores.
30. Ensamblaje del Sistema de Encendido.
31. Ensamblaje del Sistema de Alimentación Eléctrica y Carga.
32. Ensamblaje del Sistema de alimentación de combustible.
33. Puesta en marcha
34. Programación del ECM.
35. Revisión y Diagnóstico Electrónico del Sistema.
36. Puesta en marcha del Motor.
37. Pruebas de Funcionamiento.
38. Elaboración del Informe Final.
39. Presentación Final (Defensa) y Cierre.

Tabla 5.3. Detalle de actividades del proyecto.

5.3.2 Diagrama de Gantt del proyecto



Id	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin
1	**APROBACIÓN DEL PROYECTO DE TESIS**	**34 días**	**lun 14/02/11**	**jue 31/03/11**
2	Elaboración del Proyecto de Tesis.	21 días	lun 14/02/11	lun 14/03/11
3	Revisión del Proyecto de Tesis.	5 días	mar 15/03/11	lun 21/03/11
4	Corrección del Proyecto de Tesis.	4 días	mar 22/03/11	vie 25/03/11
5	Aprobación del Proyecto de Tesis.	3 días	lun 28/03/11	mié 30/03/11
6	Pago & Asignación del Director del Proyecto de Tesis.	1 día	jue 31/03/11	jue 31/03/11
7	Proyecto de tesis aprobado.	0 días	jue 31/03/11	jue 31/03/11
8	**PARTE TEÓRICA**	**75 días**	**vie 01/04/11**	**jue 14/07/11**
9	Recolección de la información.	30 días	vie 01/04/11	jue 12/05/11
10	Lectura de Fuentes.	15 días	vie 13/05/11	jue 02/06/11
11	Realización de los capítulos teóricos (I, II, III, & IV).	30 días	vie 03/06/11	jue 14/07/11
12	Conclusión de la parte teórica.	0 días	jue 14/07/11	jue 14/07/11
13	**DISEÑO DE LA MAQUETA**	**24 días**	**vie 01/04/11**	**mié 04/05/11**
14	Diseño digital de la Estructura que soporta el Motor.	7 días	vie 01/04/11	lun 11/04/11
15	Evaluación de Diseño.	7 días	mar 12/04/11	mié 20/04/11
16	Análisis de esfuerzos de la estructura.	5 días	jue 21/04/11	mié 27/04/11
17	Revisión del Análisis.	5 días	jue 28/04/11	mié 04/05/11
18	Conclusión del diseño de la maqueta.	0 días	mié 04/05/11	mié 04/05/11
19	**SOLICITUD DE LOS REQUERIMIENTOS**	**90 días**	**vie 15/07/11**	**jue 17/11/11**
20	Elaboración de la lista de Requerimientos.	14 días	vie 15/07/11	mié 03/08/11
21	Pedido de los Requerimientos.	45 días	jue 04/08/11	mié 05/10/11
22	Retiro de los Requerimientos.	31 días	jue 06/10/11	jue 17/11/11
23	Se poseen todos los requerimientos.	0 días	jue 17/11/11	jue 17/11/11
24	**CONSTRUCCION Y ENSAMBLAJE DE LA ESTRUCTURA**	**35 días**	**vie 18/11/11**	**jue 05/01/12**
25	Construcción de la Estructura que soporta el Motor.	21 días	vie 18/11/11	vie 16/12/11
26	Montaje y Sujeción del Motor en la Estructura.	14 días	lun 19/12/11	jue 05/01/12
27	Se terminó de construir la estructura.	0 días	jue 05/01/12	jue 05/01/12
28	**ENSAMBLAJE DE LOS SISTEMAS DEL MOTOR**	**9 días**	**vie 06/01/12**	**mié 18/01/12**
29	Ensamblaje del Sist. de Refrigeración.	1 día	vie 06/01/12	vie 06/01/12
30	Ensamblaje del Sist. de Escape.	1 día	lun 09/01/12	lun 09/01/12
31	Ensamblaje del Sist. de Alimentación de Aire.	1 día	mar 10/01/12	mar 10/01/12
32	Ensamblaje del Sist. de Arranque.	1 día	mié 11/01/12	mié 11/01/12
33	Ensamblaje del Sist. de Inyección Electrónica.	1 día	jue 12/01/12	jue 12/01/12
34	Ensamblaje del Sist. de Encendido.	1 día	vie 13/01/12	vie 13/01/12
35	Ensamblaje del Sist. de Alimentación Eléctrica y Carga.	1 día	lun 16/01/12	lun 16/01/12
36	Ensamblaje del Sist. de instrumentos y medidores.	1 día	mar 17/01/12	mar 17/01/12
37	Ensamblaje del Sist. de alimentación de combustible.	1 día	mié 18/01/12	mié 18/01/12
38	Se ensambló todos los sistemas del motor.	0 días	mié 18/01/12	mié 18/01/12
39	**PUESTA EN MARCHA**	**18 días**	**jue 19/01/12**	**lun 13/02/12**
40	Programación del ECM.	5 días	jue 19/01/12	mié 25/01/12
41	Revisión y Diagnóstico Electrónico del Sistema.	4 días	jue 26/01/12	mar 31/01/12
42	Puesta en marcha del Motor.	2 días	mié 01/02/12	jue 02/02/12
43	Pruebas de Funcionamiento.	2 días	vie 03/02/12	lun 06/02/12
44	Elaboración del Informe Final.	5 días	mar 07/02/12	lun 13/02/12
45	**FIN - Presentación Final (Defensa) y Cierre.**	0 días	lun 13/02/12	lun 13/02/12

Figura 5.3. Diagrama de Gantt del proyecto.

5.4 CONSIDERACIONES PARA EL DISEÑO

La maqueta comprenderá la mayor parte de sistemas básicos para el funcionamiento del motor, como son:

- ☑ Sistema de Inyección Electrónica de Combustible Multipunto (MULTEC DELPHI MPFI).
- ☑ Sistema de alimentación de combustible.
- ☑ Sistema de Alimentación de Aire.
- ☑ Sistema de Encendido.
- ☑ Sistema de Alimentación Eléctrica y Carga.
- ☑ Sistema de Escape.
- ☑ Sistema de Refrigeración.
- ☑ Sistema de Lubricación.
- ☑ Sistema de Arranque.
- ☑ Sistema de instrumentos y medidores.

Sin embargo dentro de este proyecto, NO SE INCLUIRÁ sistemas auxiliares como:

- ☒ Sistema de embrague.
- ☒ Tren Motriz (Caja de cambios, diferencial y ruedas).
- ☒ Sistema de aire acondicionado y calefacción.
- ☒ Sistema de dirección hidráulica.
- ☒ Sistemas eléctricos de la carrocería y accesorios en general que no tengan que ver con el funcionamiento básico del motor de combustión interna con inyección electrónica de combustible.
- ☒ Sistema de recirculación de gases de escape EGR (el cual se interrumpió con un tapón).

No se incluyeron estos sistemas auxiliares debido a que serian inútiles dentro de este proyecto.

5.4.1 Peso del motor

Este es un factor muy importante al diseñar una maqueta funcional del motor Otto con sistema de inyección de combustible Chevrolet Corsa Evolution1.4 MPFI del año 2004, puesto que la estructura a construir deberá soportar el peso de dicho motor y sus sistemas complementarios, además de soportarlo durante su funcionamiento.

Para el diseño de la estructura se utilizará el peso bruto del motor más un estimado de los accesorios y sistemas complementarios. Para poder hacer un estimado del motor con sus accesorios complementarios, me basé en un estudio realizado en Estados Unidos que está disponible en internet. En este estudio se muestran los pesos de distintos motores con sus accesorios (la mayoría); estos pesos por haber sido medidos en Estados Unidos, están dados en unidades inglesas. (Ver. Tabla a continuación).

Engine Weight/Size FYI version 06.02.18			
By Dave Williams, dw32@angelfire.com, dw42@angelfire.com			
PO Box 181, Jacksonville AR 72078-0181			
	weight		
engine	pounds	ref.	comments
Chevy² Sprint 993cc L3	147	(55)	24L x 20W x 25H (Suzuki mfr)
Chevy 1.8-2.0 L4	302	(4) (39)	"J car" pushrod
Chevy Chevette 1.6 SOHC	300	(4) (39)	(also Opel)
Chevy Vega L4	285		
Chevy II 153 L4	350		
Chevy II 153 L4	283	(245)	
Chevy Corvair flat 6	300	(244)	
Chevy L6 194-250	440		
Chevy L6 216/235	630	(2)	
Chevy L6 216/235	615	(88)	"265 V8 was 40# lighter than 235"
Chevy V6-90 229-4.3	425		
Chevy V6-60 2.8, 3.1	350	(2)	
Chevy V6-60, 2.8	350	(245)	
Chevy small block V8	575		(generic for '60s-'70s motors)
Chevy small block V8	535	(1)	('59 Corvette 283 w/alum. intake)
Chevy small block LS1	460	(185)	
Chevy 5.7 industrial V8	434	(182)	'99iron long block w/water pump only
Chevy LT-5 DOHC 5.7	600	(122)	
Chevy L98 5.7 V8	600	(122)	
Chevy V8 348/409	620	(1)	
Chevy V8 348/408	655	(83)	
Chevy big block V8	685		Mark IV
Chevy 454	675	(10)	
Chevy 7.4L V8	656	(183)	iron, no intake, exh, carb, starter
Chevy 427 ZL-1	550	(35)	all-aluminum, "20# lighter than SB"
Chevy 6.5L Diesel V8	644	(183)	
Chevy 400 SB	470	(235)	aluminum heads & intake,no acc.or wp
Chevy 396 BB	610	(235)	iron heads,alum.wp and intake,no acc

Tabla 5.4. Peso con accesorios de distintos motores de la marca Chevrolet.

Dave Williams (2011), Engine Weight/Size FYI version 06.02.18, [Version electronica]. Recuperado el 27 de marzo del 2011, http://fixrambler.com/engineweightchart.txt

Nota. Chevy es el nombre con el que se conoce a los vehículos Corsa en Estados Unidos.

De la Tabla anterior se puede considerar que el Motor Chevy 1.6 SOHC, tiene una masa muy similar al Chevrolet 1.4 SOHC usado en este proyecto, por tanto se considerara una masa de 136,077[kg], a la cual se agregara un 25% adicional para que al funcionar la estructura no falle por esfuerzos de torsión al momento de acelerar y desacelerar el motor, por efectos de su propio peso, ó al momento de trasladar la maqueta de un lugar a otro.

Entonces tendríamos una masa estimada del motor de 170 Kilogramos aproximadamente.

P = m • g	**[1]**

Donde:

P: Peso, en Newton (N)

m: masa, en kilogramos (kg)

g: constante gravitacional, que es 9,8 en la Tierra (m/s^2).

El peso final del motor considerado para diseñar la maqueta será aproximadamente de **1666 Newton** **[5.1]**

En la Figura 5.6 se muestran los esfuerzos que debe soportar la estructura.

5.4.2 Dimensiones del motor

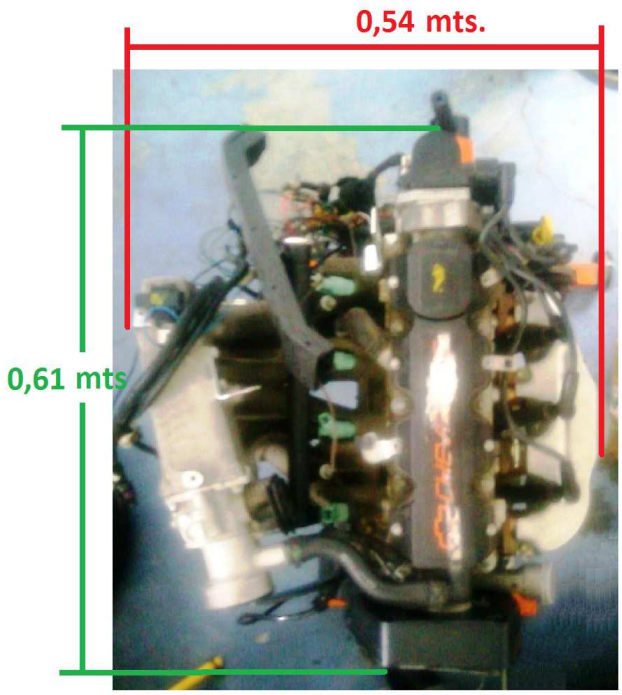


Figura 5.4. Toma de medidas al motor.

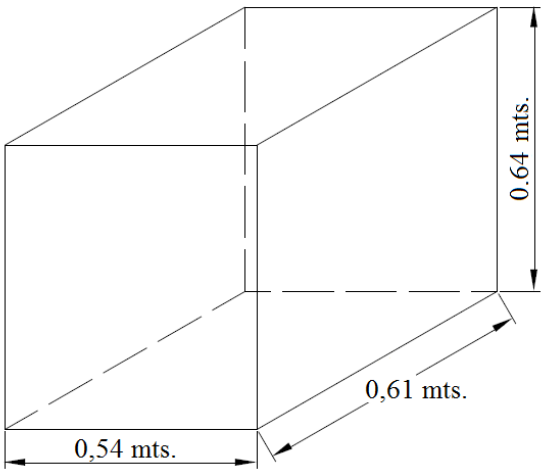


Figura 5.5. Dimensiones del motor.

5.4.3 Análisis de Esfuerzos

Dado que el presente proyecto consta de vigas estáticamente indeterminadas, se opto por usar el modelo propuesto en el libro RESISTENCIA DE MATERIALES APLICADA. De Robert Mott, tercera edición. Dentro de este libro, en el Anexo A-24 se adjuntan varios modelos para facilitar los cálculos de momentos y deflexiones en vigas estáticamente indeterminadas, como las usadas para soportar la carga del motor en el presente proyecto.

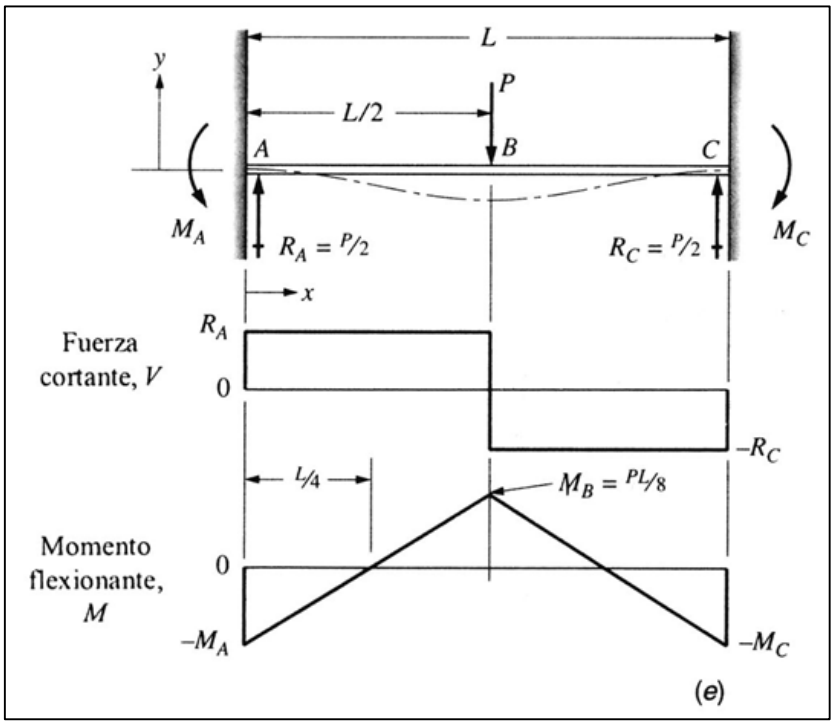


Figura 5.6. Diagrama de fuerzas cortantes y momentos para vigas indeterminadas.
Mott, Robert (1996). Resistencia de materiales aplicada (Tercera edición). México: editorial Prentice Hall, Inc.

Este modelo permite calcular los momentos en la viga, en los puntos A, B y C, a través del equilibrio dinámico, con la siguiente fórmula:

- **Momentos**

$M_A = M_B = M_C = PL/8$ **[2]**

Donde:

P= Peso del motor [Nm]= 1666[N] [5.1]

L=Longitud de la viga [m]=0,905[m].

MA, MB, MC=Momentos en los puntos A, B y C respectivamente.

Además

Entonces:

$M_A=M_B=M_C$= 1666[N]*0,905[m]/8

$M_A=M_B=M_C$= 188,466[Nm] =Mmáx [5.2]

• **Reacciones en las columnas de la estructura** **[3]**

$R_A= P/2=R_B$

$R_A=R_B$=833 [N] [5.3]

A continuación se diseñó las vigas de la estructura a través de la siguiente fórmula:

σd o permisible= Sy / N = Mmáx*C / I **[4]**

Donde:

σd= Factor de diseño o sigma máximo permisible.

Sy= resistencia a la cedencia. (Ver Tabla a continuación).

N= Factor de seguridad (Es a libre elección del diseñador. Sin embargo debe garantizar la integridad de la estructura).

Mmáx= Momento Máximo que soporta la viga.

I= Momento de Inercia de la viga.

C= Distancia.

Tanto I como C son propiedades geométricas del área de la sección transversal de una viga, por lo tanto el cociente I/C también lo es. (Ver figura a continuación).

I/C= Módulo resistente de sección del tubo requerido.

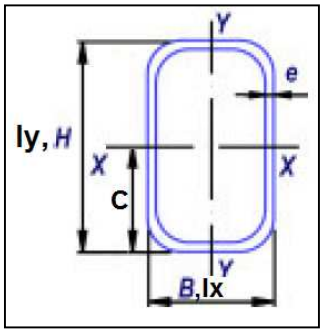


Figura 5.7. Medidas internas de la sección de un tubo estructural rectangular.
IPAC Por los caminos del acero, Ecuador (2012), Comercializadora de acero, [En línea]. Recuperado el 23 de marzo del 2011, de http://www.ipac-acero.com

Con base en la siguiente tabla, la cual indica las propiedades de los distintos aceros estructurales, se eligió usar el material para el acero estructural ASTM A-36 para construir la estructura. De lo cual se obtiene que la resistencia a la cedencia (Sy) del acero estructural A-36 es de 248 [MPa]. [5.4].

A–15 Propiedades de aceros estructurales

Material ASTM núm. y productos	Resistencia última, s_u* ksi	Resistencia última, s_u* MPa	Resistencia a la cedencia, s_y* ksi	Resistencia a la cedencia, s_y* MPa	Porcentaje de alargamiento en 2 plg
A36–Perfiles, placas y barras de acero al carbón	58	400	36	248	21
A242–Perfiles, placas y barras de baja aleación y alta resistencia					
≤ 3/4 plg de espesor	70	483	50	345	21
3/4 a 1 1/2 plg de espesor	67	462	46	317	21
1 1/2 a 4 plg de espesor	63	434	42	290	21
A500–Tubería estructural formada en frío					
Redonda, grado A	45	310	33	228	25
Redonda, grado B	58	400	42	290	23
Redonda, grado C	62	427	46	317	21
Perfilada, grado A	45	310	39	269	25
Perfilada, grado B	58	400	46	317	23
Perfilada, grado C	62	427	50	345	21
A501–Tubería estructural formada en caliente, redonda o perfilada	58	400	36	248	23
A514–Placa de acero aleado templado y enfriado de alta resistencia a la cedencia					
≤ 2 1/2 plg de espesor	110	758	100	690	18
2 1/2 a 6 plg de espesor	100	690	90	620	16
A572–Perfiles, placas y barras de acero de baja aleación de columbio–vanadio de alta resistencia					
Grado 42	60	414	42	290	24
Grado 50	65	448	50	345	21
Grado 60	75	517	60	414	18
Grado 65	80	552	65	448	17

*Valores mínimos; pueden ser más elevados.

El American Institute of Steel Construction especifica $E = 29 \times 10^6$ lb/plg^2 (200 GPa) para acero estructural.

Tabla 5.5. Propiedades de los aceros estructurales.

Mott, Robert (1996). Resistencia de materiales aplicada (Tercera edición). México: editorial Prentice Hall, Inc.

Entonces sí:

Sy / N = Mmáx*C / I **[5]**

También:

I/C=Mmáx*N/ Sy = S **"Módulo de sección del tubo requerido"** **[6]**

A continuación se ingresó los datos de “Mmáx” y “Sy” en una hoja de cálculo para observar como varia el cociente I/C en función a la variación del factor de seguridad N. (Ver tabla a continuación).

Factor de	Resistencia a la cedencia	Momento Máximo	Módulo de sección del tubo (I/C)	
Seguridad (N)	Sy (Pa) (Anexo A15)	Mmax(Nm)	S requerido (m^3)	S requerido(cm^3)
2	248000000	188,466	1,51989E-06	1,519887097
3	248000000	188,466	2,27983E-06	2,279830645
4	248000000	188,466	3,03977E-06	3,039774194
5	248000000	188,466	3,79972E-06	3,799717742
6	248000000	188,466	4,55966E-06	4,55966129
7	248000000	188,466	5,3196E-06	5,319604839
8	248000000	188,466	6,07955E-06	6,079548387
9	248000000	188,466	6,83949E-06	6,839491935
10	248000000	188,466	7,59944E-06	7,599435484

Tabla 5.6. Cálculo del módulo de sección del tubo.

Con base en los datos obtenidos en la tabla anterior y en los catálogos proporcionados por la comercializadora de aceros IPAC. Se procedió a seleccionar y comprar los tunos estructurales de acero, buscando tener un elevado factor de seguridad (N).

5.4.4 Selección de los tubos de acero para fabricar la estructura de la maqueta funcional

Con base en los cálculos de la estructura realizados anteriormente se pudo determinar los requerimientos de los tubos estructurales para fabricar la maqueta funcional. Con esa información se procedió a seleccionar los tubos de acero sobre la base de los siguientes catálogos proporcionados por la comercializadora de acero IPAC. (Ver las Tablas a continuación).

Tubo estructural rectangular

ESPECIFICACIONES GENERALES

Largo Normal:	6 m
Recubrimiento:	Negro o Galvanizado
Dimensiones:	Desde 3/4 a 1 1/2 plg a 2 x 6 plg (20 x 40) a (50 x 150) mm
Espesores:	Desde 1.5 a 4 mm
Calidad del Acero:	JIS G3132 SPHT-1 ASTM A 569 ASTM A-36
Observaciones:	Otros dimensiones y largos previa consulta

NORMA INTERNA

Tolerancia Dimensional:

b
a

a ± 0.30 mm
b ± 0.40 mm

Variación Longitud: -0
+10

Rectitud: 0.4% de longitud (máximo)

Radio máximo: 3 veces el espesor

DIMENSIONES			PESO	AREA	PROPIEDADES						
					EJE X-X			EJE Y-Y			
B	H	e	P	A	I	W	i	I	W	i	
mm	mm	mm	Kg/6m	cm2	cm4	cm3	cm	cm4	cm3	cm	
20	40	1.5	7.86	1.65	3.26	1.63	1.37	1.09	1.09	0.81	
		2.0	10.08	2.14	4.04	2.02	1.37	1.33	1.33	0.79	
25	50	1.5	10.56	2.10	6.39	2.56	1.74	2.19	1.75	1.02	
		2.0	13.38	2.74	8.37	3.35	1.75	2.80	2.24	1.01	
30	50	1.5	10.62	2.25	7.53	3.01	1.83	3.41	2.27	1.23	
		2.0	13.86	2.94	9.52	3.81	1.80	4.28	2.85	1.21	
		3.0	19.80	4.21	12.78	5.11	1.74	5.66	3.77	1.16	
40	60	1.5	14.04	2.91	14.90	4.97	2.26	7.94	3.97	1.65	
		2.0	17.58	3.74	18.39	6.13	2.22	9.81	4.90	1.62	
		3.0	25.50	5.41	25.31	8.44	2.16	13.37	6.69	1.57	
		4.0	32.70	6.95	30.83	10.28	2.11	16.15	8.08	1.52	Nuevo!
30	70	1.5	14.04	2.91	18.08	5.17	2.49	4.76	3.17	1.28	
		2.0	17.58	3.74	22.20	6.34	2.44	5.85	3.90	1.25	
		3.0	25.50	5.41	30.50	8.71	2.37	7.84	5.23	1.20	
		4.0	32.70	6.95	37.07	10.59	2.31	9.30	6.20	1.16	Nuevo!
40	80	1.5	18.06	3.74	31.75	7.94	2.91	10.77	5.39	1.70	
		2.0	21.36	4.54	37.32	9.33	2.87	12.70	6.35	1.67	
		3.0	31.14	6.61	52.16	13.04	2.81	17.49	8.75	1.63	
		4.0	40.26	8.55	64.59	16.15	2.75	21.33	10.67	1.58	Nuevo!
50	100	2.0	27.00	5.74	74.94	14.99	3.61	25.65	10.26	2.11	
		3.0	39.60	8.41	106.34	21.27	3.56	35.97	14.39	2.07	Nuevo!
		4.0	51.54	10.59	133.88	26.78	3.56	44.76	17.90	2.02	
50	150	2.0	36.42	7.74	207.45	27.66	5.18	37.17	14.87	2.19	
		3.0	53.76	11.41	298.35	39.78	5.11	52.54	21.02	2.15	Nuevo!
		4.0	70.38	14.95	380.98	50.80	5.05	65.92	26.37	2.10	

NOMENCLATURA

A= Area de la selección transversal del tubo, cm2 **W**= Módulo resistente de la sección, cm3
I= Momento de Inercia de la sección, cm4 **i**= Radio de giro de la sección, cm

Tabla 5.7. Selección del tubo estructural rectangular en los catálogos de IPAC.

IPAC. Por los caminos del acero, Ecuador (2012), Comercializadora de acero, [En línea]. Recuperado el 23 de marzo del 2011, de http://www.ipac-acero.com

Tubo estructural de perfil redondo

ESPECIFICACIONES GENERALES

Largo Normal: 6 m
Recubrimiento: Negro o Galvanizado
Dimensiones: Desde 3/4 a 6 plg
20 a 150 mm
Espesores: Desde 1.5 a 6 mm
Calidad del Acero: JIS G3132 SPHT-1
ASTM A 569
Observaciones: Otros dimensiones y largos previa consulta

NORMA INTERNA

Tolerancias:
ø 3/4 - ø 1 3/4 ± 0.50% diámetro nominal
ø 1 7/8 - ø 3 ± 0.75% diámetro nominal
Variación Longitud: +0 mm
-10 mm
Rectitud: 0.4% de longitud (máximo)
Ovalamiento: 1% diámetro nominal (máximo)
Ensayos:
Abocardado: 25% diámetro nominal
Aplastamiento: Total
Doblado: 90° con radio interior mínimo 6 veces el diámetro nominal

NOMENCLATURA

A= Area de la selección transversal del tubo, cm2 **W**= Módulo resistente de la sección, cm3
I= Momento de Inercia de la sección, cm4 **i**= Radio de giro de la sección, cm

DIMENSIONES			PESO	AREA	PROPIEDADES			
DIÁMETRO EXTERIOR (D)		e	P	A	I	W	i	
Plg	mm	mm	Kg/6m	cm2	cm4	cm3	cm	
3/4	19.05	1.5	3.90	0.83	0.32	0.34	0.62	
		2.0	5.04	1.07	0.39	0.41	0.61	
7/8	22.22	1.5	4.62	0.98	0.53	0.47	0.73	
		2.0	6.00	1.27	0.66	0.59	0.72	
1	25.40	1.5	5.28	1.13	0.81	0.64	0.85	
		2.0	6.90	1.47	1.01	0.80	0.83	
1 1/4	31.75	1.5	6.72	1.43	1.63	1.03	1.07	
		2.0	8.82	1.87	2.08	1.31	1.05	
1 1/2	38.10	1.5	8.10	1.72	2.89	1.52	1.30	
		2.0	10.68	2.27	3.71	1.95	1.28	
1 3/4	44.45	1.5	9.54	2.02	4.67	2.10	1.52	
		2.0	12.54	2.67	6.02	2.71	1.50	
1 7/8	47.63	1.5	10.32	2.17	5.79	2.43	1.63	
		2.0	13.62	2.87	7.48	3.14	1.61	
2	50.80	1.5	10.92	2.32	7.06	2.78	1.74	
		2.0	14.46	3.07	9.14	3.60	1.73	
		3.0	21.24	4.51	12.92	5.09	1.69	
2 3/8	60.33	1.5	13.20	2.77	12.00	3.98	2.08	
		2.0	17.28	3.66	15.66	5.17	2.06	
		3.0	25.44	5.40	22.26	7.38	2.14	
2 1/2	63.50	1.5	13.74	2.92	14.05	4.42	2.19	
		2.0	18.18	3.86	18.29	5.76	2.18	
		3.0	26.88	5.70	26.15	8.24	2.14	
3	76.20	1.5	16.56	3.75	26.10	6.85	2.64	
		2.0	21.96	4.66	32.11	8.43	2.62	
		3.0	32.52	6.90	46.28	12.15	2.59	
4	101.60	2.0	29.46	6.26	77.63	15.28	3.52	
		3.0	43.74	9.29	113.04	22.25	3.49	Nuevo!
		4.0	57.78	12.26	146.28	28.80	3.45	
5	127.00	4.0	72.60	15.46	292.61	46.08	4.35	
		5.0	90.00	19.16	357.14	56.24	4.32	Nuevo!
6	152.40	5.0	112.75	11.97	629.54	82.62	5.21	
		6.0	135.30	14.36	740.57	97.19	5.18	Nuevo!

Tabla 5.8. Selección del tubo estructural redondo en los catálogos de IPAC.
IPAC Por los caminos del acero, Ecuador (2012), Comercializadora de acero, [En línea]. Recuperado el 23 de marzo del 2011, de http://www.ipac-acero.com

Para fabricar la estructura de la maqueta funcional se compraron:

- 3 tubos de acero estructural rectangular **ASTM A-36** cuyas medidas altura, base y espesor son 30x50x3 mm respectivamente. (Ver tabla 5.7).
- 3 tubos de acero estructural **ASTM A 569** con perfil redondo, cuyas medidas son Øext= 63,50 mm; y 3 mm de espesor. (Ver tabla 5.8).

5.4.5 Ruedas industriales usadas en la maqueta funcional

Primeramente para poder seleccionar las ruedas usadas en la maqueta funcional se debe entender los siguientes conceptos básicos:

Carga máxima soportable por cada rueda ó deslizamiento (daN)

El deslizamiento es el valor (expresado en daN ó deca Newton) de la carga máxima soportable por cada rueda a una velocidad constante de 4 km/h con la aplicación de una fuerza de tracción o de empuje equivalente a 5 daN (salvo el arranque inicial). Este valor se saca aplicando a un carro con 4 ruedas una fuerza de tracción de 20 daN, registrando la entidad de la carga máxima transportable por rueda en fase de translación a régimen.

La fuerza de tracción aplicada, de 20 daN, es conforme a la norma internacional sobre el trabajo en la manutención interna y es reconocida universalmente como límite de fatiga humana soportable por largos periodos.

Selección de las Ruedas industriales usadas en la maqueta funcional

Con base en los cálculos de la estructura realizados anteriormente se pudo determinar previamente las cargas que soportan las bases de la maqueta funcional.

- **Reacciones en las columnas de la estructura**

$R_A = R_B = 833$ [N] [5.3]

Entonces la reacción en cada una de las ruedas es de 833[N] / 2, debido que el peso del motor se reparte uniformemente entre los cuatro pilares de la estructura por estar ubicado al medio de la misma.

Reacción en cada rueda= 416,5 [N] [5.3.1]

A continuación se seleccionó las ruedas industriales tipo garrucha que puedan resistir las cargas en las bases de la maqueta funcional, procurando que brinden un fácil deslizamiento de la misma sobre la superficie lisa del taller, e incluso que puedan inmovilizar a dicha maqueta cuando sea necesario (las llantas industriales delanteras poseen traba). Para lo cual se usó los catálogos proporcionados por GARRUCHAS Y EQUIPOS S.A.

diámetro	ancho rueda	altura	medidas de la base platina			eje	radio	carga max. sostenible daN								
										COD.		COD.		COD.
50	18	69	55x55	40x40	6	23	76	35	0.20	374101AE	0.18	375101AE	0.25	378101AE
60	22	83	60x60	45x45	6	24	84	50	0.28	374102AE	0.26	375102AE	0.33	378102AE
80	24	104	60x60	45x45	6	30	91	55	0.37	374103AE	0.32	375103AE	0.43	378103AE
100	23	120	60x60	45x45	6	32	95	55	0.42	374104AE	0.38	375104AE	0.50	378104AE

Tabla 5.9. Selección de ruedas industriales en catálogos de GARRUCHAS Y EQUIPOS S.A.

GARRUCHAS Y EQUIPOS S.A., Soluciones reales de almacenamiento y transporte interno de carga, Ecuador (2012), [En línea]. Recuperado el 23 de marzo del 2011, de http://www.garruchasyequipos.com

De la tabla anterior se dedujo que las ruedas industriales fabricadas en goma gris con núcleo de poliamida y diámetro de 100 mm pueden soportar una carga de 550 [N] a una velocidad constante de 4 [km/h] con la aplicación de una fuerza de tracción o de empuje equivalente a 50[N] (la carga que soporta cada rueda es superior a la Reacción en cada rueda de 416,5 [N]). En la estructura tenemos cuatro ruedas, por lo tanto entre las cuatro ruedas industriales podrán soportar una carga de 2200[N] bajo estas condiciones. Lo cual también implica que las cuatro ruedas industriales pueden soportar una masa de 220 [Kg], una carga mucho mayor a los 170 kilogramos de masa estimada para el motor.

5.4.6 Diseño de la soldadura y del proceso

Tensiones de trabajo en las soldaduras

P= τ *L*t Esfuerzo cortante en la soldadura para miembros concéntricamente cargados [7]

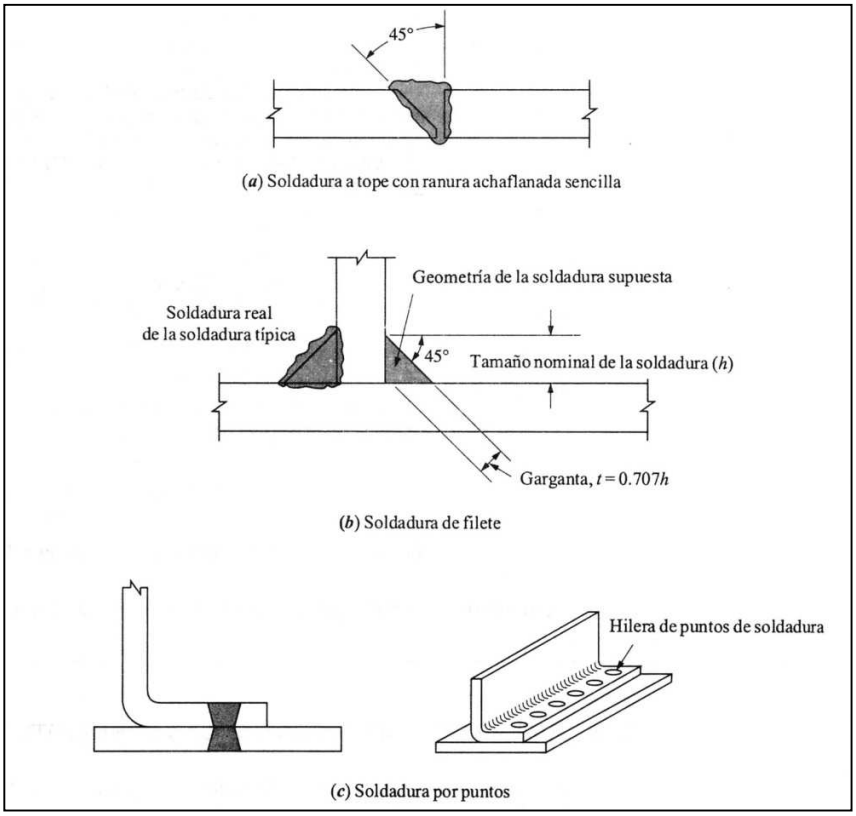


Figura 5.8. Tipos de soldaduras.
Mott, Robert (1996). Resistencia de materiales aplicada (Tercera edición). México: editorial Prentice Hall, Inc.

Donde:

τ = Esfuerzo cortante permisible del hilo=480 MPa (Ver tabla)

t= espesor de garganta=0,707(h)

h= Tamaño nominal de la soldadura

L=Longitud de la suelda= perímetro exterior de la sección transversal del tubo=0,16[m]

P= Calculo de la carga permisible en la junta.

Microalambre sólido para acero al bajo carbono

E R - 7 0 S - 6

Electrodo / varilla de aporte
Resistencia a la tensión mínima 70,000 lb/pulg2 (480 MPa)
Sólido
Composición química del depósito * Ver tabla 3

Tabla 3. Composición química del microalambre

CLASIFICACION AWS	GAS DE PROTECCION	RESISTENCIA A LA TENSION* KSI (MPa)	LIMITE ELASTICO* KSI (MPa)	RESISTENCIA AL IMPACTO MINIMO* EN Joules a °C	COMPOSICION QUÍMICA									
					C	Mn	Si	P	S	Ni	Cr	Mo	Cu	Otros
ER70S-2	CO_2 ó mezclas	70(480)	58(400)	27 @ - 30°C	0.07	0.90-1.40	0.40-0.70	0.025	0.035	0.15	0.15	0.15	0.50	Ti-Zr, Al
ER70S-3	CO_2 ó mezclas	70(480)	58(400)	27 @ - 30°C	0.06-0.15	0.90-1.40	0.45-0.75	0.025	0.035	0.15	0.15	0.15	0.50	--
ER70S-4	CO_2 ó mezclas	70(480)	58(400)	--	0.06-0.15	1.00-1.50	0.65-0.85	0.025	0.035	0.15	0.15	0.15	0.50	--
ER70S-6	CO_2 ó mezclas	70(480)	58(400)	27 @ - 34°C	0.06-0.15	1.40-1.85	0.80-1.15	0.025	0.035	0.15	0.15	0.15	0.50	--
ER70S-7	CO_2 ó mezclas	70(480)	58(400)	27 @ - 34°C	0.07-0.15	1.50-2.00	0.50-0.80	0.025	0.035	0.15	0.15	0.15	0.50	--

* Estas características se incrementan al utilizar mezcla para soldar.

Tabla 5.10. Especificaciones del hilo de aportación de la suelda MAG.

INFRA, Gases y productos para la industria, México (2011). [En línea]. Recuperado el 23 de marzo del 2011, de http://www.infra.com.mx

Figura 5.9. Detalle del alambre de aportación de la suelda MIG/MAG.

EL CHAPISTA.COM, Comunidad de chapa y pintura, Argentina (2011).). [En línea]. Recuperado el 22 de Agosto del 2011, de http://www. http://www.elchapista.com

h			garganta=0,707h	τ		Carga permisible en
inch	valor (inch)	valor (m)	t (m)	(N/m²)	L (m)	la junta, P(N)
(1/8)	0,125	0,003175	0,002244725	480000000	0,16	172394,88
(3/16)	0,1875	0,0047625	0,003367088	480000000	0,16	258592,32
(1/4)	0,25	0,00635	0,00448945	480000000	0,16	344789,76
(5/16)	0,3125	0,0079375	0,005611813	480000000	0,16	430987,2
(3/8)	0,375	0,009525	0,006734175	480000000	0,16	517184,64
(1/2)	0,5	0,0127	0,0089789	480000000	0,16	689579,52
(5/8)	0,625	0,015875	0,011223625	480000000	0,16	861974,4

Tabla 5.11. Cálculos de diseño de la suelda.

Con base en los cálculos de la carga permisible en la junta (P), se puede deducir que una suelda MAG de hilo E R - 7 0 S – 6, con tamaño nominal de suelda de 0,03 [m] o sea de (1/8"), longitud de suelda de 0,16 [m], Es capaz de soportar una carga permisible en la junta de 172.394,88[N]. Lo cual supera los 1666[N] de peso del motor, brindando un amplio margen de seguridad en cuanto a la resistencia de la suelda.

5.5 DISEÑO DE LA ESTRUCTURA QUE SOPORTARÁ EL MOTOR

Para el diseño de la estructura que soporta al motor y todos los componentes de la maqueta, se comenzó primeramente con un bosquejo de la estructura, sobre el cual se realizó los cálculos estructurales (vistos anteriormente), luego se procedió a ilustrar la estructura con la ayuda del programa Autodesk Inventor Professional 2012.

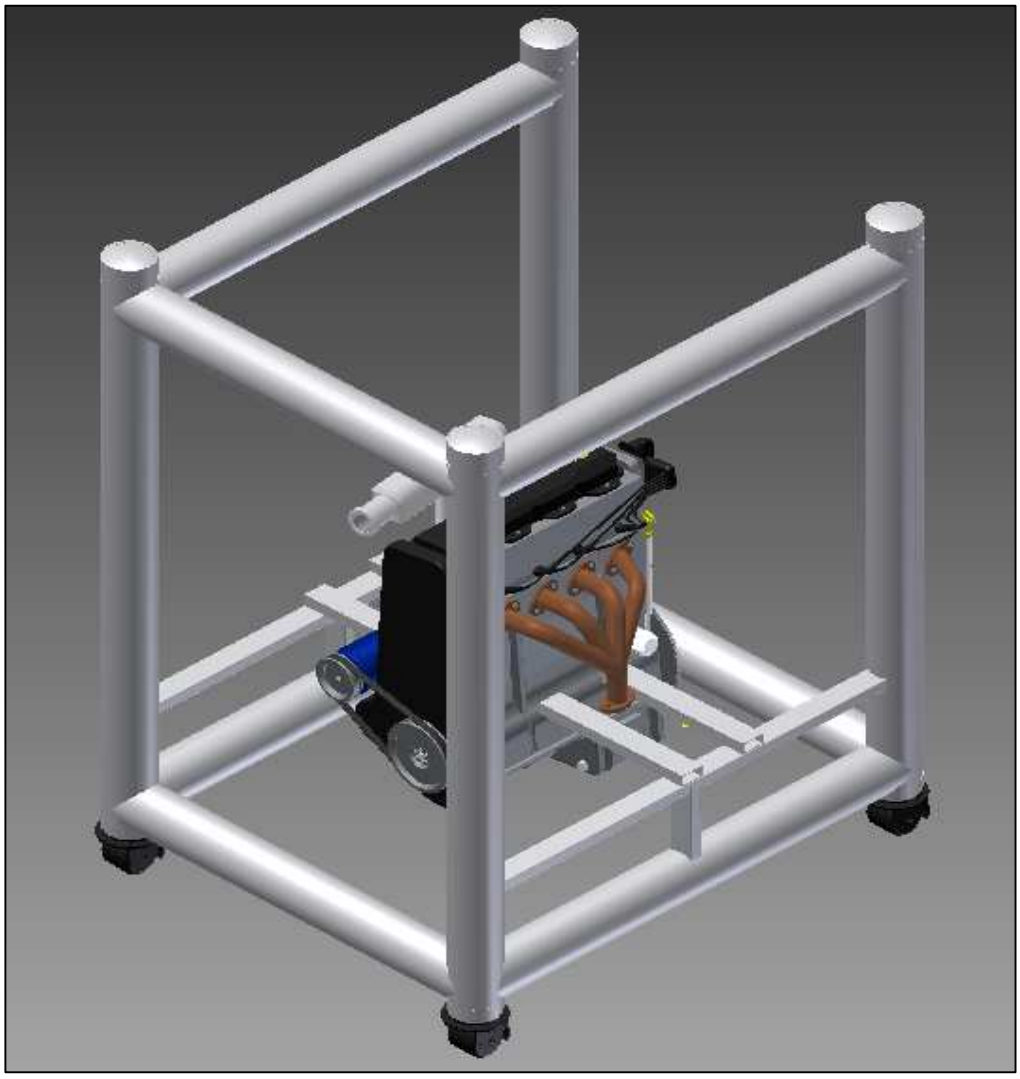


Figura 5.10. Vista Isométrica Frontal Izquierda de la estructura que soporta la maqueta. (Para un detalle de las medidas y fachadas de la estructura, Vea el Anexo 5).

Materiales para la construcción de la estructura

- 5,04 metros de tubo de acero estructural rectangular **ASTM A-36** cuyas medidas altura, base y espesor son 30x50x3 mm respectivamente. (Ver tabla 5.5).
- 10,83 metros de tubo de acero estructural **ASTM A 569** con perfil redondo, cuyas medidas son Øext= 63,50 mm; y 3 mm de espesor. (Ver tabla 5.6).
- Cuatro ruedas industriales fabricadas en goma gris con núcleo de poliamida y diámetro de 100 mm.
- 8 Pernos 3/8x3", grado SAE 8 y cauchos para absorber la vibración.

5.6 CONSIDERACIONES PARA EL ENSAMBLE DE LA ESTRUCTURA QUE SOPORTA AL MOTOR

5.6.1 Suelda de la estructura con MIG-MAG

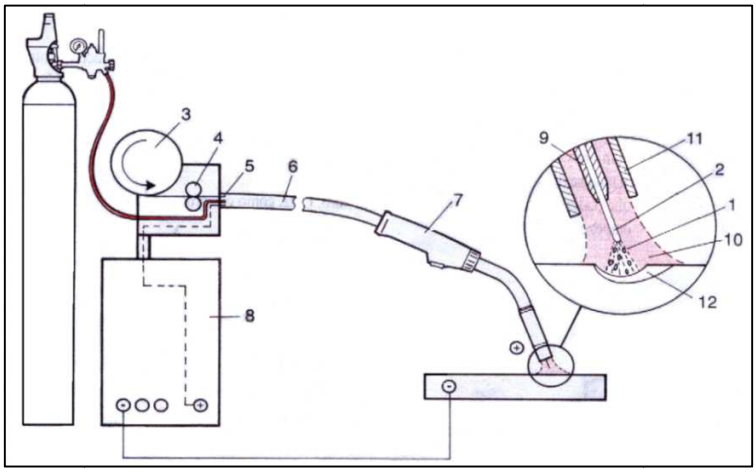


Figura 5.11. Principio de funcionamiento de la suelda MIG-MAG.

ESAB Soldadura y corte, España (2011), Formación, [En línea]. Recuperado el 23 de marzo del 2011, de http://www.esab.com/es

1.-Arco eléctrico de la suelda.

2.-Alambre (material de aportación).

3.-Carrete porta alambre.

4.-Rodillos de alimentación.

5.-Guía del alambre.

6.-Manguera.

7.-Pistola de soldadura.

8.-Fuente de corriente eléctrica.

9.-Boquilla de contacto.

10.-Gas de protección.

11.-Toberas de gas.

12.-Baño de fusión.

Para unir las partes metálicas que conforman la estructura de la maqueta se utilizo suelda tipo MIG-MAG ya que con esta la temperatura de fundición de los materiales al momento de la unión es de 3100℃ en comparación con los 4000℃ de la suelda eléctrica que provocaría que la estructura molecular de los metales cambie, debilitándose y una pronta rotura de la suelda.

La soldadura MIG-MAG se basa en corriente continua para crear un arco eléctrico que va desde el hilo ó electrodo al elemento metálico a soldar. Para evitar el contacto con el oxígeno y nitrógeno al momento de soldar, utiliza un gas protector (argón), si no hubiera este gas protector sería imposible logra una suelda homogénea con este tipo de soldadura, además que el contacto del oxígeno con el metal provocaría oxidación. Por ello a este tipo de soldadura se lo denomina también soldadura de hilo continuo bajo gas protector.

5.6.1.1 Componentes de la Soldadora MIG-MAG

Pistola

Dispone de un pulsador para activar la salida del hilo metálico por la boquilla interna de la pistola, simultáneamente, por la boquilla exterior se libera el gas protector (argón) hacia las partes metálicas a unir, creando una atmósfera inerte protectora del proceso de soldadura. Ambas boquillas son desmontables para su limpieza ó sustitución.

Figura 5.12. Pistola de soldadura MIG-MAG.
ESAB Soldadura y corte, España (2011), Formación, [En línea]. Recuperado el 23 de marzo del 2011, de http://www.esab.com/es

Es necesario dar regularmente un cepillado y limpieza a las boquillas ya que ahí se depositan residuos de metal fundido que podría provocar un cortocircuito al comunicarse la boquilla exterior con la interior, además de taponarse los conductos del gas protector, dificultando el proceso de soldadura.

Orificios para la salida de gas y el material de aportación

Estos orificios se encuentran en la parte interna de la boquilla de la pistola del equipo de suelda MIG-MAG, permiten la salida del gas protector a manera de cono que crea una atmósfera protectora mientras se está soldando.

El soldador debe conocer las partes interiores del equipo, en caso de necesitar:

- Sustituir un carrete de hilo.
- Regular la presión del hilo de arrastre.
- Para solucionar posibles enredos de hilo debido a boquillas comunicadas ó manguera muy curvada al soldar.

Carrete de hilo

Constituye el material de aportación de este sistema de soldadura, consiste en una bobina de alambre del mismo material a ser soldable ó en su defecto uno compatible, para chapas usadas en vehículos se usa acero bañado en cobre.

Rodillo y guías de arrastre

Consiste en un rodillo que contiene el hilo metálico ó material de aportación enrollado a forma de bobina por medio de unas ranuras, está ubicado dentro del cuerpo de la maquina soldadora, y es accionado por un motor eléctrico que es el encargado de rotar el rodillo presionando el hilo y guiando lo hacia la pistola, para permitir la salida del material de aportación.

5.6.1.2 Forma correcta de soldar con el equipo de suelda MIG-MAG

El ángulo correcto de inclinación de la pistola al momento de soldar es de 10°, distanciando la boquilla de la chapa alrededor de un centímetro, de esta manera evitamos que las proyecciones residuos de la soldadura se depositen en la boquilla.

Figura 5.13. Forma correcta de aplicar la soldadura MIG-MAG.
ESAB Soldadura y corte, España (2011), Formación, [En línea]. Recuperado el 23 de marzo del 2011, de http://www.esab.com/es

5.6.2 Seguridad e Higiene Laboral en el taller Automotriz

Figura 5.14. Seguridad e higiene al trabajar en los talleres de Ingeniería Automotriz.

Como se mencionó anteriormente, el proyecto en su mayor parte fue realizado en los talleres de la carrera de Ingeniería Automotriz, sin embargo, como en todo trabajo en taller, se pueden presentar riesgos, los cuales fueron previamente analizados para no tener complicaciones futuras. Estos Riesgos pueden ser:

Riegos Físicos

Son aquellos generados por la interacción entre el trabajador y los equipos y/o herramientas. Por ejemplo:

FUENTE DE REFERENCIA: MICHEL VARGAS, Proyecto previo a la obtención del título de Ingeniero Mecánico “DISTRIBUCIÓN DE PLANTA DE UN TALLER DE MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ PARA VEHÍCULOS DE HASTA 3 TONELADAS, PARA TRANSPORTE DE PASAJEROS”, EPN, Quito-Ecuador 2007.

- ✓ Caídas.
- ✓ Cortes.
- ✓ Caídas de pesos.
- ✓ Riesgo físico por levantar cargas excesivas.
- ✓ Ruido Excesivo.
- ✓ Quemaduras.
- ✓ Peligro por radiación UV producida al soldar.
- ✓ Vibraciones.
- ✓ Radiación excesiva producida por los equipos industriales.

Riesgos Químicos

Son los riegos que se presentan al trabajar con sustancias orgánicas o inorgánicas en estado líquido, solido o gaseoso, que potencialmente podrían generar enfermedades o accidentes. Por ejemplo:

- ✓ Riesgo de intoxicación por inhalación de gases producidos por motores de combustión interna.
- ✓ Riesgo de intoxicación por inhalación de gases producidos al soldar metales.
- ✓ Riesgo de intoxicación al manipular sustancias peligrosas solventes de pintura, pinturas, selladores y adhesivos.

Riesgos Biológicos

Son los materiales y organismos que se encuentran en el área de trabajo que potencialmente puedan producir patologías en los trabajadores. Por ejemplo:

- ✓ Riesgo por presencia de micro organismos (bacterias, virus, hongos, y parásitos).

- ✓ Riesgo por presencia de macro organismos (personas y animales enfermos).

Riesgos de insalubridad locativa y ambiental

Son los riegos producidos por la falta de sanidad en el taller y/o sus alrededores. Por ejemplo:

- ✓ Incorrecto manejo de desechos
- ✓ Olores desagradables.
- ✓ Falta o mal estado de equipos sanitarios.
- ✓ Alcantarillado en mal estado.
- ✓ Elementos de aseos inexistentes o inapropiados.
- ✓ Ropa de trabajo inadecuada, deteriorada, inexistente, en mal estado o sucia.

Factores de riesgo productores de inseguridad

Son aquellos factores que pueden causar accidentes y pérdidas por inadecuado estado de funcionamiento o falta de protección en equipos, materiales, instalaciones y en el medio ambiente. Estos factores aumentan la posibilidad de que surjan enfermedades generales y/u ocupacionales, accidentes, ausentismo y lesiones en trabajadores. Además de daños a equipos y materiales. Traduciéndose en pérdidas para el taller y su entorno. Estos factores pueden ser:

Mecánicos:

- ✓ Falta de protecciones en motores primarios.

- ✓ Falta de protecciones en máquinas peligrosas.
- ✓ Herramientas defectuosas y/o en mal estado.
- ✓ Falta de mantenimiento preventivo en vehículos.
- ✓ Sistemas de control obstruidos.
- ✓ Sistemas eléctricos en mal estado.

Físico-químicos:

- ✓ Sustancias y materiales inflamables.
- ✓ Sustancias y materiales explosivos.

Instalaciones y superficies de trabajo:

- ✓ Pisos y paredes en mal estado.
- ✓ Áreas de circulación reducidas.
- ✓ Áreas de almacenamiento en mal estado.
- ✓ Áreas de maquinas en mal estado.

Seguridad laboral e higiene en los talleres de Ingeniería Automotriz

Es importante mencionar que los talleres con los que cuenta la carrera de ingeniería Automotriz, son talleres adecuadamente diseñados para poder realizar los trabajos demandados por nuestra profesión. Lo cual facilitó el desarrollo del proyecto.

- ✓ Los talleres cuentan con Áreas de trabajo clasificadas.
- ✓ Los talleres cuentan con un encargado que supervisa y facilita las herramientas y/o equipos solo a personas capacitadas.

- ✓ Los talleres poseen adecuada ventilación e iluminación.
- ✓ La limpieza de los talleres y sus equipos/herramientas está bien llevada.
- ✓ Los talleres poseen un adecuado y bien identificado suministro de energía eléctrica.
- ✓ Los talleres cuentan con Normas de seguridad preestablecidas.
- ✓ El nivel de ruido en los talleres esta dentro del nivel aceptado.
- ✓ El taller de sueldas cuenta con equipos de protección.
- ✓ Las herramientas y equipos están bien señalada y no produce radiación y /o vibraciones excesivas.
- ✓ El manejo de desechos de los talleres, es adecuado (incluso cuenta con certificación).
- ✓ Los Servicios sanitarios de los talleres y equipo de aseo son apropiados.
- ✓ Los talleres poseen normas de uso y seguridad preestablecidas.

Como equipo de seguridad en el trabajo se utilizó:

- ✓ Overol de la carrera.
- ✓ Botas antideslizantes.
- ✓ Guantes de cuero.
- ✓ Gafas de seguridad.
- ✓ Mascarilla para soldadura (cuando se soldó metales).
- ✓ Orejeras.
- ✓ Mascarilla Química (al momento de pintar metales).

Normas de seguridad e higiene adoptadas al realizar este proyecto:

- ✓ Se respetará las normas de utilización y señalización de los talleres de Ingeniería Automotriz.

- ✓ Se respetaran los horarios de trabajo en los talleres.
- ✓ Se utilizará el equipo de seguridad.
- ✓ Se revisará e informara el estado de máquinas herramientas y equipos antes de usarlos.
- ✓ Para cargas mayores a 15 Kg se utilizará un elevador hidráulico.
- ✓ Se llevará un registro de los equipos y herramientas utilizadas para evitar pérdidas y contratiempos.
- ✓ Una vez que se termine de ocupar un equipo o máquina herramienta, des energizarlo y entregarlo al encargado para que lo almacene adecuadamente.
- ✓ Se manipulará con el debido equipo y precaución las sustancias inflamables y explosivas (Con overol, guantes, gafas de protección y mascarilla).
- ✓ Al terminar un trabajo, se limpiara y ordenará el área ocupada.
- ✓ Los desechos producidos se colocarán en su lugar asignado para que sean desechados adecuadamente.

5.7 REALIZACIÓN DE LA MAQUETA / INFORME TÉCNICO

5.7.1 Soldadura de los componentes de la estructura

Figura 5.15. Ensamblaje de la estructura.

Como punto inicial, sobre la base del diseño se fabricó la estructura externa que soporta al motor y todos sus sistemas complementarios con tubo estructural de diámetro 2,5". Además se colocaron las cuatro llantas industriales, luego sobre este cubo se comenzó a montar las tiras de tubo estructural que soportarán al motor. Para lo cual se usó tubo estructural de perfil rectangular 50x25x3mm. La resistencia y soldabilidad de estos tubos fue analizada previamente.

Figura 5.16. Soldadura de los puntos de apoyo del motor.

Con la ayuda de instrumentos de medición, se niveló los puntos de apoyo para preparar el montaje del motor en la estructura externa.

Figura 5.17. Nivelación de los puntos de apoyo del motor.

5.7.2 Montaje del motor en la estructura

Para montar el motor en la estructura se fabricaron previamente los puntos de apoyo tanto para el lado derecho e izquierdo los cuales a través de pernos unen el bloque del motor con la estructura exterior de la maqueta funcional.

Figura 5.18. Punto de fijación del motor izquierdo.

Los puntos de fijación del motor en la estructura, para el lado izquierdo con sus pernos de fijación 3/8x3”, grado SAE 8 (pueden resistir un torque de hasta 5,31[Nm]). Además se colocaron unos amortiguadores de goma para absorber la vibración producida por el funcionamiento del motor.

Figura 5.19. Punto de fijación del motor derecho.

Para el lado derecho se repitió el proceso del lado izquierdo, con la diferencia de la posición de los pernos en el bloque del motor. Para un mejor detalle de los ajustes de los pernos usados, ver la Tabla de torque en el Anexo 17.

Figura 5.20. Motor colocado en la estructura.

5.7.3 Ubicación de componentes auxiliares

Una vez ya con el motor montada en la estructura, se montón en ella los componentes que permitirán funcionar al motor.

Sistema de escape

Se comenzó con la fabricación del sistema de escape.

Figura 5.21. Fabricación del sistema de escape.

Para la fabricación del sistema de escape de gases se inició con la compra del acople del sistema de escape, empaque, silenciador y tubo de acero de 1.5”, la suelda utilizada fue eléctrica y por ende un kilo de electrodos 6011.

Figura 5.22. Sistema de escape montado en el motor.

Sistema de refrigeración por líquido

Figura 5.23. Soportes del radiador fijados en la estructura.

Una vez fijados los soportes del radiador en la estructura, se procedió a montar el radiador en la misma, además de su respectivo electro ventilador.

Figura 5.24. Conductos del radiador.

Se conectaron los conductos hidráulicos del radiador con el motor, asegurando la estanqueidad del sistema mediante un comprobador de vacío.

Figura 5.25. El sistema de refrigeración por líquido del motor instalado.

Línea de combustible

Inicialmente se construyó un marco metálico para poder acoplar el tanque de combustible a la estructura.

Figura 5.26. Marco de soporte del tanque de combustible.

Se sujetó el tanque de almacenaje de combustible(cuya capacidad es de 40 litros aproximadamente) al marco previamente fabricado con pernos SAE3 de mando ¼. El marco a su vez se fijo en la estructura de la maqueta mediante suelda electrica.

Figura 5.27. Tanque de combustible instalado en la maqueta funcional.

Sistema de inyección

Como punto inicial se colocó los sensores faltantes del sistema de inyección, estos fueron el sensor MAP con IAT, Sensor TPS y la válvula IAC

Figura 5.28. Ubicación de los nuevos, sensor MAP y Válvula IAC**.**

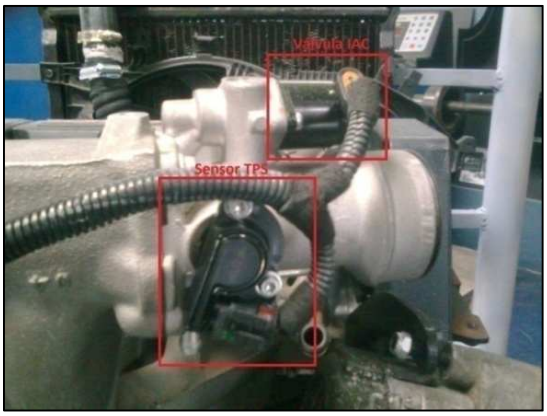


Figura 5.29. Ubicación del nuevo sensor TPS.

A continuación se procedió a reorganizar el cableado del motor, para evitar que los cables se quemen o corten cuando se ponga en marcha el motor. También se aisló los cables y se los junto dentro de su respectivo harnez. (Ver imágenes a continuación).

Figura 5.30. Reordenamiento del harnez del motor.1.

Se reubicaron los cables de los sensores para que no se vean afectados durante el funcionamiento del motor.

Figura 5.31. Reordenamiento del harnez del motor.2

El cableado de los inyectores y de varios sensores se reorganizó adecuadamente en su contenedor adecuado.

Figura 5.32. El cableado del motor reorganizado.

A continuación. Como medida preventiva se procedió a desarmar el riel de inyectores para comprobar el funcionamiento de los mismos en el banco de pruebas y limpieza de inyectores.

Figura 5.33. Los inyectores colocados en el banco de pruebas de inyectores.

Figura 5.34. Prueba de caudal de los inyectores.

Se pudo determinar que los inyectores funcionaban correctamente, sin embargo se les dio un mantenimiento preventivo cambiando sus o-rines, micro filtros y sometiéndolos a una limpieza por ultrasonido durante 15 minutos.

Figura 5.35. Limpieza de los inyectores por ultrasonido.

Adicionalmente a esto se midió la resistencia de los inyectores, lo cual nos indico que el estado de las bobinas de los cuatro inyectores es bueno (Ver Tabla a continuación).

No. Inyector:	1	2	3	4
Resistencia(Ω):	12.3	12.3	12.3	12.2

Tabla 5.12. Medición de la resistencia interna de los inyectores.

Sistema de encendido

Como medida preventiva se comprobó el estado de la bobina y de las bujías de encendido, la bobina registro rangos normales al medir su resistencia.

A continuación se desmontaron y analizaron las bujías de encendido. Al analizar la luz de las bujías de encendido, se pudo notar que una de las bujías tenia luz insuficiente, por lo tanto se procedió a solucionarlo y calibrar la luz de todas la bujías con una luz de 0,7mm, además el hecho que el electrodo de la bujía estuviera aplastado nos sugería que se revise la distribución del motor ya que podría deberse a un problema de desincronización del motor.

Figura 5.36. Medición de la luz de las bujías.

Sistema de arranque y carga

Inicialmente al no poseer la base del alternador, se procedió a fabricarla (ver imágenes a continuación).

Figura 5.37. Fabricación de la base del alternador.

Luego, se instaló el harnez del motor de arranque-alternador para lo cual se hizo previamente una serie de pruebas eléctricas de funcionamiento tanto del alternador, motor de arranque y batería para finalmente poder garantizar el funcionamiento del sistema de carga eléctrica para la maqueta.

Figura 5.38. Instalación eléctrica del alternador.

5.7.4 Sistema electrónico

Se instaló el tablero de instrumentos en la maqueta, soldando un pequeño soporte metálico y sus pernos de sujeción.

Figura 5.39. Colocación del tablero de instrumentos en la maqueta funcional.

Finalmente se hizo la instalación de los componentes electrónicos del motor, y la programación del ECM y el inmovilizador con la ayuda de Autolandia, concesionaria autorizada de la marca Chevrolet. Previa a su presentación final.

Figura 5.40. Programación y colocación de los elementos electrónicos en la maqueta funcional.

Figura 5.41. Sistema electrónico instalado.

En la última etapa, se pintó la estructura, se aseguró todos los elementos a la estructura, se colocó y revisó todos los fluidos del motor como aceite, refrigerante, gasolina, y se hizo una revisión exhaustiva de la distribución del motor para poder encender el motor sin complicaciones.

A continuación se procedió a comprobar el funcionamiento de la maqueta funcional con la ayuda del TECH2. Se requirió además de un pequeño afinamiento de los parámetros. Posteriormente se entregó la maqueta a los talleres de ingeniería automotriz, dándose por concluido el proyecto.

5.8 PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DEL MOTOR

5.8.1 Resumen de los términos usados en el diagnóstico electrónico del funcionamiento del motor

El Diagnóstico del funcionamiento del motor se realizó mediante el sistema de diagnóstico GM- TECH II. A continuación se describe una lista de los términos más usados por el TECH II:

NOMENCLATURA	DESCRIPCION
Todos	El parámetro está en todas las listas de datos que se muestran a continuación
Mot	Datos del motor
EGR	Datos EGR
Evap	Datos del Evap
FT	Datos del economizador de combustible
HO_2S	Datos del HO_2S
MF	Datos de tiempo de encendido
IPC	Datos del IPC
FF	Información del marco de congelación
FR	Información de registro de fallas

Tabla 5.13. Descripción de los términos usados por el sistema de diagnóstico TECH II. Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca, Facultad de ingenierías, carrera de ingeniería automotriz. (2009). CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS FUNCIONAL CON VISUALIZACIÓN DIGITAL DE DATOS MEDIANTE LABVIEW DEL SISTEMA DE INYECCIÓN MPFI D-TEC PARA LA FORMACIÓN ACADÉMICA AUTOMOTRIZ. Recuperado el 2 de abril del 2011, del sitio web de la universidad politécnica salesiana: http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/102/6/Cap%C3%ADtulo1.pdf

5.8.2 Definición de términos usados en el sistema de diagnóstico TECH II

Referencia de 5 voltios

Este parámetro muestra el voltaje de salida de determinado circuito del ECM (Al ser de 5 voltios, indica que dicho circuito sólo soporta una salida de referencia de 5 voltios del ECM).

Flujo de aire calculado

Este parámetro muestra el flujo de aire calculado en el motor que se basa en la presión absoluta del colector. El cálculo se utiliza en varios diagnósticos para determinar cuándo ejecutar los DTC.

Relación de aire combustible

Este parámetro muestra la relación aire a combustible con base en las entradas del sensor de oxígeno. El ECM utiliza los ajustes de combustible con fines de regular la alimentación de combustible manteniendo una relación estequiométrica de aire combustible de 14.7 1.

BARO

Este parámetro muestra la presión barométrica. El ECM utiliza el sensor de presión absoluta del colector para determinar la presión barométrica, y a su vez utiliza esta presión barométrica para el control de combustible compensando las diferencias de altitud.

Corte del combustible de desaceleración

Este parámetro visualiza el estado del modo de operación del ECM utilizado para apagar los inyectores de combustible en ciertas condiciones de desaceleración.

La posición EGR deseada

Este parámetro muestra la posición EGR deseada según la comandó el ECM.

Velocidad mínima deseada

Este parámetro muestra la velocidad a ralentí del motor como la comandó el ECM.

Sensor de ECT

Este parámetro muestra la temperatura del refrigerante del motor con base en la entrada al ECM del sensor de temperatura del refrigerante del motor (ECT).

Carga del motor

Este parámetro visualiza la carga del motor calculada en porcentaje, basándose en las entradas al ECM desde los diferentes sensores del motor.

Comando del solenoide de EGR

Este parámetro muestra el estado del circuito de control del solenoide de EGR como lo comanda el ECM.

Tiempo de funcionamiento del motor

Este parámetro muestra el tiempo transcurrido desde que se arrancó el motor.

Velocidad del motor

Este parámetro muestra la velocidad de la rotación del cigüeñal del motor, a partir de la información recibida del sensor de posición del cigüeñal (CKP).

Comando Solenoide Purga EVAP

Este parámetro visualiza el ciclo de trabajo o el tiempo de encendido del solenoide de purga del depósito EVAP comandado por el ECM. Cero por ciento indica que no hay purga. Cien por ciento indica una purga completa.

Contador de fallas

Este parámetro muestra la cantidad de veces que se reprobó un DTC.

Velocidad alta de los ventiladores

Este parámetro muestra el estado comandado del ECM del circuito de control del relevador del ventilador en velocidad alta.

Velocidad baja de los ventiladores

Este parámetro muestra el estado comandado del ECM del circuito de control del relevador del ventilador en velocidad baja.

Sensor de nivel de combustible

Este parámetro muestra la señal de voltaje recibida por el ECM del sensor de nivel de combustible.

Comando del relevador de la bomba de combustible

Este parámetro muestra el estado comandado del ECM del circuito de control del relevador de la bomba de combustible.

Célula de combustible

Este parámetro muestra la celda de ajuste de combustible que está activa en este momento.

Aprendizaje del ajuste de combustible

Este parámetro muestra “ENABLED” (activado) cuando las condiciones son adecuadas para activar las correcciones de ajuste de combustible a largo plazo (LTFT). Esto indica que el ajuste de combustible a largo plazo está adaptando cantidades continuas de ajuste de combustible a corto plazo. Si la herramienta de exploración muestra “DISABLED” (deshabilitado), entonces el ajuste de combustible de largo plazo no responderá a los cambios en el ajuste de combustible de corto plazo (STFT).

HO_2S

Este parámetro muestra la salida de voltaje de HO_2 S al ECM (sonda lambda). Un voltaje inferior indica un escape pobre, mientras un voltaje mayor indica un escape rico.

HO_2S listo

Este parámetro muestra que HO_2S está a la temperatura de funcionamiento.

Posición IAC

Este parámetro muestra el comando del ECM para la posición de la aguja de control de aire en marcha mínima (IAC) en conteos. Cuanto más sean los conteos, mayor serán las lecturas de velocidad a ralentí comandadas. El control de aire a ralentí responde a los cambios en la carga del motor con el fin de mantener las rpm a ralentí deseado.

Posición IAC deseada

Este parámetro muestra la posición IAC deseada como la comandó el ECM.

Sensor IAT

Este parámetro muestra la temperatura del aire que entra al sistema de inducción de aire con base en la entrada al ECM desde el sensor de temperatura del aire de admisión (IAT).

Señal de ignición 1

Este parámetro muestra On (encendido) cuando el módulo de control detecta un voltaje en la terminal de entrada de la ignición 1.

Inyector PWM

Este parámetro muestra el ancho de pulso promedio de los inyectores de combustible como lo determina el ECM.

Retardo de detonación

Este parámetro indica la cantidad de avance de la chispa que el ECM retira del avance de la chispa del control de ignición (IC/Módulo DIS) en respuesta a la señal de los sensores de golpe (KS).

Contador activo de KS

Este parámetro muestra el número de veces que el módulo de control detecta actividad del sensor de golpe.

FT de largo plazo

Este parámetro muestra la corrección que el ECM comandó para el ajuste de combustible a largo plazo (LTFT).

Promedio de FT a largo plazo

Este parámetro muestra un porcentaje. Este parámetro indica el promedio de celdas de ajuste de combustible a largo plazo, las celdas de ajuste de combustible a largo plazo de clasifican o pesan para saber la cantidad que se ha utilizado. Si el sensor de oxígeno indica una mezcla de aire/combustible pobre, el módulo de control agregará combustible, incrementando el ajuste de combustible a largo plazo en más de 0. Si el sensor de oxígeno indica una mezcla de aire/combustible rica, el módulo de control reducirá el combustible, disminuyendo el ajuste de combustible a largo plazo a menos de 0.

Estatus del ciclo

Este parámetro muestra el estado del sistema de control de combustible según lo comandó el ECM. El funcionamiento del circuito cerrado indica que el ECM está controlando la emisión del combustible con base en la señal de entrada de los sensores de oxígeno. En el funcionamiento del circuito abierto, el ECM ignora la señal de entrada del sensor de oxígeno y basa la cantidad de combustible que será emitida en otras entradas de sensor.

Sensor MAP

Este parámetro muestra la presión absoluta del colector y el voltaje de señal del sensor (MAP) al ECM.

Comando MIL

Este parámetro visualiza el estado comandado del circuito de control de la luz indicadora de mal funcionamiento (MIL) por el ECM.

Enriquecimiento de potencia

Este parámetro visualiza el estado del modo de funcionamiento del ECM utilizado para incrementar la distribución de combustible durante ciertas condiciones de aceleración.

Sensor de relación rico/pobre a pobre/rico

Este parámetro muestra la relación de rico/pobre a pobre/rico del sensor de oxígeno (sonda lambda). El promedio entre rico/pobre se divide por el promedio entre pobre/rico para determinar la relación del sensor de oxígeno.

Sensor de transición de rico/pobre

Este parámetro muestra los cambios de rico/pobre y pobre/rico del sensor de oxígeno. Un cambio se produce cuando el voltaje del sensor de oxígeno (sonda lambda) sube de 450 mV y baja de 450 mV.

FT de corto plazo

Este parámetro muestra la corrección del corto plazo de la distribución de combustible (STFT) por medio del ECM en respuesta al sensor de oxígeno. Si el sensor de oxígeno indica una mezcla de aire/combustible pobre, el ECM agregará combustible aumentando el ajuste de combustible a corto plazo arriba de 0. Si el sensor de oxígeno indica una mezcla de aire/combustible rica, el módulo de control reducirá el combustible disminuyendo el ajuste de combustible a corto plazo abajo de 0.

Chispa

Este parámetro visualiza la cantidad de avance de la chispa que el ECM está comandando en los circuitos de control de ignición, determinando el avance o retardo deseado.

ECT de arranque

Este parámetro visualiza la temperatura del refrigerante del motor al inicio basándose en la entrada al ECM del sensor ECT.

Arranque IAT

Este parámetro visualiza la temperatura del aire de admisión al arranque en el sistema de inducción de aire con base en la entrada del ECM del sensor IAT.

Sensor TP

Este parámetro muestra el porcentaje de abertura del acelerador y el voltaje actual en el circuito de señal del sensor TP según lo calculó el ECM, utilizando la información del sensor TP (TPS).

5.8.3 Lista de datos obtenidos con la herramienta de exploración (TECH II)

Antes de realizar el diagnóstico electrónicos del motor se requieren las siguientes condiciones:

- ✓ Motor a ralentí
- ✓ Temperatura normal de funcionamiento del motor
- ✓ El motor debe estar desconectado de la transmisión
- ✓ Circuito cerrado o bucle cerrado oxigeno (buen funcionamiento de la sonda lambda).
- ✓ Accesorios apagados.

Luego se conectó el terminal del TECH II con el conector ALDL del motor. A continuación se eligió en el TECH II la opción diagnóstico con el propósito de diagnosticar electrónicamente dicho motor y poder garantizar su correcto funcionamiento (mediante una serie de correctivos de ser necesario).

A continuación se muestra una tabla la cual contiene los parámetros finales (luego de unas pequeñas calibraciones) obtenidos en el diagnóstico electrónico del funcionamiento del motor obtenidos con un scanner TECH II en los talleres de AUTOLANDIA los cuales demuestran el óptimo funcionamiento del motor, y finalmente garantizar el funcionamiento del mismo.

Parámetro de la herramienta de exploración	Lista de datos	Rango/unidades del parámetro	Valores Típicos de los datos	Estado Según diagnóstico TECH II
Referencia de 5 voltios 1	EGR, EVAP, CH	0-5 voltios	5 voltios	OK
Flujo de aire calculado	Motor, FT, HO_2S, MF,FF, FR	g/s	3-6 g/s	OK
Relación de aire combustible	Motor, FT, HO_2S, FF, FR	Proporción	14.7: 1	OK

BARO	Motor, EGR, EVAP, HO_2S, , FT, FF, FR, MF	65-104 kPa	Varía con la altitud	OK
Desaceleración Corte de combustible	EGR, FT, HO_2S	Activo/inactivo	Inactivo	OK
La posición EGR deseada	EGR	%	Varía	OK
Posición IAC deseada	Mot.	Cuentas	Varía	OK
Velocidad mínima deseada	Motor, EVAP, FF, FR	0-7.000 RPM	800-950 RPM	OK
Sensor de ECT	Motor, EGR, EVAP, FT, HO_2S, MF, CH, IPC, FF, FR	-39℃ /+140℃	Varía	OK
Variación de la posición de EGR	EGR	Cuentas	Varía	OK
Comando del solenoide de EGR	EGR	%	Varía	OK
Carga del motor	Motor, EGR, EVAP, FT, HO_2S, MF, CH, FF, FR	0-99%	25-40% - ralentí	OK
Velocidad del motor	Todos	RPM	750-950 RPM	OK
EVAP Comando Solenoide Purga EVAP	Motor, EVAP, FT, HO_2S	0-100%	Varía	OK
Comando del solenoide de ventilación de EVAP	EVAP	Ventilación/Sin Ventilación	Ventilación	**Se requirió borrar el código de falla.
Contador de fallas	FF, FR	Cuentas	Varía	OK
Velocidad alta de los ventiladores	CH	ENCENDIDO/APAGADO	Varía	OK
Velocidad baja de los ventiladores	CH	ENCENDIDO/APAGADO	Varía	OK

Nivel de Combustible a Panel Instrumentos	EVAP, IPC	%	Varía	OK
Sensor de nivel de combustible	Motor, EVAP, FT, IPC	0-5 voltios	Varía	**Se requirió borrar el código de falla.
Sensor de nivel de combustible	Motor, EVAP, FT, IPC	%	Varía	**Se requirió borrar el código de falla.
Comando del relevador de la bomba de combustible	Motor, FT	ENCENDIDO/APAGADO	Encendido	OK
HO_2S	Motor, EVAP, FT, HO_2S, FF, FR	0-1,006 mV	Varía 400-800 mV	OK
HO_2S listo	HO_2S	SI/NO	Sí	OK
Posición IAC	Motor, EGR, FT, HO_2S, FF, FR	Cuentas	15-40 conteos	OK
Sensor IAT	Motor, EGR, EVAP, FT, HO_2S, FF, FR	-39°/+140℃	Varía	OK
Señal de ignición 1	Motor, EGR, EVAP, FT, HO_2S, MF, CH, IPC	voltios	12.0-14.5 voltios	OK
Inyector PWM	Motor, FT, HO_2S, FF, FR	0-9 ms	4.6-5.4 ms	OK
Retardo de detonación	Motor, EGR	Grados	Varía	OK
Contador KS activo	Mot.	Cuentas	Varía	OK
FT de largo plazo	Motor, EVAP, FT, HO_2S, FT, FF, FR	-100% a +100%	0%	OK
Promedio de FT a largo plazo	FT	-100% a +100%	0%	OK
Estatus del ciclo	Motor, EVAP, FT, HO_2S, FF, FR	Ciclo abierto/ciclo cerrado	Ciclo cerrado	OK

comando de la luz de combustible bajo	IPC	ENCENDIDO/ APAGADO	Apagado	OK
Sensor MAP	Motor, EGR, EVAP, FT, HO_2S, FF, FR	kPa	24-76 kPa Varía con la altitud	OK
Sensor MAP	Motor, FF, FR	0-5 voltios	0.4-3.7 voltios	OK
Comando MIL	Motor, IPC	ENCENDIDO/APAGADO	Apagado	OK
Sensor de relación rico/pobre a pobre/rico.	FT, HO_2S	Cuentas	Varía	OK
Sensor de transición de rico/pobre.	FT, HO_2S	Cuentas	Varía	OK
Promedio de FT de corto plazo.	FT	-25% /+25%	-3% a +3%	OK
FT de corto plazo	Motor, EVAP, FT, HO_2S, FF, FR	-25% / +25%	-3% a +3%	OK
Chispa	Motor, FT, HO_2S, CH	-20 /+40 grados	2-10 grados	OK
ECT de arranque	EVAP, HO_2S, FF, FR	-39°/ +140℃	Varía	OK
Arranque la IAT	EVAP, HO_2S, FF, FR	-39°/ +140℃	Varía	OK
Sensor TP	Motor, EGR, EVAP, FT, HO_2S, FF, FR	0-5 voltios	0.0-0.3 voltios	OK
Sensor TP	Motor, EGR, EVAP, FT, HO_2S, FF, FR	%	5-15 %	OK

Tabla 5.14. Diagnóstico electrónico del motor con el TECH II.

SI, GMDAT (2011), Service Information Manual de servicio GM [Software de cómputo con especificaciones técnicas de varios modelos de vehículos GM]. USA: GM.

Para poder dar por concluido el diagnóstico electrónico de funcionamiento del motor con el TECH II, se prodedió a borrar los códigos de falla con dicho instrumento, estos códigos de falla se producían principalmente por el sensor. Para finalmente poder garantizar el correcto funcionamiento del motor.

CONCLUSIONES

Para el diseño y construcción de la maqueta funcional se aplicó los conocimientos adquiridos en materias como Tecnología y resistencia de Materiales, Diseño Automotriz y Sueldas, logrando construir con éxito la estructura de la maqueta funcional.

Al iniciar con el proyecto de tesis no se contó con un motor completo, sobretodo en la parte eléctrica y electrónica, como es el caso del módulo ECM, los distintos elementos del cableado, cajas de Relés y fusibles, módulo BCM, y sistema Inmovilizador. Por lo tanto se hizo una incorporación de estos elementos al motor adquiriendo unos nuevos. Todo esto aumentó los costos y tiempos del proyecto.

Para el montaje del motor y sus sistemas complementarios apliqué conocimientos de materias de carrera, además de la información proporcionada por manuales, información técnica e internet, para poner el motor a punto para su encendido. Todo esto se hizo dentro de los talleres de la carrera, de Ingeniería Automotriz.

La programación del encendido del motor fue un tema complicado, ya que no se contaba en ese momento con el equipo necesario que posee la marca Chevrolet, por lo tanto en este punto recibí la ayuda de AUTOLANDIA - Avenida Mariana de Jesús y América (concesionaria de la marca CHEVROLET). Para programar el sistema de encendido e inyección del motor.

Las pruebas de funcionamiento del motor se hicieron mediante el sistema de diagnóstico GM-TECH II, en los talleres de AUTOLANDIA. Dentro del cual mediante diagnósticos electrónicos, una serie de calibraciones y pruebas en funcionamiento se pudo finalmente garantizar el buen funcionamiento del motor.

RECOMENDACIONES

Antes de encender la maqueta funcional, como medida preventiva revise los parámetros del motor: nivel de combustible en el tanque, aceite del motor, nivel de refrigerante y los indicadores del tablero, para evitar fallas de la misma durante su funcionamiento. Cualquier novedad se deberá reportar inmediatamente a la persona responsable de la maqueta funcional.

Encender la maqueta funcional únicamente en lugares adecuadamente ventilados, y evite respirar directamente los gases productos de la combustión del motor ya que podrían afectar a la salud de quien lo hiciera.

Evitar provocar interferencias magnéticas con metales cerca de la bobina de lectura del código del transponder, ya el inmovilizador podría no reconocer la señal de la llave/transponder al momento de encender.

Se debería aumentar la cantidad de relaciones de cooperación con empresas del sector Automotor, sean estas privadas o públicas para que de este modo los alumnos de la carrera puedan tener un apoyo al realizar sus proyectos, o prácticas.

En proyectos de tesis de gran alcance sería importante que se permita su realización en grupos, ya que de este modo se abaratarían los costos y tiempos de realización, además se podría fomentar la cooperación del los estudiantes dentro del grupo como sucede en el entorno laboral de las grandes empresas.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Automóvil de turismo

Es un mecanismo capaz de moverse por sí mismo, destinado al transporte de hasta nueve personas, además debe poseer al menos cuatro ruedas.

bhp

"Brake horsepower", por sus siglas en ingles, en español significa potencia al freno. Es una unidad de potencia dada por la SAE que indica la potencia real del motor, es decir la potencia teórica del motor menos las perdidas internas del motor. (Aproximadamente un 10 % menos de la potencia teórica del motor). En EEUU se nombra como hp (según la SAE-Americana).

Bus

Es un sistema digital que transfiere datos entre los componentes de una computadora ó entre computadoras, comprende pistas en un circuito impreso, dispositivos como resistencias y condensadores además de circuitos integrados.

Bus – CAN

(Controller Area Network). Es un protocolo de comunicaciones desarrollado por la firma alemana Robert Bosch GmbH, basado en una topología bus para la transmisión de mensajes en entornos distribuidos. Además ofrece una solución a la gestión de la comunicación entre múltiples CPUs (unidades centrales de proceso); proporciona los siguientes beneficios:

- ✓ Es un protocolo de comunicaciones normalizado, con

lo que se simplifica y economiza la tarea de comunicar subsistemas de diferentes fabricantes sobre un bus común.

- ✓ El procesador anfitrión (host) delega la carga de comunicaciones a un periférico inteligente, por lo tanto el procesador anfitrión dispone de mayor tiempo para ejecutar sus propias tareas.

- ✓ Al ser una red multiplexada, reduce considerablemente el cableado y elimina las conexiones punto a punto, excepto en los enganches.

Ciclo Es la menor distancia a partir de la cual la onda se repite, puede determinarse en términos de la distancia de cresta a cresta, valle a valle y de punto de equilibrio a punto de equilibrio.

Circuito integrado (CI) *También conocido como Chip ó microchip*: Es una pastilla pequeña de material semiconductor, de algunos milímetros cuadrados de área, sobre la que se fabrican circuitos electrónicos generalmente mediante *fotolitografía* y que está protegida dentro de un encapsulado de plástico ó cerámica. El encapsulado posee conductores metálicos apropiados para hacer conexión entre la pastilla y un circuito impreso.

CV ***Caballo de vapor,*** por sus siglas, También denominada PS (Pferdestärke, En alemán). Es una unidad de medida de potencia (usada en toda Europa, excepto Reino unido-

UK). Que se define como la potencia necesaria para elevar verticalmente un peso de 75 kilogramos (fuerza) a 1 metro de altura en 1 segundo.

DMM Automotriz Es un multímetro/comprobador especifico para trabajar en el diagnóstico de sistemas automotrices, por eso debe cumplir con ciertas especificaciones como: tener una impedancia de 10 mega ohmios, protección con fusibles para evitar que corrientes excesivas dañen la ECM, debe soportar corrientes superiores a 10 Amperios, también debe tener la capacidad de medir RPM, temperatura y el ángulo de encendido Dwell, entre sus funciones básicas.

ECM Engine Control Module, (por sus siglas en inglés) ó Módulo de control del motor. Consiste en un ordenador a bordo, también conocido como ECU, que tiene como función principal controlar la mayor parte de funciones electrónicas del vehículo, como por ejemplo el sistema de inyección de combustible, y otros sistemas más dependiendo de su complejidad.

ECU *Electronic Control Unit,* por sus siglas en inglés ó Unidad Electrónica de Control. También se la conoce como ECM; básicamente, sería un mecanismo electrónico cuyo funcionamiento es parecido al de un ordenador ó Computadora, su misión es recoger datos proporcionados por los sensores, procesarlos y enviar órdenes de salida a los actuadores, para poder realizar la inyección electrónica de combustible en un motor.

Fotolitografía Es el proceso empleado en la fabricación de circuitos integrados ó chips, comparte algunos principios fundamentales con los procesos fotográficos.

Frecuencia Es el número de veces que la señal pasa por el eje horizontal (x) de la grafica, en un segundo, se mide en Hercios (Hz), por ejemplo una Frecuencia de un Hercio significa que la señal pasa por el eje x una vez por segundo, dos Hercios, significa que la señal pasa por el eje x dos veces en un segundo y así sucesivamente.

Memoria de cache ó RAM caché Es un sistema especial de almacenamiento de alta velocidad, también puede ser un área reservada de la memoria principal simultáneamente.

Memoria RAM *Random Access Memory*, por sus siglas en ingles. Es la memoria desde donde el procesador recibe las instrucciones y guarda los resultados.

Microordenador o microcomputadora Es un dispositivo de computación estático ó portátil que usa un *microprocesador* como su unidad central de procesamiento (CPU), puede ser usado en muchas aplicaciones, ya que sus tamaños van desde computadoras domesticas, hasta palm tops que pueden caber en la palma de la mano, en un principio fueron diseñadas para servir a un solo usuario(4 a 18 bits), pero, su velocidad y capacidad de procesamiento de datos de sus CPU han ido aumentando a 32 bits(múltiples usuarios).

Microprocesador ó procesador	Es el circuito integrado central (CI ó chip) más básico de una computadora, es el cerebro ó CPU de la microcomputadora.
Mono chip	Es un circuito integrado, montado sobre una placa de silicio, que realiza varias funciones en los ordenadores (computadores) ó dispositivos electrónicos, estos cada vez son más sofisticados.
MPFI	Sistema multipuertos de inyección electrónica, traduciendo sus siglas en ingles). Este tipo de inyección utiliza un inyector para cada cilindro, colocados lo más cerca posible de la válvula de admisión.
Ordenador ó Computadora	Es una máquina electrónica que recibe y procesa datos para convertirlos en información útil.
Período de una oscilación u onda (T)	Es el tiempo transcurrido entre dos puntos equivalentes de la onda.
Red Multiplexada	Es una conexión en RED, de los elementos controlados por el ECM que pueden compartir información, reduciendo así la cantidad de cable en el vehículo.
Relación estequiométrica ideal de (14,7:1)	Significa que la mezcla a ser combustionada en el motor contiene 14,7 partes de aire y una parte de oxígeno, esta relación estequiométrica ha sido objeto de múltiples estudios, ya que es la proporción exacta de aire y combustible para que esta mezcla se combustione adecuadamente y resultando en la menor cantidad de

residuos nocivos para el ambiente y la salud humana.

RPM *Revoluciones Por Minuto*, por sus siglas. Es una unidad de frecuencia, usada frecuentemente para medir la velocidad angular . En el automóvil es el número de revoluciones que da cigüeñal del motor en un minuto.

SAE Sociedad Norteamericana de Ingenieros Automotores.

Single Over Head Camshaft ó (SOHC) Es un tipo de motor de combustión interna que usa un único árbol de levas, ubicado en la culata, para operar las válvulas de escape y admisión del motor.

Solenoide Es un bobinado de hilo conductor muy largo, aislado y enrollado helicoidalmente, capaz de crear una zona de campo magnético uniforme (puede ser usado como accionador ó switch). Este tipo de bobinas es utilizado para accionar un tipo de válvula, llamada válvula solenoide, que responde a pulsos eléctricos abriéndose ó cerrándose mediante un programa.

VAC *Voltaje de corriente alterna* por sus siglas. Se refiere al voltaje de una corriente eléctrica que cambia regularmente de dirección (de + a -).

VDC *Voltaje de corriente directa*, por sus siglas. Se refiere al voltaje de una corriente eléctrica que circula en una sola dirección en el conductor a cable (sea + ó sea -).

BIBLIOGRAFÍA

REVISTAS PROFESIONALES

Tilso Castro (2011). Curso Sistemas inmovilizadores y Anti arranques. Quito: Cise electronics.

GM-España (2002). Manual de Servicio Opel Corsa C. Madrid: GM Publicaciones.

PROTO-STANLEY (2000). INDUSTRIAL TOOLS. Georgia: Stanley-Proto Industrial Tools.

IPAC Por los caminos del acero, Ecuador (2012), Comercializadora de acero, [En línea]. Recuperado el 23 de marzo del 2011, de http://www.ipac-acero.com

GARRUCHAS Y EQUIPOS S.A., Soluciones reales de almacenamiento y transporte interno de carga, Ecuador (2012), [En línea]. Recuperado el 23 de marzo del 2011, de http://www.garruchasyequipos.com.

INFRA, Gases y productos para la industria, México (2011). [En línea]. Recuperado el 23 de marzo del 2011, de http://www.infra.com.mx

LIBROS

Gerschler, Otros. (1985). Tecnología del automóvil, Tomo 1 (20ª Edición). Barcelona: Editorial Reverté. S.A.

Gerschler, Otros. (1985). Tecnología del automóvil, Tomo 2 (20ª Edición). Barcelona: Editorial Reverté. S.A.

Mott, Robert (1996). Resistencia de materiales aplicada (Tercera edición). México: editorial Prentice Hall, Inc.

Jesús Rueda Santander (2011). Manual Técnico de Fuel Injection Tomo 2 (4ª Edición). Guayaquil: Diseli Editores.

Jesús Rueda Santander (2011). Manual Técnico de Fuel Injection Tomo 3 (4ª Edición). Guayaquil: Diseli Editores.

César Augusto Bernal (2006). METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN (2ª Edición).México: Editorial Pearson Educación.

Robert Bosch GmbH (2002). MICROELECTRÓNICA EN EL VEHÍCULO MOTORIZADO. Stuttgart: Editorial Bosch GmbH.

M. ARIAS PAZ (2004). MANUAL DE AUTOMÓVILES (55 ª Edición). Madrid: Editoriales Dossat 2000.

DOCUMENTOS EN LÍNEA

Enrique Celis. (2011). O B D II ON BOARD DIAGNOSTIC [Versión electrónica], Fuel injection. Recuperado el 20 de agosto del 2011, de http://automecanico.com/auto2003/obdll.html.

Marinos Mercantes. (2011). Conversor de potencia [Versión electrónica], Enlaces Mar. Recuperado el 15 de agosto del 2011, de http://www.webmar.com/web/calc/cal_pot.php.

SISTEMA DE INYECCIÓN MPFI, (2011). Todo sobre MPFI, [Versión electrónica]. Recuperado el 4 de Marzo del 2011, de http://todosobre-mpfi.blogspot.com/

Wikipedia, (2011). Micro controlador, [Versión electrónica]. Recuperado el 15 de marzo del 2011, de http://es.wikipedia.org/wiki/Microcontrolador

MAGNAFLOW EUROPA, (2011). STFT y LTFT, [Versión electrónica]. Recuperado el 15 de marzo del 2011, de http://www.magnaflow.eu/00italy/02catalytic_converters/04basics/gifs/fuelSystStatus.jpg

AUTOCITY.COM, (2011). Sensor Hall, [Versión electrónica]. Recuperado el 15 de marzo del 2011, de http://www.autocity.com/img/manuales/Sensorhall.jpg

4Shared.com (2011). , Sistema_Combustible.html, [Versión electrónica], Folder. Recuperado el 15 de marzo del 2011, de http://www.4shared.com/folder/vsB2svYt/Sistema_Combustible.html

AUTO ZR1, (2011). Corsa C EGR, [Versión electrónica]. Recuperado el 15 de marzo del 2011, de http://autozr1.ro/admisie-opel-zafira/1540-supapa-egr-vemo-v40-63-0007-opel-astra-g-corsa-c-tigra-twin-top-vectra-bc-zafira-.html

REPUESTOSMONZA.COM.AR, (2011). SENSOR MAP CORSA EVOLUTION, [Versión electrónica], Repuestos fuel injection. Recuperado el 17 de agosto del 2011, de http://repuestosmonza.com.ar/sens_inyecc.png

IPARTES.COM REPUESTOS, (2011). Sensor de posición del cigüeñal, Corsa c, [Versión electrónica], Repuestos fuel injection. Recuperado el 17 de Abril del 2011, de http://www.ipartes.com/tienda/es/repuestos-chevrolet-corsa/7617-sensor-de-posicion-del-ciguenal-cks-ckp.html

COMUNIDADCHEVY.COM, (2011), ClubChevy, [Versión en línea], dismodule. Recuperado el 5 de marzo del 2011, de http://www.google.com.ec/imgres?q=dismodule&um=1&hl=es&sa=N&biw=1366&bih=600&tbm=isch&tbnid=UTYHuU_xFoMO_M:&imgrefurl=http://www.comunidadchevy.com/modules.php%3Fname%3DForums%26file%3Dviewtopic%26p%3D118499&docid=7r4pSTRKJ1XV6M&imgurl=http://img202.imageshack.us/img202/5681/dismodule.jpg&w=648&h=491&ei=cRJFT4m3CMilgweDwOzDBA&zoom=1&iact=hc&vpx=863&vpy=241&dur=504&hovh=108&hovw=143&tx=145&ty=119&sig=102417676485567798685&page=1&tbnh=108&tbnw=143&start=0&ndsp=23&ved=0CJMBEK0DMBQ

Network Tool Warehouse, (2011). **AUTOMOTIVE DMM,** [version electrónica], EQUUS INNOVA. Recuperado el 22 de abril del 2011, de http://www.ntxtools.com/network-tool-warehouse/inn-3340.html

EL CHAPISTA.COM, Comunidad de chapa y pintura, Argentina (2011).). [En línea]. Recuperado el 22 de Agosto del 2011, de http://www. http://www.elchapista.com

Dirección nacional de policía judicial e investigaciones. (2011). CONSULTA VEHÍCULOS ROBADOS [Versión electrónica], Búsqueda de vehículos robados por marca/motor o chasis. Recuperado el 30 de marzo del 2011, de http://www.dnpj.gob.ec/portal/autos-robados.html

INFORMES DE UNIVERSIDADES. DISPONIBLES EN EL SITIO WEB DE DICHA UNA ORGANIZACIÓN

Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca, Facultad de ingenierías, carrera de ingeniería automotriz. (2009). CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS FUNCIONAL CON VISUALIZACIÓN DIGITAL DE DATOS MEDIANTE LABVIEW DEL SISTEMA DE INYECCIÓN MPFI D-TEC PARA LA FORMACIÓN ACADÉMICA AUTOMOTRIZ. Recuperado el 2 de abril del 2011, del sitio web de la universidad politécnica salesiana: http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/102/6/Cap%C3%ADtulo1.pdf

Escuela Politécnica Nacional, Quito, Facultad de ingeniería mecánica. (2007). DISTRIBUCIÓN DE PLANTA DE UN TALLER DE MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ PARA VEHÍCULOS DE HASTA 3 TONELADAS. PARA TRANSPORTE DE PASAJEROS. Recuperado el 4 de abril del 2011, del sitio web de la escuela politécnica nacional: http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/356

LIBROS EN LÍNEA

Jorge Garvero (2009). TRATADO DE ELECTRÓNICA AUTOMOTRIZ, VOLUMEN 3, FUNCIONAMIENTO DE ACTUADORES [Versión en línea]. Recuperado el 5 de marzo del 2011, de http://es.scribd.com/doc/41444948/Tratado-de-Electronica-Automotriz-Funcionamiento-de-Actuadores.

Saúl Lira Brambila, (2011). INYECCIÓN CORSA 2003, [Versión electrónica], Scribd. Recuperado el 5 de marzo del 2011, de http://es.scribd.com/doc/52340803/INYECCION-CORSA-2003

Robert Bosch (2009), Sistemas de inyección electrónica, Autopartes [Versión en línea]. Recuperado el 4 de marzo del 2011, de http://www.boschservice.com.pe/informaciones_tecnicas/pdf/sistemas_inyeccion_electronica.pdf

INACAP (2011). TRATADO DE ELECTRÓNICA AUTOMOTRIZ, [Versión en línea]. Recuperado el 4 de marzo del 2011, de http://es.scribd.com/doc/7044399/Sistemas-de-Inyeccion-y-Encendido

OPEL/VAUXHALL (2004).VER 4.48, OPEL LIST OF PRODUCTS COVERAGE, Versión en línea]. Recuperado el 4 de marzo del 2011, de http://www.v-techuk.com/english/products/diagnostics/multiscan/coverage_list/OPEL_COVERAGE_V448_2.pdf

ENCICLOPEDIAS EN LÍNEA

Wikipedia, (2011). La enciclopedia de contenido libre que todos pueden editar. [En línea]. Recuperado el 4 de marzo del 2011, de http://es.wikipedia.org/wiki/Wikipedia:Portada

Beto Booster (2008). SISTEMAS DE ENCENDIDO ELECTRÓNICO - ESQUEMAS, DIAGRAMAS, CIRCUITOS, MÓDULOS Y BOBINAS DE ENCENDIDO. [En línea]. Recuperado el 19 de marzo del 2011, de http://www.encendidoelectronico.com/

Mecánica virtual (2001). La web para los estudiantes de automoción. [En línea]. Recuperado el 22 de marzo del 2011, de http://www.mecanicavirtual.org/

Automecanico.com (2011). Pagina web de uso libre. [En línea]. Recuperado el 19 de marzo del 2011, de http://www.automecanico.com/

www.miac.es, (2011). Waveforms, [Versión en línea]. Recuperado el 5 de Abril del 2011, de http://www.miac.es/

CISE ELECTRÓNICA & CISE ELECTRONICS CORP. (2011), Novedades y capacitación online en electrónica automotriz. . [En línea]. Recuperado el 22 de marzo del 2011, de http://www.cise.com/portal/index.php

Automotive diagnostic Services (2011), Training for Todays and Tomorrows Automotive Technicians. [En línea]. Recuperado el 23 de marzo del 2011, de http://www.automotivediagnostics.us/

ESAB Soldadura y corte, España (2011), Formación, [En línea]. Recuperado el 23 de marzo del 2011, de http://www.esab.com/es

FORO EN LÍNEA

Demon, 11-09-2007. Vauxhall Engines and codes [mensaje1]. Mensaje dirigido a http://www.allcorsa.co.uk/forums/showthread.php/vauxhall-engines-and-4277.html?s=aea555a0e245f2e2e94cfad6486a16c7&s=df0d80431d92d9b413df62928268dc9a&s=74947dc6e69107a0f89758a75d0231e0&amp

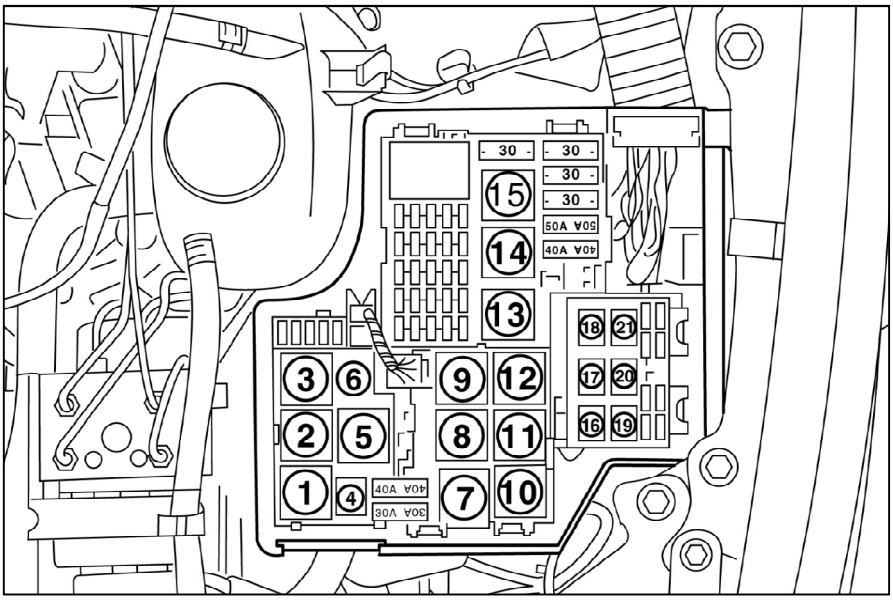
SOFTWARE ESPECIALIZADO

AUTODATA.LTD.UK, (2006). AutoData-CD_Version 3.16 [Software de cómputo con especificaciones técnicas de varios modelos vehículos hasta el año 2006]. United Kingdom: Autodata Limited

SI, GMDAT (2011), Service Information Manual de servicio GM [Software de cómputo con especificaciones técnicas de varios modelos de vehículos GM]. USA: GM.

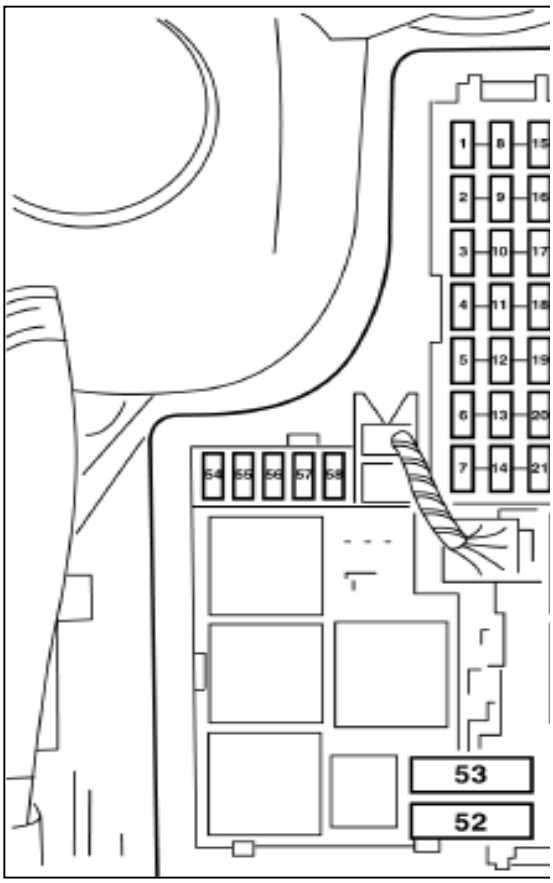
ANEXOS

Anexo 1: Descripción de los Relés en la caja de Fusibles y Relés Principal



Posición	Color	Aplicación
1	Verde	No usado
2	-	No usado
3	Marrón	No usado
4	Negro	No usado
5	Verde	No usado
6	-	No usado
7	-	Inyección
8	Naranja	Convertidor de señal
9	Naranja	Convertidor de señal
10	Violeta	Bomba de combustible
11	Negro	Desempañador de la luneta
12	-	Arranque en frío
13	Amarillo	Encendido
14	Amarillo	Encendido
15	Amarillo	Encendido
16	-	Luz antiniebla
17	-	Faro antiniebla
18	-	No usado
19	Negro	Luz baja
20	-	No usado
21	Negro	Luz alta

Anexo 2: Descripción de los Fusibles en la caja de Fusibles y Relés Principal.



Posición	Capacidad (A)	Identificación (Circuitos)	Nota
1	7.5	BCM	Solamente quítelo en caso de reemplazo
2	7.5	Módulo electrónico del motor	Solamente quítelo en caso de reemplazo
3	7.5	Tablero de instrumentos, cuadrante de informaciones múltiples, luz de emergencia, interruptor de luz, diagnóstico y módulo de control del sistema del inmovilizador	
4	5	Módulo del elevacristales	
5	20	Módulo del elevacristales delantero izquierdo	
6	-	No usado	
7	-	No usado	
8	-	No usado	
9	20	Válvula de inyección, bomba de combustible y válvula solenoide	Solamente quítelo en caso de reemplazo
10	10	Bocina	Solamente quítelo en caso de reemplazo
11	15	BCM	
12	20	Radio	
13	20	Módulo del elevacristales eléctrico delantero derecho	
14	-	No usado	

Posición	Capacidad (A)	Identificación (Circuitos)	Nota
15	20	Bomba del lava-parabrisas	Solamente quítelo en caso de reemplazo
16	20	Luz del habitáculo, luz de cortesía del baúl y sensor de la alarma antirrobo	Solamente quítelo en caso de reemplazo; la alarma debe estar desactivada
17	20	BCM	
18	20	Motor de accionamiento del techo solar	
19	-	No usado	
20	10	Bocina de la alarma antirrobo	
21	-	No usado	
22	5	BCM	Solamente quítelo en caso de reemplazo
23	15	Módulo de la bobina de encendido	Solamente quítelo en caso de reemplazo

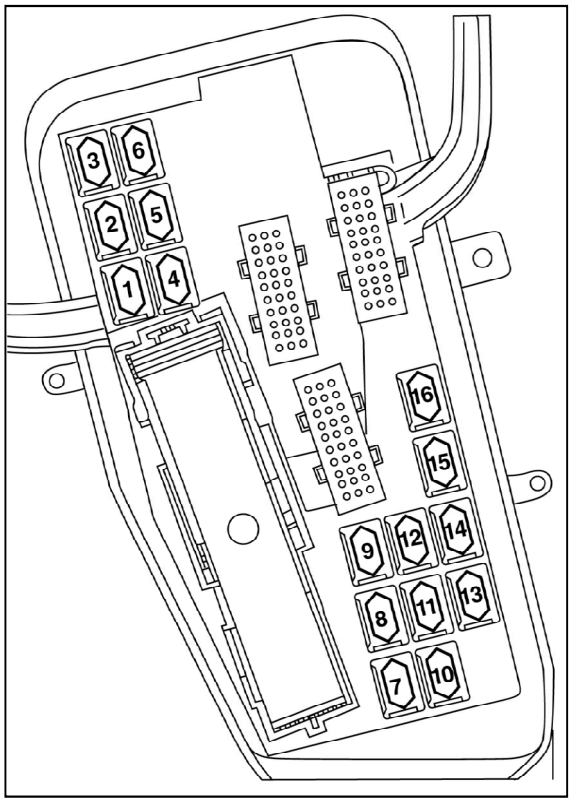
Posición	Capacidad (A)	Identificación (Circuitos)	Nota
24	5	Luz del habitáculo, interruptor de luz, cuadrante (TID), tablero de instrumentos y módulo eléctrico	
25	20	Luz de freno y embrague electrónico	
26	20	Interruptor de la luz interior trasera, encendedor de cigarrillos y luz indicadora de marcha atrás	
27	15	Módulo del elevacristales eléctrico	
28	10	Módulo de control del embrague electrónico	
29	20	Limpialuneta	Solamente quítelo en caso de reemplazo
30	20	Limpiaparabrisas	Solamente quítelo en caso de reemplazo

Posición	Capacidad (A)	Identificación (Circuitos)	Nota
31	15	Compresor del acondicionador de aire	
32	5	Módulo de control del embrague electrónico, módulo de control del Airbag, sensor de velocidad y sistema de freno antibloqueo (ABS)	
33	15	Motor de arranque en frío	
34	-	No usado	
35	5	Accionamiento eléctrico del espejo retrovisor eléctrico	
36	10	Luz alta izquierda	
37	10	Luz alta derecha	
38	5	Luz de freno izquierda	
39	5	Luz de freno derecha	
40	-	No usado	

Posición	Capacidad (A)	Identificación (Circuitos)	Notas
41	15	Faro antiniebla	
42	10	Luz de cola antiniebla	
43	10	Luz baja derecha	
44	10	Luz baja derecha y regulación en altura de los faros	
45	-	No usado	Maxi Fusible
46	-	No usado	Maxi Fusible
47	30	Desempañador de la luneta	Maxi Fusible
48	30	Motor de arranque	Maxi Fusible
49	-	No usado	Maxi Fusible
50	40	Sistema de freno antibloqueo (ABS)	Maxi Fusibles
51	40	Módulo de control del embrague electrónico	Maxi Fusible
52	30	Ventilador del radiador	Maxi Fusible
53	40	Ventilador del radiador	Maxi Fusible

Anexos 1 y 2 Obtenidos de: GM-España (2002). Manual de Servicio Opel Corsa C. Madrid: GM Publicaciones.

Anexo 3: Detalle de los Relés de la Caja del BCM



Posición	Color	Aplicación
1	Gris	Módulo para destrabar las puertas
2	Gris	Módulo para trabar la puerta del conductor
3	Negro	Luz de marcha atrás
4	Gris	Módulo para trabar las puertas (pasajero y traseras)
5	Gris	Traba de bloqueo
6	Negro	Módulo de destrabazón de la tapa trasera
7	Amarillo	Señalizador de giro - izquierdo
8	Gris	Lavaparabrisas
9	Gris	Rociador del lavaluneta
10	Amarillo	Señalizador de giro - derecho
11	Gris	Limpiaparabrisas - nivel 1
12	Gris	Limpiaparabrisas - nivel 2
13	Negro	Limpialuneta
14	Negro	Bocina
15	Negro	Luces de estacionamiento
16	Negro	Alarma

Anexo 4: Corriente Nominal Fusible del Cable Puente

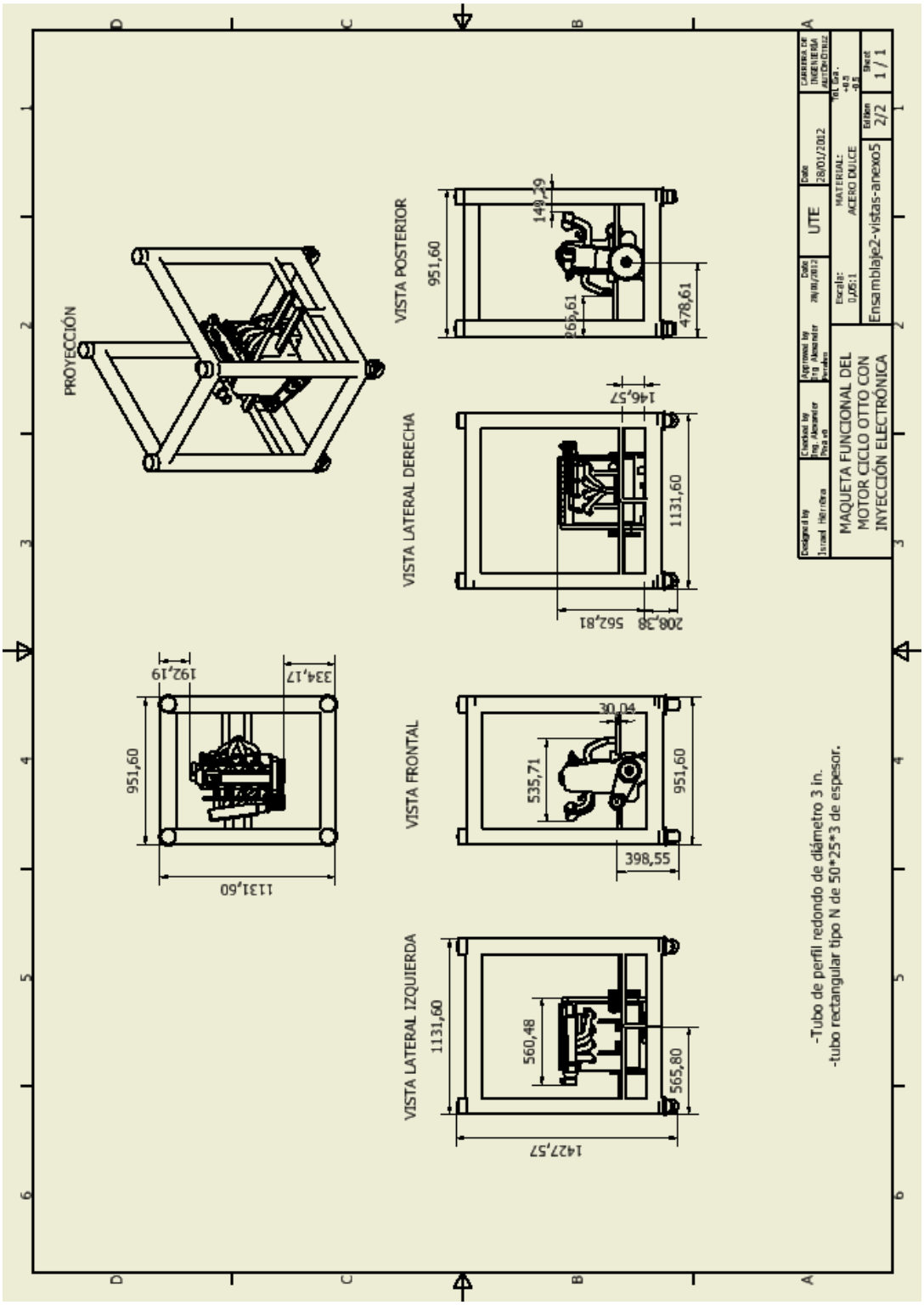
Calibre de alambres en mm^2	Corriente nominal fusible del cable puente en A
0,35	3
0,5	5
0,75	7,5
1	10
2,5	25
4	30
6	30

Nota:

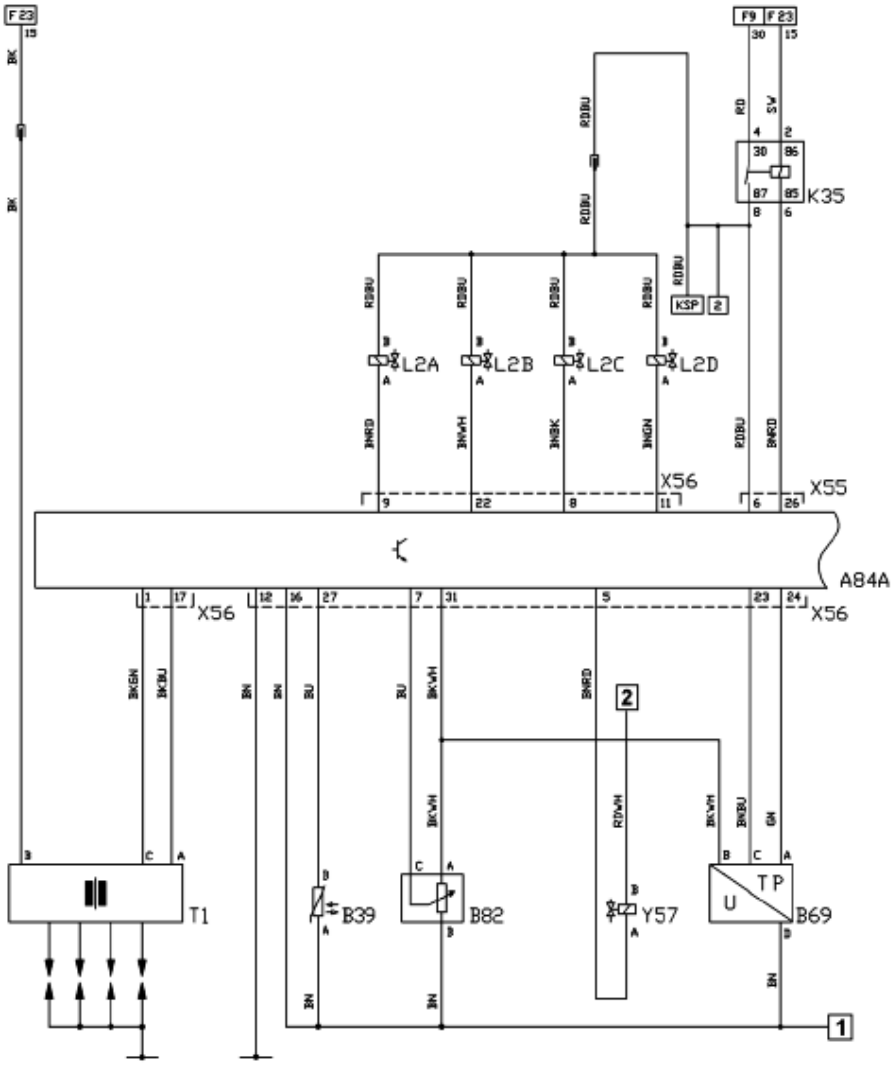
Al efectuar una diagnosis con un cable puente (prueba de cortocircuito a tierra/tensión) puede utilizarse un fusible automático en lugar del hilo fusible, a condición de que la corriente nominal sea idéntica.

Obtenido de: Saúl Lira Brambila, (2011). INYECCIÓN CORSA 2003, [Versión electrónica], Scribd. Recuperado el 5 de marzo del 2011, de http://es.scribd.com/doc/52340803/INYECCION-CORSA-2003

Anexo 5: Vistas y Dimensiones de la estructura

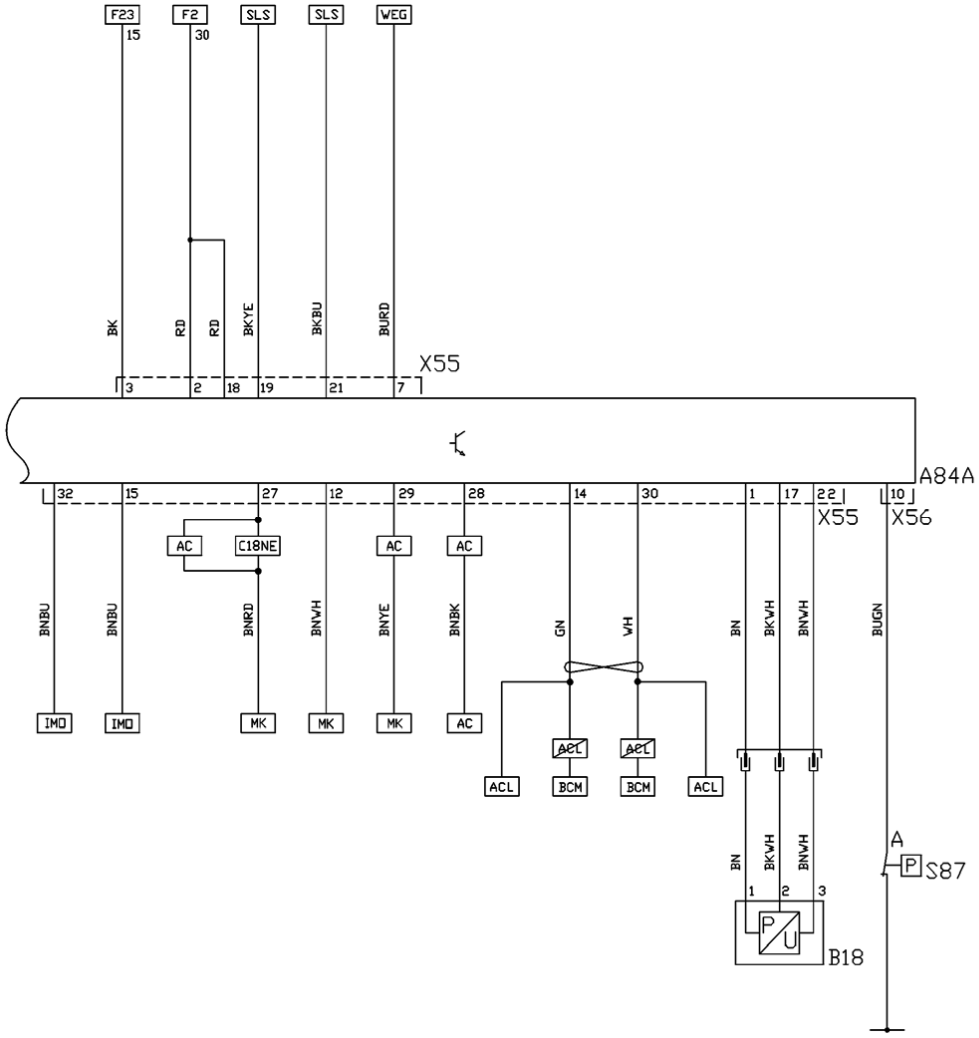


Anexo 6: Diagrama esquemático de cableado 1/3



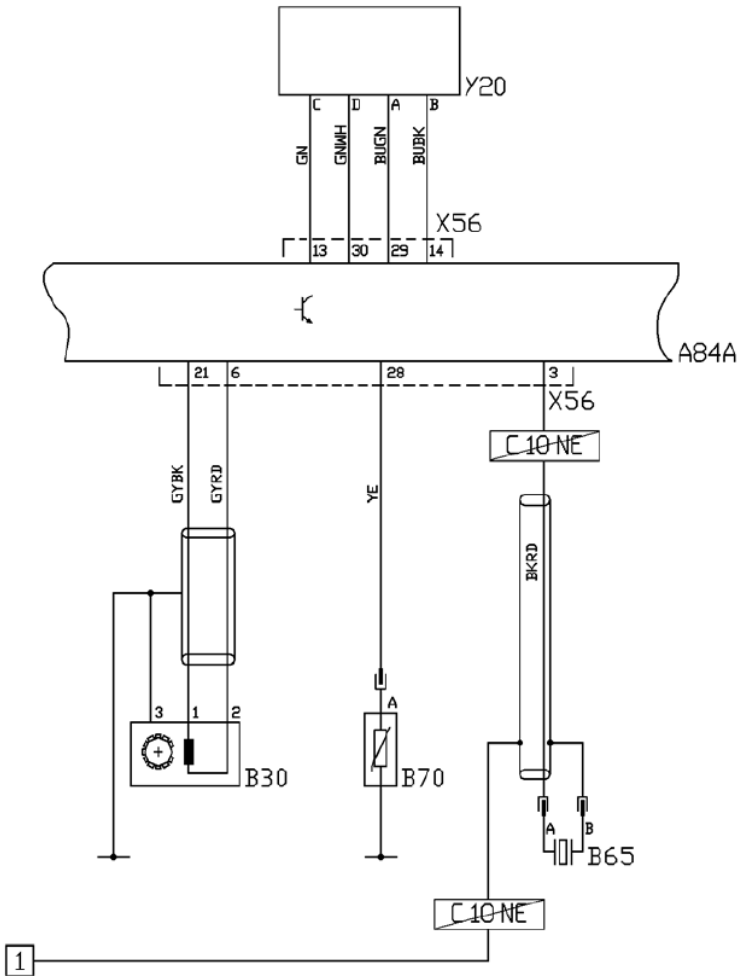
Leyenda	Leyenda
A84A Unidad de control - Multec	F 23 Fusible 15 Tensión de sistema (terminal 15)
B39 Sensor - Temperatura del refrigerante	K35 Relé - Bomba de combustible
B69 Medidor de masa de aire	L2 Inyectores de combustible
B82 Potenciómetro de la mariposa	T1 Bobina encendido - encendido directo
F 9 Fusible 30 Tensión de sistema (terminal 30)	Y57 Electroválvula - Ventilación del depósito
Abreviaturas:	
KSP = Bomba de combustible	

Anexo 7: Diagrama esquemático de cableado 2/3



Leyenda	Leyenda
A84A Unidad de control - Multec	F 23 Fusible 15 Tensión de sistema (terminal 15)
B18 Sensor - Presión, aire acondicionado	S87 Interruptor - Presión de aceite
F 2 Fusible 30 Tensión de sistema (terminal 30)	
Abreviaturas:	
AC = Sistema de aire acondicionado	IMO = Inmovilizador
ACL = Embrague electrónico	MK = Refrigeración del motor
BCM = Módulo de control de la carrocería	SLS = Interruptor - Luz de parada, doble
C 18 NE = Motor C 18 NE	WEG = Señal de distancia

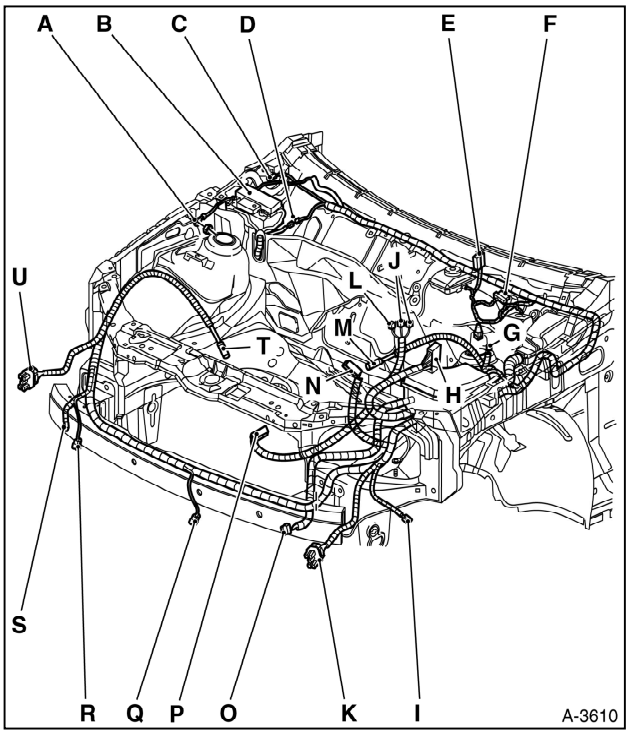
Anexo 8: Diagrama esquemático de cableado 3/3



Leyenda	Leyenda
A84A Unidad de control - Multec	B70 Sensor de oxígeno de escape
B30 Sensor de impulso - Cigüeñal	Y20 Motor paso a paso del ralentí
B65 Sensor - Control de detonación	
Abreviaturas:	
C 10 NE = Motor C 10 NE	

Anexos 6, 7 & 8 Obtenidos de: Saúl Lira Brambila, (2011). INYECCIÓN CORSA 2003, [Versión electrónica], Scribd. Recuperado el 5 de marzo del 2011, de http://es.scribd.com/doc/52340803/INYECCION-CORSA-2003

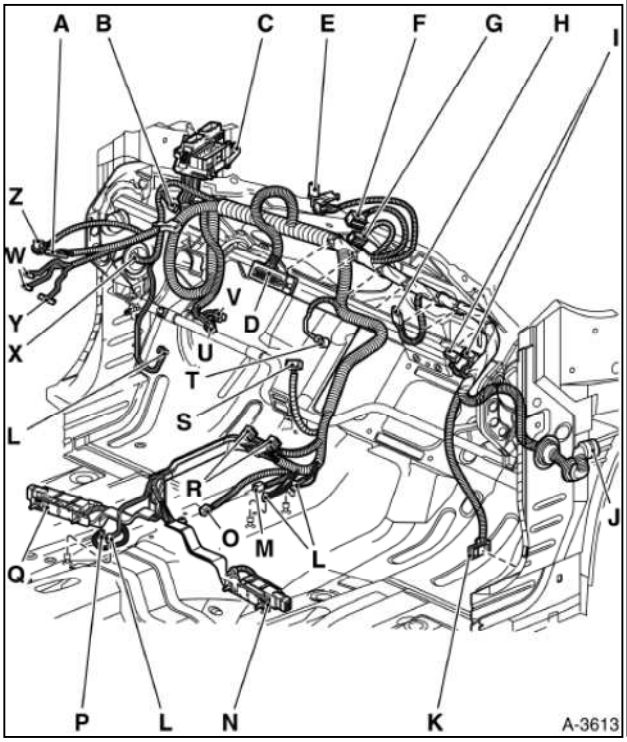
Anexo 9: Mazo de conductores delantero – desmembración



Posición	Aplicación
A	Borne de masa
B	Batería
C	Conexión de la bocina de la alarma
D	Conexión del mazo de conductores del motor de arranque/alternador
E	Conexión del testigo de nivel de fluido de freno
F	Conexión del limpiaparabrisas
G	Conexión de la alarma
H	Conexión del módulo de inyección electrónica (ECM)
I	Conexión del faro antiniebla (lado izquierdo)
J	Conexión del mazo de conductores del motor
K	Conexión del faro/señalizador de giro (lado izquierdo)
L	Conexión del sensor (RM) del embrague electrónico
M	Conexión del sensor de freno antibloqueo (ABS) de la rueda delantera izquierda
N	Conexión del módulo de freno antibloqueo (ABS)
O	Conexión del radiador
P	Conexión del módulo del embrague electrónico
Q	Conexión del sensor de temperatura exterior
R	Conexión de la bocina
S	Conexión del faro antiniebla derecho
T	Conexión del sensor de freno antibloqueo (ABS) de la rueda delantera derecha
U	Conexión del faro/señalizador de giro derecho

Obtenido de: GM-España (2002). Manual de Servicio Opel Corsa C. Madrid: GM Publicaciones.

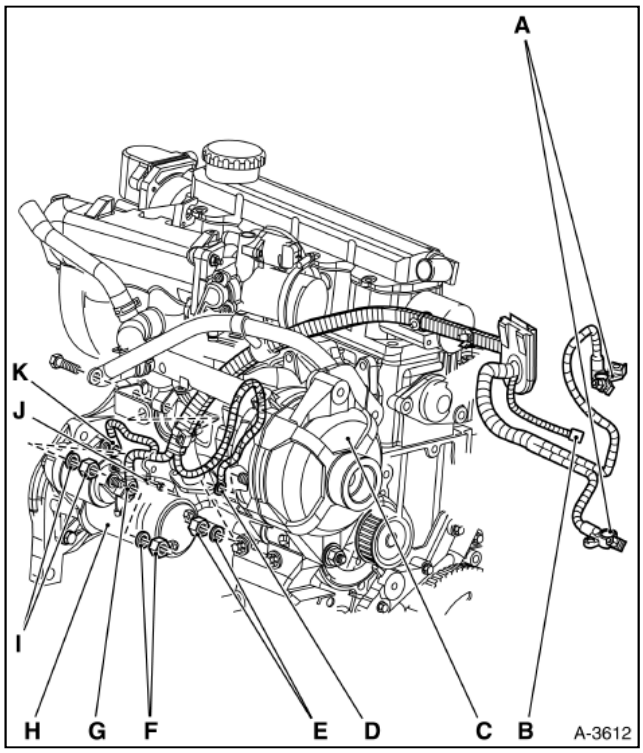
Anexo 10: Mazo de conductores del tablero de instrumentos – desmembración



Posición	Aplicación
A	Conexión del tablero de instrumentos
B	Conexión del conmutador de encendido
C	Conexión del módulo de control de la carrocería
D	Conexión del Tech 2
E	Conexión de la radio
F	Conexión del cuadrante de informaciones
G	Conexión del interruptor de las luces señalizadoras de emergencia
H	Conexión del airbag (lado derecho)
I	Conexión del módulo de control de los cristales
J	Conexión del mazo de conductores de la puerta delantera derecha
K	Conexión del mazo de conductores trasero derecho
L	Borne de masa
M	Conexión del encendedor de cigarrillos
N	Conexión del tensor del cinturón de seguridad L.D.
O	Conexión del sensor para cambio de marchas (embrague electrónico)
P	Conexión del interruptor del testigo del freno de estacionamiento
Q	Conexión del tensor del cinturón de seguridad L.I.
R	Conexiones del panel del acondicionador de aire/calentamiento
S	Conexión de la central de mando del airbag
T	Conexión de la antena de la radio
U	Conexión de la central de control de cierre de las puertas
V	Conexión de la central de control de cierre de la tapa trasera
X	Conexión del mazo de conductores de la puerta delantera izquierda
Y	Conexión del sensor del airbag (ubicado en el volante de dirección)
W	Conexión del interruptor del limpiador (lavaparabrisas)
Z	Conexión del interruptor del señalizador de giro

Obtenido de: GM-España (2002). Manual de Servicio Opel Corsa C. Madrid: GM Publicaciones.

Anexo 11: Mazo de conductores de los cables positivo y negativo del motor de arranque/alternador – desmembración

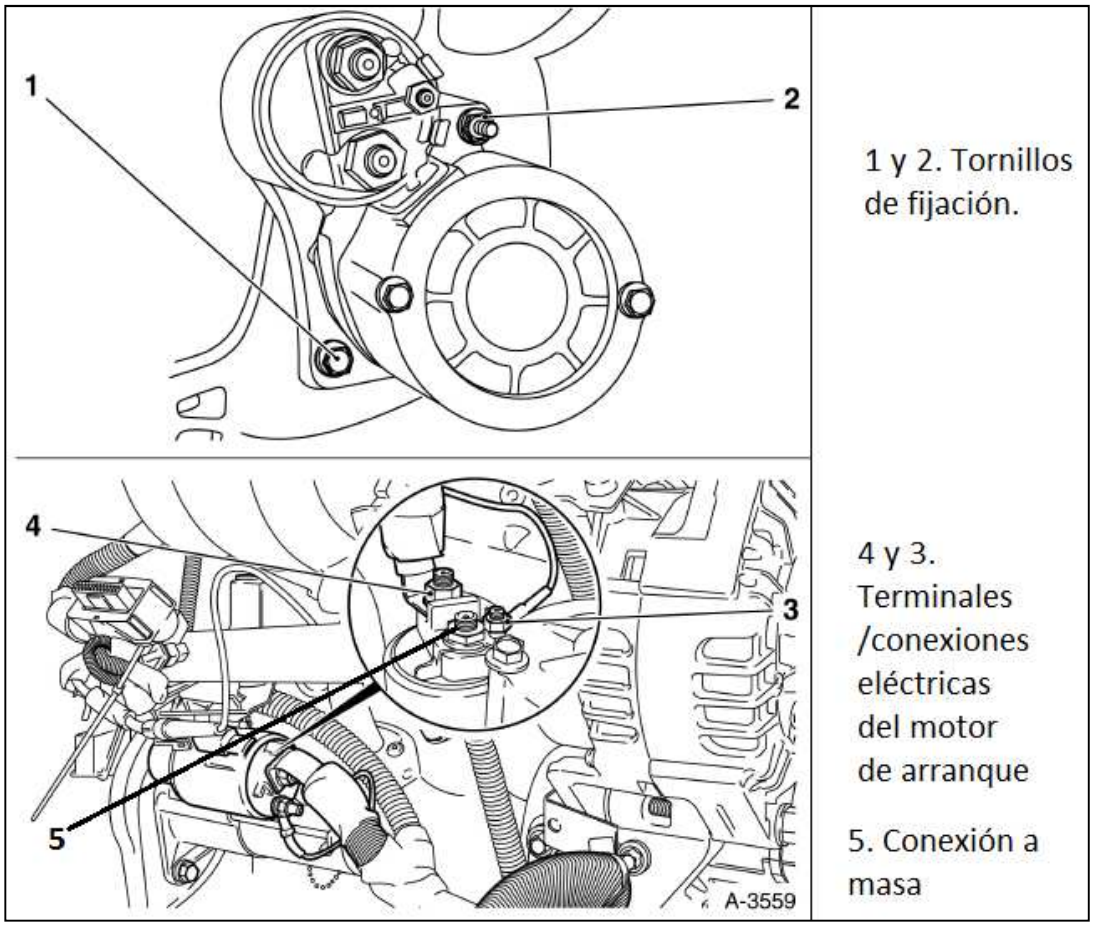


Posición	Aplicación
A	Conexión positiva y negativa de la batería
B	Unión con el mazo de conductores delantero
C	Altenador
D	Conexión positiva del alternador
E	Tuerca y arandela de la conexión positiva del alternador
F	Tuerca y arandela de la conexión positiva del motor de arranque
G	Conexión positiva del motor de arranque
H	Motor de arranque
I	Tuerca y arandela de la conexión de masa del motor de arranque
J	Conexión del solenoide del motor de arranque
K	Conexión de masa del motor de arranque

Obtenido de: GM-España (2002). Manual de Servicio Opel Corsa C. Madrid: GM Publicaciones.

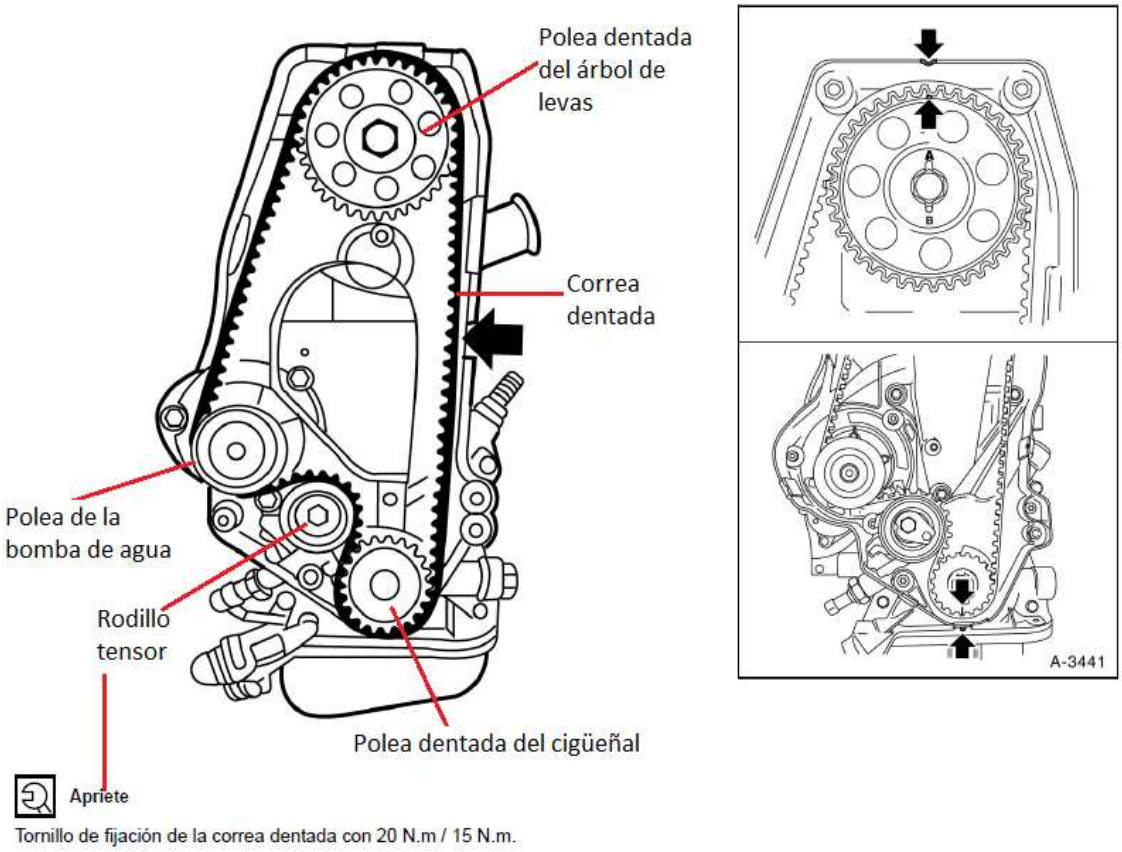
Nota: El alternador a ser usado en el corsa-C (Evolution) 1.4L, sin C/A (aire acondicionado), debe ser de 70 A de potencia de carga eléctrica.

Anexo 12: Detalle de las terminales del motor de arranque



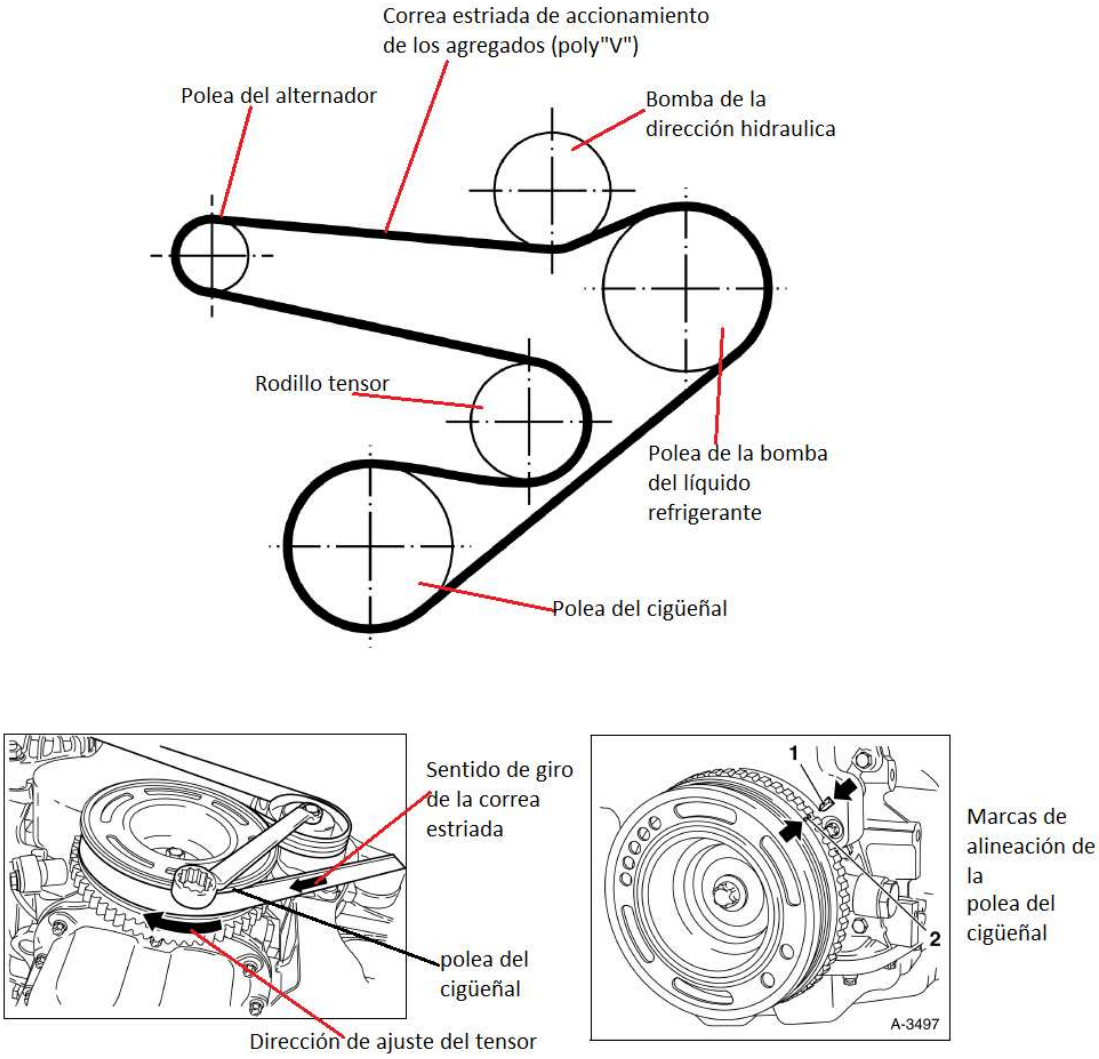
Obtenido de: GM-España (2002). Manual de Servicio Opel Corsa C. Madrid: GM Publicaciones.

Anexo 13: Esquema de la correa dentada de Distribución del motor



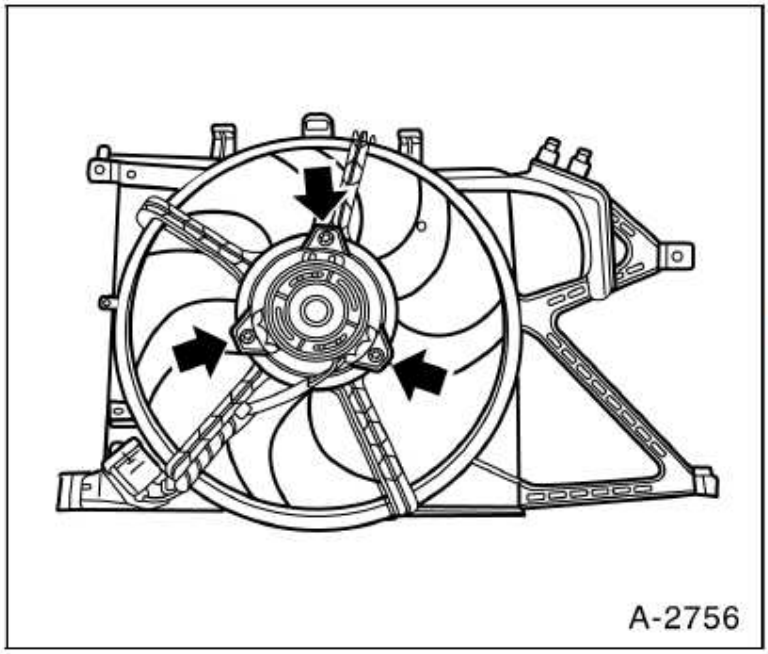
Obtenido de: GM-España (2002). Manual de Servicio Opel Corsa C. Madrid: GM Publicaciones.

Anexo 14: Esquema de la correa de accionamiento de los agregados para vehículos Corsa-C con dirección hidráulica y sin aire acondicionado

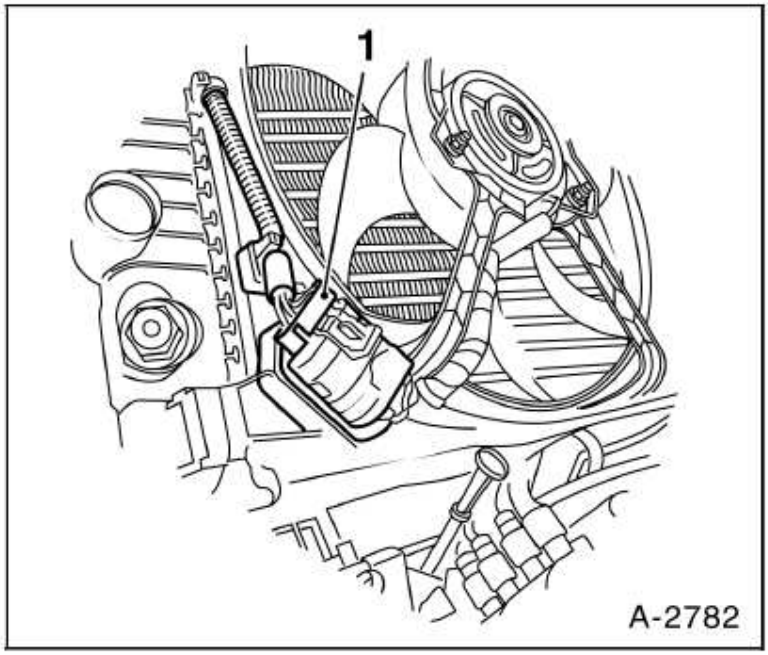


Obtenido de: GM-España (2002). Manual de Servicio Opel Corsa C. Madrid: GM Publicaciones.

Anexo 15: Detalle del electro ventilador



Motor del electro ventilador



1. Conector electrico (socket) del electro ventilador

Obtenido de: GM-España (2002). Manual de Servicio Opel Corsa C. Madrid: GM Publicaciones.

Anexo 16: Valores de apriete del motor

Descripción	Valores
Tornillos laterales de fijación de la transmisión (lado del motor)	70 N.m / 51,6 lbf.pé 1)
Tornillos de fijación del soporte de la bancada delantera del motor en la transmisión	65 N.m / 47,9 lbf.pé 1)
Tornillo de fijación de la bancada trasera del motor con el brazo de apoyo	75 N.m / 55,2 lbf.pé 1)
Tornillos laterales de fijación de la transmisión (lado de la transmisión)	70 N.m / 51,6 lbf.pé 1)
Tornillos de fijación de la cubierta del compartimento del embrague	6 N.m / 4,5 lbf.pé 2)
Tornillos de fijación del soporte de la bancada del lado izquierdo del motor	85 N.m / 62,5 lbf.pé 1)
Tornillos de fijación del soporte de la bancada trasera del motor, en la transmisión	85 N.m / 62,5 lbf.pé 1)
Tornillos superiores de fijación de la transmisión en el motor	70 N.m / 51,6 lbf.pé 1)
Tornillos de fijación del protector del cárter	20 N.m / 15 lbf.pé 1)
Tornillos inferiores de fijación de la transmisión (lado del motor)	40 N.m / 29,5 lbf.pé 3)
Tornillo inferior de fijación de la transmisión (lado de la transmisión)	40 N.m / 29,5 lbf.pé 3)
Interruptor de la luz indicadora de la marcha atrás	20 N.m / 15 lbf.pé
Tornillo de la abrazadera de fijación del acoplamiento del vástago con la guía de control de cambios	26 N.m / 19 lbf.pé
Tornillos de fijación de las ruedas	110 N.m / 81 lbf.pé
Tornillos de la tapa del diferencial (en plancha)	35 N.m / 25,7 lbf.pé
Tornillos de la tapa del diferencial (en aleación ligera)	23 N.m / 17 lbf.pé
Tapón de inspección/drenado	20 N.m / 15 lbf.pé
Tapón de llenado de fluido	15 N.m / 11 lbf.pé
Tornillo de fijación del sensor de velocidad	5 N.m / 3,5 lbf.pé
Tornillos de fijación de la tapa de control de cambios	15 N.m / 11 lbf.pé
Tornillos de fijación de la placa de retención	22 N.m / 16 lbf.pé
Tornillos de fijación de la tapa de la transmisión (M7)	15 N.m / 11 lbf.pé
Tornillos de fijación de la tapa de la transmisión (M8)	22 N.m / 16 lbf.pé
Tornillos de fijación del soporte de la bancada trasera del motor en la transmisión	80 N.m / 59 lbf.pé
Tornillos de fijación del soporte de la horquilla de la 5ta. marcha	22 N.m / 16 lbf.pé
Tornillos de fijación de la punta de conexión	7 N.m / 5 lbf.pé
Tornillos de fijación del soporte de la garra de conexión de la 5ta. marcha	9 N.m / 7 lbf.pé
Tornillo de fijación del bloqueo del manguito de ajuste de los cojinetes de la caja del diferencial	9 N.m / 7 lbf.pé
Tornillos de fijación de la corona	70 N.m / 51,5 lbf.pé + 30° + 45°
Tuercas de fijación del cilindro principal	20 N.m / 15 lbf.pé
Tuercas de fijación del soporte del pedal del embrague (conjunto)	20 N.m / 15 lbf.pé
Manguera de alta presión en la conexión de alta presión	14 N.m / 10 lbf.pé
Tornillos de fijación del soporte del actuador	22,5 N.m / 16,5 lbf.pé
Tornillos de fijación del sensor (RTI)	2 N.m / 1,4 lbf.pé
Tornillos de fijación del sensor (RM)	2 N.m / 1,4 lbf.pé
Tornillo de fijación de la palanca de cambio de marchas	5 N.m / 3,6 lbf.pé
Tornillos de fijación del platillo de presión del embrague	15 N.m / 11 lbf.pé
Tornillos de fijación del actuador del embrague electrónico	11 N.m / 8 lbf.pé
Conexión de presión del cojinete actuador del embrague	14 N.m / 10 lbf.pé
Tornillos de fijación del acoplamiento del vástago	26 N.m / 19 lbf.pé
Conexión de la línea de presión	14 N.m / 10 lbf.pé
Tornillo de fijación de la guía de control de cambios	18 N.m / 13 lbf.pé
Cable masa de la batería	4,5 N.m / 3,3 lbf.pé

Obtenido de: GM-España (2002). Manual de Servicio Opel Corsa C. Madrid: GM Publicaciones.

Anexo 17: Tabla estándar de valores de apriete o torque para pernos

STANDARD TORQUE VALUE CHART

FASTENER	TYPE	MIN. TENSILE STRNGH.	MATERIAL	BODY SIZE OR OUTSIDE DIAMETER OF FASTENER																												
				2	3	4	5	6	8	10	1/4	5/16	3/8	7/16	1/2	9/16	5/8	3/4	7/8	1	1 1/8	1 1/4	1 3/8	1 1/2	1 5/8	1 3/4	1 7/8	2	2 1/4	2 1/2	2 3/4	3
	SAE 0-1-2	74,000 PSI	LOW CARBON STEEL								6	12	20	32	47	69	96	155	206	310	480	675	900	1100	1470	1900	2360	2750	3450	4400	7350	9500
	SAE 3	100,000 PSI	MEDIUM CARBON STEEL								9	17	30	47	69	103	145	234	372	551	872	1211	1624	1943	2660	3463	4695	5427	7226	8049	13450	17548
	SAE 5	120,000 PSI	MEDIUM CARBON HEAT TREAT STEEL								10	19	33	54	78	114	154	257	382	587	794	1105	1500	1775	2425	3150	4200	4550	6550	7175	13000	16000
	SAE 6	133,000 PSI	MEDIUM CARBON STEEL QUENCHED TEMPERED								12.5	24	43	69	106	150	209	350	550	825	1304	1815	2424	2913	3985	5189	6980	7491	10825	14983	20151	26286
	SAE 7	133,000 PSI	MEDIUM CARBON ALLOY STEEL								13	25	44	71	110	154	215	360	570	840	1325	1825	2500	3000	4000	5300	7000	7500	11000	15500	21000	27000
	SAE 8	150,000 PSI	MEDIUM CARBON ALLOY STEEL								14	29	47	78	119	169	230	380	600	900	1430	1975	2650	3200	4400	5650	7600	8200	12000	17000	23000	29000
	SOCKET HEAD CAP SCREW	160,000 PSI	HIGH CARBON CASE HARDENED STEEL	TORQUE VALUES: All figures are foot-pounds except those marked with an asterisk (*), which are inch-pounds.							16	33	54	84	125	180	250	400	640	970	1520	2130	2850	3450	4700	6100	8200	8800	13000	18000	24000	31000
	SOCKET SET SCREW	212,000 PSI	HIGH CARBON CASE HARDENED STEEL					9*	16*	30*	70*	140*	18	29	43	63	100	146															
	MACHINE SCREW YELLOW BRASS	60,000 PSI	COPPER (CU) 63% ZINC (ZU) 37%	2*	3.3*	4.4*	6.4*	8*	16*	20*	65*	110*	17	27	37	49	78	104	160	215	325	400		595								
	SILICONE BRONZE TYPE "B"	70,000 PSI	COPPER (CU) 96% ZINC (ZNI) 2% SILICON (SI) 2%	2.3*	3.7*	4.9*	7.2*	10*	19*	22*	70*	125*	20	30	41	53	88	117	180	250	365	450		655								

STUDS

Use SAE 2, 5 or 8 values when grade is known, with a nut of sufficient strength.

There is no difference in the above chart between the torque figures for fine or coarse threads. The torque figures for a finely-threaded fastener as compared to a coarsely-threaded fastener of the same diameter may be slightly higher but hardly worth mentioning.

CAUTION

There are many varying factors which affect torque. The figures in this chart are safe figures for standard torque applications only.

PROTO-STANLEY (2000). INDUSTRIAL TOOLS. Georgia: Stanley-Proto Industrial Tools.

Anexo 18: Guías de prácticas

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL

FACULTAD CIENCIAS DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA

INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

Autor: Israel David Herrera. Fecha: 26/04/2012

PRÁCTICA N°01

"LECTURA DE LOS CÓDIGOS DE AVERÍA DEL ECM A TRAVÉS DE LA LUZ MIL"

1. OBJETIVOS

Reforzar los conocimientos de diagnóstico del sistema de inyección electrónica Multec MPFI, aplicándolos a la lectura e interpretación de códigos generados por el ECM del sistema. Además de la lectura y utilización de información técnica proporcionada por software especializado de los códigos de falla del chevrolet corsa evolution. Con estos datos se podrá dar un diagnóstico del funcionamiento del motor del mencionado vehículo.

2. INTRODUCCIÓN

La luz MIL

Esta una lámpara controlada por el ECM que se encuentra en el panel de instrumentos del vehículo, su función de informar al conductor sobre una falla y/o avería en el sistema de inyección electrónica de combustible a través de destellos intermitentes que deben ser interpretados como códigos por el realizador del diagnóstico. (Figura 2).

Obtención de los códigos de avería

Para poder obtener los códigos de avería en la luz MIL de forma manual, se debe simular la posición de auto diagnóstico realizada por un scanner OBDII, en el conector de diagnóstico (cable ALDL), uniendo los terminales A y B del mismo. (Figura 1).

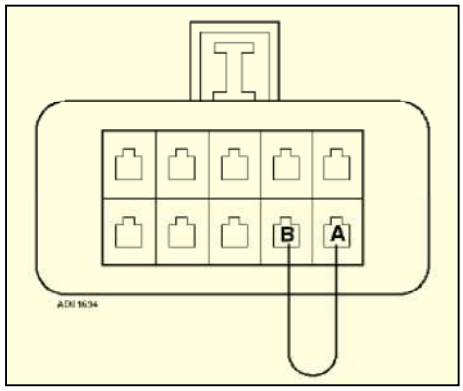


Figura 1. Simulación del proceso de auto diagnóstico en el cable ALDL

Figura 2. Lectura de los códigos de avería a través de la luz MIL

Una vez obtenidos los códigos de avería se requiere de una consulta a los boletines técnicos proporcionados por los fabricantes para poder interpretarlos.

La correcta lectura e interpretación de los códigos de avería constituyen una guía importante para que el técnico pueda hacer las reparaciones en el taller (en caso de ser necesarias), Si los problemas han sido corregidos la lámpara debe apagarse en aproximadamente 10 segundos. Finalmente se podrá asegurar el óptimo funcionamiento del sistema.

3. EQUIPOS Y MÉTODOS DE CÁLCULOS

3.1. Equipos: conductor metálico, multímetro y cartas de diagnóstico DTC del Corsa “C” 1.4L MPFI.

3.2. Método:

- Grupos de trabajo de 5 alumnos.
- Limpiar el puesto de trabajo.
- Limpiar el conector ALDL de la maqueta funcional.
- Identificar cada uno de los terminales del conector ALDL.
- Medir el voltaje en cada uno de los terminales, y tabular los datos. (cada uno de los alumnos deberá realizar su propia tabla y compararla con sus compañeros de equipo para determinar los errores en la medición).
- Conectar el conductor metálico en los respectivos terminales.
- Poner el motor de la maqueta en contacto y proceder a leer los códigos de avería (cada estudiante deberá anotar sus lecturas y compararla con sus compañeros).
- Usar las cartas de diagnóstico para interpretar los códigos de avería.
- Realizar un diagnóstico técnico de la situación del vehículo y las posibles reparaciones necesarias.

4. CUESTIONARIO DE INVESTIGACIÓN

4.1. Manejo y lectura del multímetro

4.2. Error en la toma de medidas de voltaje.

4.3. Investigue sobre la funcionalidad de cada terminal del conector

ALDL, con base en las medidas de voltaje que obtuvo e información técnica del fabricante del motor.

4.4. Lectura e interpretación de cartas de diagnóstico DTC.

4.5. Auto diagnóstico y generación de códigos de fallas en el ECM.

4.6. Realice un presupuesto económico para realizar las reparaciones

4.7. que recomendó anteriormente.

5. BIBLIOGRAFÍA

- Jesús Rueda Santander (2011). Manual Técnico de Fuel Injection Tomo 2 (4ª Edición). Guayaquil: Diseli Editores.
- SI, GMDAT (2011), Service Information Manual de servicio GM [Software de cómputo con especificaciones técnicas de varios modelos de vehículos GM]. USA: GM.
- AUTODATA.LTD.UK, (2006). AutoData-CD_Version 3.16 [Software de cómputo con especificaciones técnicas de varios modelos vehículos hasta el año 2006]. United Kingdom: Autodata Limited

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL

FACULTAD CIENCIAS DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA

INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

Autor: Israel David Herrera. Fecha: 26/04/2012

PRÁCTICA N°02

"DIAGNÓSTICO DEL SENSOR DE TEMPERATURA DEL LÍQUIDO REFRIGERANTE "

1. OBJETIVOS

Reforzar los conocimientos de diagnóstico eléctrico de sensores de temperatura o resistencias térmicas tipo NTC, aplicándolos a la medición de voltaje y resistencia eléctrica, y comparándolos con las tablas de funcionamiento del mismo para poder determinar su estado.

2. INTRODUCCIÓN

El manejo e interpretación del multímetro es un conocimiento muy importante en ingeniería automotriz, su utilización constituye una herramienta fundamental para la verificación de circuitos eléctricos y electrónicos del auto, así como en componentes eléctricos y electromecánicos en el auto.

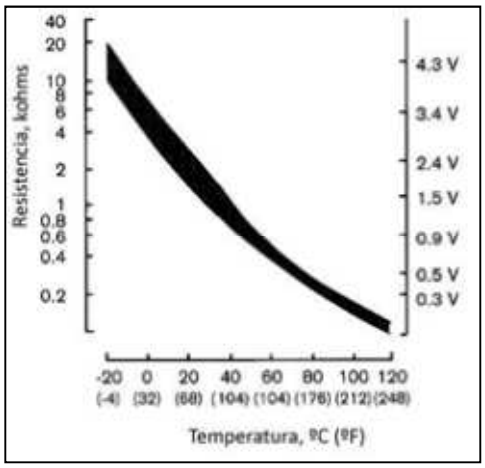


Figura 1. Funcionamiento de sensores de temperatura

3. EQUIPOS Y MÉTODOS DE CÁLCULOS

3.1. Equipos: multímetro, termómetro, recipiente con líquido a varias temperaturas, tabla con parámetros de funcionamiento de sensores de temperatura del auto.

3.2. Método:

- Grupos de trabajo de 5 alumnos.
- Limpie y ordene se puesto de trabajo e instrumentos.
- Desmonte el sensor de temperatura del liquido refrigerante (CTS o ECT). Del motor
- Coloque en un recipiente agua y mida la temperatura. Inmediatamente mida la resistencia del sensor a esa temperatura. Anote los datos obtenidos en una tabla.
- Repita el proceso a una temperatura del liquido mayor a 80℃.
- Tabule los datos obtenidos en una hoja electrónica de Excel y grafique la curva de funcionamiento del sensor.

- Compare la grafica de los datos obtenidos con la tabla de funcionamiento de sensores de temperatura.
- De un primer diagnóstico del sensor en cuestión.
- Vuelva a montar el sensor en el motor y con el motor y con el motor en contacto mida el voltaje en cada uno de los terminales del sensor. Tabule estos datos.
- Compare los datos anteriormente obtenidos con los datos de voltaje proporcionados por el fabricante en boletines técnicos.
- En base a las anteriores comparaciones, determine el tipo de señal que hay en cada terminal del sensor y su funcionalidad con respecto al ECM.
- Con el motor funcionando analice la señal del sensor con un osciloscopio. Y de un diagnostico.
- Analice las diferencias entre el análisis con multímetro y osciloscopio.

4. CUESTIONARIO DE INVESTIGACIÓN

4.1. Consulte sobre el funcionamiento de resistencias térmicas tipo NTC. En el auto.

4.2. Consulte en boletines técnicos del fabricante, los parámetros de funcionamiento del sensor de temperatura del líquido refrigerante, específicamente para el modelo de vehículo usado en la maqueta funcional.

4.3. Consulte el circuito eléctrico del sensor usado en la presente práctica.

4.4. Diagnostico del sensor de temperatura del líquido refrigerante con osciloscopio.

5. BIBLIOGRAFÍA

- Jesús Rueda Santander (2011). Manual Técnico de Fuel Injection Tomo 2 (4ª Edición). Guayaquil: Diseli Editores.
- Robert Bosch (2009), Sistemas de inyección electrónica, Autopartes [Versión en línea]. Recuperado el 4 de marzo del 2011, de http://www.boschservice.com.pe/informaciones_tecnicas/pdf/sistemas_inyeccion_electronica.pdf

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL

FACULTAD CIENCIAS DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA

INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

Autor: Israel David Herrera. Fecha: 26/04/2012

PRÁCTICA N°03

"DIAGNÓSTICO DE LA SENSOR DE OXÍGENO"

1. OBJETIVOS

Reforzar los conocimientos de uso del osciloscopio como herramienta de diagnóstico del funcionamiento electrónico del auto. Aplicado sobre el sensor de oxígeno.

2. INTRODUCCIÓN

La incorporación del osciloscopio como herramienta de los componentes electrónicos del auto permite dar un nivel superior de diagnóstico comparado con el diagnostico con multímetro, incluso para elementos complejos como el sensor de oxígeno. Ya que un osciloscopio es un instrumento de medición electrónico para la representación gráfica de señales que pueden variar en el tiempo.

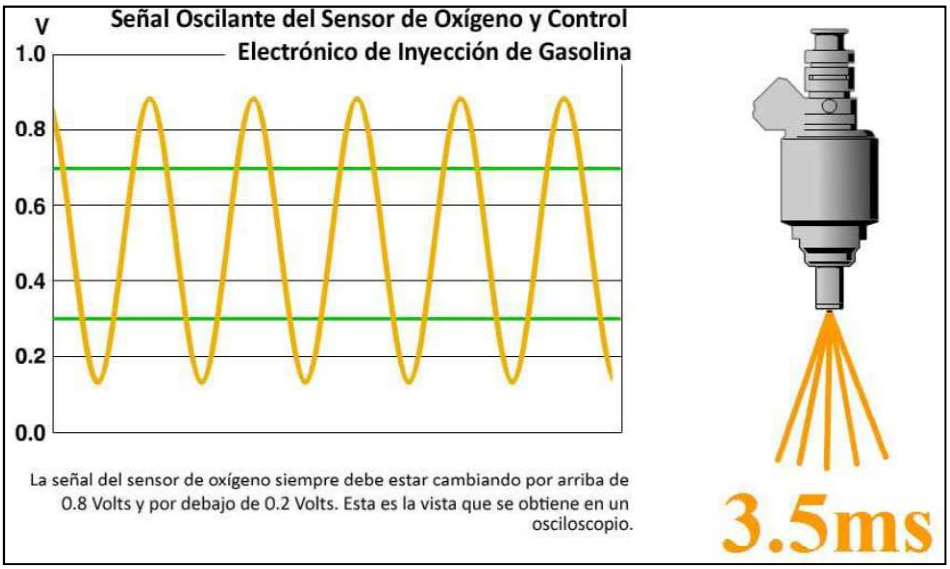


Figura 1. Señal oscilante del sensor de oxigeno en lazo cerrado y su relación con el tiempo de inyección.

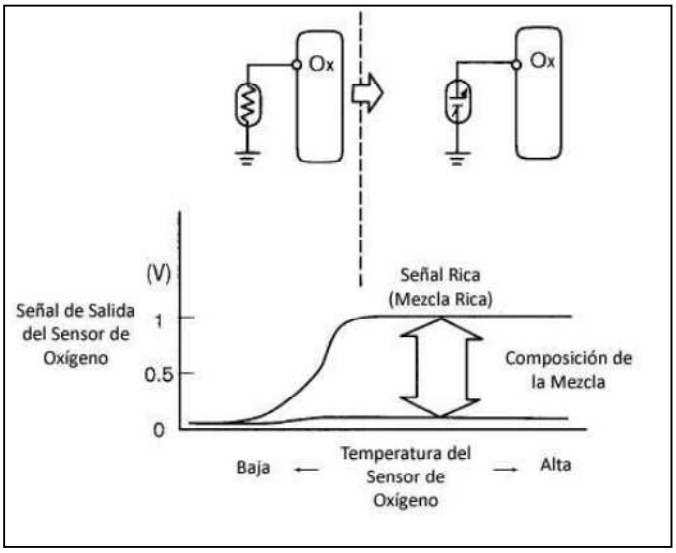


Figura 2. Temperatura vs señal del sensor de oxígeno.

3. EQUIPOS Y MÉTODOS DE CÁLCULOS

3.1. Equipos: Osciloscopio automotriz, puntas de comprobación, termómetro.

3.2. Método:

- Grupos de trabajo de 5 alumnos.
- Limpie y ordene se puesto de trabajo e instrumentos.
- Proceda a identificar la sonda lambda en la maqueta funcional y su tipo.
- Desconecte el socket de la sonda lambda.
- Identifique el cable de señal de la sonda lambda
- Ponga el motor en contacto y analice la señal de la sonda lambda, anote los valores máximos y mínimos, así como también la frecuencia y el periodo de la medición.
- Con los datos obtenidos con el osciloscopio, comente como esta la transición de las emisiones entre rica y pobre
- Determine la señal oscilante está funcionando en lazo cerrado, caso contrario identifique que otro tipo.
- Conecte el socket de la sonda lambda y haga funcionar el motor, luego con las puntas de comprobación vuelva a analizar la señal pero en funcionamiento del motor.
- Con el termómetro mida la temperatura del sensor de oxigeno y tabule esos datos.
- Cree una tabla en Excel con los datos de temperatura del sensor vs voltaje de la señal del sensor de oxigeno, compare estos datos con la figura 2. Y finalmente comente como es el funcionamiento eléctrico de la sonda lambda en frío y en caliente.
- Finalmente de un diagnóstico del sensor de oxígeno. Justificando sus aseveraciones.

4. CUESTIONARIO DE INVESTIGACIÓN

4.1. Uso del osciloscopio, ventajas y desventajas.
4.2. Diagnóstico de elementos electrónicos del automóvil con osciloscopio.
4.3. Interpretación de las señales del osciloscopio.
4.4. Sensor de oxígeno, tipos, funcionamiento y diagnóstico.
4.5. Oscilograma del sensor de oxígeno.
4.6. Lazo cerrado.
4.7. Diagrama eléctrico del sensor de oxígeno para el motor usado en la presente maqueta funcional.
4.8. Explique la relación entre la señal del sensor de oxígeno con el pulso de los inyectores para el funcionamiento del ECM.

5. BIBLIOGRAFÍA

- Beto Booster (2008). SISTEMAS DE ENCENDIDO ELECTRÓNICO - ESQUEMAS, DIAGRAMAS, CIRCUITOS, MÓDULOS Y BOBINAS DE ENCENDIDO. [En línea]. Recuperado el 19 de marzo del 2011, de http://www.encendidoelectronico.com/

- Robert Bosch (2009), Sistemas de inyección electrónica, Autopartes [Versión en línea]. Recuperado el 4 de marzo del 2011, de http://www.boschservice.com.pe/informaciones_tecnicas/pdf/sistemas_inyeccion_electronica.pdf

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL

FACULTAD CIENCIAS DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA

INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

Autor: Israel David Herrera. Fecha: 26/04/2012

PRÁCTICA N°04

"DIAGNÓSTICO DEL SENSOR DE POSICIÓN DE LA MARIPOSA (TPS)"

1. OBJETIVOS

- Reforzar los conocimientos de uso del multímetro y del osciloscopio como herramientas de diagnóstico del funcionamiento electrónico del auto. Aplicado sobre el sensor de posición de la mariposa de aceleración (TPS).
- Apreciar la simplificación en la toma de mediciones usando un osciloscopio a diferencia de usar un multímetro.
- Reforzar los conocimientos en lectura y comprensión de diagramas electrónicos específicos para el motor usado en la presente maqueta funcional.

2. INTRODUCCIÓN

La incorporación del osciloscopio como herramienta de los componentes electrónicos del auto permite dar un nivel superior de diagnóstico comparado con el diagnostico con multímetro, incluso para elementos complejos como el sensor de posición de la mariposa de aceleración (TPS), el cual es básicamente una resistencia que varia significativamente durante el funcionamiento del motor.

3. EQUIPOS Y MÉTODOS DE CÁLCULOS

3.1. Equipos: multímetro, osciloscopio automotriz, puntas de comprobación.

3.2. Método:

- Grupos de trabajo de 5 alumnos.
- Limpie y ordene se puesto de trabajo e instrumentos.
- Proceda a identificar el sensor TPS.
- Con el multímetro obtenga el voltaje de cada uno de los cables del sensor TPS, con el objeto de identificar la funcionalidad de cada uno de ellos.
- Compruebe la funcionalidad de cada uno de los cables en base a la información técnica del fabricante, además de averiguar los correctos parámetros de funcionamiento recomendados por este.
- Una vez identificados los cables de voltaje de entrada (El Vref. Puede ir desde 4,6 hasta 5,2 voltios), y el cable de masa del sensor (su polaridad es negativa). Procedemos a encender el motor para poder medir el voltaje en los otros dos cables.
- Con el multímetro y el motor funcionando mida el voltaje en los dos cables restantes a distinto porcentaje de apertura de la mariposa de aceleración[0%(CC_ralentí),10%,20%,30%,40%,50%,60%,70%,80%,90%,100%(WOT_máxima aceleración)]
- Tabule los datos obtenidos en una hoja de cálculo de Excel y cree las gráficas de funcionamiento del sensor en los dos cables analizados.
- Ahora con el osciloscopio y unas puntas de comprobación

obtenga las señales en los dos cables comenzando desde ralentí pasando por una aceleración brusca hasta volver a ralentí, inmediatamente congele la pantalla del osciloscopio y adjunte esos oscilogramas de los dos cables en el informe de la práctica.

- Compare las graficas obtenidas mediante las mediciones con el multímetro (hojas de cálculo de Excel) y las mediciones obtenidas mediante el osciloscopio con la información proporcionada por el fabricante en boletines técnicos, para dar un correcto diagnóstico del sensor TPS.
- Conclusiones.

4. CUESTIONARIO DE INVESTIGACIÓN

4.1. Resistencias variables.
4.2. Sensor TPS, definición, funcionamiento, tipos.
4.3. Circuito eléctrico del sensor TPS, específico para el motor usado en la maqueta funcional.
4.4. Funcionalidad de cada uno de los cables del sensor.
4.5. Oscilograma de los sensores TPS, específico para el motor usado en la maqueta funcional.
4.6. Precisión del osciloscopio usado.

5. BIBLIOGRAFÍA

- Robert Bosch (2009), Sistemas de inyección electrónica, Autopartes

[Versión en línea]. Recuperado el 4 de marzo del 2011, de http://www.boschservice.com.pe/informaciones_tecnicas/pdf/sistemas_inyeccion_electronica.pdf

- Jesús Rueda Santander (2011). Manual Técnico de Fuel Injection Tomo 2 (4ª Edición). Guayaquil: Diseli Editores.

- AUTODATA.LTD.UK, (2006). AutoData-CD_Version 3.16 [Software de cómputo con especificaciones técnicas de varios modelos vehículos hasta el año 2006]. United Kingdom: Autodata Limited

- SI, GMDAT (2011), Service Information Manual de servicio GM [Software de cómputo con especificaciones técnicas de varios modelos de vehículos GM]. USA: GM.

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL

FACULTAD CIENCIAS DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA

INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

Autor: Israel David Herrera. Fecha: 26/04/2012

PRÁCTICA N°05

"DIAGNÓSTICO DE LA LÍNEA DE COMBUSTIBLE"

1. OBJETIVOS

Reforzar los conocimientos de mantenimiento preventivo y correctivo de la línea de combustible de automóvil, mediante el uso de instrumentos de medición de presión y caudal.

2. INTRODUCCIÓN

El uso de manómetros y medidores de caudal constituyen conocimientos muy importantes para el mantenimiento preventivo y correctivo de la línea de combustible, así como también en maquinarias hidráulicas o pesadas.

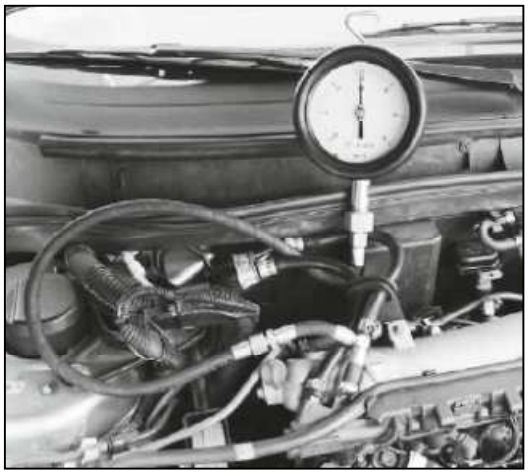


Figura1. Presión en la línea de combustible

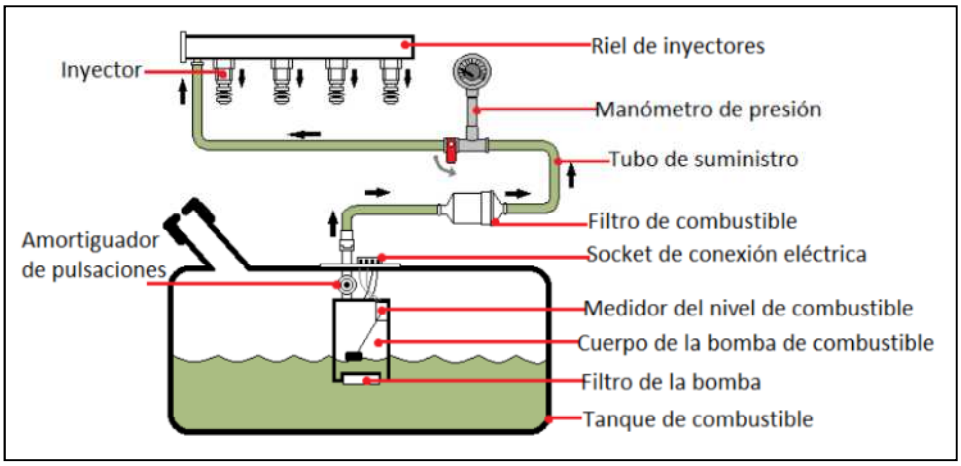


Figura2. Prueba de estanqueidad de la línea de combustible.

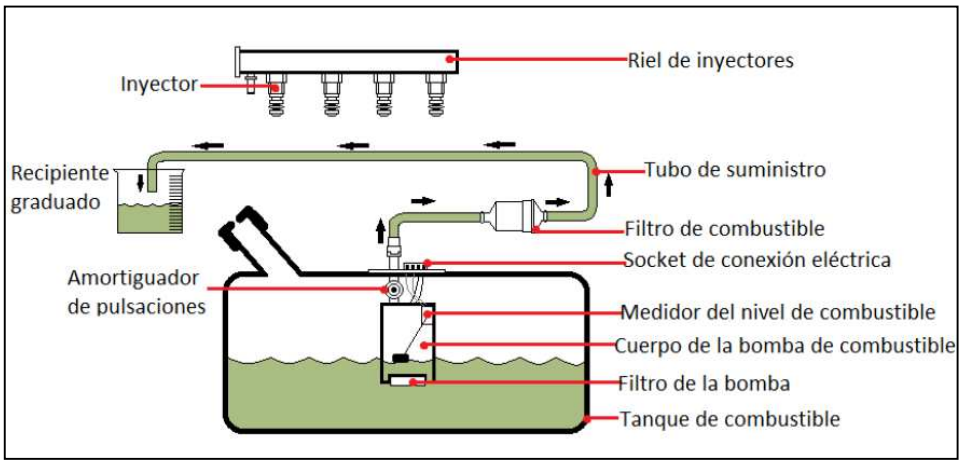


Figura3. Verificación del caudal en la línea de combustible

3. EQUIPOS Y MÉTODOS DE CÁLCULOS

3.1. Equipos: manómetro medidor de presión con sus respectivas juntas y acoples, recipiente graduado, cronometro, llave mixta número 8, flexómetro.

3.2. Método:

- Grupos de trabajo de 5 alumnos.

- Limpie y ordene se puesto de trabajo e instrumentos.
- Asegúrese de que no existan elementos que puedan provocar chispas o fuentes de calor cerca al área de trabajo.
- Desconecte y purgue la línea de combustible a través de sus abrazaderas.
- Acople el manómetro medidor de presión al conducto principal del combustible, asegure todo para que no haya fugas.
- Haga funcionar la bomba de combustible a través de su relé y mida la presión en la línea de combustible. Incluya el dato obtenido en el informe, y consulte si esta dentro de los parámetros con base en la información técnica proporcionada por el fabricante del motor. (Figura 1).
- Luego apague el motor y cierre la llave del manómetro para verificar la estanqueidad de la línea de combustible, indique en el informe el tiempo que presión indicada en el manómetro se mantiene constante, y la medición de dicha presión. (Figura 2).
- Analice los datos obtenidos hasta el momento e indique si la línea de combustible tiene fugas.
- Retire el manómetro de la línea de combustible y coloque el un extremo de la línea de combustible en un recipiente graduado a continuación haga funcionar la bomba durante 30 segundos y mida el nivel de combustible en el tanque para determinar el caudal de la línea de combustible. Anote todos estos datos en el informe. (Figura 3)
- Mida la temperatura del combustible en la línea.
- Mida exteriormente el tanque para hacer un estimado de su

capacidad de combustible, (puede usar otro algoritmo para estimar la capacidad si considera necesario).

- En base a los datos obtenidos determine el estado de la bomba de combustible y de la línea de combustible en general.

3.3. Cálculos:

- Caudal en la línea de combustible en unidades del Sistema Internacional.
- Presión en el riel de combustible en unidades del Sistema Internacional.
- Temperatura del combustible en unidades del Sistema Internacional.
- Capacidad volumétrica aproximada del tanque de combustible.
- En base a la información técnica del consumo del motor proporcionada por el fabricante, y datos de la capacidad volumétrica del tanque de combustible, determine la autonomía del motor de la presente maqueta funcional (de preferencia en litros/ horas de trabajo)

4. CUESTIONARIO DE INVESTIGACIÓN

4.1. Diagnóstico de la línea de combustible.
4.2. Circuito eléctrico para la bomba eléctrica de combustible especifico para el motor usado en la maqueta funcional.
4.3. Valores de presión y caudal de la línea de combustible del motor usado en la maqueta funcional.
4.4. Uso del manómetro de presión y caudalímetros.

4.5. Métodos de cálculo de caudal de un fluido.
4.6. Calculo del volumen de un tanque de gasolina.
4.7. Calculo del consumo de combustible de un motor de combustión interna.

5. BIBLIOGRAFÍA

- Robert Bosch (2009), Sistemas de inyección electrónica, Autopartes [Versión en línea]. Recuperado el 4 de marzo del 2011, de http://www.boschservice.com.pe/informaciones_tecnicas/pdf/sistemas_inyeccion_electronica.pdf

- Jesús Rueda Santander (2011). Manual Técnico de Fuel Injection Tomo 2 (4ª Edición). Guayaquil: Diseli Editores.
- GM-España (2002). Manual de Servicio Opel Corsa C. Madrid: GM Publicaciones.

- SI, GMDAT (2011), Service Information Manual de servicio GM [Software de cómputo con especificaciones técnicas de varios modelos de vehículos GM]. USA: GM.