

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

Carrera de Ingeniería Mecánica Automotriz

**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN UNA INTERFAZ DIDÁCTICA DE
REDES Y MULTIPLEXADO CAN PARA APLICACIONES EN EL
AUTOMÓVIL.**

**TESIS DE GRADO PREVIO A
LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO
DE INGENIERO MECÁNICO
AUTOMOTRIZ.**

**Autores: MEJÍA MORALES PAÚL ROLANDO.
POMA MONTAÑO JOSÉ LUIS.
RAMÓN PINEDA JORGE LUIS.**

Director: ING. FERNANDO CHICA S.

**Cuenca-Ecuador
2013**

DECLARACIÓN

Nosotros: Mejía Morales Paúl Rolando, Poma Montaña José Luis y Ramón Pineda Jorge Luis, declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedemos nuestros derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Universidad Politécnica Salesiana, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.



Mejía Morales Paul Rolando.



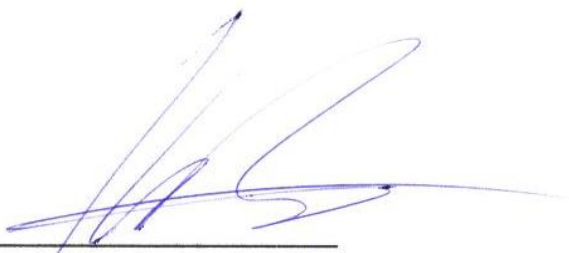
Poma Montano José Luis.



Ramón Pineda Jorge Luis.

CERTIFICACIÓN.

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Mejía Morales Paúl Rolando, Poma Montaña José Luis y Ramón Pineda Jorge Luis, bajo mi supervisión.



Ing. Fernando Chica S.
DIRECTOR DE PROYECTO.

AGRADECIMIENTO.

Agradecemos a la Universidad Politécnica Salesiana sede Cuenca y a los docentes de la carrera Mecánica Automotriz, por habernos brindado los conocimientos necesarios, aportados con valores y profesionalismo para culminar con éxito nuestros estudios.

Agradecemos a Dios como también a nuestras familias, por habernos guiado a culminar esta meta trascendental en nuestra vida.

Agradecemos además a nuestro director de tesis Ing. Fernando Chica, quien nos guio durante el transcurso de nuestro proyecto.

Se le agradece al Ing. Néstor Rivera, por haber ayudado en la prestación del laboratorio y un agradecimiento a todas las demás personas que formaron parte de este proyecto.

También agradecemos de manera especial a Hernán Alvarado por su apoyo y paciencia durante el transcurso de nuestro proyecto de tesis.

Los Autores

DEDICATORIA.

El presente trabajo de tesis está dedicado a Dios por bendecirme con la salud, sabiduría y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante toda la etapa de estudio.

A mis padres Luis Ramón y Alejandrina Pineda que han dado todo el esfuerzo para que yo ahora este culminando esta etapa de mi vida y por su incondicional apoyo perfectamente continuo a través del tiempo, a mis hermanos Pablo y Cristian por su confianza y cariño, a mi abuelito Vitalino por sus consejos y a mis amigos por compartir los buenos y malos momentos gracias por brindarme su amistad.

Todo este trabajo ha sido posible gracias a ellos.

JORGE LUIS.

DEDICATORIA.

El presente trabajo va dedicado a Dios y a la Virgencita del Cisne por darme la vida y permitir alcanzar mis objetivos. A mis padres Cesar y Obdulia, pilares fundamentales en mi formación personal y profesional; por todo su esfuerzo y sacrificio; por darme dignos ejemplos de superación y entrega, lo que hoy hizo posible que hoy alcance mi meta. A mi hermano Cesar Paul por ser parte importante en mi existencia e impulsado en mí el deseo de superación y anhelo de triunfar en la vida. A mis amigos, por todo su apoyo durante el desarrollo de este trabajo y todos aquellos momentos buenos y malos compartidos. Gracias a todos ustedes porque nada de esto hubiera sido posible sin su apoyo.

JOSE LUIS.

DEDICATORIA.

El presente trabajo lo dedico a Dios por darme un presente, un mañana, por darme salud y paciencia para entender y saber superar los obstáculos de la vida, ya que de cada momento vivido bien o mal es experiencia en nuestras vidas.

A mis padres José Mejía y Blanca Morales por ser fuente de sabios concejos, por el apoyo moral, económico e incondicional que me han brindado durante mi vida, ellos que me enseñaron los principios y valore en especial el respeto para poder convivir en armonía con todos. A mi hermano José por ser ejemplo de superación, solidaridad y prosperidad, es la persona que se ganó mi respeto y admiración. A mi familia por ser unida y pasar momentos memorables, y por supuesto a mis amigos y amigas por compartir sus conocimientos, experiencias y su forma de pasar bien en la vida.

PAÚL MEJÍA.

RESUMEN

Este proyecto de tesis se desarrolló con la finalidad de comprender de una mejor manera el estudio de los Sistemas de Multiplexado y CAN-Bus, mediante la ayuda de un banco didáctico funcional y para poder aprender de un modo técnico-profesional los sistemas de comunicación actuales de los vehículos, por lo cual se propuso el tema de “Diseño y Construcción de una Interfaz Didáctica de Redes y Multiplexado CAN para Aplicaciones en el Automóvil”; se determinó que con la elaboración de un nuevo material didáctico ayudamos a los profesionales del sector automotriz a comprender de una mejor manera el funcionamiento y diagnóstico de los vehículos modernos equipados con este protocolo de comunicación.

En el primer capítulo se realizó un estudio de los diferentes sensores, módulos de control: ECM, SRS, CLUSTER entre otros y actuadores existentes en los vehículos modernos, su funcionamiento, misión y características.

En el segundo capítulo se realizó el estudio del sistema de redes y multiplexado CAN-Bus del vehículo, su funcionamiento, características, topologías, secuencia de transmisión y recepción de datos; así como también el análisis de las normas que rigen este protocolo (ISO 15765-4). Como último punto de este capítulo se realizó un estudio de las tendencias futuras de comunicación de los vehículos.

Como tercer capítulo se trata de la construcción del banco didáctico de redes y multiplexado CAN, así como el diseño y construcción de los diferentes emuladores de sensores y actuadores de la ECM, SRS y CLUSTER para el correcto funcionamiento del banco; además de la colocación de un simulador de generación de fallas CAN-Bus para un correcto entrenamiento en este protocolo de comunicación que utiliza el vehículo Toyota Yaris Nitro.

En el capítulo final se realizó un material de entrenamiento multimedia elaborado en el software Macromedia Flash 8 donde explicamos el funcionamiento del banco, teoría de la red CAN-Bus, ECM, SRS y CLUSTER, Averías que se pueden generar en el banco, toma de señales con osciloscopio y como último punto la realización de videos de las pruebas que se pueden realizar como adquisición de datos en tiempo real y lectura de DTC mediante el scanner y utilización de la interfaz CAN-Monitor.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1	ESTUDIO ELECTRÓNICO DE LOS SENSORES, UNIDADES DE CONTROL Y ACTUADORES APLICADOS EN EL AUTOMÓVIL.	2
1.1	SENSORES.	2
1.1.1	DEFINICIÓN.	2
1.1.2	CLASIFICACIÓN.	3
1.1.3	PARTICULARIDADES DE LOS SENSORES DEL AUTOMÓVIL.	3
1.1.4	TIPOS DE SENSORES.	4
1.1.4.1	Sensor de flujo de masa de aire (MAF).	4
1.1.4.2	Sensor de presión absoluta del múltiple (MAP).	6
1.1.4.3	Sensor de posición angular del cigüeñal (CKP).	8
1.1.4.4	Sensor de posición del eje de levas (CMP).	10
1.1.4.5	Sensor de velocidad del vehículo (VSS).	11
1.1.4.6	Sensor de posición angular de la mariposa del acelerador (TPS).	12
1.1.4.7	Sensor de posición del pedal del acelerador (APP).	14
1.1.4.8	Sensor de temperatura del refrigerante (ECT).	15
1.1.4.9	Sensor de temperatura del aire de admisión (IAT).	17
1.1.4.10	Sensor de concentración de oxígeno en los gases de escape (O2).	18
1.1.4.11	Sensor de detonación (KS).	19
1.1.4.12	Sensor de velocidad de rueda en el sistema ABS.	22
1.1.4.13	Sensor de Impacto frontal del Airbag.	23
1.1.4.14	Sensor de Posición del Asiento.	24
1.2	UNIDAD DE CONTROL ELECTRÓNICO (ECU).	25
1.2.1	SISTEMA DE CONTROL DE LAZO ABIERTO.	26
1.2.2	SISTEMA DE CONTROL DE LAZO CERRADO.	27
1.2.3	FUNCIÓN DE LA UNIDAD DE CONTROL ELECTRÓNICO.	28
1.2.4	ESTRUCTURA DE LA UNIDAD DE CONTROL.	28
1.2.4.1	Etapas de preparación de las señales.	29
1.2.4.2	Convertidor analógico digital.	29
1.2.4.3	Contador de pulsos.	30
1.2.4.4	Microprocesador.	30
1.2.4.4.1	Memoria ROM.	30
1.2.4.4.2	Memoria EEPROM.	31

1.2.4.4.3	Memoria RAM.....	31
1.2.4.5	Etapas final o etapas de potencia.....	31
1.2.5	TIPOS DE UNIDADES DE CONTROL EN EL AUTOMÓVIL.....	31
1.2.5.1	Unidad de control del motor.....	32
1.2.5.2	Unidad de control Cluster.	34
1.2.5.3	Unidad de control electrónico del ABS.....	34
1.2.5.4	Unidad de control de la tracción.	35
1.2.5.5	Unidad de control del cambio automático.....	37
1.2.5.6	Unidad de control del Air bag.	40
1.2.5.7	Unidad de control de la dirección.	41
1.3	ACTUADORES.....	43
1.3.1	FUNCIÓN.	43
1.3.2	CLASIFICACIÓN.....	43
1.3.2.1	Actuadores rotativos.....	43
1.3.2.2	Actuadores lineales.	44
1.3.3	ACTUADORES EN EL VEHÍCULO.....	45
1.3.3.1	inyector.....	45
1.3.3.1.1	Señal del inyector sin regulador de corriente.....	46
1.3.3.1.2	Señal del inyector con regulador de corriente.....	47
1.3.3.2	Reguladores de ralentí.....	48
1.3.3.2.1	Válvulas de carga cíclica (Duty Cycle).....	48
1.3.3.2.2	Motor paso a paso.	50
1.3.3.2.3	Motor rotativo.	52
1.3.3.2.4	Válvula de bobina simple.....	52
1.3.3.2.5	Válvula de bobina doble.	53
1.3.3.3	Válvulas varias.	54
1.3.3.3.1	Válvula de recirculación de gases (EGR).	55
1.3.3.3.2	Válvula de purga del Canister.....	56
1.3.3.4	Bobinas de encendido.....	57
1.3.3.4.1	Tipos de bobinas de encendido.	58
1.3.3.5	Detonador, generador de gas y bolsas de aire.	60
1.3.3.6	Pretensor.....	61

2	ESTUDIO DEL SISTEMA DE REDES Y MULTIPLEXADO CAN EN EL AUTOMÓVIL.....	64
2.1	HISTORIA Y EVOLUCIÓN DE REDES Y MULTIPLEXADO.	64
2.2	REDES Y MULTIPLEXADO.....	64
2.2.1	REDES.	65
2.2.2	MULTIPLEXADO	66
2.2.3	CARACTERÍSTICAS DE LA RED MULTIPLEXADA.....	66
2.2.4	FUNCIONAMIENTO DE LA RED MULTIPLEXADA.	67
2.2.5	COMPONENTES DE LA RED MULTIPLEXADA.....	68
2.2.6	TOPOLOGÍA DE REDES MULTIPLEXADAS.....	69
2.2.6.1	Configuración punto a punto.....	69
2.2.6.2	Configuración en anillo.....	70
2.2.6.3	Configuración estrella.	70
2.2.6.4	Configuración lineal.....	71
2.2.6.5	Configuración daisy chain (Dos Cables).....	72
2.2.6.6	Configuración maestro esclavo.	72
2.2.6.7	Configuración utilizando una compuerta o gateway.....	73
2.2.6.8	Configuración para modo de energía.	74
2.3	RED MULTIPLEXADA CAN-BUS.....	75
2.3.1	CONCEPTO DE PROTOCOLO CAN-BUS.	75
2.3.2	CARACTERÍSTICAS DEL PROTOCOLO CAN-BUS.	76
2.3.3	DATAGRAMA.	77
2.3.3.1	Formato de un mensaje CAN.....	77
2.3.4	ELEMENTOS DEL SISTEMA CAN-BUS.....	79
2.3.4.1	Cables.....	79
2.3.4.2	Elementos de cierre o terminado.....	80
2.3.4.3	Controlador.....	81
2.3.4.4	Transceptor (Transmisor/Receptor).	81
2.3.5	SECUENCIA DE TRANSFERENCIA Y RECEPCIÓN DE DATOS.....	83
2.3.5.1	Provisión de datos.	83
2.3.5.2	Transmisión de datos.....	83
2.3.5.3	Admisión de datos.....	84
2.3.5.4	Verificación del dato.	84

2.3.5.5	Aceptación del dato.....	84
2.3.6	VENTAJAS DEL BUS DE DATOS.....	84
2.3.7	FUENTES PARÁSITAS.....	85
2.4	NORMA ISO 15765-4 PARA DIAGNÓSTICO MEDIANTE LA RED CAN. ..	86
2.4.1	MODO 01.- DIAGNÓSTICO DE DATOS EN TIEMPO REAL.....	87
2.4.2	MODO 02.- DIAGNÓSTICO BASADO EN HISTORIA O EN DATOS CONGELADOS.....	88
2.4.3	MODO 03.- PETICIÓN DE CÓDIGOS DE FALLO.	89
2.4.4	MODO 04.- BORRA Y RESETEA LOS CÓDIGOS DE DIAGNÓSTICO Y DATOS ALMACENADOS EN LA MEMORIA.....	90
2.4.5	MODO 05.- DIAGNÓSTICO DE LOS SENSORES DE OXÍGENO. (NO SOPORTA COMUNICACIÓN CAN).	92
2.4.6	MODO 06.- MONITOREO DE SISTEMAS ESPECÍFICOS O PRUEBAS DE CONTROL A BORDO.....	92
2.4.7	MODO 07.- SOLICITA CÓDIGOS DE DIAGNÓSTICO PENDIENTES, DURANTE EL ÚLTIMO CICLO DE CONDUCCIÓN.	92
2.4.8	MODO 08.- SOLICITA EL CONTROL DE DIAGNÓSTICO A BORDO, PRUEBA DE COMPONENTES.	93
2.4.9	MODO 09.- INFORMACIÓN DEL VEHÍCULO.	93
2.5	PROTOCOLOS DE COMUNICACIÓN.	94
2.5.1	PROTOCOLO VAN.	94
2.5.2	PROTOCOLO LIN-BUS.	95
2.5.2.1	Unidad de control LIN maestra.....	96
2.5.2.2	Unidad de control LIN esclava.....	97
2.5.3	PROTOCOLO MOST.	98
2.5.4	PROTOCOLO FLEXRAY.....	99
2.5.5	REDES MULTIPLEXADAS INALÁMBRICAS.	100
2.5.5.1	Sistema Bluetooth.	100
2.5.5.2	Sistema Wi-Fi.....	101
2.5.6	OTROS PROTOCOLOS DE COMUNICACIÓN.....	102
3	DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL INTERFAZ DIDÁCTICO DE REDES Y MULTIPLEXADO CAN.	105
3.1	CARACTERÍSTICAS DEL INTERFAZ DIDÁCTICO DE REDES Y MULTIPLEXADO CAN.....	105
3.1.1	DESCRIPCIÓN DE LOS COMPONENTES.	106

3.1.1.1	Módulo de control del motor o ECM.	107
3.1.1.2	Módulo del airbag.	112
3.1.1.3	Módulo del tablero.	113
3.1.1.4	Interfaz de diagnóstico.	115
3.2	PARÁMETROS PARA LA SIMULACIÓN Y DISEÑO.	116
3.3	SIMULACIÓN Y DISEÑO DE LOS SENSORES.	116
3.3.1	SIMULACIÓN DE SENSORES DE LA ECM.	116
3.3.1.1	Señal del sensor CKP y CMP.	116
3.3.1.2	Señal del sensor APP.	117
3.3.1.3	Generador de falla de la señal del sensor TPS.	120
3.3.1.4	Señal del sensor VSS.	121
3.3.1.5	Señal del sensor O2.	123
3.3.1.6	Señal del sensor ECT.	125
3.3.1.7	Señal del sensor IAT.	127
3.3.1.8	Señal del sensor MAF.	129
3.3.1.9	Señal del sensor KS.	131
3.3.1.10	Diseño y construcción de placas electrónicas de sensores y actuadores del ECM.	133
3.3.2	SIMULACIÓN DE SENSORES Y ACTUADORES DEL SRS.	135
3.3.2.1	Señal de Sensor Frontal de Impacto.	135
3.3.2.2	Señal de Posición del Asiento.	136
3.3.2.3	Actuadores del SRS.	137
3.3.2.4	Diseño y construcción de la placa electrónica de sensores y actuadores del SRS.	138
3.3.3	SIMULACIÓN DE FALLAS CAN-BUS.	139
3.4	CONSTRUCCIÓN DE LA INTERFAZ DIDÁCTICA DE REDES Y MULTIPLEXADO CAN DE UN VEHÍCULO YARIS NITRO MODELO 2007.	139
3.4.1	PLANOS DE LA RED MULTIPLEXADA CAN.	139
3.4.2	CONSTRUCCIÓN DEL BANCO PROTOTIPO.	140
3.4.3	MONTAJE DE LAS COMPUTADORAS DE CONTROL ELECTRÓNICO DEL PROTOTIPO DE REDES Y MULTIPLEXADO CAN.	141
3.4.4	MONTAJE DE LAS PLACAS ELECTRÓNICAS.	142
4	ELABORACIÓN DE MATERIAL DE ENTRENAMIENTO MULTIMEDIA DE LA INTERFAZ DIDÁCTICO DE REDES Y MULTIPLEXADO CAN.	144

4.1	DESCRIPCIÓN DEL FUNCIONAMIENTO.	144
4.2	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL DE ENTRENAMIENTO MULTIMEDIA. 149	
	CONCLUSIONES.....	159
	BIBLIOGRAFÍA.	160
	ANEXOS.....	164

ÍNDICE DE FIGURAS.

Figura 1.1:	Sistema para el control electrónico del motor.....	2
Figura 1.2:	Función del sensor.	3
Figura 1.3:	Sensor MAF de elemento caliente (Hot wire).	5
Figura 1.4:	Sensor MAF de película caliente (Hot film).	6
Figura 1.5:	Curva característica del sensor MAF de tipo Hot wire.	6
Figura 1.6:	Sensor de presión absoluta del múltiple MAP.	7
Figura 1.7:	Forma de onda producida por el sensor MAP de onda discreta.....	7
Figura 1.8:	Característica del sensor MAP.	8
Figura 1.9:	Sensor de posición angular del cigüeñal CKP.	8
Figura 1.10:	Detalle del volante del cigüeñal.	9
Figura 1.11:	Señal del sensor de posición y velocidad.....	10
Figura 1.12:	Ubicación del sensor CMP.....	10
Figura 1.13:	Sensor de velocidad del vehículo.....	11
Figura 1.14:	Señal del sensor de velocidad del vehículo.....	11
Figura 1.15:	Ubicación del sensor VSS.....	12
Figura 1.16:	Ubicación del sensor de posición de mariposa TPS.	12
Figura 1.17:	Sensor de posición de mariposa TPS.	13
Figura 1.18:	Característica del sensor apertura de la válvula vs voltaje.....	14
Figura 1.19:	Sensor del pedal del acelerador.....	14
Figura 1.20:	Señal del sensor del pedal del acelerador.....	15
Figura 1.21:	Sensor de temperatura del refrigerante.	15
Figura 1.22:	Característica del sensor temperatura vs resistencia.	16
Figura 1.23:	Ubicación del sensor ECT.	16
Figura 1.24:	Sensor de temperatura del aire de admisión.....	17
Figura 1.25:	Ubicación del sensor de temperatura del aire.	17
Figura 1.26:	Curva característica del sensor IAT.	18
Figura 1.27:	Sensor de concentración de oxígeno en los gases de escape.	18
Figura 1.28:	Estructura del sensor de oxígeno.	19
Figura 1.29:	Curva característica del sensor de oxígeno.	19
Figura 1.30:	Sensor de detonación KS.	20
Figura 1.31:	Ubicación del sensor KS.	20
Figura 1.32:	Estructura del sensor de detonación.....	21

Figura 1.33: Señal originada por el sensor de detonación.	21
Figura 1.34: Sensor de velocidad de rueda de alta resolución.	22
Figura 1.35: Ciclos de regulación en un frenado con ABS.	23
Figura 1.36: Sensor Frontal de Impacto.	23
Figura 1.37: Sensor impacto frontal realizado por micromecánica de superficie.	24
Figura 1.38: Ubicación del sensor.	24
Figura 1.39: Sensor de Posición del Asiento.	25
Figura 1.40: Unidad de control.	26
Figura 1.41: Sistema de control de lazo abierto.	27
Figura 1.42: Sistema de control de lazo cerrado.	27
Figura 1.43: Sensores, unidad de control y actuadores.	28
Figura 1.44: Estructura de la unidad de control.	29
Figura 1.45: Señal analógica y digital.	30
Figura 1.46: Unidades de control en el auto.	32
Figura 1.47: Unidad de control electrónico del motor ECM.	33
Figura 1.48: Unidad de control Cluster.	34
Figura 1.49: Sistema de control de frenos antibloqueo.	35
Figura 1.50: Sistema de control de tracción EDS Y ABS.	36
Figura 1.51: Sistema de control de tracción TCS.	36
Figura 1.52: Curvas características adaptativas.	38
Figura 1.53: Unidad de control del cambio automático sensores y actuadores.	39
Figura 1.54: Unidad de control del SRS Airbag.	40
Figura 1.55: Dirección asistencia electro-hidráulica EHPS.	41
Figura 1.56: Dirección asistida eléctrica EPS.	42
Figura 1.57: Conformación del Inyector.	46
Figura 1.58: Señal sin regulador de corriente.	47
Figura 1.59: Señal con regulador de corriente.	48
Figura 1.60: Esquema de válvulas de carga cíclica.	49
Figura 1.61: Concepto de carga cíclica.	49
Figura 1.62: Ubicación del motor pasó a paso.	50
Figura 1.63: Constitución de motor pasó a paso.	50
Figura 1.64: Esquema de funcionamiento de un motor pasó a paso.	51
Figura 1.65: Ondas de comando para el motor pasó a paso.	51
Figura 1.66: Constitución del regulador de ralentí con motor rotativo.	52
Figura 1.67: Esquema de conexión de una válvula de bobina simple.	53
Figura 1.68: Señal de alimentación a la bobina del motor.	53
Figura 1.69: Esquema de conexión de una válvula de bobina doble.	54
Figura 1.70: Señal de alimentación a la bobina del motor.	54
Figura 1.71: Elementos de la válvula EGR.	55
Figura 1.72: Componentes de la electroválvula.	56
Figura 1.73: Componentes de la bobina.	57
Figura 1.74: Diferentes tipos de bobinas.	58
Figura 1.75: Diferentes tipos de bobinas.	59

Figura 1.76: Generador de gas y sus componentes.	60
Figura 1.77: Airbag, posición del conductor.	61
Figura 1.78: Pretensor en carrete y hebilla del cinturón de seguridad.	62
Figura 2.1: Esquema de una red.	65
Figura 2.2: Esquema de una red multiplexada.	66
Figura 2.3: Muestreo secuencial.	67
Figura 2.4: Ventaja de un automóvil con red multiplexada.	68
Figura 2.5: Configuración de red punto a punto.	70
Figura 2.6: Configuración de red en anillo.	70
Figura 2.7: Configuración estrella.	71
Figura 2.8: Configuración lineal.	71
Figura 2.9: Configuración Daisy Chain.	72
Figura 2.10: Configuración Maestro-Esclavo.	73
Figura 2.11: Configuración Compuerta o Gateway.	74
Figura 2.12: Configuración modo de energía.	75
Figura 2.13: Red CAN-BUS.	76
Figura 2.14: Campos de un mensaje CAN.	78
Figura 2.15: Elementos del sistema de Red CAN-BUS.	79
Figura 2.16: Cableado en la Red CAN.	80
Figura 2.17: Resistencias de terminación de la Red CAN-BUS.	80
Figura 2.18: Esquema de un transceptor.	82
Figura 2.19: Esquema de una línea de CAN-BUS.	82
Figura 2.20: Secuencia de transferencia y recepción de datos.	83
Figura 2.21: Fuentes parásitas.	85
Figura 2.22: Cables del bus de datos.	85
Figura 2.23: Señales de tensión de una red VAN BUS.	94
Figura 2.24: Intercambio de datos entre redes y multiplexado LIN-BUS.	95
Figura 2.25: Aplicaciones de una red Multiplexada LIN-BUS.	96
Figura 2.26: Unidad de control LIN Maestra.	96
Figura 2.27: Unidad de control LIN esclava.	97
Figura 2.28: Estructura de anillo MOST-BUS.	98
Figura 2.29: Arquitectura de un nodo FLEXRAY.	100
Figura 2.30: Transmisión de datos Bluetooth.	101
Figura 2.31: Transmisión de datos Wi-Fi.	102
Figura 3.1: Diagrama de bloques diseño de la interfaz didáctica de red multiplexado CAN.	105
Figura 3.2: Módulos de la interfaz didáctica de red multiplexado CAN.	106
Figura 3.3: Conectores del módulo del control del motor.	107
Figura 3.4: Conectores del módulo del Airbag.	112
Figura 3.5: Conectores del módulo del cluster.	113
Figura 3.6: Conector de DLC.	115
Figura 3.7: Señal del sensor CKP y CMP.	117
Figura 3.8: Sensor APP.	117

Figura 3.9: Diseño del sensor APP	119
Figura 3.10: Sensor TPS.....	120
Figura 3.11: Generador de falla TPS.	121
Figura 3.12: Diseño del sensor VSS.....	122
Figura 3.13: Diseño del sensor O2.	125
Figura 3.14: Sensor ECT.	126
Figura 3.15: Diseño del sensor ECT.....	127
Figura 3.16: Sensor IAT.	128
Figura 3.17: Diseño del sensor IAT.....	129
Figura 3.18: Sensor MAF.	130
Figura 3.19: Diseño del sensor MAF.....	131
Figura 3.20: Sensor Ks.	132
Figura 3.21: Diseño del sensor Ks.....	133
Figura 3.22: Placa electrónica de sensores y actuadores ECM.	134
Figura 3.23: Placa electrónica sensores CKP y CMP.....	135
Figura 3.24: Sensor Frontal de Impacto.	135
Figura 3.25: Señal del sensor frontal de impacto.	136
Figura 3.26: Sensor de posición del asiento.	137
Figura 3.27: Simulación de actuadores del SRS.....	138
Figura 3.28: Placa electrónica sensores y actuadores módulo SRS.	138
Figura 3.29: Plano de la red multiplexado CAN.	140
Figura 3.30: Diseño del banco.....	140
Figura 3.31: Diseño del banco.....	141
Figura 3.32: Montaje de las computadoras en el banco.	142
Figura 3.33: Placas electrónicas de sensores y actuadores.....	142
Figura 4.1: Posición del interruptor de encendido.....	145
Figura 4.2: Posición de la llave de encendido.	145
Figura 4.3: Módulos del Vehículo en Funcionamiento.	146
Figura 4.4: Sensores y Actuadores ECM.	146
Figura 4.5: Sensores y Actuadores SRS.....	147
Figura 4.6: Simulador de Fallas CAN-BUS y Conectores.	148
Figura 4.7: Interfaz de Diagnostico.	148
Figura 4.8: Menú principal del material multimedia.....	149
Figura 4.9: Estructura del tema CAN-Bus.....	150
Figura 4.10: Averías.	150
Figura 4.11: Estructura del tema ECM.....	151
Figura 4.12: ECM y Señales de Sensores.....	151
Figura 4.13: Sensores.	152
Figura 4.14: Prueba de Sensores.	152
Figura 4.15: Prueba del sensor CKP.....	153
Figura 4.16: Señales de Salida.....	153
Figura 4.17: Estructura del tema SRS.	154
Figura 4.18: Señales.	155

Figura 4.19: Estructura del tema Cluster.	155
Figura 4.20: Subtema sensor de velocidad VSS.	156
Figura 4.21: Banco Didáctico.	156
Figura 4.22: Simuladores de falla CAN-BUS	157
Figura 4.23: Gráfica de menú fallas CAN-BUS.	157
Figura 4.24: Interfaz CAN-Monitor	158
Figura 4.25: Prueba de sensores y actuadores.	158

INDICE DE TABLAS.

Tabla 1.1: Tipos de actuadores y su aplicación en el automóvil.	44
Tabla 1.2: Bobinas de encendido y sus características.	59
Tabla 2.1: Descripción de modos para diagnóstico para la red CAN bus	86
Tabla 2.2: Estructura del mensaje para solicitar los PID que soporta la ECU.	87
Tabla 2.3: Estructura de la respuesta solicitando los PIDs.	87
Tabla 2.4: Datos para obtener los PIDs	88
Tabla 2.5: Descifrado de los PIDs.	88
Tabla 2.6: Estructura para solicitar los DTCs.	89
Tabla 2.7: Respuesta a la solicitud de DCTs.	89
Tabla 2.8: Decodificación de los datos para obtener los DTCs.	90
Tabla 2.9: Datos que pueden ser borrados con este modo.	90
Tabla 2.10: Estructura del PID para borrar la información.	91
Tabla 2.11: Respuesta afirmativa.	91
Tabla 2.12: Respuesta negativa.	91
Tabla 2.13: PIDs soportados por el modo 08	93
Tabla 3.1: Elementos utilizados.	107
Tabla 3.2: Descripción de pines del módulo del control del motor.	107
Tabla 3.3: Descripción de pines del módulo del airbag.	112
Tabla 3.4: Descripción de pines Módulo del cluster.	114
Tabla 3.5: Descripción de pines DLC.	115

CAPÍTULO I

1 ESTUDIO ELECTRÓNICO DE LOS SENSORES, UNIDADES DE CONTROL Y ACTUADORES APLICADOS EN EL AUTOMÓVIL.

INTRODUCCIÓN

El objetivo de este capítulo es explicar, en términos generales, la teoría de todo el sistema que conforma el control electrónico del motor del automóvil *figura 1.1*.

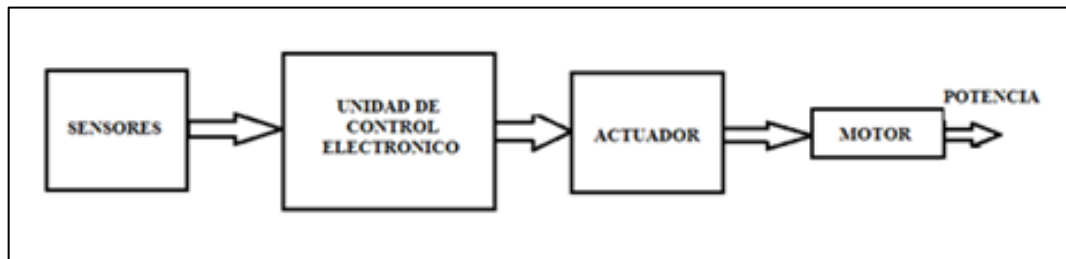


Figura 1.1: Sistema para el control electrónico del motor.

Fuente: Autores.

1.1 SENSORES.

Los automóviles actuales poseen un sinnúmero de sensores. Los diversos sensores son los encargados de captar los parámetros de funcionamiento del automóvil y transformarlos a variables eléctricas para ser utilizadas por las unidades de control que regularan el régimen de funcionamiento del motor.

1.1.1 DEFINICIÓN.

Los sensores son dispositivos que convierten magnitudes física o química de la forma de una variable de medición a una señal eléctrica que es la que llega a la unidad de control *figura 1.2*. “Un sensor ideal genera un voltaje de salida proporcional a la cantidad que está siendo medida.”¹

¹ RIBBENS, William, *Electrónica Automotriz*, 1^{ra}. Edición, Editorial Limusa, Balderas-México 2008, p.56.

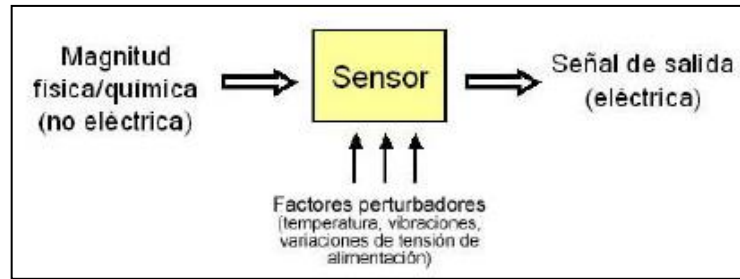


Figura 1.2: Función del sensor.

Fuente: BOSCH, Los sensores en el automóvil.

Un sensor esta propenso de errores, estas fuentes de errores potenciales pueden ser la carga, la respuesta dinámica finita, desviación de la calibración y comportamiento no lineal. Y de errores alternativos como calor, ruido eléctrico y vibraciones.

Un sensor ideal posee una característica de transferencia lineal.

1.1.2 CLASIFICACIÓN.

Los sensores del automóvil se pueden clasificar de la siguiente manera:

De acuerdo a su función y aplicación:

- Sensores funcionales: estos son destinados a labores de mando y regulación.
- Sensores para fines de seguridad: estos son destinados a la protección antirrobo.
- Sensores para la vigilancia del vehículo: estos son destinados para la información del conductor y pasajeros.

De acuerdo a su señal de salida:

- Señal de salida analógica: corriente o tensión, frecuencia y duración de impulso.
- Señal de salida discreta: de dos escalones, de varios escalones desiguales o de varios escalones equidistantes.

1.1.3 PARTICULARIDADES DE LOS SENSORES DEL AUTOMÓVIL.

Los sensores del automóvil están creados para responder a los requerimientos de los sistemas electrónicos especificados para cada tipo de vehículo.

Estos deben de cumplir con lo siguiente:

- Alta fiabilidad.
- Bajos costos de fabricación.
- Duras condiciones de funcionamiento.
- Compactibilidad.
- Alta precisión.

1.1.4 TIPOS DE SENSORES.

En el automóvil moderno existen diferentes sensores que cada uno cumplen con funciones específicas en la determinación del desempeño de los sistemas de control del automóvil.

Entre los sensores más importante a destacar en el control del vehículo tenemos los siguientes:

- Sensor de la tasa de flujo de aire (MAF).
- Sensor de presión absoluta del múltiple (MAP).
- Sensor de posición angular del cigüeñal (CKP).
- Sensor de posición del eje de levas (CMP).
- Sensor de velocidad del vehículo (VSS).
- Sensor de posición angular de la mariposa del acelerador (TPS).
- Sensor de posición del acelerador (APP).
- Sensor de temperatura del refrigerante (ECT).
- Sensor de temperatura del aire de admisión (IAT).
- Sensor de concentración de oxígeno en los gases de escape (O2).
- Sensor de detonación (KS).
- Sensor de velocidad de rueda en el sistema ABS.
- Sensor de impacto frontal.
- Sensor de posición del asiento.

1.1.4.1 Sensor de flujo de masa de aire (MAF).

El sensor de flujo de masa de aire (MAF) es el encargado de medir el flujo de aire que ingresa al motor. Éste está normalmente montado como pieza de conjunto del filtro de aire.

Es un sensor de una sola unidad empaquetado robustamente que incluye procesamiento de señales electrónicas de estado sólido. En operación, este sensor MAF genera señal continua que varía casi linealmente con el verdadero flujo de masa de aire.

“El sensor MAF tiene tres tipos de configuraciones, el sensor mecánico de puerta de aire (VAF), el de elemento caliente (Hot wire) *figura 1.3* y el de película caliente (Hot film) *figura 1.4*.”²

El sensor mecánico de puerta de aire (VAF) mide la cantidad de aire entrante al motor mecánicamente. Este sensor mide volumen de aire y no la masa de este.

El sensor de elemento caliente es una conjunto no mecánico este ya es electrónico. Este tipo de sensor mide el flujo de aire detectando la corriente eléctrica necesaria para mantener la temperatura en el elemento caliente. Este genera una señal analógica *figura 1.5*.



Figura 1.3: Sensor MAF de elemento caliente (Hot wire).

Fuente: <http://www.copartes.com/foros/articulo/6504/puede-probar-el-funcionamiento-de-un-sensor-maf-con-un-volt%C3%ADmetro-digital%3F>

En los vehículos actuales se utiliza el de película caliente (Hot Film). Este sensor es completamente electrónico pero la señal de salida es de frecuencia variable. Este sensor usa una red de película caliente como elemento. Este genera una señal digital.

² CONCEPCION, Mandy, *Sensores Automotrices y Análisis de Ondas*, 1^{ra} Edición, Editorial Automotive Diagnostics, U.S.A., 2010, p.33.



Figura 1.4: Sensor MAF de película caliente (Hot film).

Fuente: <http://equipo9mantieneelsistemaelectronico.blogspot.com/2012/04/segunda-exposicion.html>

El principio de funcionamiento se basa en el hecho de que mayor será la transferencia de calor del sensor caliente para el aire aspirado, cuando mayor sea la masa de aire admitida.

La curva característica del comportamiento de la señal de salida del medidor de masa de aire en función de la cantidad de aire admitido.

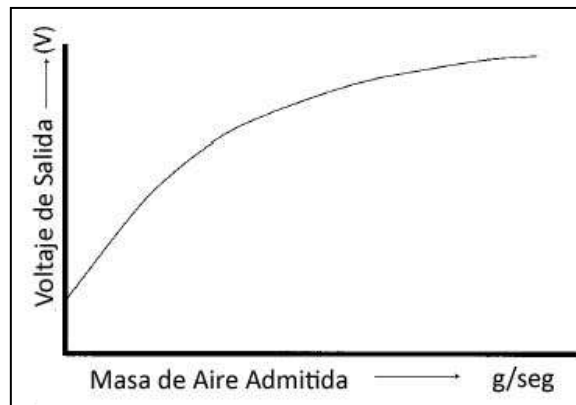


Figura 1.5: Curva característica del sensor MAF de tipo Hot wire.

Fuente: CANDIANO, *Electrónica para mecánicos*.

1.1.4.2 Sensor de presión absoluta del múltiple (MAP).

Este sensor MAP mide el vacío producido en el múltiple de admisión por medio de una manguera flexible conectada al sensor *figura 1.6*. La manguera flexible se encuentra unida al cuerpo de la mariposa.



Figura 1.6: Sensor de presión absoluta del múltiple MAP.

Fuente: <http://www.obd-codes.com/faq/map-sensor.php>

“El módulo electrónico suministra una tensión de referencia de 5 voltios y esta es cambiada proporcionalmente en frecuencia, entre 8.9 y 162.4 Hz”³ figura 1.7. La depresión originada en el múltiple de admisión es censada por el sensor MAP que es el encargado de otorgar una señal al módulo de control para ser procesada.

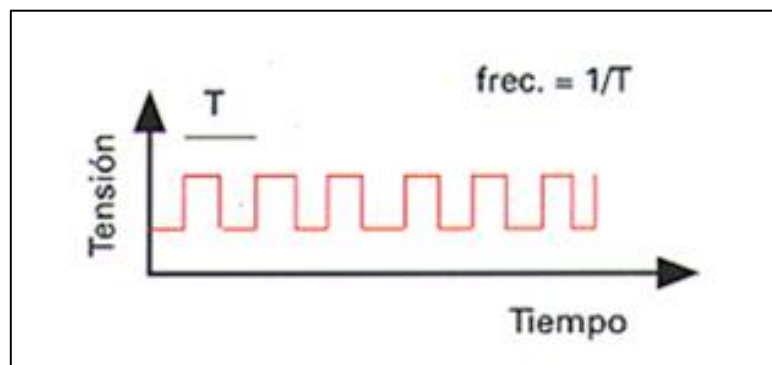


Figura 1.7: Forma de onda producida por el sensor MAP de onda discreta.

Fuente: CANDIANO, *Electrónica para mecánicos*.

La información reconocida por el sensor MAP es manejada por el módulo electrónico para calcular la masa de aire aspirado por el motor.

En el momento de que la mariposa está totalmente abierta o cuando se acopla la llave de contacto (motor parado), el sensor MAP evalúa la presión barométrica y envía la información de la señal al módulo electrónico.

Cuando la mariposa de aceleración está completamente abierta, usualmente no existe vacío, en este estado el valor medido de presión barométrica exterior es enviado junto con

³ CANDIANO, Gabriel, *Principios de Electrónica Sensores y Actuadores*, U.T.N. Extensión Universitaria, p.31.

la diferencia de presión medida en el múltiple de admisión al módulo electrónico *figura 1.8*.

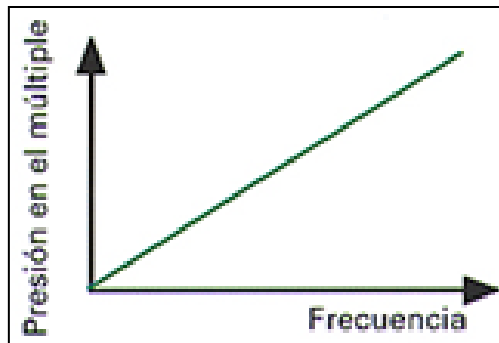


Figura 1.8: Característica del sensor MAP.

Fuente: CANDIANO, *Electrónica para mecánicos*.

El módulo electrónico necesita saber la presión para generar los siguientes cálculos: Avance de ignición y la cantidad de combustible a ser inyectada.

1.1.4.3 Sensor de posición angular del cigüeñal (CKP).

“Este sensor detecta el régimen de revoluciones del motor y la posición angular exacta del cigüeñal (fijación del momento de encendido)”⁴. Es del tipo captador magnético. Es un sensor del tipo inductivo aunque en otros casos un sensor de efecto hall. Este se encuentra ubicado en el interior del block y fijada al contrapeso trasero del cigüeñal, por lo tanto este sensor está fijado al block *figura 1.9*.

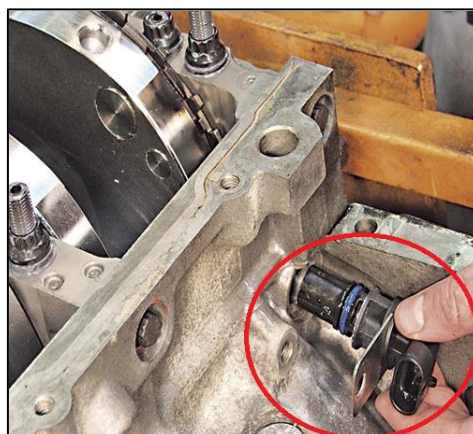


Figura 1.9: Sensor de posición angular del cigüeñal CKP.

Fuente: <http://mecatronicaautomotriz20092010.blogspot.com/2011/07/crankshaft-position-sensor-sensor-de.html>

⁴ CANDIANO, Gabriel, *Principios de Electrónica Sensores y Actuadores*, U.T.N. Extensión Universitaria, p.43.

El principio de funcionamiento es el siguiente: el campo magnético existente en el imán relaciona tanto el inductor, como los dientes de la rueda dentada, hecha en acero de carbono de propiedades magnéticas. Cuando el diente de la rueda dentada está adelante del sensor, el flujo magnético es máximo, gracias a la propiedad del acero de la rueda dentada. En el caso de que, delante del sensor se presente una cavidad, el flujo magnético es mínimo.

Esta variación de flujo debido al pasaje de los dientes (lleno) y cavidades (vacío) es suficiente para generar una fuerza electromotriz variable en la bobina del sensor que es envía en forma de señal al módulo de control electrónico. La señal también depende del entrehierro, este debe de ser lo adecuadamente corto para que el voltaje del sensor sea mayor y también debe ser lo suficientemente grande para que no haya riesgo de roce entre la rueda dentada y el sensor.

Lo más habitual en vehículos modernos es distribuir un número grande de dientes (regularmente 60) en una corona a lo largo del cigüeñal y descartar uno o dos dientes *figura 1.10*.

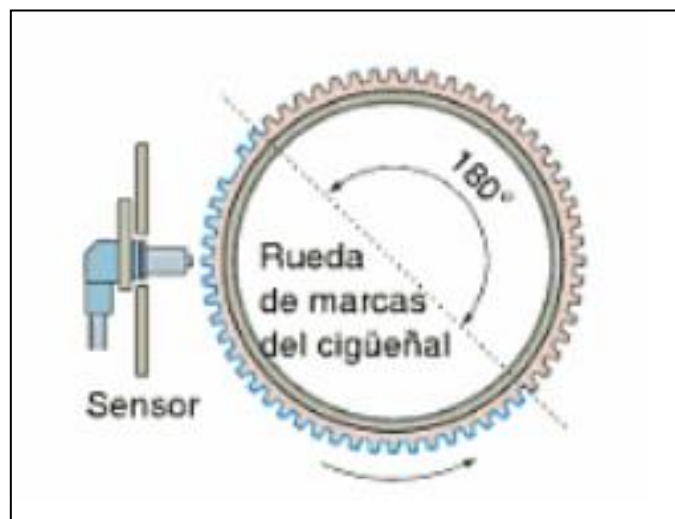


Figura 1.10: Detalle del volante del cigüeñal.
Fuente: PÉREZ, Sistemas auxiliares del motor, 2011.

En este caso, el instante que transita entre el paso de dos dientes nos da la medida de la velocidad del giro cigüeñal, mientras que el primer paso por cero después de faltar un diente marca la posición del cigüeñal *figura 1.11*.

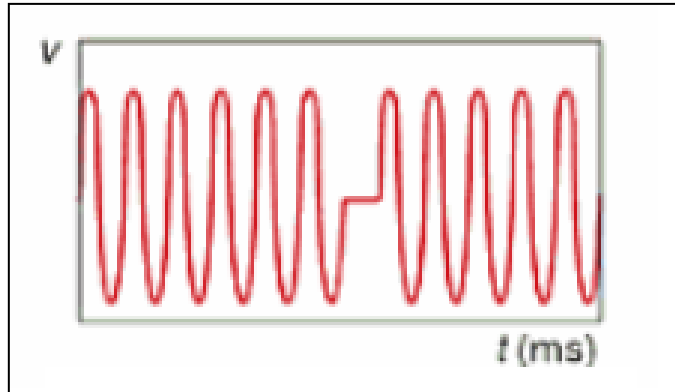


Figura 1.11: Señal del sensor de posición y velocidad.
Fuente: PÉREZ, *Sistemas auxiliares del motor*, 2011.

1.1.4.4 Sensor de posición del eje de levas (CMP).

“Este sistema se utiliza para sensar el régimen y la posición del PMS por medio de una corona especial en el cigüeñal.”⁵. Por tanto, continuando el orden de encendido, el módulo de control conoce la fase en la que se encuentra cada uno de los cilindros con el objeto de ejecutar la inyección y el encendido en el cilindro adecuado *figura 1.12*.

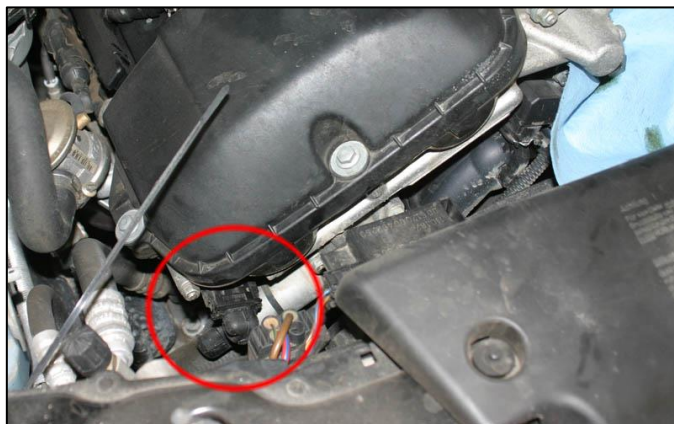


Figura 1.12: Ubicación del sensor CMP.
Fuente: <http://gerardomontoya2amm.blogspot.com/2012/05/arbol-de-elevas.html>

Este sensor, llamado sensor de fase, va ubicado enfrente de un disco que está unido a la cabeza del árbol de levas. En algunos motores acoplan una rueda generatriz con varios dientes según el número de cilindros del motor. Estos dientes no tienen los mismos tamaños, de modo que, comprobando su señal con las del sensor del cigüeñal, la unidad de control electrónico puede mostrar más ligeramente la fase del motor.

⁵ CANDIANO, Gabriel, *Principios de Electrónica Sensores y Actuadores*, U.T.N. Extensión Universitaria, p.45.

También existen sensores de fase de tipo Hall diferencial. Estos sensores están constituidos por dos capas Hall y una rueda generatriz creada de tal forma que genere dos señales enfrentadas en las capas Hall.

1.1.4.5 Sensor de velocidad del vehículo (VSS).

El sensor VSS es el encargado de comunicar la velocidad a la unidad de control electrónico, de manera de aportar un mejor control de ralenti y del proceso de desaceleración *figura 1.13*.



Figura 1.13: Sensor de velocidad del vehículo.

Fuente: <http://www.bulkpart.com/2/product/E4OD-4R100solenoid/D36436B.html>

La señal presentada por este sensor es digital, reconociendo de esta manera la unidad de control la velocidad del automóvil. “Es un sensor del tipo Hall, que transmite una frecuencia proporcional a la velocidad del vehículo, cuando mayor es la velocidad, mayor es la frecuencia”⁶ *figura 1.14*. La aplicación de esta señal se manipula para desactivar la auto adaptación del ralenti, en caso de que el vehículo esté transitando

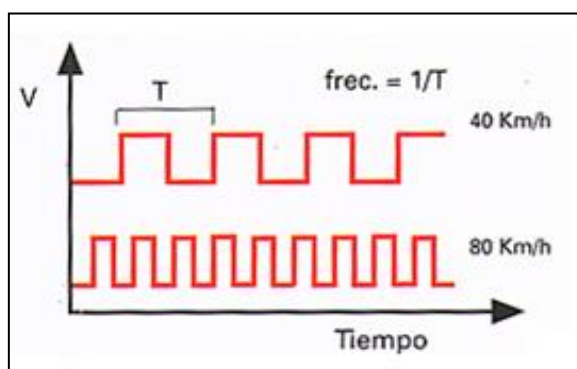


Figura 1.14: Señal del sensor de velocidad del vehículo.

Fuente: CANDIANO, *Electrónica para mecánicos*.

⁶ CANDIANO, Gabriel, *Principios de Electrónica Sensores y Actuadores*, U.T.N. Extensión Universitaria, p.46.

Este sensor de velocidad está ubicado en el propio cambio de marchas, y está formado de un transmisor Hall *figura 1.15*.



Figura 1.15: Ubicación del sensor VSS.

Fuente: <http://www.keywordpicture.com/keyword/dodge%20sensor/>

1.1.4.6 Sensor de posición angular de la mariposa del acelerador (TPS).

“Este sensor consiste en un potenciómetro de resistencia variable, que está montado en el cuerpo de mariposa y accionado por el eje de la misma”⁷ *figura 1.16*. La función del mismo es comunicar a la unidad de control la posición angular de la mariposa.



Figura 1.16: Ubicación del sensor de posición de mariposa TPS.

Fuente: <http://blogelh.blogspot.com/2008/08/actividad-1-ensayo.html>.

⁷ CANDIANO, Gabriel, *Principios de Electrónica Sensores y Actuadores*, U.T.N. Extensión Universitaria, p.38.

El sensor de mariposa del acelerador puede ser un potenciómetro rotativo o un potenciómetro lineal *figura 1.17*. Este está acoplado de tal manera que la señal de contacto se mueva en igualdad al ángulo de la mariposa. Con esta señal la unidad de control puede adoptar las maniobras de marcha lenta, carga parcial, enriquecimiento durante la aceleración, plena carga y situaciones de desaceleraciones.



Figura 1.17: Sensor de posición de mariposa TPS.

Fuente: <http://www.engine-light-help.com/throttle-position-sensor.html>.

Las tácticas que adopta la unidad de control son las siguientes:

- Con la mariposa totalmente cerrada la resistencia del sensor es máxima alcanzando a la unidad de control una tensión mínima de 0.7V. En este caso la misma descifra condición de marcha mínima.
- Con la aceleración total (85 grados), la señal hacia la unidad de control es alrededor de 90% del voltaje de referencia.
- Con la mariposa de aceleración cerrada la señal es cerca del 12% del voltaje de referencia. En posiciones intermedias, la señal es proporcional.

La señal de salida del sensor de mariposa de aceleración manipula un voltaje de referencia igual a 5V. A partir de la señal procedente del potenciómetro de la mariposa se fija la estabilización del ralentí, el control de llenado al ralentí, el control de aire de desaceleración y el incremento de plena carga *figura 1.18*.

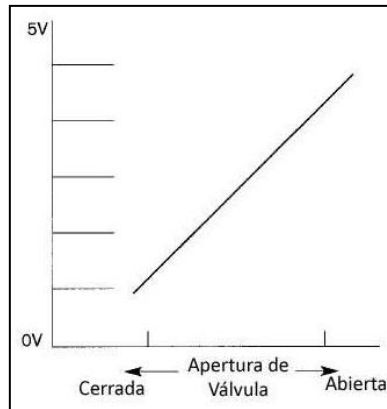


Figura 1.18: Característica del sensor apertura de la válvula vs voltaje.
Fuente: CANDIANO, Electrónica para mecánicos.

1.1.4.7 Sensor de posición del pedal del acelerador (APP).

El sensor de posición del pedal del acelerador (APP) se encuentra localizado junto al pedal del acelerador *figura 1.19*. El sensor está compuesto por dos potenciómetros internos independientes que señalan la posición exacta del pedal en una señal eléctrica, enviándola a la unidad de control del motor.



Figura 1.19: Sensor del pedal del acelerador.

**Fuente: [http://rb-
kwin.bosch.com/mx/es/powerconsumptionemissions/gasolinesystems/direct_gasoline_injection/egas/accele-
rator-pedal_module.html](http://rb-kwin.bosch.com/mx/es/powerconsumptionemissions/gasolinesystems/direct_gasoline_injection/egas/accele-
rator-pedal_module.html).**

En caso de que uno de los dos potenciómetros falle el sistema funcionara normalmente, pero será grabado el código de falla correspondiente en la memoria de la ECM y la luz del check engine quedara encendida. Si la falla ocurriera en los potenciómetros el ralentí será estable pero no se podría acelerar.

El primer potenciómetro genera una señal de 0.5 a 4.5 V y el segundo potenciómetro genera una señal de 1.2 a 5 V *figura 1.20*.

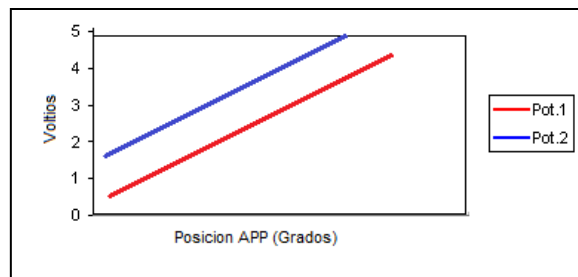


Figura 1.20: Señal del sensor del pedal del acelerador.
Fuente: Autores.

1.1.4.8 Sensor de temperatura del refrigerante (ECT).

Este sensor trabaja en base al principio de coeficiente negativo de temperatura (NTC) *figura 1.21, figura 1.22*, es decir a un aumento de la temperatura provoca una baja de la resistencia del sensor.



Figura 1.21: Sensor de temperatura del refrigerante.
Fuente: CANDIANO, Electrónica para mecánicos.

“La señal de este sensor es necesaria para determinar las alteraciones de los parámetros de funcionamiento del motor durante las fases frío y caliente.”⁸

⁸ CANDIANO, Gabriel, *Principios de Electrónica Sensores y Actuadores*, U.T.N. Extensión Universitaria, p.41.

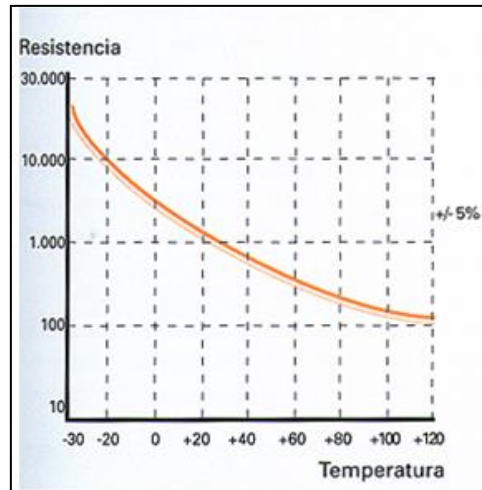


Figura 1.22: Característica del sensor temperatura vs resistencia.
Fuente: CANDIANO, Electrónica para mecánicos.

La temperatura del líquido refrigerante es manipulada por la unidad de control para el cálculo del régimen de marcha lenta, el avance del encendido y la cantidad de combustible a inyectarse. En caso de fallar el sensor de temperatura de líquido refrigerante la unidad de mando está dotada con un valor de repuesto de trabajo de emergencia superior a 0 ° C.

La información acerca de la temperatura del líquido refrigerante es un factor de corrección para muchas funciones del sistema.

Su lugar está condicionado al contacto con el líquido refrigerante. Especialmente es frecuente situarlo a la salida de la culata *figura 1.23*.



Figura 1.23: Ubicación del sensor ECT.
Fuente: <http://www.cadillacfaq.com/faq/answers/headers/16.jpg>.

1.1.4.9 Sensor de temperatura del aire de admisión (IAT).

“El sensor NTC es una resistencia eléctrica que varía con la temperatura con coeficiente negativo, o sea, cuando aumenta la temperatura del aire, la resistencia eléctrica disminuye”⁹ figura 1.24.



Figura 1.24: Sensor de temperatura del aire de admisión.

Fuente: CANDIANO, Electrónica para mecánicos.

Es localizado en el caudalímetro, y en ocasiones, en el sensor de presión absoluta. En otros casos se ubica en el conducto que une el filtro de aire con el colector, antes de la mariposa de gases. Posee una resistencia que desarrolla su valor proporcionalmente al aumento de la temperatura del aire. Su rango de régimen de temperatura suele ser de -40°C a $+120^{\circ}\text{C}$ figura 1.25.



Figura 1.25: Ubicación del sensor de temperatura del aire.

Fuente: http://www.engineperformancechip.com/where_is_my_iat_air_intake_sensor

Esta señal comunica a la unidad de control de la temperatura del aire, y sirve de corrección para la regulación de avance del encendido y del caudal de inyección figura 1.26.

⁹ CANDIANO, Gabriel, *Principios de Electrónica Sensores y Actuadores*, U.T.N. Extensión Universitaria, p.27.

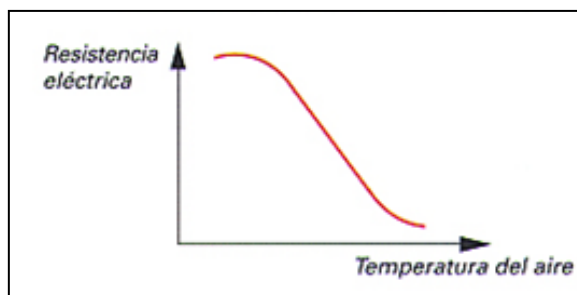


Figura 1.26: Curva característica del sensor IAT.

Fuente: CANDIANO, Electrónica para mecánicos.

1.1.4.10 Sensor de concentración de oxígeno en los gases de escape (O₂).

El sensor de oxígeno de los gases de escape o sonda lambda *figura 1.27*, está situado en el conducto de escape, a una distancia apropiada del múltiple de escape y antes del catalizador. Su función es monitorear los gases de escape para establecer la cantidad de oxígeno presente en ellos y comunicar esta señal a la unidad de control, mediante valores variables de tensión.

“Con esta información, la Unidad de Control ajusta la cantidad de combustible a inyectar para obtener un valor de $\lambda=1$.”¹⁰



Figura 1.27: Sensor de concentración de oxígeno en los gases de escape.

Fuente: <http://www.engine-light-help.com/oxygen-sensor.html>.

En aceleraciones por encima del 70% de apertura de la mariposa, la unidad de control desconoce la información lambda y pasa a trabajar en circuito abierto. Cuando la unidad de control reconoce la información de la sonda, el modo de trabajo cambia y se denomina operación en circuito cerrado.

¹⁰ CANDIANO, Gabriel, *Principios de Electrónica Sensores y Actuadores*, U.T.N. Extensión Universitaria, p.47.

La sonda se constituye de un cuerpo de cerámica porosa de óxido de zirconio que en ambas caras están recubiertas de platino permeable a los gases que hace de electrodo para transportar la tensión generada por la sonda *figura 1.28*. Al alcanzar una temperatura de 300°C la cerámica de la sonda puede transportar iones de oxígeno, si existe una diferencia de oxígeno entre sus caras interior y exterior.

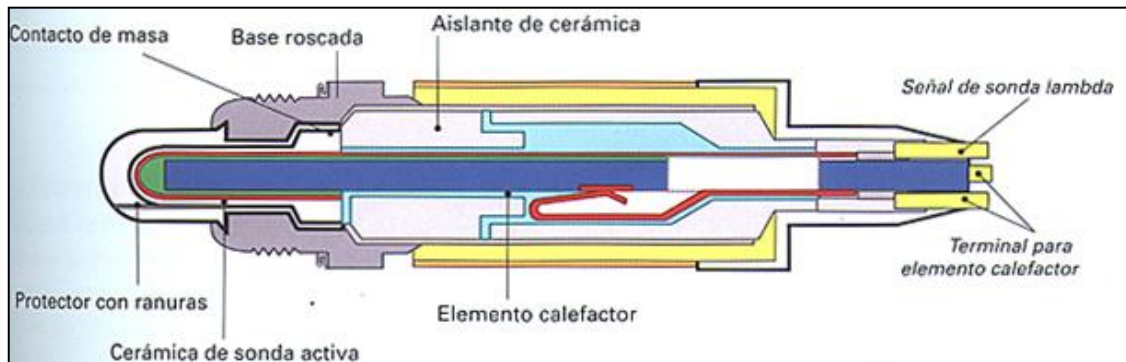


Figura 1.28: Estructura del sensor de oxígeno.
Fuente: CANDIANO, Electrónica para mecánicos.

Una lectura de voltaje mayor de 0.6V indica una mezcla aire/combustible rica, una lectura de menos de 0.4V indica una mezcla pobre *figura 1.29*.

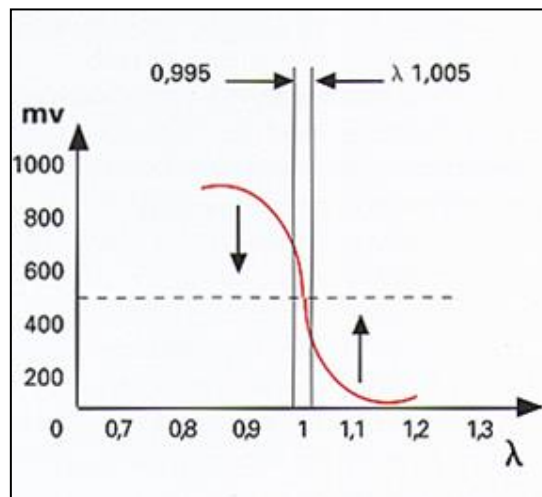


Figura 1.29: Curva característica del sensor de oxígeno.
Fuente: CANDIANO, Electrónica para mecánicos.

1.1.4.11 Sensor de detonación (KS).

Este sensor produce una señal debido a las vibraciones durante el proceso de combustión detonante. También acreditado como detector de picado, corresponde al circuito de encendido. Su misión es comunicar a la unidad de control de la presencia de detonación

para que así esta disminuya el ángulo de avance al encendido, hasta que desaparezca *figura 1.30*.



Figura 1.30: Sensor de detonación KS.

Fuente: <http://www.obd-codes.com/faq/knock-sensor.php>

El sensor de detonación consta de:

Una cabeza metálica dentro de la cual se localiza una pieza de cristal piezoeléctrica que tiene la misión de crear la corriente eléctrica cuando esta es sometida a esfuerzos mecánicos.

El sensor de detonación es: un dispositivo electrónico capacitado en medir la vibración y convertir esta a una señal eléctrica que mide el golpeteo del motor *figura 1.31*.



Figura 1.31: Ubicación del sensor KS.

Fuente: PÉREZ, *Sistemas auxiliares del motor*, 2011.

“El sensor está diseñado para vibrar aproximadamente a la misma frecuencia que el golpeteo del motor (5-6 KHZ).”¹¹

¹¹ CANDIANO, Gabriel, *Principios de Electrónica Sensores y Actuadores*, U.T.N. Extensión Universitaria, p.52.

El sensor de golpeteo o detonación usa un disco muy delgado de cerámica piezoeléctrica, el cual está asociado a un diafragma metálico. Cuando el golpeteo del motor es detectado por el diafragma metálico, este utiliza y libera presión del disco piezoeléctrico, a la frecuencia del golpeteo del motor *figura 1.32*.

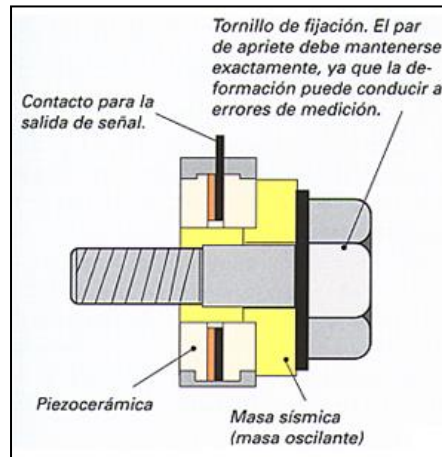


Figura 1.32: Estructura del sensor de detonación.
Fuente: CANDIANO, Electrónica para mecánicos.

Si este golpeteo es más fuerte hace que el diafragma ordene mayor presión al disco piezoeléctrico. El disco va a responder con una salida de voltaje mayor.

La generación de la señal cuando existe detonaciones y no existe detonaciones semejantes a la *figura 1.33*.

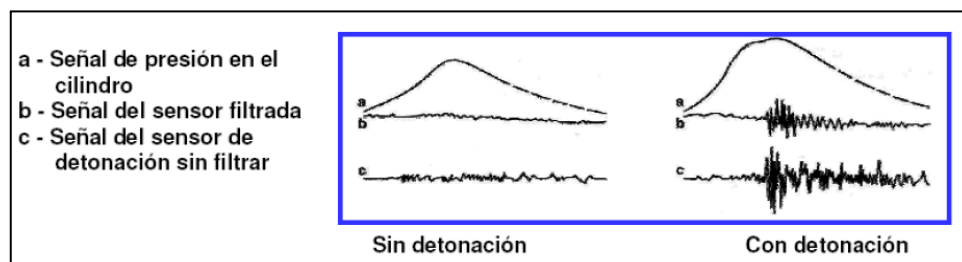


Figura 1.33: Señal originada por el sensor de detonación.
Fuente: CANDIANO, Electrónica para mecánicos.

1.1.4.12 Sensor de velocidad de rueda en el sistema ABS.

“Este sensor tiene su funcionamiento por el principio de reluctancia variable, es una pieza clave en el sistema de freno antibloqueo”¹² figura 1.34.

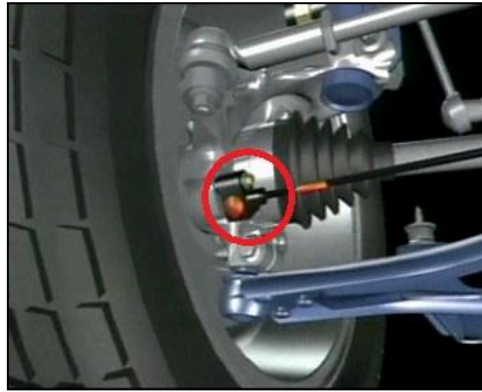


Figura 1.34: Sensor de velocidad de rueda de alta resolución.

Fuente: <http://www.cdtextbook.com/brakes/brake/abs/whlspeedsensors.html>.

La función de este sensor es la de comunicar al módulo electrónico del ABS la velocidad de cada rueda. Cuando la una rueda reduce su velocidad bruscamente, el módulo lo descifra como una tendencia de bloqueo de la misma. En esta circunstancia el módulo electrónico envía una señal al módulo hidráulico para que este impida que la presión del líquido siga aumentando, manteniéndolo en el mismo valor que había alcanzado (Figura 1.35.- Punto A).

Si la velocidad de la rueda permanece en el mismo valor o se reduce, la presión en el cilindro disminuirá, por lo cual perderá fuerza de frenado la rueda. (Figura 1.35.- Punto B).

Si la rueda desarrolla mayor velocidad, por la reducción de la presión, la unidad de control reconocerá que la rueda está totalmente frenada, por lo que acrecentará la presión nuevamente hasta que se provoque una nueva reducción en la velocidad de la rueda (Figura 1.35.- Punto C), regresando de nuevo a un ciclo de regulación.

¹² CANDIANO, Gabriel, *Principios de Electrónica Sensores y Actuadores*, U.T.N. Extensión Universitaria, p.20.

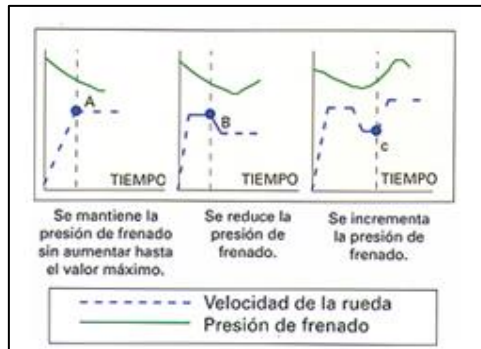


Figura 1.35: Ciclos de regulación en un frenado con ABS.
Fuente: CANDIANO, Electrónica para mecánicos.

1.1.4.13 Sensor de Impacto frontal del Airbag.

El sensor de impacto debe de ser capaz de detectar una colisión y convertir esta en una señal magnética en un lapso de tiempo de pocos milisegundos. “Las fuerzas de aceleración que actúan sobre los sensores inmediatamente después de una colisión pueden llegar a alcanzar 100 g (100 veces la fuerza gravitatoria terrestre)”¹³ figura 1.36.



Figura 1.36: Sensor Frontal de Impacto.
Fuente: Autores.

Su principio de medición, aplicado por los sensores se basa en el efecto de inercia. Si el automóvil es detenido bruscamente debido a un impacto, todos los cuerpos u objetos que no estén fijamente sujetos continuaran moviéndose a la velocidad durante el impacto. El diseño de estos sensores es mediante micromecánica de superficie y provocan la activación de las bolsas de aire figura 1.37.

¹³http://www.volkswagen.com.py/vwcms/master_public/virtualmaster/es_py/comunidad_vw/innovacion/glosariotecnico/crash-sensoren.index.html.



Figura 1.37: Sensor impacto frontal realizado por micromecánica de superficie.
Fuente: <http://www.aficionadosalamecanica.net/sensores3.htm>.

La ubicación de estos sensores de impacto es la parte frontal de la carrocería *figura 1.38*.



Figura 1.38: Ubicación del sensor.
Fuente: <http://www.cdxtetextbook.com/auxil/srssystem/safety/crashsensors.html>

1.1.4.14 Sensor de Posición del Asiento.

El sensor de posición del asiento detecta la posición del asiento del conductor (recorrido de avance). Este sensor utiliza un Hall IC es decir un sensor magnético y sitúa un imán en su lado opuesto. Este sensor muestra el cambio de la corriente magnética, la cual está ocurriendo al momento de mover la placa que está ubicado el circuito Hall IC y el imán *figura 1.39*.

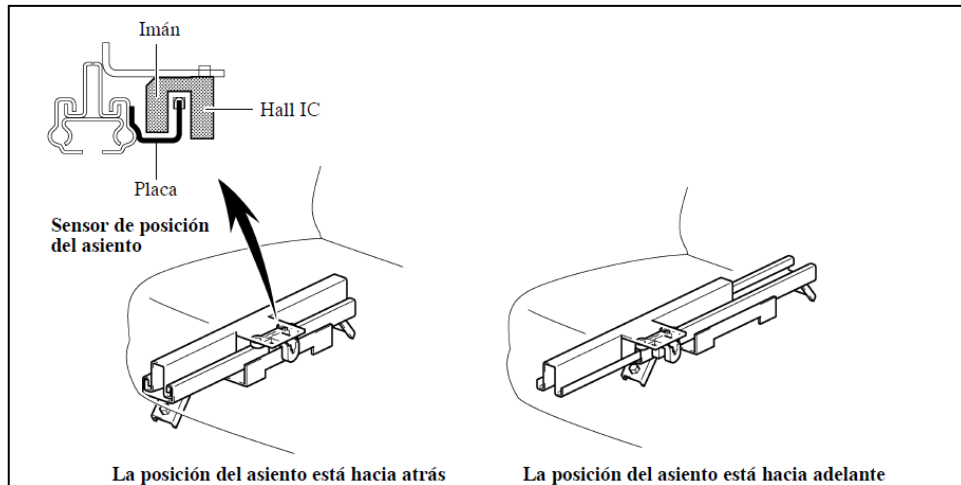


Figura 1.39: Sensor de Posición del Asiento.

Fuente: http://www.andriuz.skynet.lt/soft/auto/Toyota%20Corolla%20Manual%20Cd%20Corolla/ncf/ncf266s/m_nf_0124.pdf

1.2 UNIDAD DE CONTROL ELECTRÓNICO (ECU).

En la actualidad el incesante crecimiento de las prestaciones del automóvil como de seguridad, confort y normativas legales medioambientales han llevado al desarrollo de nuevas tecnologías e implementación de unidades de control electrónico en el automóvil o centralitas *figura 1.40*. Todas estas centralitas son pequeños procesadores que contiene una programación que se ocupa del funcionamiento de un sistema específico del vehículo como del motor, tracción, confort, etc.



Figura 1.40: Unidad de control.

Fuente: <http://www.aficionadosalamecanica.net/cursos-bomba-inyector7.htm>

Las unidades de control tienen como su principal objetivo regular los valores de las salidas de una forma prescrita por las entradas, a través de los elementos de control o actuadores.

Las unidades de control electrónico del automóvil deben realizar sus funciones con exactitud, responder rápidamente, ser estable y responde únicamente a entradas válidas además de soportar altas exigencias como son las altas temperaturas de trabajo, resistencia a ataques externos que pueden dañar su estructura como el aceite, combustible, humedad y resistir esfuerzos mecánicos como vibraciones.

Existen dos formas principales de un sistema de control de alimentación directa o lazo abierto y de realimentación o lazo cerrado.

1.2.1 SISTEMA DE CONTROL DE LAZO ABIERTO.

En el sistema de control de lazo abierto *figura 1.41* la unidad de control recibe una señal eléctrica de entrada y genera una señal de salida hacia los actuadores para realizar el control sistema deseado. Este tipo de control se denomina de lazo abierto, ya que la salida del sistema nunca se compara con la entrada del comando a ver si corresponden.

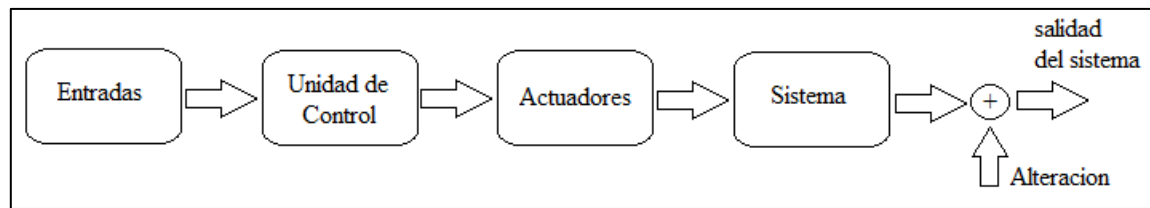


Figura 1.41: Sistema de control de lazo abierto.

Fuente: Autores.

El trabajo de la planta es regulada directamente por el actuador y la salida del sistema podría verse afectada por alteraciones externas que no son parte de la misma pero son los resultados de la operación del sistema.

Una de las principales desventajas de este sistema de lazo abierto es su incapacidad para compensar los cambios que podrían ocurrir en el controlador o el sistema debido a las alteraciones de funcionamiento.

1.2.2 SISTEMA DE CONTROL DE LAZO CERRADO.

En el sistema de control de lazo cerrado *figura. 1.42* se obtiene mediante un sensor, una medición de la variable de salida que está siendo controlada y esta se retroalimenta a la unidad de control.

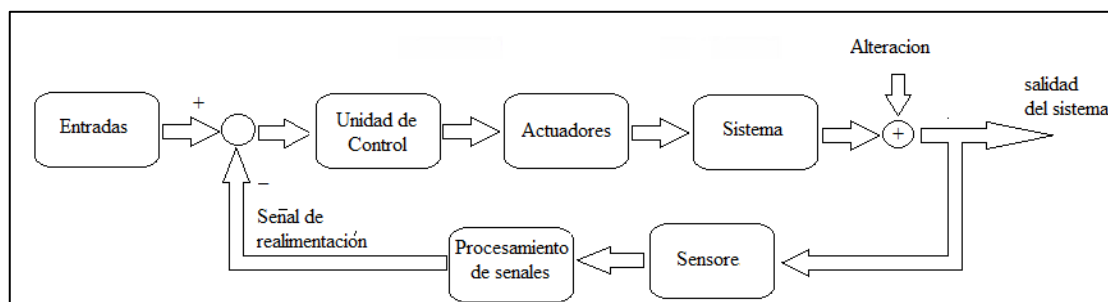


Figura 1.42: Sistema de control de lazo cerrado.

Fuente: Autores.

El valor medido de la variable controlada se compara con el valor deseado para la variable con base a la entrada de referencia la cual crea una señal errónea basada en la diferencia entre el valor deseado y la real de la señal de salida y la unidad de control genera una señal sobre los actuadores para reducir el error a cero. Además mejora su estabilidad y elimina las alteraciones del sistema.

1.2.3 FUNCIÓN DE LA UNIDAD DE CONTROL ELECTRÓNICO.

Las unidades de control electrónico del automóvil reciben y evalúan las señales de los diferentes sensores ubicados en el vehículo las limitan a nivel de señal admisible. El microprocesador calcula a partir de estas señales de entrada según los datos grabados en la memoria genera señales de salida que activan los diferentes actuadores del vehículo para un óptimo funcionamiento *figura 1.43*

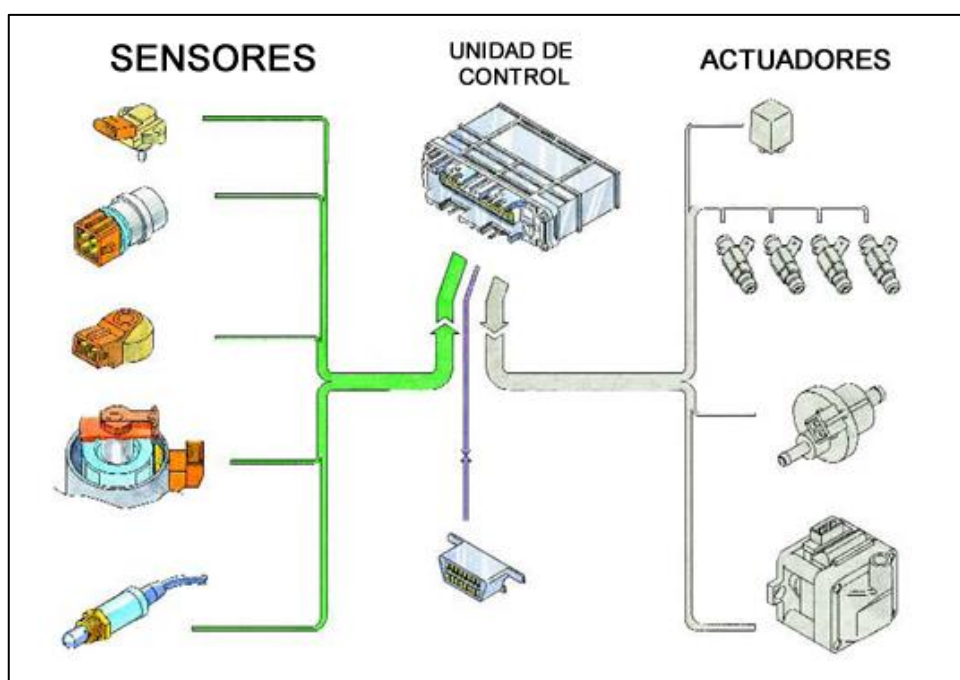


Figura 1.43: Sensores, unidad de control y actuadores.

Fuente: <http://inyeccion-electronica.org/sensores-y-actuadores-automotriz/>

La unidad de control además controla los umbrales de funcionamiento del automóvil y aportan a la resolución de problemas el cual puede diagnosticar por sí mismo y de notificar de problemas específicos a través código de falla o DTC (Diagnostic Trouble Code) que se muestra un testigo luminoso que nos indica avería como check engine, ABS, SRS. etc., sobre el tablero vehículo.

1.2.4 ESTRUCTURA DE LA UNIDAD DE CONTROL.

La unidad de control se encuentra dentro de una caja metálica. Los sensores, actuadores y la alimentación de corriente están conectados a la centralita mediante un socket multipolar, la mayoría de elementos electrónicos se encuentran montados de forma superficial (SMD,

Surface Mounted Devices) de tal manera que la centralita se encuentra conformada por lo siguiente etapas; preparación de las señales, convertidor analógico digital, contador de pulsos, microprocesador y la etapa final o etapa de potencia *figura 1.44*

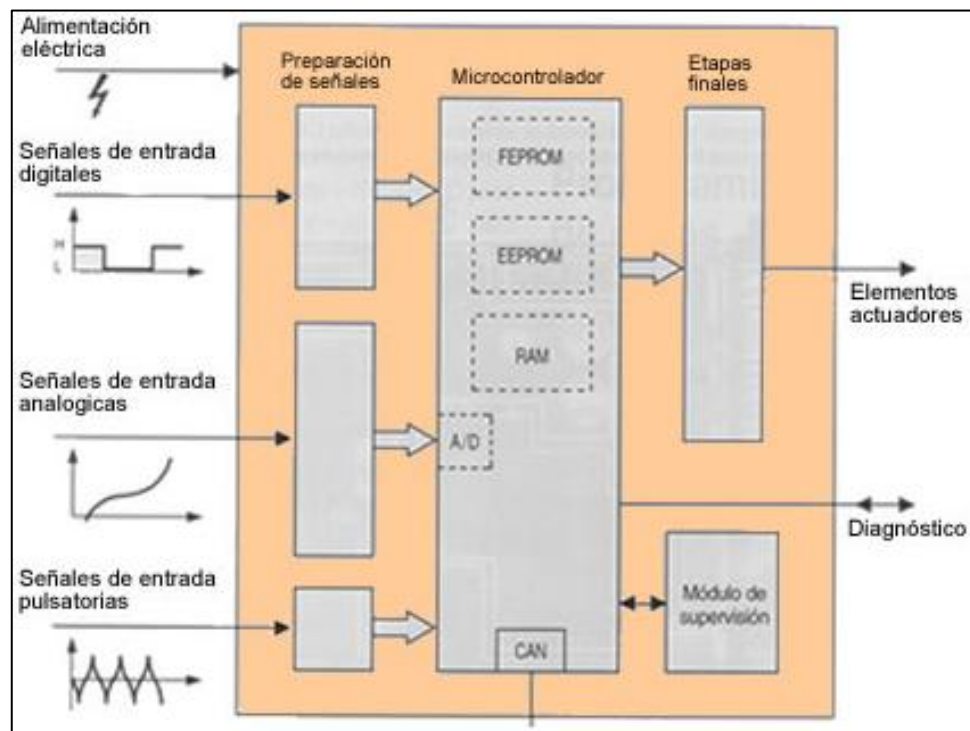


Figura 1.44: Estructura de la unidad de control.

Fuente: <http://www.aficionadosalamecanica.net/corso-bomba-inyector7.htm>

1.2.4.1 Etapa de preparación de las señales.

En esta etapa las señales generadas por los sensores (voltios, ohmios o impulsos magnéticos) que entran a la unidad de control son liberadas de perturbaciones superpuestas mediante la filtración y se adaptan a los niveles de tensión admisible para en microprocesador.

1.2.4.2 Convertidor analógico digital.

El convertidor analógico digital se encarga de recibir las señales de los sensores con las variaciones de tensión previamente ya filtradas y son convertidas en señales digitales teniendo únicamente dos estados “Hight” y “Low” lo que es lo mismo “1” y “0” *figura 1.45*

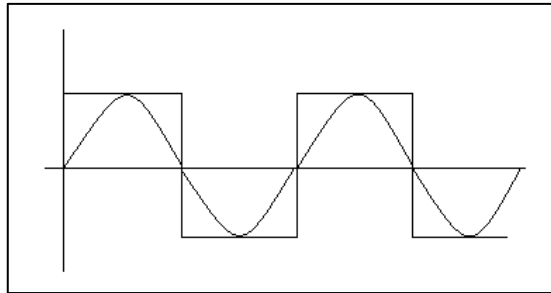


Figura 1.45: Señal analógica y digital.

Fuente: Los Autores

1.2.4.3 Contador de pulsos.

El contador de pulsos o también denominado oscilador es un circuito electrónico que utiliza el efecto piezoeléctrico de un cuarzo para producir con precisión cronometrados pulsos eléctricos utilizados para coordinar y sincronizar todo un sistema y además para activar el procesador y generar una secuencia ordenada de procesos

De la frecuencia del oscilador depende la velocidad de funcionamiento del sistema y no debe superar la frecuencia máxima a la que trabaja el microprocesador.

1.2.4.4 Microprocesador.

El microprocesador es la parte más importante de la unidad de control ya que reúne la información proporcionada por los sensores, la procesa y envía señales eléctricas a los a la fase de salida para que active los diferentes circuitos de los actuadores. Él microprocesador se encuentra dividido en tres memorias ROM, PROM – EEPROM y RAN.

1.2.4.4.1 Memoria ROM.

La memoria ROM o de lectura únicamente un circuito integrado que contiene el software de funcionamiento utilizado por la unidad de control y ejecuta ciertas acciones bajo ciertas circunstancias es decir “Cundo vea que ocurre esto, debo que hacer que ocurra aquello”.

La memoria ROM es un tipo de memoria no volátil es decir que sus datos no pueden ser borrados al desconectar la energía eléctrica ni modificada al realizar un mantenimiento al vehículo.

1.2.4.4.2 *Memoria EEPROM.*

La memoria EEPROM es muy parecida a la memoria ROM no volátil y solo de lectura que puede ser programable y borrable eléctricamente. Este circuito integrado funciona igual con la memoria ROM y contiene información específica del vehículo como tamaño del motor, tipos de transmisión, tamaño y peso del auto, resistencia de rodadura, relaciones de transmisión.

1.2.4.4.3 *Memoria RAM.*

La memoria RAM es una memoria de acceso aleatorio en la cual se almacena códigos de falla del sistema o para realizar operaciones de cálculo u operaciones de señal.

Para que dicha memoria entre en funcionamiento necesita un abastecimiento continuo de corriente, al desconectar la unidad de control por el interruptor de encendido esta memoria pierde todos sus datos almacenados.

1.2.4.5 Etapa final o etapa de potencia.

Una vez que el microprocesador realice el análisis de las señales de entrada las procesa y genera las señales de salida hacia la etapa final con la suficiente potencia generada para controlar los actuadores del vehículo o accionar relés.

Los componentes de potencia de la etapa final que controlan directamente los actuadores están integrados a la caja metálica de tal manera que garantice una buena disipación de calor además está protegida contra cortocircuitos a masa o tensiones de la batería así como de cables interrumpidos o averías de sensores que son reconocidos por el controladores de las etapas finales y son retransmitidos al microprocesador.

1.2.5 TIPOS DE UNIDADES DE CONTROL EN EL AUTOMÓVIL.

Las crecientes exigencias en cuanto a seguridad, confort y exigencias gubernamentales (EPA, Environmental Protection Agency) que buscan disminuir las emisiones de gases y

consumo de combustible de los automóviles han llevado a los fabricantes de vehículos a la implementación de unidades de control electrónico en el auto *figura 1.46* que controlan al menos un subsistema eléctrico del vehículo de las cuales podemos destacar:

- Unidad de control del motor
- Unidad de control Cluster.
- Unidad de control de la transmisión.
- Unidad de control del ABS
- Unidad de control del cambio automático.
- Unidad de control de Air Bag.
- Unidad de control de la dirección asistida eléctrica.

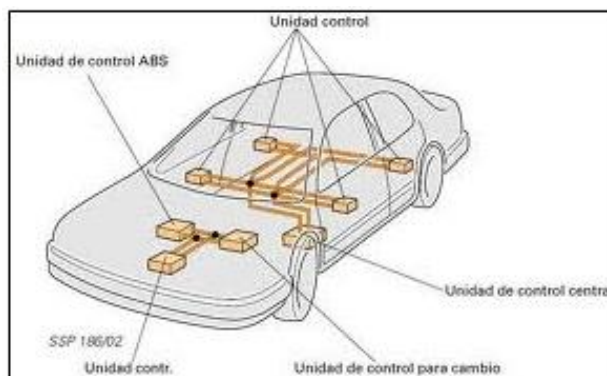


Figura 1.46: Unidades de control en el auto.

Fuente: <http://www.electriauto.com/electronica/can-bus/el-can-bus-de-datos/>

1.2.5.1 Unidad de control del motor.

La unidad de control electrónica del motor (ECM, Engine Control Module) es el centro fundamental para el funcionamiento del motor de combustión interna y tiene la finalidad de obtener en el motor mayor torque, potencia, rendimiento, eficiencia, disminuir el consumo de combustible y emisiones de gases contaminantes.

La ECM administra varios aspectos del motor de combustión interna, las ECM más sencillas solo controlan la cantidad de inyección de combustible en cada cilindro en cada ciclo de funcionamiento del motor. Las ECM más avanzadas además de la inyección controlan el punto de ignición, tiempo de apertura y cierre de las válvulas, el nivel de presión generada por el turbocompresor (motores sobrealimentados) y otros periféricos del vehículo *figura 1.47*.

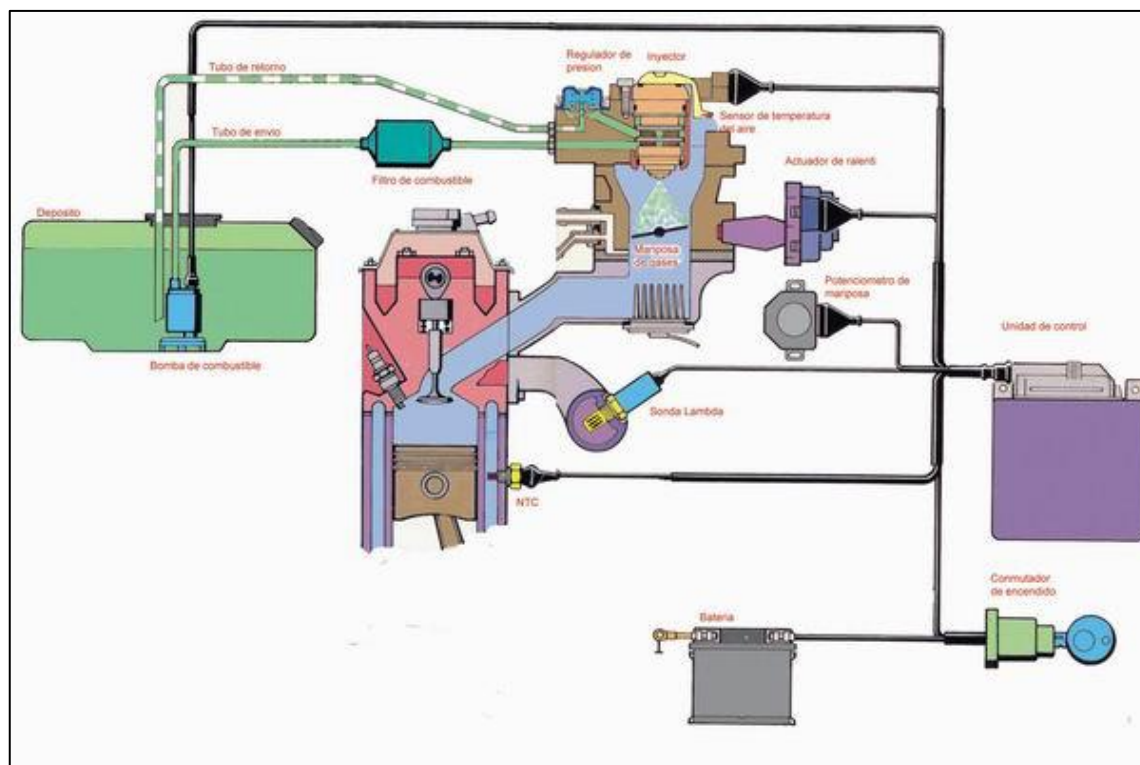


Figura 1.47: Unidad de control electrónico del motor ECM.

Fuente: <http://www.dacarsa.net/basic/divulgacion/sistemaVisual.php?id=610&parrafo=2555>

La ECM monitorea continuamente las condiciones de operación del motor a través de varios sensores localizados en el motor y determina la mejor secuencia de operación para sus órdenes de salida entre los principales sensores tenemos.

- Sensor de posición del cigüeñal CKP.
- Sensor de posición del árbol de levas CMP.
- Sensor de temperatura del refrigerante del motor ECT.
- Sensor de posición de la aleta de aceleración TPS.
- Sensor de flujo de aire MAF.
- Sensor de presión absoluta MAP.
- Sensor de temperatura de aire de admisión IAT.
- Sensor de velocidad del vehículo VSS.
- Sensor de detonación KS.
- Sonda de oxígeno EGO.

La ECM continuamente monitorea aspectos como la mezcla aire/combustible, tiempos de avances de encendido y velocidad de rotación del motor y ordena una de las tantas

funciones que realiza, incluido el manejo de los inyectores de combustible, módulo de encendido, válvula de recirculación de gases de escape EGR, válvula de control de aire en ralentí IAC, bomba de combustible entre otros. Todos estos componentes trabajan en conjunto para lograr el mejor rendimiento del motor y emitir una mínima cantidad de gases contaminantes.

1.2.5.2 Unidad de control Cluster.

El Cluster es la unidad de control que informa al conductor estado de funcionamiento del vehículo y averías en el mismo, costas de una serie de testigos normalizados luminoso o en forma de reloj analógicos, digitales o bien una combinación de los dos.

El cluster consta de varios testigos como indicadores de funcionamiento técnico del vehículo, testigos para control vial, testigos de peligro y testigos de alerta, *figura 1.48*.



Figura 1.48: Unidad de control Cluster.

Fuente: Los Autores.

1.2.5.3 Unidad de control electrónico del ABS.

EL sistema de control de frenos antibloqueo, *figura 1.49* (ABS, Antilock Braking System) en un sistema adicional que aporta a la seguridad del vehículo y sus ocupantes cuya función principal es la de disminuir la probabilidad de sufrir un accidente mejorando el proceso de frenado.

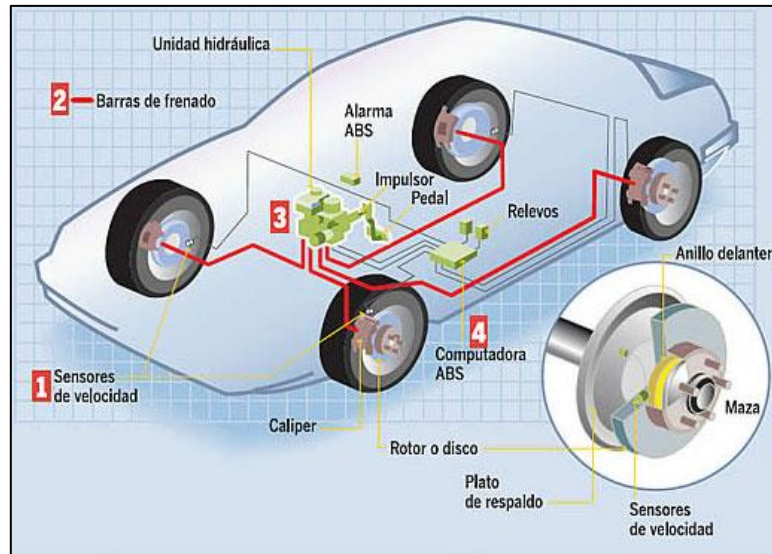


Figura 1.49: Sistema de control de frenos antibloqueo.

Fuente: <http://mecanicoslpp.blogspot.com/2010/07/sistemas-de-frenos-abs.html>

En un proceso de frenado con riesgo de producirse el bloqueo de una o varias ruedas el ABS entra en funcionamiento y adapta el nivel de presión del líquido en cada mordaza de las ruedas evitando el bloqueo de las ruedas mejorando la estabilidad en la conducción, maniobrabilidad y distancia de frenado.

Los sensores de velocidad de giro ubicados en cada una de las ruedas monitorean constantemente la velocidad de las mismas y son enviadas en forma eléctrica a la unidad de control electrónica del ABS donde realiza los cálculos de velocidad aproximada correspondiente del vehículo y es comparada con la con la velocidad de las rueda con la velocidad de referencia y se determina si una de las ruedas presenta amenaza de bloquearse o sufrir un deslizamiento el microprocesador reconoce el fallo y se inicia un proceso de regulación del sistema ABS tras la amplificación de las señales de salida que activa las electroválvulas y motor-bomba hasta alcanzar los umbrales fijados por el límite de bloqueo o de deslizamiento.

1.2.5.4 Unidad de control de la tracción.

Los sistemas de control de tracción (TCS, Traction Control System) tiene la finalidad de impedir la pérdida de adherencia en las ruedas motrices del auto durante el inicio de la marcha o al experimentar aceleraciones mejorando la estabilidad en la conducción y tracción además de mantener la direccionalidad incluso en condiciones de baja adherencia.

Para realizar este objetivo existen dos formas de realizarlo el control de tracción de las ruedas motrices.

La primera es el EDS (Diferencial Aublocante Electrónico) este sistema utiliza la instalación del freno y aprovecha el sistema ABS para su funcionamiento *figura 1.50*.

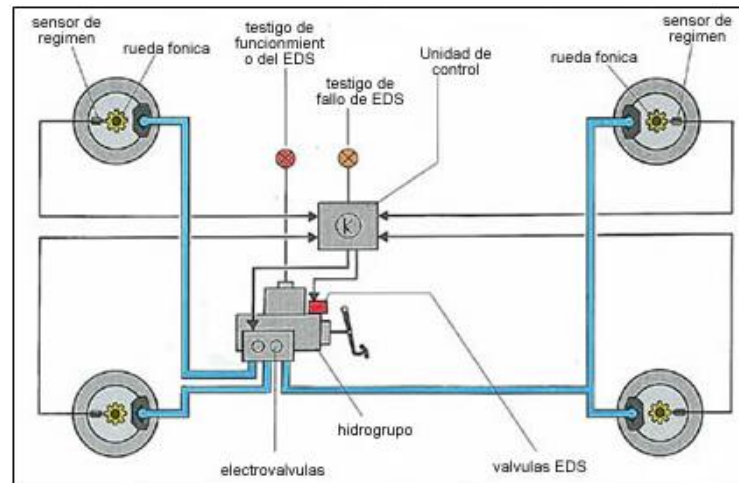


Figura 1.50: Sistema de control de tracción EDS Y ABS.

Fuente: <http://hseguridadactivaypasiva.blogspot.com/>

El segundo sistema de control de tracción TCS *figura 1.51* además de cumplir con la función del diferencial autoblocante limita el giro de ambas ruedas motrices, por ejemplo si ambas ruedas motrices se deslizan sin provocar desplazamiento del vehículo el EDS no podría solucionar debido a que regula la velocidad de giro de las ruedas por la diferencia de velocidad entre las ruedas. Por la que el TCS si lo realiza.

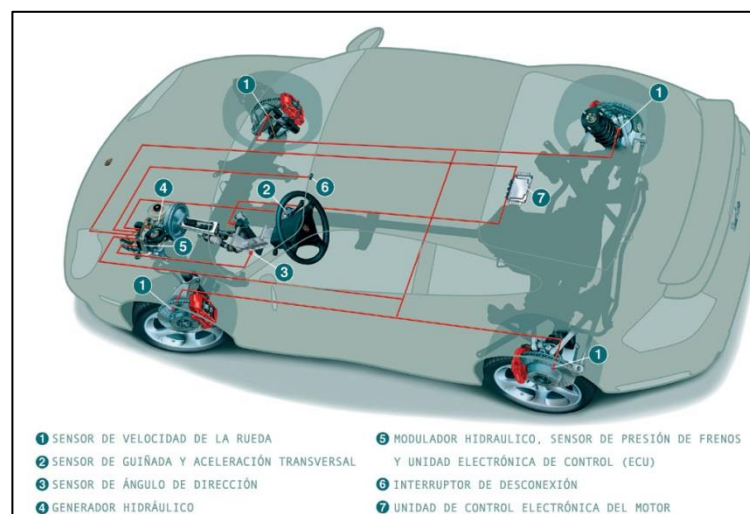


Figura 1.51: Sistema de control de tracción TCS.

Fuente: http://comunidad.patiotuerca.com/profiles/blogs/como-funciona-frenos-abs-y-control-de-estabilidad-esc?xg_source=activity

El sistema TSC al igual que el EDS utiliza la mayoría de componentes del sistema ABS como son los sensores de velocidad de las ruedas la central electrónica y la unidad hidráulica, utilizando unos elementos adicionales como: Bloque de electroválvulas adicionales TC, Presocontacto de seguridad en la cámara de ampliación, Testigo del TCS y TCS CONTROL y Unidad de control simultaneo del TCS y del ABS (este módulo adapta las funciones de TCS en el software del módulo electrónico del sistema del ABS).

La unidad de control de tracción del TCS recibe las señales de los sensores de giro de las ruedas y puede evaluar el grado de patinaje y aceleraciones de las ruedas motrices que son esenciales para la genera los pulsos eléctricos de apertura de las electroválvulas y activación del motor-bomba. La unidad de control del TCS tiene un comportamiento opuesto al del ABS ya que no detecta el bloqueo de las ruedas si no un aumento anormal en la velocidad de giro de las ruedas, al existir una anomalía la unidad de control del TCS detecta la rueda que patina y actúa sobre su mordaza de freno hasta llevarla a una velocidad de rotación normal. Mediante el diferencial este par de frenado que es aplicado la rueda con pérdida de adherencia y el auto disponga de un nivel máximo de tracción. El calculador puede detectar un aumento brusco de la frecuencia de los impulsos generados por los sensores de las ruedas y adopta una nueva estrategia como sobre el par motor en un dialogo directamente sobre el par motor produciendo que la ruedas motrices recuperen su adherencia y manteniendo la potencia en el límite del umbral de perdida.

La unidad de control TCS funciona en lazo cerrado pues recibe continuamente realimentación sobre el estado de funcionamiento del sistema después de una acción para luego realizar otra acción sobre la unidad hidráulica siendo la responsable de enviar líquido hidráulico a presión a las mordazas de freno y poder regular el sistema.

1.2.5.5 Unidad de control del cambio automático.

El sistema de transmisión de cambio automático es capaz de seleccionar las marchas del vehículo sin la intervención del conductor, el cambio de una relación a otra se produce tanto en función de la velocidad del vehículo como régimen de giro del motor con mayores ventajas que los sistemas de transmisión manuales no produce tirones, proporciona mayor confort y aporta en la seguridad activa del vehículo.

Los primeros cambios automáticos se realizaban hidráulicamente para el control de las marchas con el avance de la tecnología el mando hidráulico se convirtió en mando electrónico del cambio hasta llegar a la unidad de control del cambio automático.

La unidad de control electrónica es el cerebro del cambio y determina la marcha mediante operaciones calculatorias continuas para ello utiliza un software gravado en la memoria que contiene curvas características adaptativas *figura 1.52* y dependiendo de las señales de entrada de los sensores toma las decisiones para el control de los actuadores.

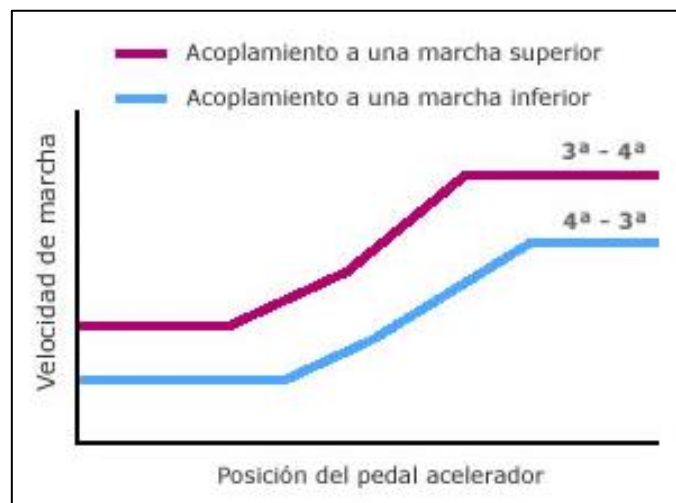


Figura 1.52: Curvas características adaptativas.

Fuente: <http://aficionadosalamecanica.net/caja-cambios6.htm>

Para realizar el acoplamiento de las marchas de acuerdo a las situaciones de marcha debe tener la unidad de control aspectos fundamentales que son: las curvas características adaptativas señales de entras y el control de las electroválvulas y sensores *figura 1.53*.

La unidad de control de cambio automático se encuentra por lo general ubicada en la transmisión junto con el grupo de control hidráulico y entre las principales señales de entrada que recibe tenemos:

- Sensor de posición del pedal de aceleración.
- Sensor de velocidad del vehículo.
- Sensor de revoluciones del cambio.
- Sensor de número de revoluciones del motor
- Sensor de temperatura del aceite.
- Sensor de posición de la palanca selectora.

- Sensor de accionamiento del pedal de freno.
- Conmutador de sobregas.

Estas señales son procesadas en la unidad de control y emiten señales de salida sobre los actuadores para proporcionar un eficiente funcionamiento de la transmisión del vehículo entre principales actuadores tenemos.

- Grupo de control hidráulico (electroválvulas).
- Bloqueo de la palanca selectora.
- Ajuste del par motor.
- Sistema de aire acondicionado.
- Bloqueo del arranque y luz marcha atrás.
- Display de la palanca selectora.
- Válvula de anulación del convertidor de par.

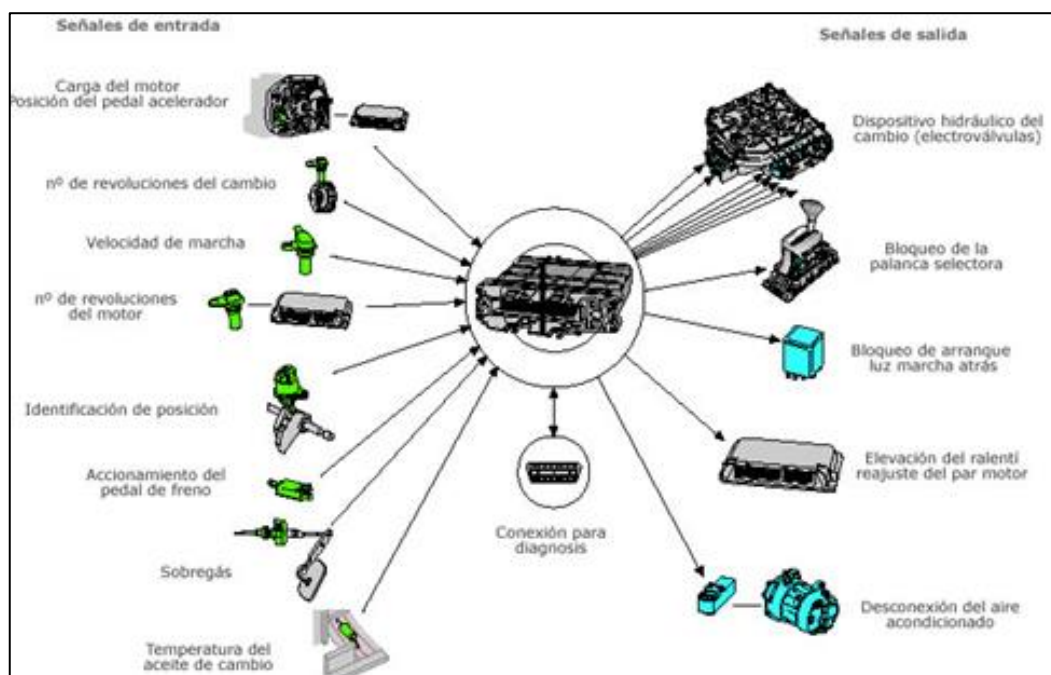


Figura 1.53: Unidad de control del cambio automático sensores y actuadores.

Fuente: <http://aficionadosalamecanica.net/caja-cambios6.htm>

1.2.5.6 Unidad de control del Air bag.

El sistema de seguridad pasiva SRS Air bag (Supplemental Restraint System) del vehículo están destinados a disminuir las lesiones del conductor y sus ocupantes en una colisión fortuitas.

El SRS Airbag están controla por su propia unidad de control y constantemente recibe señales emitidas por los sensores de impacto frontales, laterales y posteriores del airbag principalmente fuertes desaceleraciones en lapsos muy cortos de tiempo si dichas desaceleraciones superan los umbrales estipuladas por el procesador del módulo, envía la orden de activación de los airbag y pretensores. La cual genera una señal eléctrica que consume un componente químico alojado en la espoleta que se consume y libera gran cantidad de nitrato de sodio provocando que las bolsas se inflen en 20 mseg *figura 1.54*

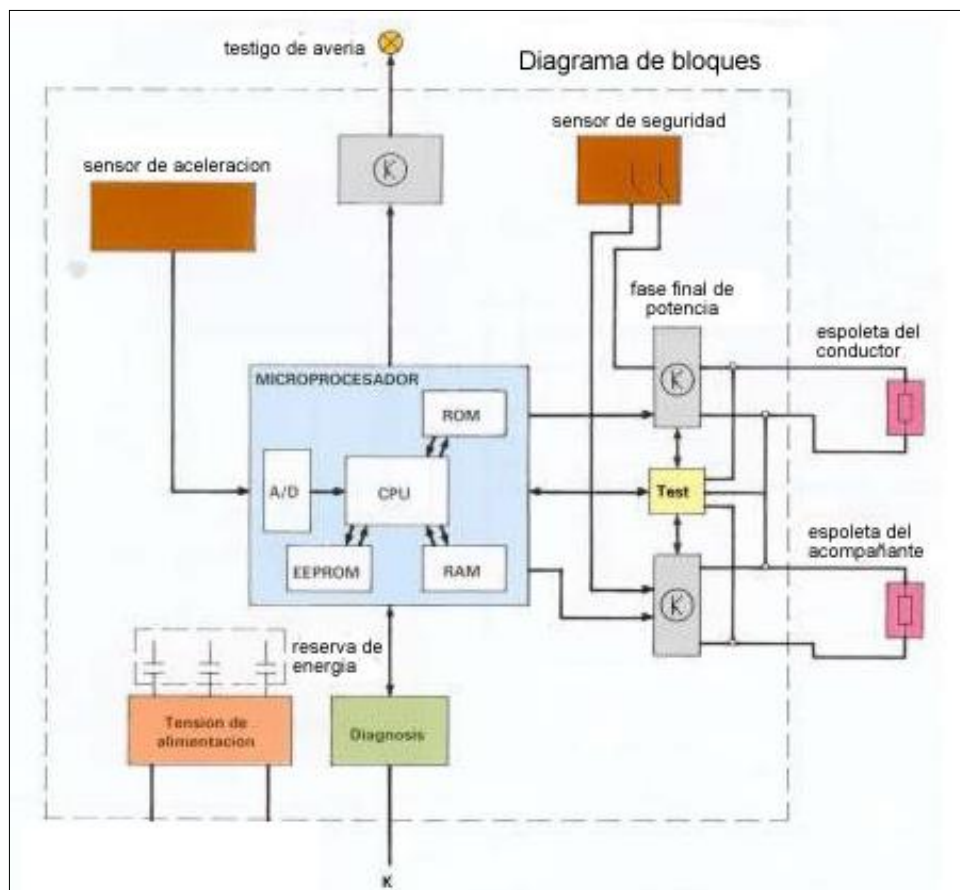


Figura 1.54: Unidad de control del SRS Airbag.

Fuente: <http://www.aficionadosalamecanica.net/airbag.htm>

En la actualidad los diseños de los airbags frontales se desarrollan en su activación de dos etapas cuya característica es que la magnitud del inflado de las bolsas depende de la

magnitud del impacto detectada por el módulo además de ir incorporando airbag laterales, rodilla, talón y peatones.

1.2.5.7 Unidad de control de la dirección.

Los sistemas de dirección asistida permiten disminuir la fuerza aplicada por el conductor sobre el volante para dar una dirección al vehículo deseada por el conductor.

En la actualidad los sistemas de dirección de asistencia hidráulica han sido sustituidos por sistemas de asistencia eléctrica las cuales son controladas por una unidad de control electrónico los cuales permiten adaptar la asistencia a la dirección en dependencia con la velocidad del vehículo al igual haciendo variar el esfuerzo aplicado sobre el volante según la velocidad, al no recibir un movimiento desde el motor el vehículo no presenta problemas mecánicos asociados con la transmisión por correa como sucede en las de asistencia hidráulica y reduce el consumo de combustible. Existen dos formas de asistencia eléctrica en el sistema de dirección del vehículo.

El primer tipo de dirección asistencia electro-hidráulica (EHPS, Electro-Hydraulic Powered Steering) *figura 1.55* este tipo de dirección asistida es muy parecida a la de asistencia hidráulica con la diferencia que en lugar de utilizar una bomba que recibe la transmisión desde el motor utiliza un motor eléctrico controlado por una ECU para mover la bomba hidráulica.

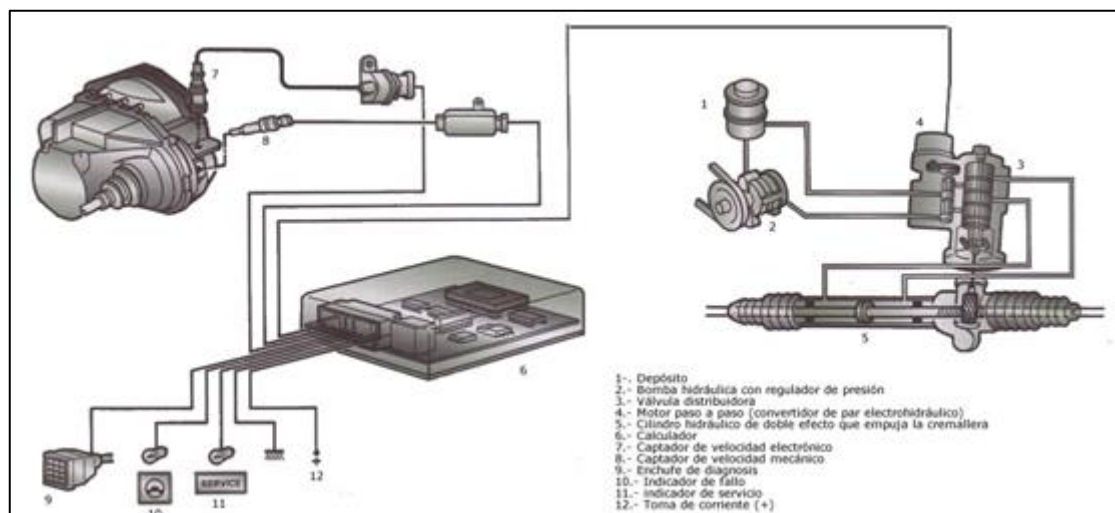


Figura 1.55: Dirección asistencia electro-hidráulica EHPS.

Fuente: <http://www.aficionadosalamecanica.net/direccion-asistencia-variable.htm>

La dirección eléctrica EPS (Electrical Powered Steering) *figura 1.56* este sistema utiliza un motor eléctrico para generar la asistencia en la dirección controlado por una ECU frente a las hidráulicas y electro-hidráulicas no utilizan energía hidráulica y son más ligeras y simple al eliminar la instalación de todo un circuito hidráulico.

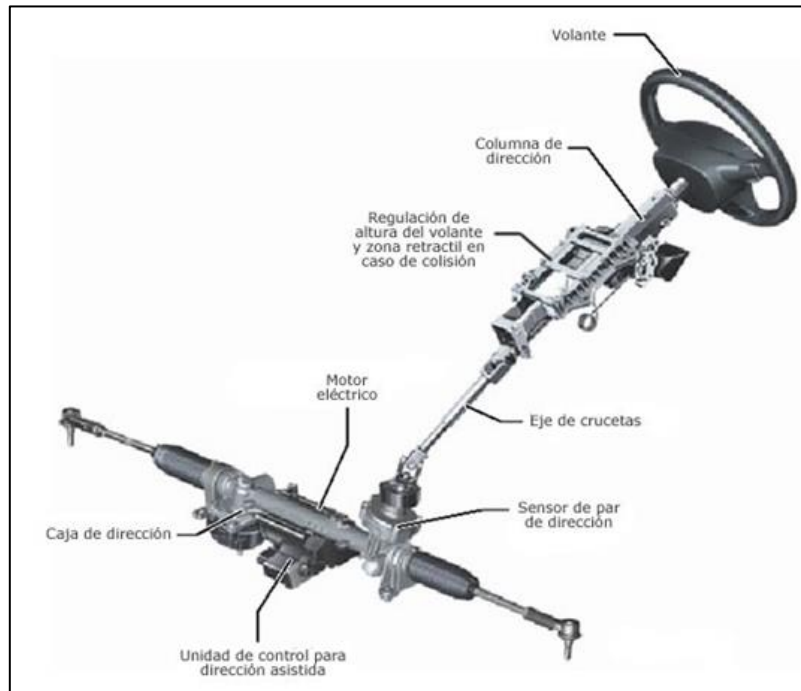


Figura 1.56: Dirección asistida eléctrica EPS.

Fuente: <http://www.aficionadosalamecanica.net/direccion-asistida-electr.htm>

La ECU de la dirección va fijada directamente sobre el motor eléctrico y recibe señales de entrada de los sensores de.

- Sensor del ángulo de la dirección.
- Sensor de régimen del motor.
- Sensor del par de dirección.
- Sensor de la velocidad del vehículo.

La unidad de control de la dirección calcula las necesidades momentáneas de la servo-asistencia para la dirección, calcula la intensidad de corriente para a la aplica al motor eléctrico.

La ECU además tiene incorporado un sensor térmico para controlar la temperatura del sistema de dirección, si esta esta sobre los 100°C se reduce de forma continua la asistencia.

1.3 ACTUADORES.

Los actuadores son dispositivos manipulados por medio de señales eléctricas, las mismas que son comandadas por la unidad de control. Las señales de entrada son variables, estas variables se comparan en la unidad de control, obteniendo una señal de error, la cual sirve para que los actuadores controlen los diversos sistemas para el buen funcionamiento del motor.

La gran mayoría de los sensores están ubicados en el motor de combustión y en el sistema de transmisión. En los automóviles modernos se encuentran más subsistemas, por lo que también se estudiarán aquellos actuadores.

1.3.1 FUNCIÓN.

La función básica de un actuador es proporcionar una fuerza para mover los sistemas mecánicos o regular las entradas y salidas de los sistemas y subsistemas del automóvil para un obtener un óptimo funcionamiento del vehículo, por ello es necesario e importante la disposición apropiada de los actuadores a utilizar que determinen un buen desempeño de todos los sistemas del automóvil.

1.3.2 CLASIFICACIÓN.

Los actuadores se clasifican según la función que vaya a desempeñar en dicho sistema, pero hay dos tipos de actuadores esenciales, los cuales son:

- Actuadores rotativos.
- Actuadores lineales.

1.3.2.1 Actuadores rotativos.

Este tipo de actuador genera un movimiento giratorio en su eje motriz, lo que nos permite utilizar o gobernar algún elemento con movimientos angulares, entre estos tenemos:

- Motor eléctrico rotativo (regula la marcha lenta)
- Motor paso a paso (Regula el ralentí).

1.3.2.2 Actuadores lineales.

Estos actuadores generan un movimiento deslizante, lo que nos permite gobernar elementos que necesiten desplazarse una cierta distancia, entre ellos tenemos:

- Electroválvula Inyectora.
- Electroválvula reguladora de ralentí (Duty Cycle).
- Electroválvula EGR
- Electroválvula del Cánister.

De los actuadores lineales y rotativos también se derivan por su fuerza a entregar, entre los cuales tenemos:

- Actuador hidráulico
- Actuador neumático
- Actuador eléctrico

Para los actuadores en aplicaciones automotrices tenemos también con fuerza generadora mecánica por medio de un muelle o pueden combinarse para vencer una fuerza denominándose electromecánicos, también tenemos una combinación de fuerzas los que pueden ser actuador hidráulico-neumático, Actuador electro-neumático, actuador electro-hidráulico *tabla 1.1*.

Tabla 1.1: Tipos de actuadores y su aplicación en el automóvil.
Fuente: Autores.

Actuadores	Hidráulico	Neumático	Eléctrico
Generador de fuerza	Presión aceite	Presión de aire	Energía eléctrica.
Elemento motriz.	Embolo o pistón (eje piñón)	Embolo o pistón (eje piñón)	Motor eléctrico. (reductor)
Aplicación	Regulador de presión del combustible.	Regulador de presión del combustible. Válvula EGR, Etc.	Motores paso a paso reguladores de ralentí, regulación de aleta de mariposa, etc.

En la *tabla 1.1* si dos actuadores se repiten en la aplicación entonces el actuador será una combinación de ambos, por ejemplo el regulador de presión de combustible será Hidráulico-mecánico ya que utiliza estos dos fluidos para accionar el dispositivo actuador.

1.3.3 ACTUADORES EN EL VEHÍCULO.

El vehículo consta de diversos actuadores ubicados en diferentes sistemas del vehículo que tienen el objetivo de regular el flujo de los sistemas para su óptimo funcionamiento, entre los cuales tenemos:

- Inyectores
- Reguladores de ralentí
- Válvulas varias: recirculación de gases de escape (EGR), purga del Cánister, etc.
- Bobinas de encendido

1.3.3.1 Inyector.

El inyector es el único elemento actuador para quien trabajan todos los sensores y actuadores del sistema de inyección electrónica.

Los inyectores son actuadores lineales (electroválvulas), que son controlados por un solenoide, que permite controlar la dosificación del combustible, es decir cierran o abren la válvula para bloquear o permitir el paso del combustible en el colector de admisión, y por medio de las válvulas guiar el combustible a los cilindros.

Su funcionamiento de apertura se da cuando la unidad de control del motor emite una señal eléctrica a los bobinados del solenoide del inyector, la válvula de agujas es un elemento móvil conectado al solenoide inducido, y es conmutada hacia arriba por la activación de los bobinados de solenoide al tener una corriente eléctrica en el bobinado, de esta manera permite abrir el inyector y obtener un flujo de combustible presurizado a través del mismo. Ver *figura 1.57*.

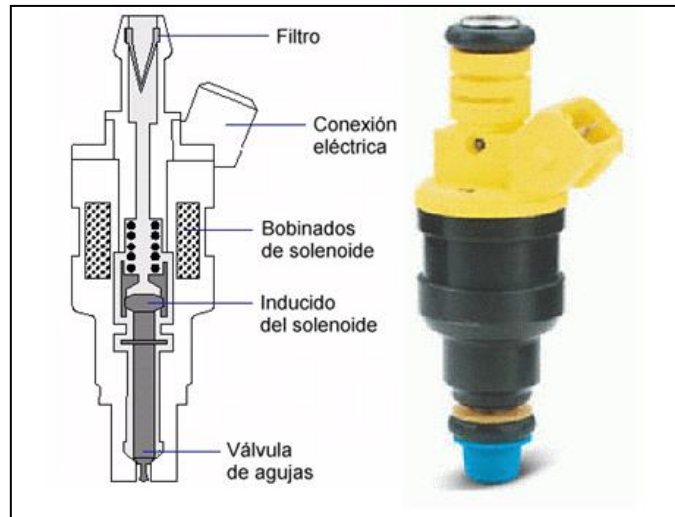


Figura 1.57: Conformación del Inyector.

Fuente: Autores.

Cuando no hay señal eléctrica enviada por la unidad de control al bobinado de solenoide, no hay flujo de combustible ya que el resorte ayuda a mantener la válvula de agujas apegada a la boquilla del inyector, lo que no permite el paso del combustible al colector de admisión.

1.3.3.1.1 Señal del inyector sin regulador de corriente.

La unidad de control (ECU) gobierna el tiempo de apertura del inyector, conectando a masa un terminal del inyector para abrirlo o desconectar para que permanezca cerrado, el otro terminal va conectado directamente a positivo de la batería.

En la *figura 1.58* el numeral 1 indica el pico de sobretensión creado por la desaparición del campo magnético, al desconectar la masa del inyector, los numerales 5 y 2 indican el momento de conexión y desconexión de las bobinas del inyector, el numeral 3 es la duración o tiempo en el que el inyector permanece abierto, por último el numeral o zona 4 indica los momento en los que el inyector se encuentra cerrado o desconectado.

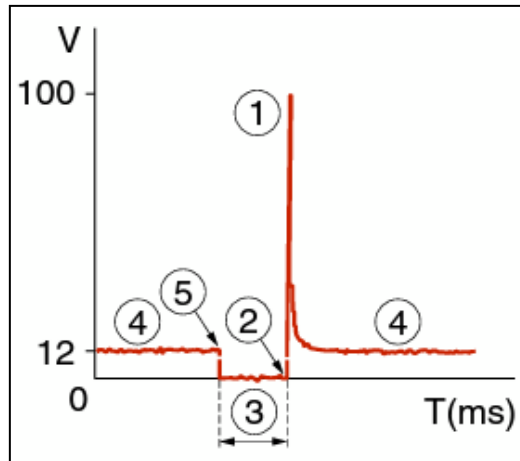


Figura 1.58: Señal sin regulador de corriente.
Fuente: PARDIÑAS José, Sistemas auxiliares del motor ,2007.

1.3.3.1.2 Señal del inyector con regulador de corriente.

Se regula la corriente por la razón que “La intensidad eléctrica consumida por un inyector para realizar la apertura es mayor que la necesaria para mantenerlo abierto”¹⁴ esto ayuda al ahorro de potencia eléctrica consumida cuando el inyector se encuentre abierto.

En la *figura 1.59* la zona 1 muestra la apertura del inyector cuando la unidad de control del motor conecta directamente a masa un terminal del inyector.

El punto 2 indica a la ECU que el inyector está abierto, la ECU sabe cuándo la aguja del inyector se desplaza por medio de la corriente consumida

La zona 3 la Ecu mantiene abierto el inyector por medio de impulsos rápidos, ya que no se necesita todo el voltaje de batería para mantenerlo abierto, los picos de voltaje son generados por conectar y desconectar el inyector, y sobrepasan los 12 voltios ya que desaparece el campo magnético en la bobina del inyector generando así los picos de voltajes elevados.

La zona 4 es el tiempo de duración de la inyección o tiempo de apertura del inyector, este tiempo es igual a la suma de la zona 1 más la zona 3.

La zona 5 se crea por el desconectado de la alimentación, entonces el campo magnético desaparece y se generan los picos de voltaje.

¹⁴ PARDIÑAS José, *Sistemas auxiliares del motor*, 1^{ra}. Edición, Editorial EDITEX, Madrid, 2007, P. 235

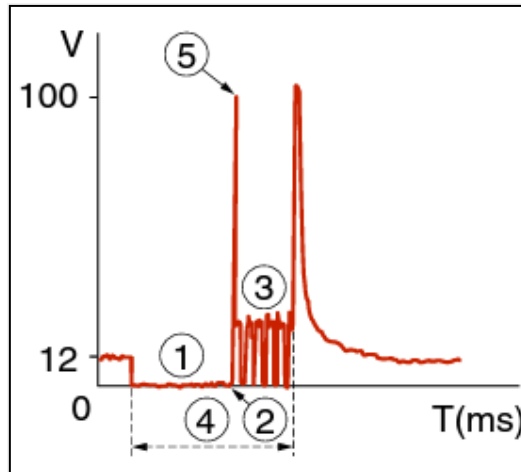


Figura 1.59: Señal con regulador de corriente.
Fuente: PARDIÑAS José, Sistemas auxiliares del motor ,2007.

1.3.3.2 Reguladores de ralentí.

Los reguladores de ralentí son válvulas que sirven para que se regule automáticamente las revoluciones mínimas del motor de combustión en cualquier situación de carga como: cargas eléctricas, encendido del aire acondicionado, motor frío, etc.

Se encuentran en el cuerpo de mariposa permitiendo el paso del aire por medio de un bypass hacia el colector de admisión aun cuando la aleta de mariposa este cerrada, es por ello que con esta válvula se puede regular las rpm.

Las válvulas de regulación de ralentí pueden ser:

- Válvulas de carga cíclica (Duty Cycle)
- Motor paso a paso
- Motor rotativo.

1.3.3.2.1 Válvulas de carga cíclica (Duty Cycle).

Esta válvula deja pasar aire por medio de un bypass o paso de sección variable, este dispositivo consta de algunos elementos para controlar el paso del aire que son: núcleo que controla el paso del aire, una bobina que controla el núcleo *figura 1.60*.

Este actuador se alimenta permanentemente con voltaje de la batería cuando del switch de encendido está en la posición ON, en ese momento un campo magnético formado por la bobina atrae al núcleo hacia arriba y el paso de aire está totalmente abierto.

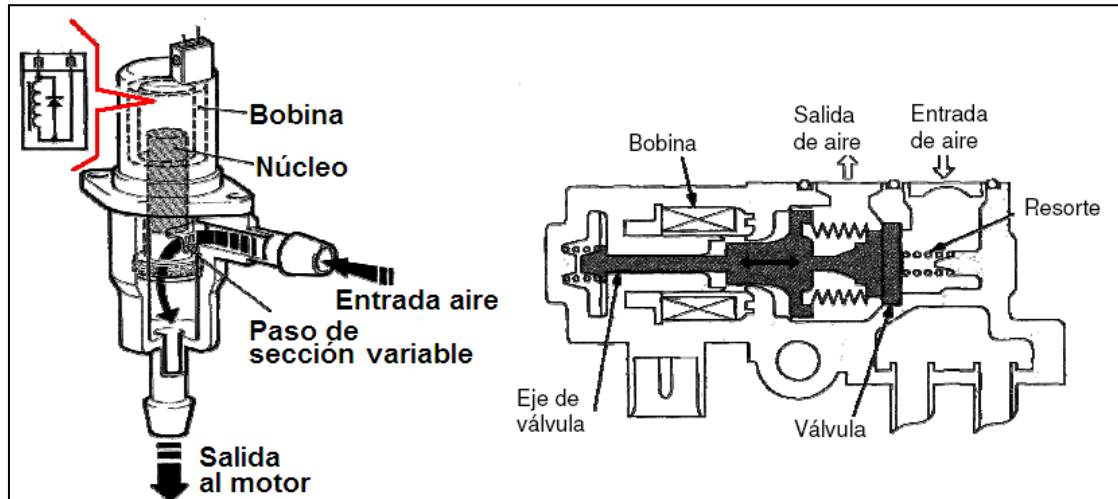


Figura 1.60: Esquema de válvulas de carga cíclica.

Fuente: <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/1161/2/CAPITULO%20III.pdf>

Para regular el paso del aire la unidad de control del motor, regula el desplazamiento del núcleo a través de la duración del ancho de pulsos, con una frecuencia constante de pulsos negativos. *Figura 1.61.*

La duración del ancho de pulsos determina el paso del aire, es decir si la duración del pulso es largo entonces la válvula permite más paso del aire, y si la duración del pulso es pequeño se obtendrá menos paso de aire, en la *figura 1.61 (a)*, permitirá que la válvula de un paso de aire menor a *(b)*.

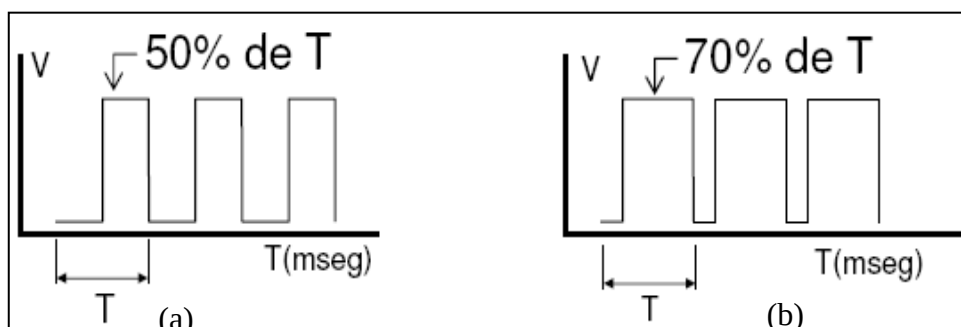


Figura 1.61: Concepto de carga cíclica.

Fuente: <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/1161/2/CAPITULO%20III.pdf>

1.3.3.2.2 Motor pasó a paso.

El motor controla el paso del aire adicional, por medio de un embolo cónico que cierra o abre un bypass al colector de admisión después de la aleta de mariposa, regulando de esta manera la marcha lenta *figura 1.62*.

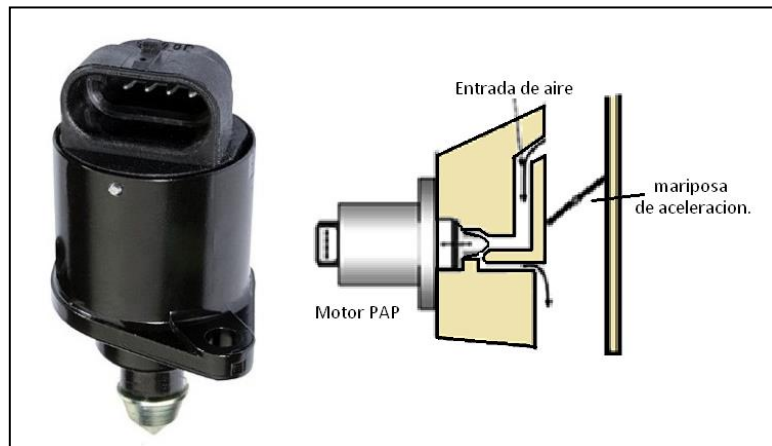


Figura 1.62: Ubicación del motor pasó a paso.

Fuente: Autores.

El motor paso a paso actúa bajo el mando de la unidad de control, es capaz de ajustar el paso del aire con 225 pasos, y es tan veloz que puede llegar a alcanzar hasta 160 pasos aproximadamente por segundo, con estas características que posee, se obtiene un ajuste bastante preciso de ralentí.

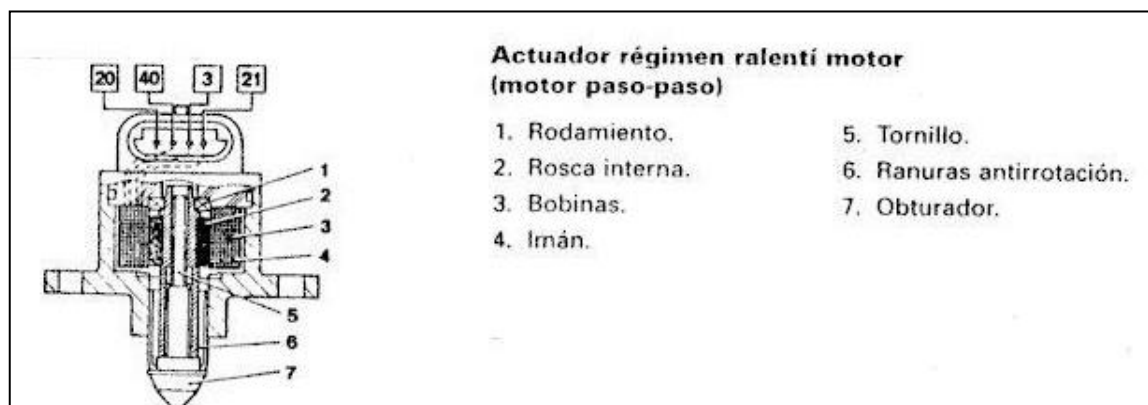


Figura 1.63: Constitución de motor pasó a paso.

Fuente: <http://electronicodelautomovil.blogspot.com/>

Su funcionamiento se basa en la secuencia dada por la ECU de a cada pin del motor, *figura 1.63*. Consta básicamente de dos bobinas y un imán para dar movimiento al tornillo o

embolo cónico, y regular el paso del aire para el ralentí. La secuencia que se debe tener en los pines para que gire el motor paso a paso se muestra en la *figura 1.64*.

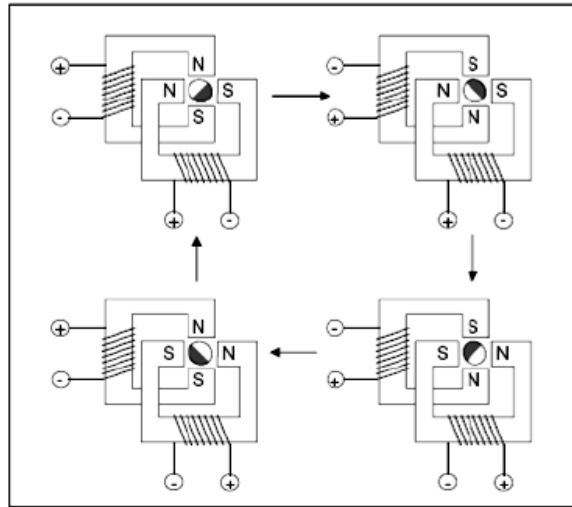


Figura 1.64: Esquema de funcionamiento de un motor pasó a paso.

Fuente: <http://dspace.upv.es/bitstream/123456789/1161/2/CAPITULO%20III.pdf>

Aplicando esta secuencia que nos indica PÉREL¹⁵ a los pines del motor obtendremos el giro del tornillo para un lado determinado, si se le aplica la secuencia empezando desde el fin el giro del tornillo será al lado contrario descrito anteriormente. Esta secuencia para gobernar el motor de pasos, describe una onda cuadrada mostrada en la *figura 1.65*.

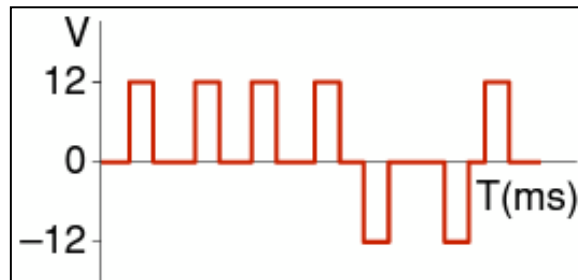


Figura 1.65: Ondas de comando para el motor pasó a paso.

Fuente: PARDIÑAS José, *Sistemas auxiliares del motor*, 2007.

La ECU calibra la IAC, extendiendo completamente el embolo cónico, y de esta forma establecerá la posición cero, para luego contraerla al vástago a la posición deseada para establecer el ralentí.

¹⁵ PARDIÑAS José, *Sistemas auxiliares del motor*, 1^{ra}. Edición, Editorial EDITEX, Madrid, 2007, P. 236

1.3.3.2.3 Motor rotativo.

Este sistema de regulación controla el bypass con una aleta obturadora.

El motor *figura 1.66* consta de dos imanes y un inducido para generar el movimiento de la aleta que viene solidaria con el eje, trae un muelle que permite a la aleta quedarse en posición de reposo cuando el motor deja de ser alimentado por medio de la unidad de control.

El giro de este motor es limitado llegando a un tope de 75° (regulando en este rango, la apertura del paso del aire), esta aleta se abrirá dependiendo de la unidad de control mediante impulsos de onda cuadrada que llegaran al inducido.

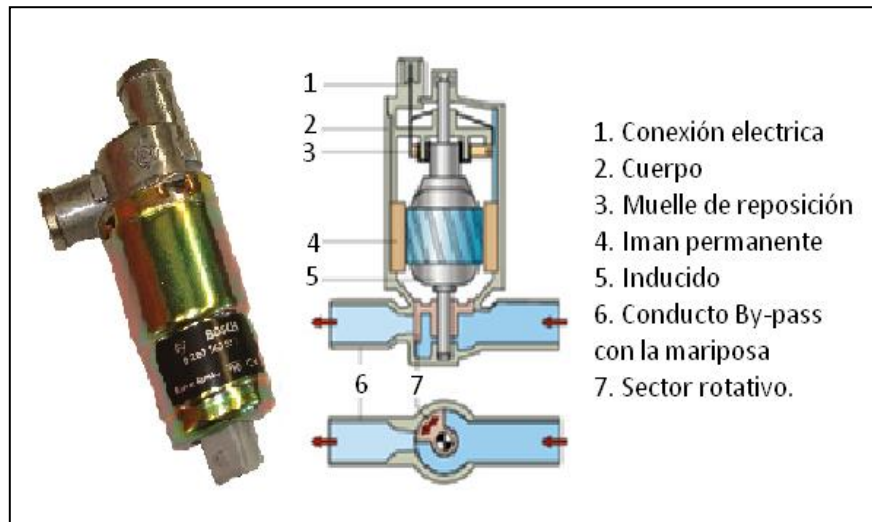


Figura 1.66: Constitución del regulador de ralentí con motor rotativo.

Fuente: PARDIÑAS José, Sistemas auxiliares del motor ,2007.

Tenemos dos tipos de motores rotativos para la regulación del ralentí los cuales son:

- Válvula de bobina simple.
- Válvula de bobina doble.

1.3.3.2.4 Válvula de bobina simple.

Uno de sus terminales va conectado directamente al positivo de la batería, el otro terminal va a la unidad de control quien cerrará el circuito enviando pulsos negativos para comandar el giro del motor en un sentido *figura 1.67*, un muelle ubicará a la aleta en la posición de reposo.

La frecuencia de los pulsos que genera la unidad de control está en un rango de 120 Hz a 170Hz, el valor de las resistencias de la bobina oscila entre 8 a 10 ohmios.

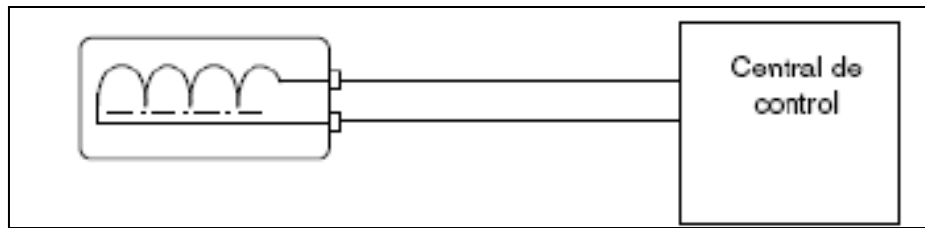


Figura 1.67: Esquema de conexión de una válvula de bobina simple.

Fuente: <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/1161/2/CAPITULO%20III.pdf>

La figura 1.68 muestra la señal enviada por la unidad de control donde el numeral 1 muestra el tiempo en el que la ECU alimenta al motor rotativo (válvula abierta), y el numeral 2 muestra el tiempo en el que el motor deja de ser alimentado (válvula cerrada).

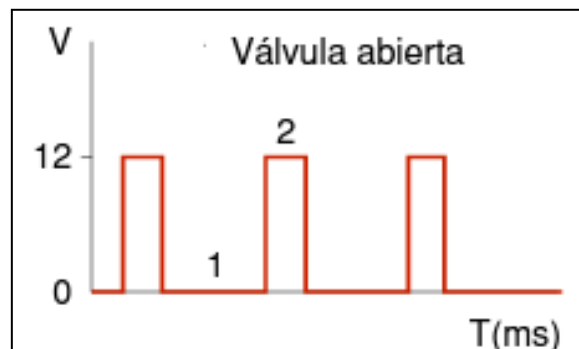


Figura 1.68: Señal de alimentación a la bobina del motor.

Fuente: PARDIÑAS José, *Sistemas auxiliares del motor*, 2007.

1.3.3.2.5 Válvula de bobina doble.

Esta válvula figura 1.69 consta de tres terminales de alimentación, uno va conectado al positivo de la batería para las dos bobinas, mientras que los otros van conectados a la unidad de control, una de las bobinas servirán para girar el motor en un sentido, y el otro bobinado girara el eje para el lado contrario.

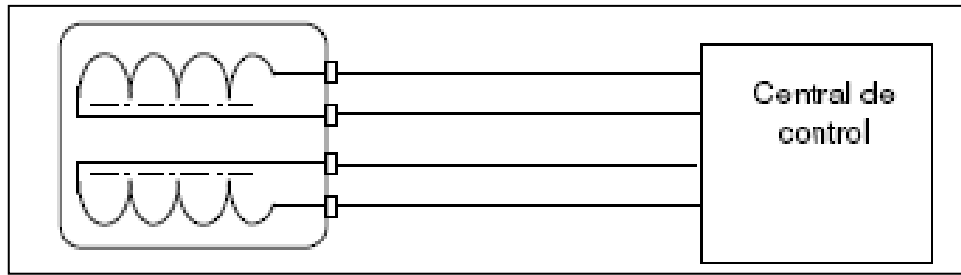


Figura 1.69: Esquema de conexión de una válvula de bobina doble.

Fuente: <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/1161/2/CAPITULO%20III.pdf>

La ECU calculara el tiempo de los pulsos necesario a las bobinas para mantener una circulación necesaria de aire y obtener un buen ralentí *figura 1.70*, la gráfica del bobinado de cierre (B) será totalmente contraria al bobinado de apertura (A).

El valor resistivo de las bobinas es de 17 a 25 ohmios.

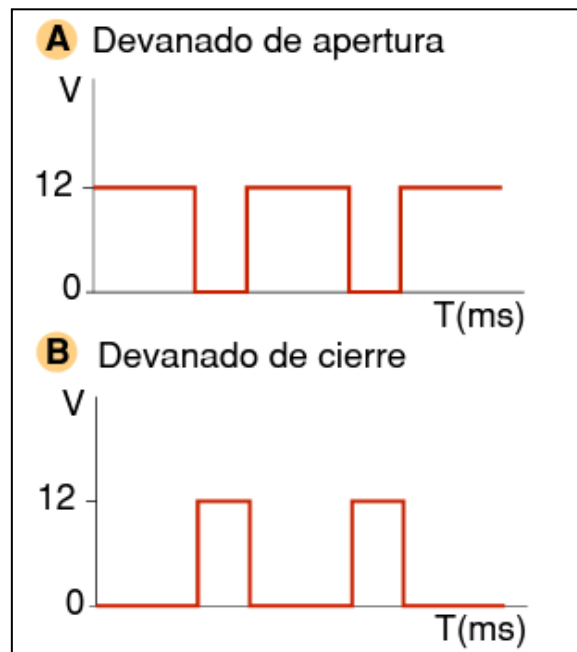


Figura 1.70: Señal de alimentación a la bobina del motor.

Fuente: PARDIÑAS José, *Sistemas auxiliares del motor*, 2007.

1.3.3.3 Válvulas varias.

- Válvula de recirculación de gases (EGR).
- Válvula de purga del Canister.

1.3.3.3.1 Válvula de recirculación de gases (EGR).

La válvula EGR comanda la recirculación de los gases de escape al múltiple de admisión, esta válvula es controlada por la unidad de control, bajo ciertas circunstancias de funcionamiento del motor.

Su funcionamiento se basa en la excitación del bobinado para generar un campo magnético que atrae al inducido, el inducido bajara contra la fuerza del muelle dependiendo del nivel de voltaje utilizado para excitar el bobinado, al cortar el voltaje en el bobinado el muelle es el encargado de poner al inducido en su posición de reposo y cerrar la válvula.

Consta de un potenciómetro el cual informa al a unidad de control para saber cuan abierta esta la válvula y de esta forma regular el nivel de tensión en el bobinado según los parámetros de funcionamiento *figura 1.71*.

El conducto 6 sirve para compensar la presión de la válvula cuando este se encuentre en la fase de trabajo.

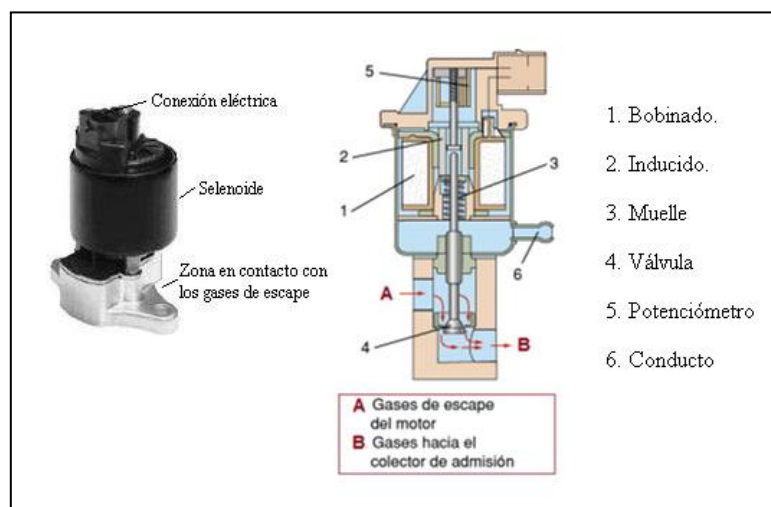


Figura 1.71: Elementos de la válvula EGR.

Fuente: PARDIÑAS José, Sistemas auxiliares del motor ,2007.

La unidad de control se basa en parámetros de funcionamiento para la activación de la electroválvula los cuales son:

- Temperatura del motor
- Régimen del motor
- Presión de aire

- Carga del motor

Si el motor esta frio y a plena carga le electroválvula no se activa, y en el resto de los casos la EGR se activara regulando la recirculación de gases para mantener la suavidad de la marcha.

1.3.3.3.2 Válvula de purga del Canister.

Va conectado entre el depósito de combustible al múltiple de admisión. El Canister es un depósito de carbón activo capaz de almacenar los vapores del combustible, en el se condensan los vapores y es vaciado mediante el tiempo de activación de la electroválvula figura 1.72.

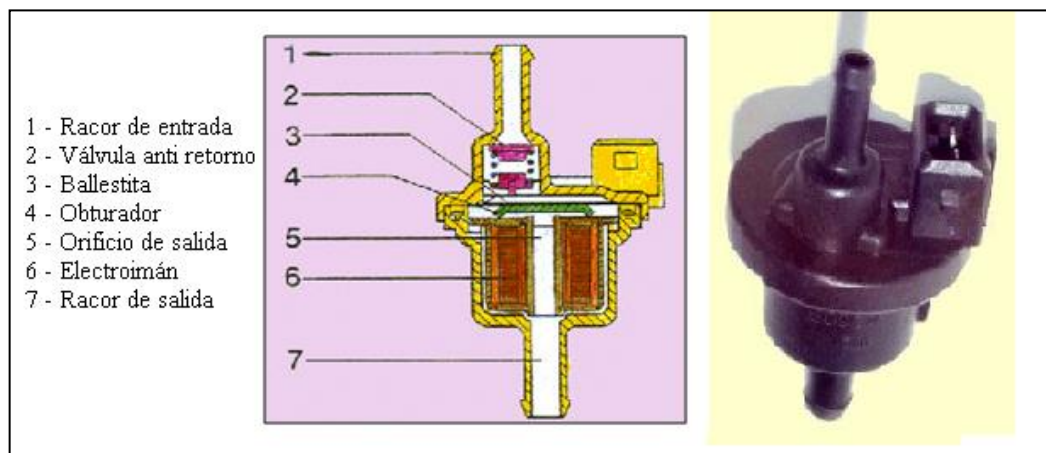


Figura 1.72: Componentes de la electroválvula.

Fuente: <http://dc207.4shared.com/doc/KzWSEObb/preview.html>

Su funcionamiento está determinado por la unidad de control, y esta depende de algunos parámetros de funcionamiento, para determinar el tiempo que abrirá la válvula, los parámetros son:

- Las revoluciones
- Temperatura del motor
- Cantidad de aire aspirado
- Señal de la sonda lambda

Si las revoluciones son altas y la temperatura del motor casi llega a su nivel de funcionamiento, entonces la válvula se abrirá permitiendo que los gases retenidos en el

Canister salgan hacia el colector de admisión, a su vez ingresa aire que va arrastrando consigo el vapor condensado en el Canister. De esta forma los gases de combustible serán quemados y no saldrán a la atmosfera.

La válvula también se activara si hay demasiada cantidad de aire entrando a los cilindros, esto para compensar la cantidad de combustible para una buena combustión.

1.3.3.4 Bobinas de encendido.

Las bobinas de encendido son las encargadas de generar un voltaje elevado (capaz de hacer que salte la chispa en la bujía), a partir del voltaje de la batería.

En su interior contiene el núcleo formado por chapas magnéticas para aumentar el campo magnético producido por el arrollamiento primario. El arrollamiento primario tiene menos números de espira que el secundario, pero está hecho con hilo más grueso, mientras que el secundario contiene más espira e hilo más delgado. Sus resistencias eléctricas es de 0.3 a 8 Ω y 10000 Ω respectivamente. El arrollamiento primario esta sobre el secundario para aprovechar las cualidades mecánicas del conjunto, teniendo entre ellos un cuerpo aislante capas de papel aislante *figura 1.73*.

“La relación entre el número de espiras de ambos arrollamientos determinan la llamada relación de transformación, que es la relación existente entre la f.e.m del primario y la f.e.m del secundario. La relación de transformación oscila entre los 100.”¹⁶

Relación de transformación = N° de espiras secundario/N° de espiras primario.

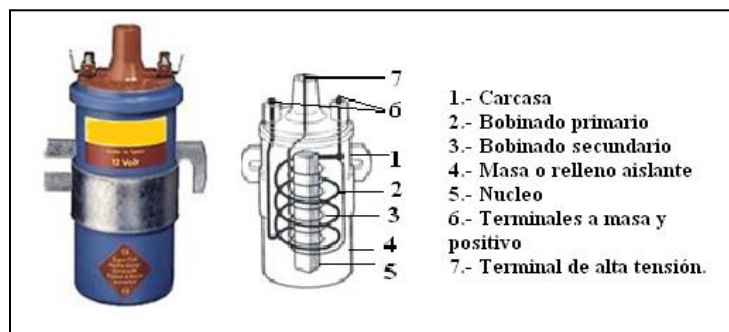


Figura 1.73: Componentes de la bobina.

Fuente: Autores.

¹⁶ PEREZ, Miguel, *Sistemas auxiliares del motor*, 1^{ra}. Edición, Editorial Paraninfo, Madrid, 2011, P. 9.

El principio básico de funcionamiento de la bobina es que al alimentar el arrollamiento primario con voltaje de la batería, la corriente genera un gran campo magnético en su bobinado, al dejar de alimentar el campo magnético desaparece generando una pequeña corriente con un elevado voltaje en el bobinado secundario de la bobina llamado también transformador.

1.3.3.4.1 Tipos de bobinas de encendido.

Tenemos varios tipos de bobinas de encendido ver *figura 1.74 y 1.75* desarrolladas por su evolución y aplicación, estas bobinas se denominan bobinas plásticas. Los nuevos vehículos, traen consigo motores más eficientes y dando más revoluciones que los antiguos, es por ello que necesitan bobinas más potentes.

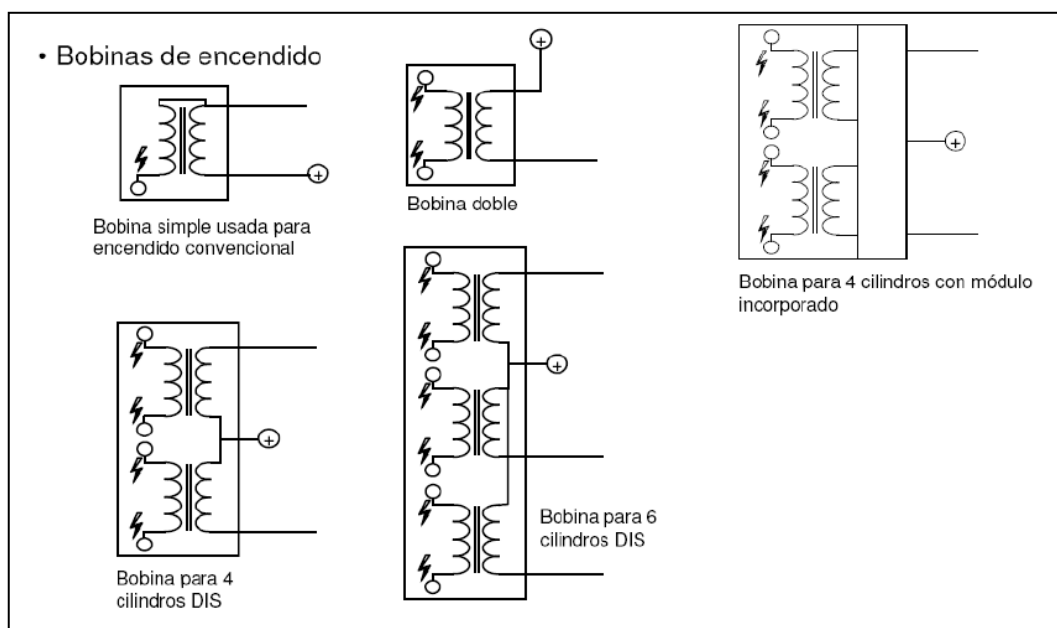


Figura 1.74: Diferentes tipos de bobinas.

Fuente: <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/1161/2/CAPITULO%20III.pdf>



Figura 1.75: Diferentes tipos de bobinas.
Fuente: BOSCH, Sistemas de Encendido.

En la *tabla 1.2*, tendremos algunas especificaciones de algunos tipos de bobinas de encendido utilizados en el vehículo referente a nuestra tesis.

Tabla 1.2: Bobinas de encendido y sus características.
Fuente: Catalogo Bosch Sistemas de Encendido.

Bobina de encendido	Características	Beneficios
Bobinas de encendido tipo lápiz (Pencil Coils). 	• Peso y tamaño reducido. • Su montaje es directo a la bujía. • Puede llevar el módulo de control integrado o fuera del mismo.	Inductancia reducida en el primario, ofrece eficacia a alta velocidad. Mayor chispa, por lo tanto mejor combustión. Elimina los cables de la bujía
Bobina de encendido con conector (Plug top Coils). 	• Peso y tamaño reducido. • Su montaje es directo a la bujía. • Puede llevar el módulo de control integrado o fuera del mismo. • Elevada resistencia térmica.	Inductancia reducida en el primario, ofrece eficacia a altas rpm. Mayor poder de chispa, por lo tanto mejor combustión. Elimina los cables de la bujía

1.3.3.5 Detonador, generador de gas y bolsas de aire.

Es un actuador comandado por el módulo de la SRS (sistema suplementario de seguridad) dando una señal al detonador que es el encargado de generar un chispazo de encendido para detonar un gas o pólvora, el cual mediante la combustión del combustible sólido es el encargado de inflar el cojín o bolsas de aire por medio del gas provocado por la combustión.

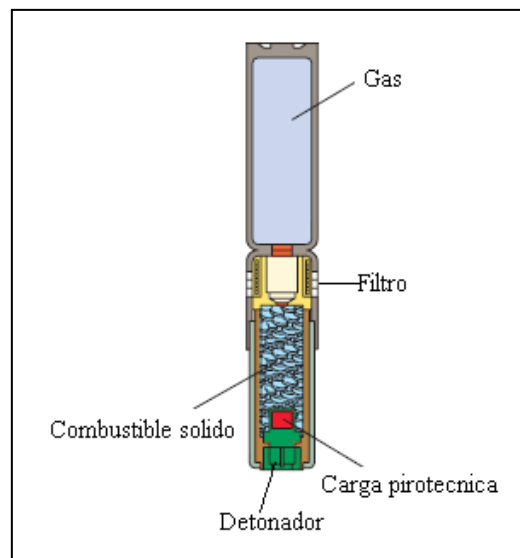


Figura 1.76: Generador de gas y sus componentes.
Fuente: Catalogo SEAT Airbag frontal y lateral.

La *figura 1.76*, podemos ver las partes que conforma el generador de gas su funcionamiento es el siguiente; la unidad de control SRS dará una señal de detonación, por medio de sensores que indiquen una desaceleración (choque) a una velocidad mayor a 20km/h, entonces el detonador al percibir la señal emite un chispazo, que por medio de un gas o pólvora ardera para que el explosivo (combustible sólido propergol compuesto por azida de sodio NaN_3 , nitrato potásico NO_3K , y sílice SiO_2)¹⁷ se inflame de manera uniforme y rápido, la combustión de este sólido genera mediante reacción química gas nitrógeno que sale por los filtro lo suficiente para hinchar el cojín o la bolsa de aire, permitiendo inflar la bolsa en milisegundos.

¹⁷ <http://www.educarm.es/templates/portal/ficheros/websDinamicas/21/airbag.pdf>



Figura 1.77: Airbag, posición del conductor.
Fuente: <http://www.airbags-oem.com/design.html>

La bolsa de aire mostrada en la *figura 1.77* esta generalmente hecha de tela o poliamida con una cubierta de neopreno y silicona para proteger al conductor u ocupante del calor generado por la explosión al momento de inflar los airbags. Consta de unos agujeros de purga del gas para liberar al conductor y para atenuar el impacto del ocupante.

1.3.3.6 Pretensor.

Los pretensores tienen el deber de tensar los cinturones de seguridad para bloquear y sujetar el cuerpo del conductor y pasajero, cuando se haya detectado un choque o frenadas bruscas, funciona conjuntamente con el airbag.

Hay pretensores mecánicos y eléctricos pirotécnicos¹⁸.

En esta explicación nos limitaremos a hablar solamente de los pretensores pirotécnicos por encendido eléctrico. Estos pretensores podemos encontrar ubicados en el carrete o en la hebilla como muestra la *figura 1.78* su funcionamiento es el mismo en ambos pretensores, de igual manera tiene el mismo funcionamiento que se explicó para activar los airbags y utiliza la misma señal de la unidad de control SRS para activar los pretensores también.

¹⁸

<http://www.etp.uda.cl/areas/electromecanica/MODULOS%20%20TERCERO/SEGURIDAD%20Y%20CONFORTABILIDAD/Gu%C3%ADA%20N%C2%BA%203.Pretensor%20del%20cintur%C3%B3n.pdf>

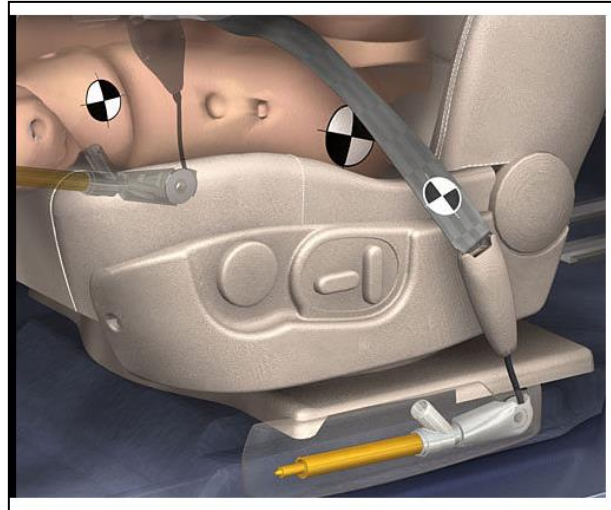


Figura 1.78: Pretensor en carrete y hebilla del cinturón de seguridad.

Fuente: <http://www.tallervirtual.com/2012/02/22/cinturon-de-seguridad-con-pretensor-pirotecnico/>

La centralita SRS emita una señal basada en los valores censados como la gravedad en funcionamiento normal, si esta gravedad aumenta al tener un choque bajo ciertas circunstancias de funcionamiento entonces la unidad de control emitirá una señal al detonador de los pretensores, creando esta una explosión en el generador de gases, el generador crea suficiente gas nitrógeno para desplazar un pistón, estando el pistón conectado hacia la hebilla por medio de un cable, tensará el cinturón de tal forma que permita mantener el cuerpo del conductor u ocupante pegados al asiento durante la colisión.

En el caso de tener el pretensor en el carrete, el pistón al desplazarse tensa un cable enrollado en una rueda (polea) para tensar de esta manera el cinturón de seguridad, cumpliendo así el objetivo de mantener a la persona pegada al asiento.

CAPÍTULO II

2 ESTUDIO DEL SISTEMA DE REDES Y MULTIPLEXADO CAN EN EL AUTOMÓVIL.

2.1 HISTORIA Y EVOLUCIÓN DE REDES Y MULTIPLEXADO.

¹⁹El equipamiento de nuevas tecnologías ha permitido que el automóvil incorpore más unidades de control (computadoras automotrices), por lo que se incrementa la longitud de cables y conexiones en el vehículo. La solución para la comunicación entre centralitas es el desarrollo de redes multiplexadas, entre las cuales tenemos:

CAN (Controller Area Network) (Red de Área de Control) desarrollada por Bosch

VAN (Vehicle Area Network) presentada por PSA, y

J1850 puesta a punto por la Sociedad Americana de Ingenieros del Automóvil

La conexión o protocolo CAN empezó su desarrollo en 1983 por el grupo Bosch, en 1986 el grupo Bosch presento su protocolo de comunicación ante la normativa ISO, para normalizar e insistir el uso de este protocolo y al desarrollo del mismo.

La red VAN es desarrollada por una organización de interés económico por PSA y RENAULT. El protocolo se presentó a ISO en 1.986, para normalizar y para insistir en el uso y desarrollo de este producto a los fabricantes de automóviles. En 1.989, se prueban los primeros equipos con esta red sacando vehículos a escala reducida. En 1.993, pocos automóviles con redes multiplexadas son fabricadas, para realizar pruebas en escala real. Actualmente, un estimado de 1.500 automóviles ha salido al mercado con este tipo de protocolo y tecnología avanzada.

2.2 REDES Y MULTIPLEXADO.

Las redes y multiplexado tienen por objetivo aumentar tecnologías y reducir al máximo el arnés de cables en el vehículo respectivamente, pero debemos entender que la red y el multiplexado tienen conceptos diferentes, aun así ambos se llevan de la mano para una buena eficiencia de la conexión y comunicación eléctrica y electrónica entre todas las

¹⁹ <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/1121/2/Capitulo%201.pdf>

unidades tecnológicas en las que podemos tener, sistema del motor, subsistemas de la transmisión, subsistemas de frenado antibloqueo, cierre centralizado, etc., es decir tener una buena comunicación entre todas las unidades de control que tiene un automóvil.

2.2.1 REDES.

Las redes fueron desarrolladas por el aumento de tecnologías en el automóvil, los numerosos subsistemas que tienen hoy en día los automóviles necesitan ser comunicados entre sí, es por ello que las redes permiten transmitir datos de una unidad a otra sin que se pierda la información y de forma segura y correcta. Una red simple o sin multiplexado se vería como muestra la *figura 2.1*

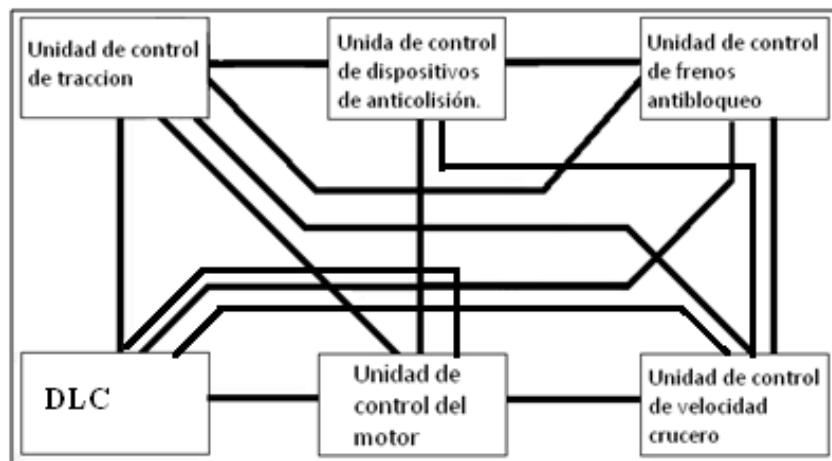


Figura 2.1: Esquema de una red.

Fuente: Autores.

En la *figura 2.1* podemos observar que cada unidad de control está conectada de forma directa a otra unidad de control por varios cables que comparten la información de una unidad a otra de forma segura pero tiene el problema, que el arnés de cables es demasiado grande, por lo que se tendría más peso, será más costoso, y hay dificultad de instalar varios cables para una producción en serie.

Para optimizar las tecnologías en el vehículo se desarrolla un sistema multiplexado que ahorrara la utilización de cables para la comunicación entre las mismas.

2.2.2 MULTIPLEXADO

El multiplexado es destinado a la reducción de cables en la red de conexión entre las unidades de control, todos estos elementos están controlados por una unidad llamada multiplexador, o unidad de multiplexado, la cual transmite los datos a cada una de las otras unidades de control, por medio de una línea multiplexada como se muestra en la *figura 2.2*

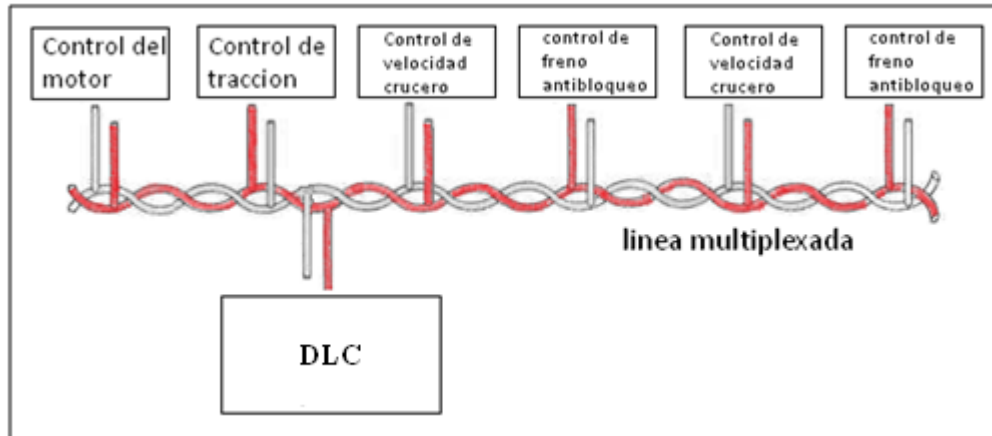


Figura 2.2: Esquema de una red multiplexada.

Fuente: Autores.

Las unidades conectadas a la red multiplexada lo harán solo con dos cables de transmisión de datos en forma digital. Todos los mensajes transmitidos tienen su protocolo definido por el cual se identifica cada mensaje, un descifrador indica la prioridad y revela el contenido del mensaje (datos o bits), para que sea procesado por su respectivo módulo.

2.2.3 CARACTERÍSTICAS DE LA RED MULTIPLEXADA.

Las características de la red multiplexada son:

- Aumento de subsistemas y tecnologías en el vehículo.
- Reducción de cableado.
- Mayor velocidad de transmisión de datos.
- Menos peso por reducción de cables.
- Costo de producción en serie más económico y menor manteniendo.
- Reducción de sensores.

2.2.4 FUNCIONAMIENTO DE LA RED MULTIPLEXADA.

El funcionamiento de la red multiplexada se basa en tiempos para realizar una operación, en el cual tenemos un tiempo de muestreo que se da cuando se pone en conexión directa un sensor y su visualizador correspondiente. Esta medición se da en un tiempo determinado para el muestreo, por ejemplo un tiempo determinado será tomado por la unidad como un periodo de muestreo en cual medirá la cantidad emitida por el sensor.

“Una vez que una cantidad ha sido medida el sistema debe esperar hasta que las demás variables se hayan medido antes de que se mida nuevamente dicha variable particular. Este proceso de medición de una cantidad de manera intermitente se conoce como muestreo, y el tiempo entre muestras sucesivas de la misma cantidad se conoce como periodo de muestra.

Un esquema posible para medir distintas variables mediante este proceso consiste en muestrear cada cantidad de manera secuencial, dando a cada medición una porción fija de tiempo, t , del periodo de muestra total, T , como se ilustra en la figura 2.3.”²⁰

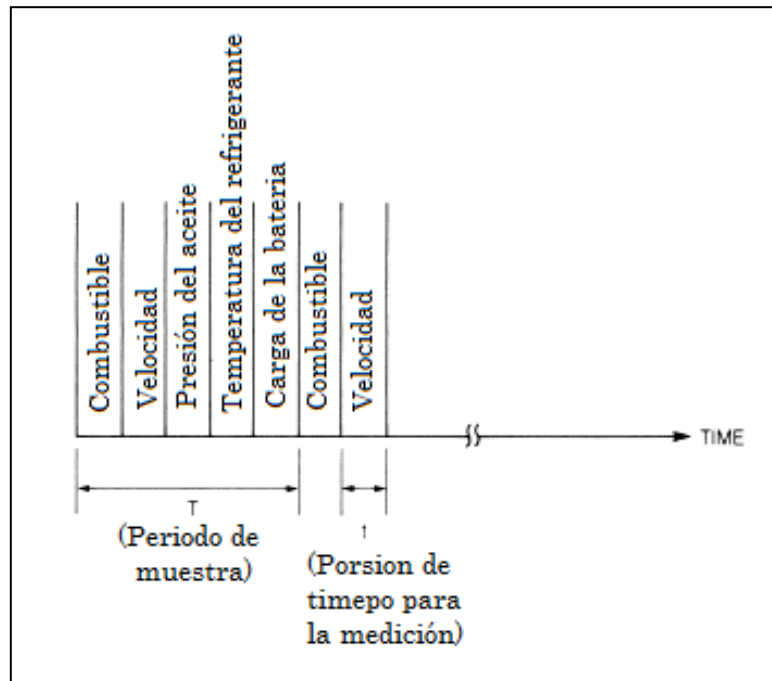


Figura 2.3: Muestreo secuencial.
Fuente: RIBBENS, Electrónica automotriz.

²⁰ RIBBENS, William, *Electrónica Automotriz*, 1^{ra}. Edición, Editorial Limusa, Balderas-México 2008, p.335

El periodo de muestra debe ser pequeño para que sea eficiente el muestreo, ya que toda cantidad debe ser medida de forma rápida y de manera apreciable. Hay periodos de muestreo que cambian muy lentamente en el tiempo como las cantidades de la temperatura del refrigerante y la cantidad de combustible, en este caso las variables el periodo de muestra es de larga duración.

En otro caso hay cantidades o variables que deben ser medidas y cambiadas de manera rápida, en las que están la velocidad del vehículo, la carga de la batería y consumo de combustible, en las que necesita un periodo de muestra muy corto, puede ser en décimas de segundo, pero dichos periodos de muestra debe tener la porción de tiempo adecuada para que la cantidad medida sea la correcta. Esta es la lógica de funcionamiento a programar en la computadora ya que después la computadora sigue las líneas programadas.

2.2.5 COMPONENTES DE LA RED MULTIPLEXADA.

Los componentes de la red multiplexada constan de:

- Sensores
- Unidades de control integradas en el vehículo
- Unidad multiplexada
- Visualizadores.

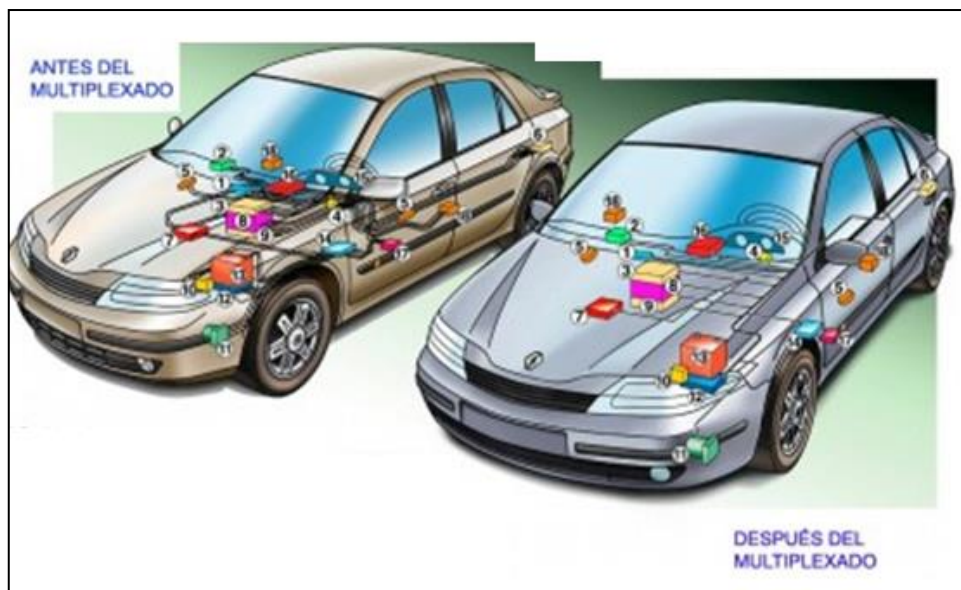


Figura 2.4: Ventaja de un automóvil con red multiplexada.

Fuente: <http://german7644dotcom.wordpress.com/ingenieria-en-automoviles/admin-ajax-2/>

En la *figura 2.4* se puede observar que los componentes en un vehículo con red multiplexada son los mismos que en un vehículo sin ser multiplexada, la diferencia abarca en la gran reducción del arnés de cables en el automóvil.

2.2.6 TOPOLOGÍA DE REDES MULTIPLEXADAS.

El interconectado de las diferentes unidades de control depende de la electrónica del fabricante, que es el que diseña la electrónica de los distintos elementos que se encuentran instalados en el vehículo, entre los que tenemos:

- Configuración punto a punto
- Configuración en anillo
- Configuración en estrella
- Configuración lineal
- Configuración Daisy Chain
- Configuración maestro esclavo
- Configuración compuerta Gateway
- Configuración modo de energía.

2.2.6.1 Configuración punto a punto.

Es la conexión de red más sencilla, esta red comprende solamente de dos unidades de control, no posee uniones ni conexiones. En este tipo de conexión se puede utilizar uno o dos cables trenzados.

Un ejemplo de este tipo de configuración punto a punto es la conexión de la unidad de control del motor con el escáner de diagnóstico como se ve en la *figura 2.5*.



Figura 2.5: Configuración de red punto a punto.
Fuente: UPS, Diapositivas de las clases de electrónica del automóvil.

2.2.6.2 Configuración en anillo.

En este tipo de conexión la información sigue un camino en forma circular pasando por cada unidad de control *figura 2.6* hasta que llega a la unidad a la que fue específicamente enviada, la información puede viajar en forma direccional hasta encontrar su correcto destino.

Este tipo de configuración tiene el defecto que si una unidad o centralita falla se verá afectada toda la red.

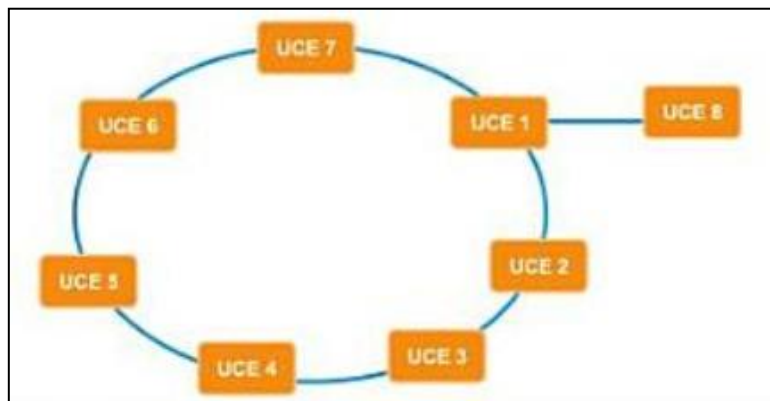


Figura 2.6: Configuración de red en anillo.
Fuente: SERRANO, Sistemas eléctricos auxiliares del vehículo, 2006.

2.2.6.3 Configuración estrella.

Esta conexión tiene una estructura muy centralizada lo que se consigue de que si alguna unidad de control falle o su conexionado, dejara a un lado ese componente y la desventaja

es que todas las unidades de control se encuentran unidas en un solo nodo central con lo que se genera una gran cantidad de cableado desde cada una de los módulos hasta el nodo central, a este nodo en él están unidas todas las unidades de control se le conoce como nodo maestro *figura 2.7*.

La técnica usada para interconectar las unidades de control es a través de un solo cable.

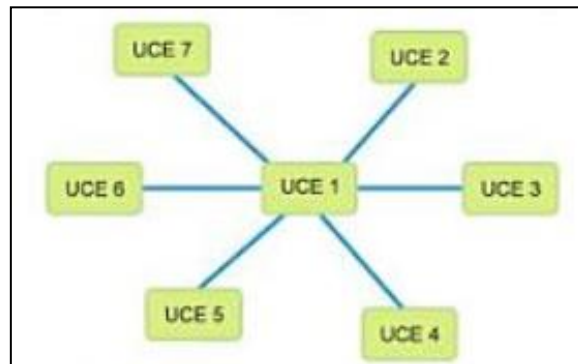


Figura 2.7: Configuración estrella.

Fuente: SERRANO, *Circuitos eléctricos auxiliares del vehículo*, 2006.

2.2.6.4 Configuración lineal.

En esta configuración utiliza una mínima cantidad de cables en la red, se hace fácil una ruta de cableado a lo largo del vehículo y no solicita ningún tipo de decisión en la lectura de los datos por parte de cada una de las unidades de control.

Como desventaja presenta de que al momento en que se rompe un cable de comunicación se quedara inhabilitada las unidades de control desde el punto de ruptura hasta el final de la red. La técnica usada para la conexión es de uno o dos cables trenzados *figura 2.8*.

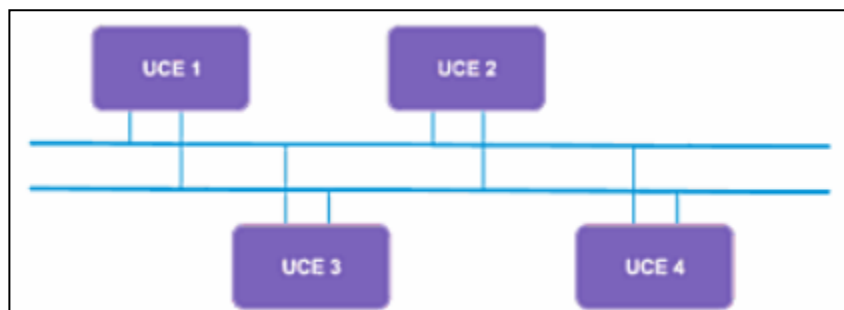


Figura 2.8: Configuración lineal.

Fuente: SERRANO, *Circuitos eléctricos auxiliares del vehículo*, 2006.

2.2.6.5 Configuración daisy chain (Dos Cables).

Es la configuración más utilizada en la actualidad en la mayoría de fabricantes de automóviles, esta es una red con una estructura sencilla que permite un menor número de nodos y por poseer dos canales de la misma información brinda mayor seguridad.

En caso de una ruptura del cableado de comunicación, varios de las unidades de control pueden quedar fuera de servicio. Otra desventaja, es que si alguna unidad de control es desconectada quedara interrumpida en ese punto *figura 2.9*.

La técnica usada es dos cables trenzados en toda la red.

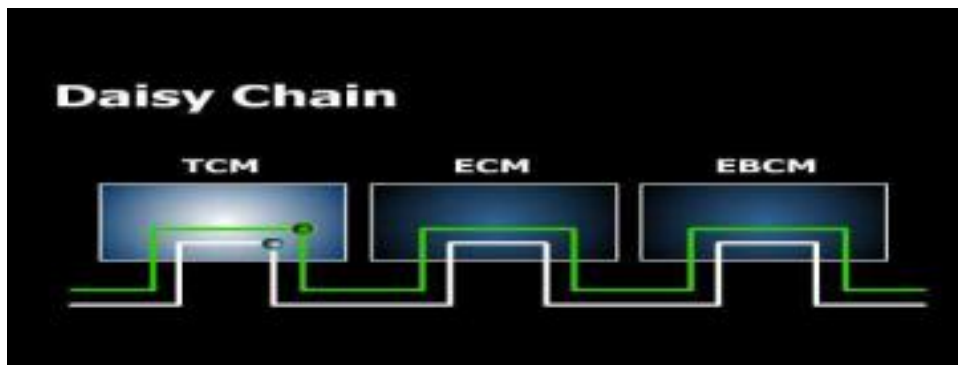


Figura 2.9: Configuración Daisy Chain.
Fuente: UPS, Diapositivas de las clases de electrónica del automóvil.

2.2.6.6 Configuración maestro esclavo.

En una red de comunicación dentro del automóvil en los cuales hay una comunicación entre módulos, pero de forma independiente a la comunicación de la red principal, cualquiera de estas unidades de control debe de tener comunicación con la red principal, y las otras unidades de control dependerán de la unidad de control conectada a la red principal *figura 2.10*.

La unidad de control conectada a la red principal se llamara Maestro y el o las unidades de control que se encuentran conectadas a este actuando según las órdenes del maestro se llamara Esclavo.

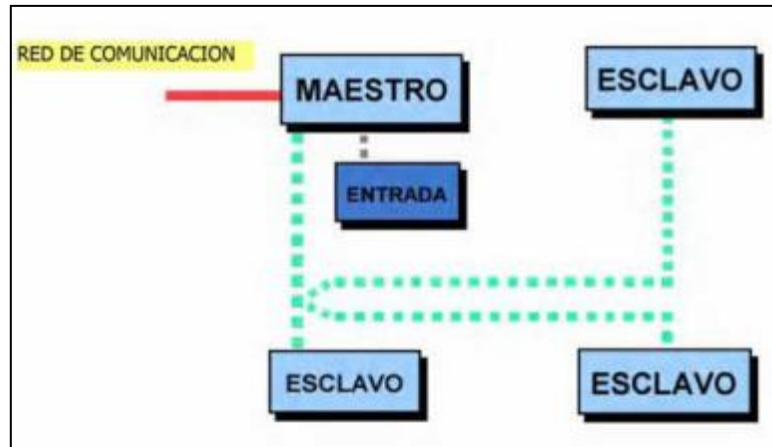


Figura 2.10: Configuración Maestro-Esclavo.

Fuente: UPS, Diapositivas de las clases de electrónica del automóvil.

2.2.6.7 Configuración utilizando una compuerta o gateway.

En los automóviles se encuentran diferentes sistemas de multiplexado en donde las configuraciones de red son independientes es decir que tienen su propio protocolo de comunicación y velocidad de transmisión de datos así mismo como su conexionado ya sea por un cable o por 2 cables etc.

Entre todos los sistemas debe existir una comunicación por lo tanto es necesario una configuración independiente que pueda comunicar con otra configuración diferente para esto se utiliza un módulo compuerta, el cual sirve de unión entre 2 o más redes independientes en el mismo vehículo.

Esta compuerta (GATEWAY) maneja diferentes protocolos de comunicación como redes este comunicando, pero el Gateway no trabaja para ninguna de las redes que está comunicando simplemente traduce los mensajes para poder que las redes se puedan comunicar *figura 2.11*.

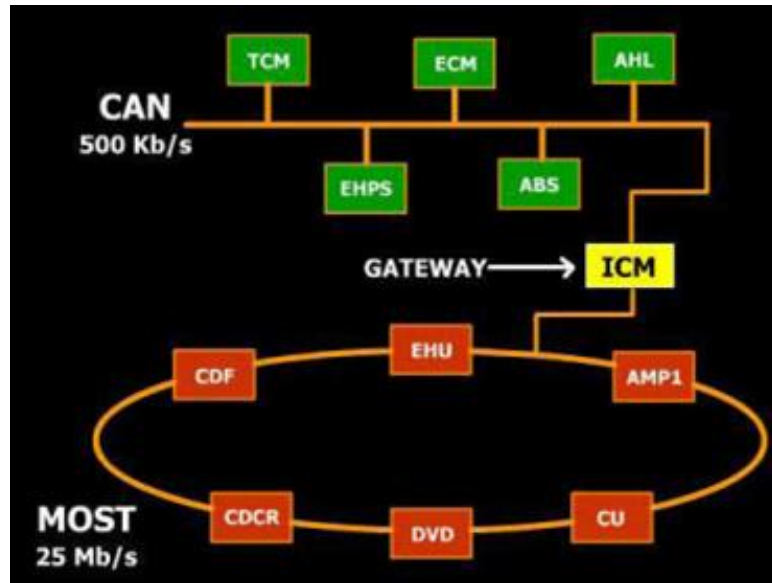


Figura 2.11: Configuración Compuerta o Gateway.
Fuente: UPS, Diapositivas de las clases de electrónica del automóvil.

2.2.6.8 Configuración para modo de energía.

Una de las nuevas funciones dentro de las redes multiplexadas es el sistema modo de energía, con lo cual una unidad de control es denominado maestro de energía cuya función principal es la de recibir las diferentes señales del interruptor de encendido e informar a los demás unidades de control para que inicien o concluyen sus operaciones es decir que en algunos casos no hace falta conectar un cable al positivo de contacto a la unidad de control, si no que este requerimiento viene dado por un mensaje que coloca en la red la unidad de control maestro de energía para que los demás unidades de control comiencen o terminen sus operaciones *figura 2.12*.

Cuando la unidad de control maestro de energía recibe el cambio por parte del interruptor de encendido, esto toma su tiempo en enviar las señales a los demás unidades de control para que terminen sus funciones, así una unidad de control que ha terminado sus funciones pasa a la posición de sleep (dormir) ahorrando energía para el automóvil.

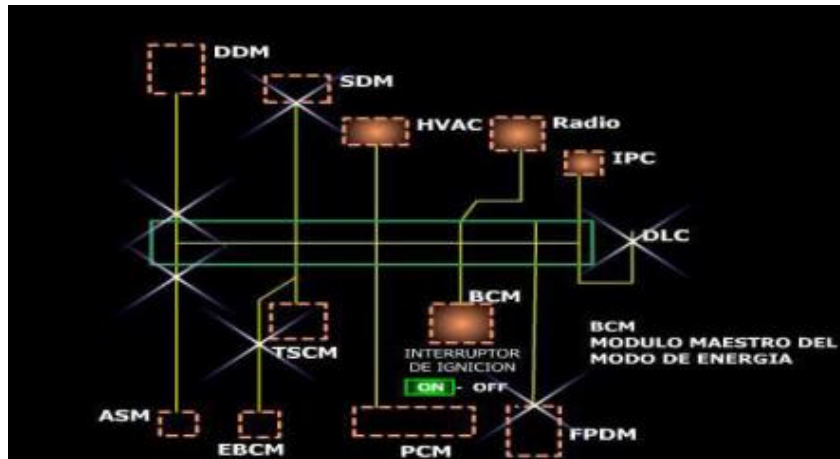


Figura 2.12: Configuración modo de energía.
Fuente: UPS, Diapositivas de las clases de electrónica del automóvil.

2.3 RED MULTIPLEXADA CAN-BUS.

Es un sistema que permite el dialogo entre las diferentes unidades de control según el nivel de equipamiento que posea el vehículo tanto para la seguridad de marcha del vehículo como para el confort de los pasajeros de forma electrónica.

2.3.1 CONCEPTO DE PROTOCOLO CAN-BUS.

“La red CAN-Bus, << Controler Area Network>> o red de controladores de área fue desarrollada por el fabricante de componentes electrónicos Bosch, como una solución viable a la transmisión de gran cantidad de datos entre unidades de control”.²¹

Este protocolo de comunicación se encuentra normalizado para los diferentes vehículos con lo que se simplifica y economiza la comunicación sobre una red común o bus, reduciendo los costos, optimizando la flexibilidad, mantenimiento y comprobación de averías. Es posible una transmisión de datos de una manera más rápida entre las ECUS, teniendo bajos porcentajes de errores mediante una verificación continua de la información transmitida

CAN significa Controller Área Network (Red de Área de Control), diseñado para permitir la comunicación segura entre las unidades de control del vehículo *figura 2.13*.

²¹ SERRANO, Evaristo. *Circuitos eléctricos auxiliares del vehículo*, Editorial Editex, 2006, p.216

El CAN-bus es un protocolo serie asíncrono del tipo CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection) es decir que todas las unidades pueden enviar o recibir mensajes, funcionando como un medio comunicado entre todas las ECUS del vehículo.

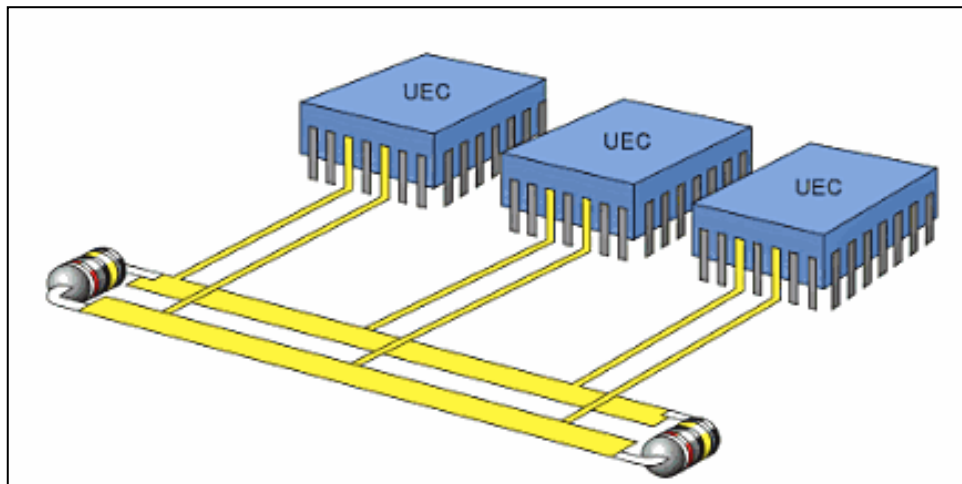


Figura 2.13: Red CAN-BUS.

Fuente: SERRANO, *Circuitos eléctricos auxiliares del vehículo*, 2006.

2.3.2 CARACTERÍSTICAS DEL PROTOCOLO CAN-BUS.

- Su desarrollo economizó el coste y la complejidad del cableado, por parte del sector automotriz.
- “El CAN-Bus de datos está normalizado a nivel mundial (ISO 11898)”²². Esta es la encargada de abordar diferentes aspectos de la red y la comunicación entre módulos.
- Posee un medio de transmisión de datos adaptable ya que puede trabajar en estándar por el trenzado de dos cables o también es capaz de realizarlo por medio de un solo cable.
- Posee una estructura definida ya que por ella circula información a través de dos cables (bus) la secuencia de bits (0) y (1), con su longitud definida que son los encargados de enviar el mensaje.
- Posee una programación sencilla para poder realizar el diagnóstico de la red.
- Dentro de la red CAN se puede conectar hasta una cantidad de 110 dispositivos electrónicos conectados en el vehículo.

²² SERRANO, Evaristo. *Circuitos eléctricos auxiliares del vehículo*, Editorial Editex, 2006, p.217

- La red CAN es completamente segura y su transmisión siempre se desarrolla en tiempo real.
- La transmisión de datos dentro de la red depende de la prioridad de la unidad de control que tenga dentro de toda la red.
- Si existe dentro de la red una falla de algún nodo este sigue en funcionamiento ya que es capaz de desconectarlo del resto de la red conectada.
- Dentro de la red CAN se definen por la ISO dos tipos de redes: una red de alta velocidad (de hasta 1Mbps), y otra red de baja velocidad (menor o igual a 125Kbps).
- La velocidad de transmisión también depende de la distancia en que se encuentren las diferentes unidades electrónicas ubicadas dentro de la red.
- Posee al principio y final del bus resistencias terminadoras que son de alrededor de 120 ohm.
- Todas las unidades electrónicas ubicadas en el vehículo son receptoras y transmisoras de datos.

2.3.3 DATAGRAMA.

El mensaje Can es transmitido un protocolo de enlace de datos en breves intervalos de tiempo entre las unidades de control que está compuesto por siete partes.

2.3.3.1 Formato de un mensaje CAN.

“Un mensaje CAN consiste en un protocolo de enlace de datos dividido en siete secciones o campos: campo de comienzo del datagrama, campo de estado, campo de control, campo de datos, campo de aseguramiento y campo de fin del datagrama”²³; esta secuencia es similar para los dos cables de bus. Cada una de estas secciones tiene su función específica *figura 2.14*.

²³ SERRANO, Evaristo. *Circuitos eléctricos auxiliares del vehículo*, Editorial Editex, 2006, p.219

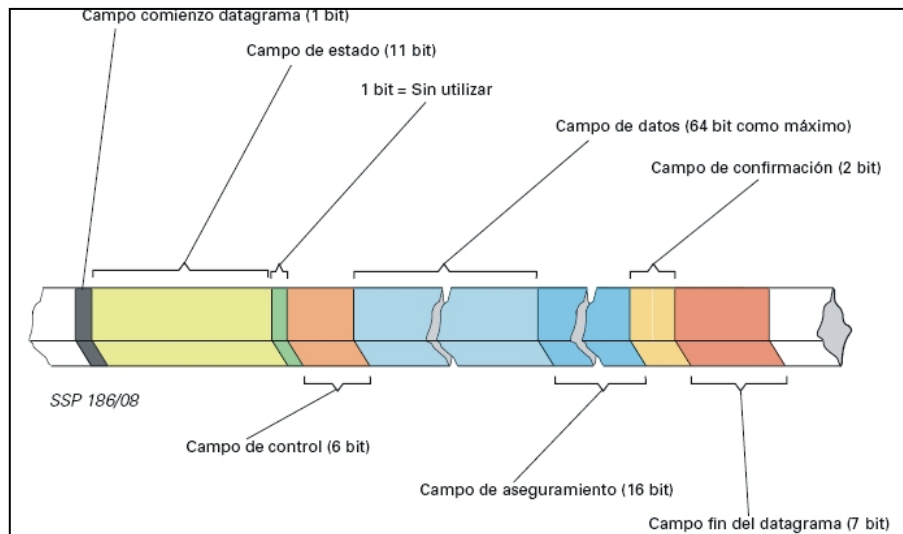


Figura 2.14: Campos de un mensaje CAN.

Fuente: SERRANO, Circuitos eléctricos auxiliares del vehículo, 2006.

- a) **Campo de comienzo del datagrama.-** marca el principio del protocolo mediante la transmisión de un bit en el cable de alta velocidad Can-High de aproximadamente 5 V y en el cable de baja velocidad Can-Low de aproximadamente 0V.
- b) **Campo de estado (identificador).-** precisa la prioridad del protocolo, es decir que si dos unidades de control envían datos al mismo tiempo su protocolo de datos, se concede prioridad al protocolo superior; posee dos versiones en la estándar se compone de 11 bits, y en la extendida, por 29 bits.
- c) **Campo de control.-** es el campo donde se especifica la cantidad de información que posee el protocolo de datos, es decir los bits que se trasmite. De tal forma que cada receptor pueda comprobar si la información la recepto completamente; este campo le corresponde 6 bits.
- d) **Campo de datos.-** es donde se tiene la información que sirve para el resto de unidades de control. Se encuentra constituido por 64 bits como máximo.
- e) **Campo de aseguramiento.-** permite la verificación de los datos, detecta si existe fallos en la transmisión del mensaje; consta de 16 bits.
- f) **Campo de confirmación.-** por este campo se verifica que los receptores han recibido correctamente el protocolo de enlace de datos. Si encuentra algún fallo, es el encargo de informar al transceptor que repita el mensaje; corresponde dentro del datagrama a 2 bits.

- g) **Campo de fin del datagrama.-** este indica el fin del protocolo de datos. Es la última sección en donde se da podía dar aviso de un error que puede ser corregido. Constaba este campo de 3 bits, antes de una nueva, cuya función era espaciar las secciones dando el tiempo a las unidades de control para poder procesarlas.

2.3.4 ELEMENTOS DEL SISTEMA CAN-BUS.

“Una red CAN-Bus para automoción está constituida por un controlador y un transceptor ubicados dentro de las unidades de control y dos cables para la transmisión de datos (Bus)”²⁴ figura 2.15. Con excepción de los cables de la red todos los demás elementos están alojados en la unidad de control en cuyos extremos de los cables se colocan resistencias como elemento final.

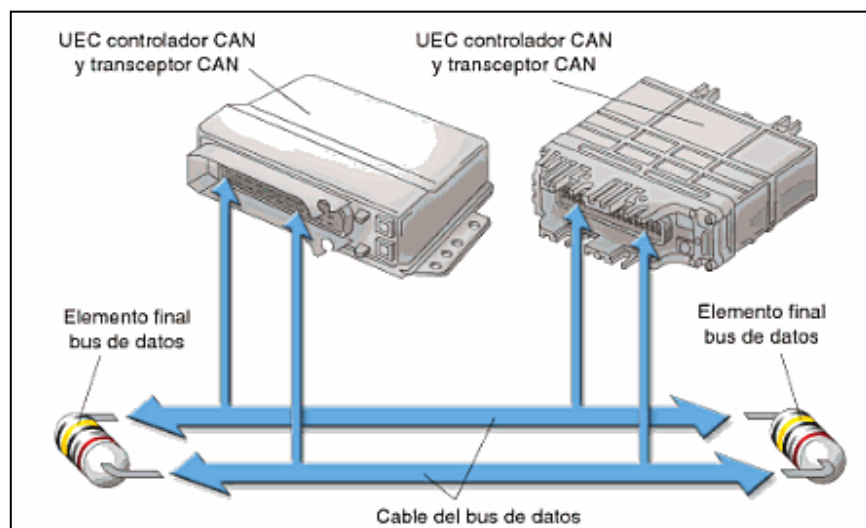


Figura 2.15: Elementos del sistema de Red CAN-BUS
Fuente: SERRANO, Circuitos eléctricos auxiliares del vehículo, 2006.

2.3.4.1 Cables.

Los cables son los encargados de transmitir los datos en forma de señal eléctrica, estos envían y reciben los datos de las unidades de control de forma bidireccional.

Estos cables tienen una denominación específica CAN-High, es señal de nivel alto, y CAN-Low esta es señal de bajo nivel figura 2.16.

²⁴ SERRANO, Evaristo. *Circuitos eléctricos auxiliares del vehículo*, Editorial Editex, 2006, p.217

Estos cables en la instalación del vehículo van trenzados entre sí para evitar las ondas de fuentes parasitas electromagnéticas, emitidas por los demás dispositivos electrónicos como cables eléctricos, emisoras, celulares, etc. Son de cobre de $0,6 \text{ mm}^2$ de sección.

La tensión del cable CAN-Low oscila entre 0 y 2.25 Voltios, y la tensión en el cable CAN-High tiene de 2.75 y 5 Voltios.

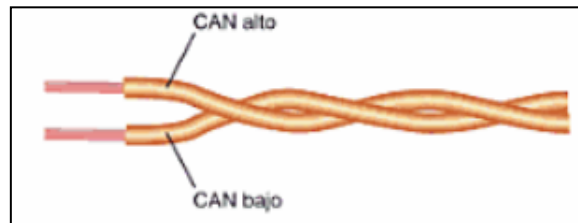


Figura 2.16: Cableado en la Red CAN.

Fuente: SERRANO, Circuitos eléctricos auxiliares del vehículo, 2006.

2.3.4.2 Elementos de cierre o terminado.

Estos elementos de cierre o terminado son resistencias conectadas a los extremos de los cables de transmisión de datos de alta y baja velocidad, cuya finalidad es la evitar que los mensajes enviados formen ecos que se transmitan de nuevo a la red desde los extremos de los cables y se puedan falsear sus datos *figura 2.17*.

Por cuestiones de seguridad y economía estas resistencias se encuentran ubicadas en el interior de las unidades de control del sistema. Estas resistencias toman valores de alrededor de 120 y 450 ohmios dependiendo de cada modelo y son llamadas también como resistencias de CUT-OFF.

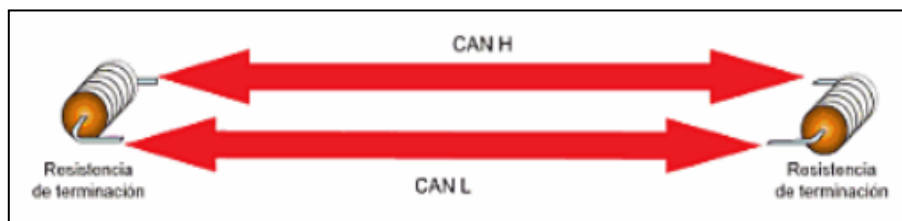


Figura 2.17: Resistencias de terminación de la Red CAN-BUS

Fuente: SERRANO, Circuitos eléctricos auxiliares del vehículo, 2006.

2.3.4.3 Controlador.

Es el componente de la red encargado de realizar la comunicación entre la unidad de control electrónico y el transmisor-receptor. Este elemento también funciona en inverso primero las acondiciona en el transmisor-receptor y las envía a la unidad de control.

El controlador se encuentra ubicado en cada una de las unidades de control instaladas en el vehículo. El controlador establece la velocidad de transmisión de datos y trabaja con valores de tensión muy despreciables y es la que determina la velocidad de transmisión de datos. En la línea de tracción el Can-Bus es de 500 K bits, y en los sistemas de confort de 62.5 K bits. El controlador interviene en la correcta sincronización de las unidades de control del vehículo para enviar y recibir los datos de una manera correcta.

2.3.4.4 Transceptor (Transmisor/Receptor).

Es el encargado de medio de conexión del controlador y el cable de datos o bus, para poder recibir y de transmitir los datos a las unidades de control conectadas al sistema, también acondiciona y prepara los mensajes para que sea utilizada por los controladores, filtra las fuentes parasitas y las sobretensiones. Su ubicación se encuentra dentro de cada una de las unidades de control conectadas al sistema Can-Bus y se presenta como un circuito integrado. Trabaja con intensidad de corriente próximas a 0.5 A y no interfiere en el contenido del mensaje.

Está compuesto por un filtro, uno o varios comparadores y una etapa de emisión TX. También en algunos fabricantes de vehículos cuentan con una célula de diagnóstico *figura 2.18*.

En las redes de alta velocidad Can-High existe en el interior del transceptor un comparador, y en la de baja velocidad Can-Low posee tres comparadores. Los comparadores son circuitos integrados que examinan los datos recogidos y los mide con datos de referencia.

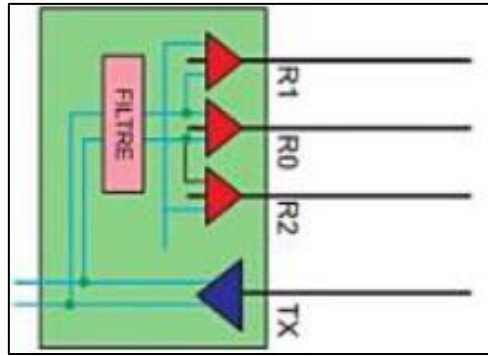


Figura 2.18: Esquema de un transceptor.

Fuente: SERRANO, Circuitos eléctricos auxiliares del vehículo, 2006.

La secuencia que sigue durante un envío de datos a través de una línea de datos Can-Bus consta de los siguientes pasos *figura 2.19*:

1. La información recogida por los sensores y captadores llega a su correspondiente centralita.
2. La información recibida por la centralita es procesada por el microprocesador y envía los datos al controlador y este pasa los datos al transceptor.
3. Las señales eléctricas recibidas por el transceptor son transformadas a señales digitales y son enviadas a la bus de datos.
4. Una vez los datos estén en la red las demás centralitas ubicadas dentro del sistemas pueden o no hacer uso del mensaje. Si la señal es recibida envía una confirmación a la bus de datos.
5. Estos datos que llegan a las centralitas pueden aceptarlas, procesarlas y decidir si ignorarlo o no.

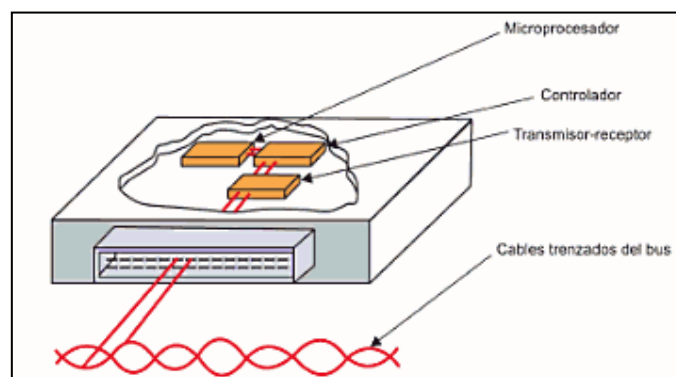


Figura 2.19: Esquema de una línea de CAN-BUS.

Fuente: SERRANO, Circuitos eléctricos auxiliares del vehículo, 2006.

2.3.5 SECUENCIA DE TRANSFERENCIA Y RECEPCIÓN DE DATOS.

La comunicación entre las unidades de control electrónica se realiza mediante una secuencia de pasos que cada una de ellas realiza para generar la provisión y admisión de datos *figura 2.20*, estos datos serán leídos por todas la unidades de control electrónica y procesados únicamente por las unidades interesadas en su contenido, cada dato contiene un identificador que indica sus características, prioridad y procedencia.

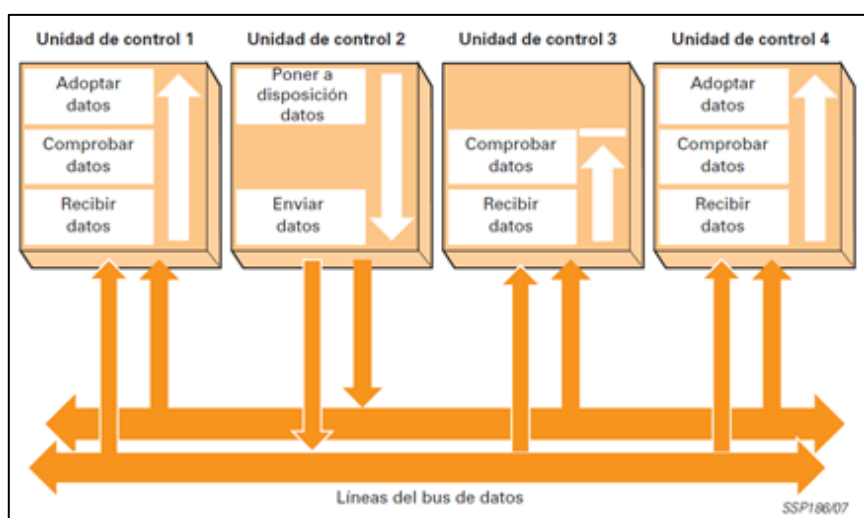


Figura 2.20: Secuencia de transferencia y recepción de datos.
Fuente: <http://es.scribd.com/doc/58179756/24-Ssp-Can-bus-Skoda>

2.3.5.1 Provisión de datos.

Cada unidad de control electrónica recibe las señales de los sensores del vehículo (CKP, ECT, TPS, KS, etc.) Las unidades de control a través de su microprocesador gestionada y acondiciona para transferirlas a su respectivo transceptor en el interior del módulo donde es transformada en señales eléctricas.

2.3.5.2 Transmisión de datos.

El transceptor recibe los datos del microprocesador de la unidad de control electrónica para ser transformada en pulsos eléctricos para ser colocadas en la red. En el momento que esta unidad electrónica de control coloca los datos en la red el resto de unidades se convierten en receptoras.

2.3.5.3 Admisión de datos.

En el momento en que una unidad de control electrónica coloca un mensaje en la red, todas las demás unidades interconectadas se convierten en receptoras y pueden leer el mensaje y determinar si los datos son de su interés.

2.3.5.4 Verificación del dato.

Una vez recibido el mensaje por las unidades de control electrónico, estos analizan el mensaje y determinan si es útil o no, es decir todos los módulos pueden recibir el mensaje y procesarlos si es necesario o simplemente ignorarlos.

2.3.5.5 Aceptación del dato.

Si el mensaje introducido en la red es el que estaba esperando una unidad de control electrónico determinada lo adopta y lo procesa y en algunos casos el módulo que toma el dato coloca un mensaje de respuesta como una forma de diagnosticar el sistema.

2.3.6 VENTAJAS DEL BUS DE DATOS.

El bus de datos en los sistemas multiplexado en el automóvil presenta una gran cantidad de ventajas frente a los sistemas de conexión tradicionales en el automóvil por las cuales podemos destacar:

- Bajo porcentaje de errores mediante una verificación continua de la información transmitida, de parte de las unidades de control.
- Menor cantidad de sensores y cables de señal gracias al uso múltiple de una misma señal.
- Transmisión de datos muy rápida.
- Menor espacio utilizada, mediante unidades de control pequeñas y compactas además de un cableado muy simplificado.
- Si el protocolo de datos ha de ser ampliado con información suplementaria solamente se necesitan modificaciones en el software.

2.3.7 FUENTES PARÁSITAS.

Fuentes parásitas o perturbaciones en el vehículo son todas aquellas que producen en su funcionamiento chispas, abren o cierran un circuito y todos aquellos elementos que generan ondas electromagnéticas como teléfonos móviles o radioemisoras, que pueden llegar a influenciar o falsificar la transmisión de datos *figura 2.21*.

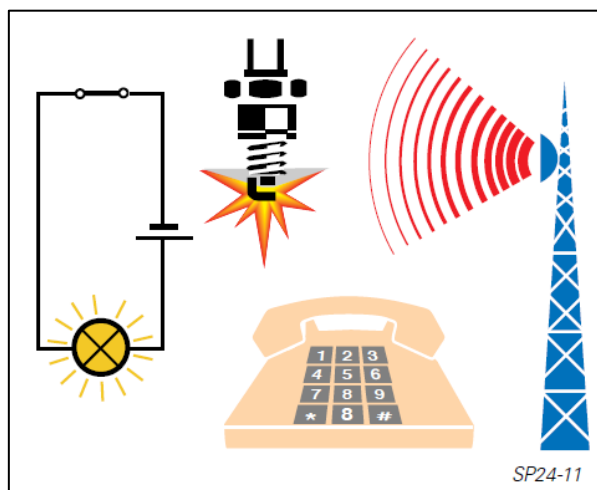


Figura 2.21: Fuentes parásitas.

Fuente: <http://es.scribd.com/doc/58179756/24-Ssp-Can-bus-Skoda>

Las fuentes parásitas se evitan en la transmisión de datos retorciendo los dos cables del bus de datos. La tensión eléctrica en los cables se encuentra contrapuesta, es decir si en un cable tiene una tensión aproximada de 5 voltios, la otra tiene un aproximado de 0 voltios y viceversa.

Las dos líneas del bus de datos tienen una misma tensión media aproximada a 2.5 voltios. *Figura 2.22.*

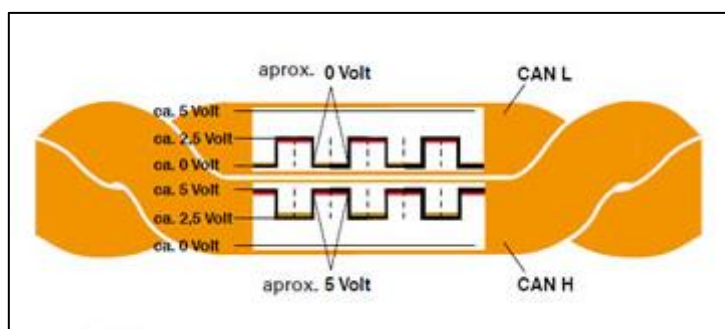


Figura 2.22: Cables del bus de datos.

Fuente: <http://www.euskalnet.net/jinfante/Multiplexado.html>

“La suma de tensión en todo momento es constante y los efectos de los campos electromagnéticos de las dos líneas del bus de datos se anulan mutuamente.

De tal modo, las dos líneas del bus de datos están protegidas contra radiaciones perturbadoras y tiene un comportamiento neutral hacia afuera.”²⁵

2.4 NORMA ISO 15765-4 PARA DIAGNÓSTICO MEDIANTE LA RED CAN.²⁶

Sabemos que el bus CAN es una interfaz de comunicación, por lo que se puede interactuar con cada ECU en la red enviándoles un mensaje solicitándole información sobre datos de funcionamiento de una ECU en tiempo real o datos congelados, realizar un diagnóstico, entre otros, en los que se basara de una lista de modos para solicitar la información requerida. Esta lista se puede ver en la *tabla 2.1*.

Tabla 2.1: Descripción de modos para diagnóstico para la red CAN bus

Fuente: Autores.

Modo	Descripción del Modo.
01	Diagnóstico de datos en tiempo real.
02	Diagnostico basado en historia (datos congelados).
03	Petición de códigos de fallo.
04	Borra y resetea los códigos de diagnóstico y datos almacenados en la memoria.
05	Diagnóstico de los sensores de oxígeno. (no soporta comunicación CAN).
06	Monitoreo de sistemas específicos o pruebas de control a bordo
07	Solicita códigos de diagnóstico pendientes, durante el último ciclo de conducción.
08	Solicita el control de diagnóstico a bordo, prueba de componentes.
09	Información del vehículo.

²⁵ <http://es.scribd.com/doc/7305395/CAN-Bus-Bosch>

²⁶ SAE J1979, SURFACE VEHICLE STANDARD, Diagnostic Test Modes, 2007. P, 28, 71 - 108.

2.4.1 MODO 01.- DIAGNÓSTICO DE DATOS EN TIEMPO REAL.²⁷

Este modo o servicio nos informa el estado del sistema relacionado con las emisiones actuales, es decir nos informa los datos del sistema en tiempo real, como la temperatura del agua, RPM del motor, velocidad, etc.

Para solicitar la información en este servicio se debe incluir una identificación del parámetro PID (ver *Tabla B 1 en el anexo B*), que solicitamos al sistema para obtener la información requerida en datos reales.

Para saber los PID soportados por nuestra ECU, solicitamos al sistema introduciendo el siguiente mensaje:

Tabla 2.2: Estructura del mensaje para solicitar los PID que soporta la ECU.

Fuente: Autores.

ID (Hex)	# byte	Data 7	Data 6	Data 5	Data 4	Data 3	Data 2	Data 1	Data 0
7DF	8	02	01	00	00	00	00	00	00
ID de la ECU	# de Bytes del mensaje	# de Datos En el mensaje	# de modo	PID	No se envía datos, ya que nuestro mensaje solo consta de 02 datos.				

No todos los PID pueden ser aplicables para todas las ECUs, por lo que el PID 00, 20, 40, 60, 80, A0, C0 y E0 nos ayudaran a saber los PIDs soportados por la ECU, al colocar el PID 00 determinaremos los PIDs soportados por la ECU del 01 al 20, con el PID 20 tendremos los PIDs soportados del 21 al 40, y así sucesivamente.

La ECU mostrará una respuesta como indica la *tabla 2.3*:

Tabla 2.3: Estructura de la respuesta solicitando los PIDs

Fuente: Autores.

ID (Hex)	# byte	Data 7	Data 6	Data 5	Data 4	Data 3	Data 2	Data 1	Data 0
7E8	8	06	41	00	BE	1F	B8	13	00
ID de la ECU	# de Bytes del mensaje	# de Datos En el mensaje	# de Modo Sumado 40	PID	Datos de los PIDs soportados.				

²⁷ SAE J1979, SURFACE VEHICLE STANDARD, Diagnostic Test Modes, 2007. P,71.

Para reconocer los PID soportados por la ECU descifraremos por medio de los datos Data 4 a Data 1. Cada valor esta en hexadecimal por lo que será pasado a binario como se muestra en la *tabla 2.4*:

Tabla 2.4: Datos para obtener los PIDs
Fuente: Autores.

Data 4	Data 3	Data 2	Data 1
BE	1F	B8	13
1011/1110	0001/1111	1011/1000	0001/0011

Donde los 0, son PID no soportados, y los 1 son PID soportados por la ECU. Entonces tendremos 32 PIDs de los cuales se escogerán los soportados de la siguiente forma, como se indica en la *tabla 2.5*:

Tabla 2.5: Descifrado de los PIDs.
Fuente: Autores.

Data 4	Data 3	Data 2	Data 1
BE	1F	B8	13
1011/1110	0001/1111	1011/1000	0001/0011
1,2,3,4/5,6,7,8	9,A,B,C/D,E,F,10	11,...,.../...,...,...	...,...,.../1D,10,1F,20

Contamos cada dígito binario en hexadecimal de forma ascendente, los que corresponde a un 0 serán PIDs no soportados por la ECU, y los PIDs correspondientes a 1 serán PIDs soportados por la ECU. Al llegar a 20 de la cuenta Hexadecimal, se solicitará a la ECU más PID soportados de la misma manera como se hizo con el PID 00, entonces tendremos los siguientes grupos de PIDs, del 21 al 40, etc.

2.4.2 MODO 02.- DIAGNÓSTICO BASADO EN HISTORIA O EN DATOS CONGELADOS.²⁸

Este servicio o modo indica los valores en un cuadro de datos congelados como la temperatura del agua, RPM del motor, velocidad, etc.

Para solicitar la información debe contener una ID y un identificador de parámetro PID, los PIDs para este servicio pueden ser tomados de la misma tabla del modo 1.

Se podrá solicitar hasta un máximo de 3 mensajes por el equipo de diagnóstico, y la ECU tratara a cada PID para que sea respondido siempre que lo soliciten.

²⁸ SAE J1979, SURFACE VEHICLE STANDARD, Diagnostic Test Modes, 2007. P, 76

2.4.3 MODO 03.- PETICIÓN DE CÓDIGOS DE FALLO.²⁹

Este comando permite solicitar los códigos de fallos confirmados que tiene el sistema relacionado con emisiones.

Al solicitar este modo, cada ECU responderá con un mensaje donde contenga la información del DTC relacionado con las emisiones. Si las ECUs no presentan fallas o DTCs entonces enviarán un mensaje estableciendo un parámetro de 00 que significa que no hay ningún DTC presente, por ejemplo.

Al solicitar la información se enviara un mensaje como se muestra en la *tabla 2.6*:

Tabla 2.6: Estructura para solicitar los DTCs.

Fuente: Autores.

ID (Hex)	# byte	Data 7	Data 6	Data 5	Data 4	Data 3	Data 2	Data 1	Data 0
7DF	8	01	03	00	00	00	00	00	00
ID de la ECU	# de Bytes del mensaje	# de Datos En el mensaje	# de modo	No se envía datos, ya que nuestro mensaje solo consta de 01 datos.					

La cual responderá como muestra la *tabla 2.7* con esos datos podremos entender como descifrar los DTCs de la ECU.

Tabla 2.7: Respuesta a la solicitud de DCTs.

Fuente: Autores.

ID (Hex)	# byte	Data 7	Data 6	Data 5	Data 4	Data 3	Data 2	Data 1	Data 0
7E8	8	04	43	01	01	02	00	00	00
ID de la ECU	# de Bytes del mensaje	# de bits que compone la respuesta.	Es el mismo modo sumado 40.	Indica el número de DTCs presentes.	Información para el DTC presente.	Información para otro DTC si existiera.			

Para descifrar los códigos nos basaremos en 2 datos, que son el Dato 4 y Dato 3, que se codificaran como muestra en la siguiente *tabla 2.8*.:

²⁹ SAE J1979, SURFACE VEHICLE STANDARD, Diagnostic Test Modes, 2007. P, 81.

Tabla 2.8: Decodificación de los datos para obtener los DTCs.

Fuente: Autores.

Data 4			Data 3		Forma para descifrar el código.
0	1		0	2	Dato en forma hexadecimal.
00	00	0001	0000	0010	Convertimos cada cifra a binario de 4 dígitos
00 = P	00 = 0	0000 = 0	0000 = 0	0000 = 0	Nomenclatura para representar el código de fallo o DTC.
01 = C	01 = 1	0001 = 1	0001 = 1	0001 = 1	
10 = B	10 = 2	0010 = 2	0010 = 2	0010 = 2	
11 = U	11 = 3	...	...	...	
		...	...	...	
		1111 = F	1111 = F	1111 = F	
P	0	1	0	2	Código DTC

De esta forma se obtuvo el DTC: P0102 “sensor MAF circuito de entrada baja”

2.4.4 MODO 04.- BORRA Y RESETEA LOS CÓDIGOS DE DIAGNÓSTICO Y DATOS ALMACENADOS EN LA MEMORIA.³⁰

Este modo o servicio 04 proporciona la facilidad de borrar la información del diagnóstico o los códigos de falla relacionada con las emisiones, este modo borrara la siguiente información de la *tabla 2.9*:

Tabla 2.9: Datos que pueden ser borrados con este modo.

Fuente: SAE J1979, Diagnostic Test Modes, 2011.

Información de diagnóstico.	Modos en los que se puede leer
Numero de códigos de diagnostico	(se puede leer con el modo 01 y PID 01)
Los DTC	(se puede leer con el modo 03)
Los DTC históricos	(se puede leer con el modo 02 y PID 02)
Los datos congelados o históricos	(se puede leer con el modo 02)
Estado de las pruebas de control del sistema	(se puede leer con el modo 01 y PID 01)
Resultado de las pruebas de control a bordo	(se puede leer con el modo 06 y 07)
Distancia recorrida con el MIL encendido	(se puede leer con el modo 01 y PID 21)
Distancia recorrida al borrar los DTC	(se puede leer con el modo 01 y PID 31)
Tiempo recorrido con el MIL encendido	(se puede leer con el modo 01 y PID 4D)
Tiempo recorrido al borrar los DTC	(se puede leer con el modo 01 y PID 4E)

³⁰ SAE J1979, SURFACE VEHICLE STANDARD, Diagnostic Test Modes, 2007. P,84

Este modo no depende de un PID por lo que borrara todos los problemas en las ECUs correspondientes.

Enviamos el mensaje como se muestra en la *tabla 2.10*:

Tabla 2.10: Estructura del PID para borrar la información.

Fuente: Autores.

ID (Hex)	# byte	Data 7	Data 6	Data 5	Data 4	Data 3	Data 2	Data 1	Data 0
7DF	8	01	04	00	00	00	00	00	00
ID de la ECU	# de Bytes del mensaje	# de Datos En el mensaje	# de modo	No se envía datos, ya que nuestro mensaje solo consta de 01 datos.					

La respuesta de las ECUs si es afirmativa y la operación es un éxito serán como la tabla 2.11 y si la ECU nos da una respuesta negativa, tendrá los siguientes datos, tabla 2.12:

Tabla 2.11: Respuesta afirmativa.

Fuente: Autores.

ID (Hex)	# byte	Data 7	Data 6	Data 5	Data 4	Data 3	Data 2	Data 1	Data 0
7E0	8	01	44	00	00	00	00	00	00
ID de la ECU	# de Bytes del mensaje	# de bits que compone la respuesta.	Es el mismo modo sumado 40.	No envía datos ya que la respuesta solo está compuesta de 01 datos.					

Tabla 2.12: Respuesta negativa.

Fuente: Autores.

ID (Hex)	# byte	Data 7	Data 6	Data 5	Data 4	Data 3	Data 2	Data 1	Data 0
7E0	8	03	7F	04	22	00	00	00	00
ID de la ECU	# De Bytes del mensaje	# De bits que compone la respuesta.	Este indica el error.	Este es el modo de la pregunta.	Indica secuencia incorrecta	No envía datos ya que la respuesta solo está compuesta de 03 datos.			

2.4.5 MODO 05.- DIAGNÓSTICO DE LOS SENSORES DE OXÍGENO. (NO SOPORTA COMUNICACIÓN CAN).

Este modo se podrá representar por CAN mediante el modo 06.

2.4.6 MODO 06.- MONITOREO DE SISTEMAS ESPECÍFICOS O PRUEBAS DE CONTROL A BORDO.³¹

Este modo o servicio nos permite realizar pruebas o conocer los datos de sistemas específicos, o a componentes de un sistema, por ejemplo:

- Conocer los datos sobre falla del encendido.
- Monitorear la válvula EGR.
- Monitorea el funcionamiento del catalizador.
- Monitorea el sistema de combustible, etc.

Los fabricantes de vehículos son los encargados de poner su determinado PIDs para las diferentes pruebas de control a bordo, pero se puede determinar algunos PIDs de la misma manera que se hace en el modo 01 y modo 02, algunos de estos PIDs se encuentran en la tabla B 2 del Anexo B.

2.4.7 MODO 07.- SOLICITA CÓDIGOS DE DIAGNÓSTICO PENDIENTES, DURANTE EL ÚLTIMO CICLO DE CONDUCCIÓN.³²

Este modo solicita los códigos de diagnóstico relacionados con las últimas emisiones detectadas o durante el último ciclo de conducción, también detecta los códigos pendientes, y aquellos códigos denunciados en ciclos de conducción pasados.

Es parecido al modo 03, con la diferencia que cuando hay códigos que no encienden la MIL del tablero se pueden obtener mediante el modo 07. Este modo no indica justamente un mal funcionamiento del sistema ya que se pudo a ver producido ese error en ciclos de conducción pasados, y ahora estar funcionando bien. Si al encenderse la MIL, se entenderá

³¹ SAE J1979, SURFACE VEHICLE STANDARD, Diagnostic Test Modes, 2007. P,85

³² SAE J1979, SURFACE VEHICLE STANDARD, Diagnostic Test Modes, 2007. P,95

que hay un código presente que deberá ser leído, y se interpretara de la misma manera que se analizó en el modo 03.

2.4.8 MODO 08.- SOLICITA EL CONTROL DE DIAGNÓSTICO A BORDO, PRUEBA DE COMPONENTES.³³

Este servicio permite una prueba externa, para controlar el funcionamiento del sistema a bordo y prueba de componentes.

Los PIDs soportados en este servicio se indican en la *tabla 2.13*.

De igual forma no todos los PIDs son soportados por la ECU, así que tendremos que averiguar los PIDs de la misma manera que se hizo para el modo 01, 02 y 06,

Tabla 2.13: PIDs soportados por el modo 08

Fuente: SAE J1979, Diagnostic Test Modes, 2011.

PID (hexadecimal)	Descripción.
00	Pregunta los PIDs soportados [02 - 20]
01	Prueba de la EVAP
02 - FF	Reservado por el fabricante.

2.4.9 MODO 09.- INFORMACIÓN DEL VEHÍCULO.³⁴

Este modo tiene la función de solicitar la información del vehículo tal como:

- Número de VIN del vehículo.
- Número de calibración de la ECU, entre otros.

Para determinar los PID soportados por la ECU, se deberá realizar de la misma manera que se analiza para el modo 01, 02, 06 y 08.

Estos PID y con la *tabla B 3 del Anexo B*, se podrá determinar la información del vehículo.

³³ SAE J1979, SURFACE VEHICLE STANDARD, Diagnostic Test Modes, 2007. P,96

³⁴ SAE J1979, SURFACE VEHICLE STANDARD, Diagnostic Test Modes, 2007. P, 100.

2.5 PROTOCOLOS DE COMUNICACIÓN.

La necesidad y exigencias de contar cada vez con mayor cantidad funciones y accesorios en el vehículo han llevado a una progresiva participación de la electrónica. Lo que ha generado una aparición de diferentes sistemas y protocolo de multiplexado de datos.

2.5.1 PROTOCOLO VAN.

El protocolo VAN (Vehicle Area Network) fue creado normalizado por el grupo PSA y Renault es muy parecido al protocolo CAN, y es empleado en sistemas que no requieren una elevada velocidad en la transmisión de datos ya que trabaja como máximo a 125 Kbit/s., esta normalizado bajo las especificaciones de la norma ISO 11519-3 su topología es de tipo múltimaestro todas las centralitas están conectadas al bus y pueden intercambiar datos entre sí.

La red VAN está compuesta por el bus de datos y las centralitas. El bus de datos lo componen dos cables entrelazados con una sección de 0.6 mm^2 que transmiten una señal eléctrica los cuales se les denomina DATA y DATA B.

La tensión en el DATA B es la opuesta que en el DATA. La diferencia de tensión entre los dos cables permite codificar dos estado lógicos distintos. *Figura 2.23*

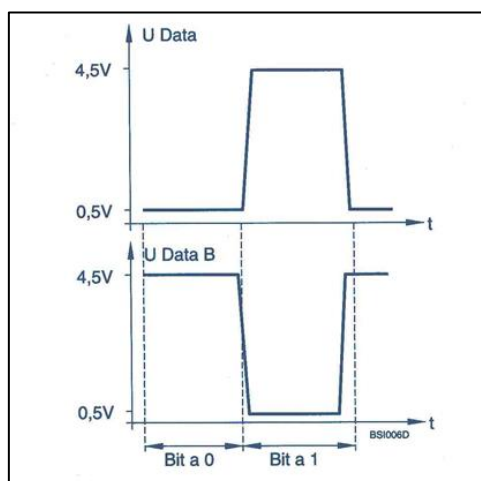


Figura 2.23: Señales de tensión de una red VAN BUS.

Fuente: SERRANO, Circuitos eléctricos auxiliares del automóvil, 2006.

La red VAN puede tener diferentes topologías pudiendo ser Maestro-esclavo, Múltimaestro-Multiesclavo o múltimaestro.

2.5.2 PROTOCOLO LIN-BUS.

LIN (Local Interconnect Network) es un protocolo de comunicación en serie de bus monoalámbrico de color violeta y un color de identificación con una sección de 0.35 mm² sin apantallamiento. Este sistema permite el intercambio de datos de una unidad de control LIN maestra hasta dieciséis unidades de control LIN esclavas.

El intercambio de datos entre las diferentes redes LIN-BUS se da mediante una unidad de control a través del CAN-BUS de datos, *figura 2.24*.



Figura 2.24: Intercambio de datos entre redes y multiplexado LIN-BUS.

Fuente: <http://es.scribd.com/doc/39952493/286-Nuevos-Sistemas-de-CAN-Bus-LIN-MOST-TM>

La velocidad de transmisión de datos es de 1 – 20 kbit/s, está determinada en el software de la unidad de control LIN.

Las aplicaciones típicas de una red multiplexada LIN-BUS, *figura 2.25*. Son unidades de montaje como las de control de puertas, dirección, regulación de climatización, asientos, sensor de lluvia, iluminación y alternador.

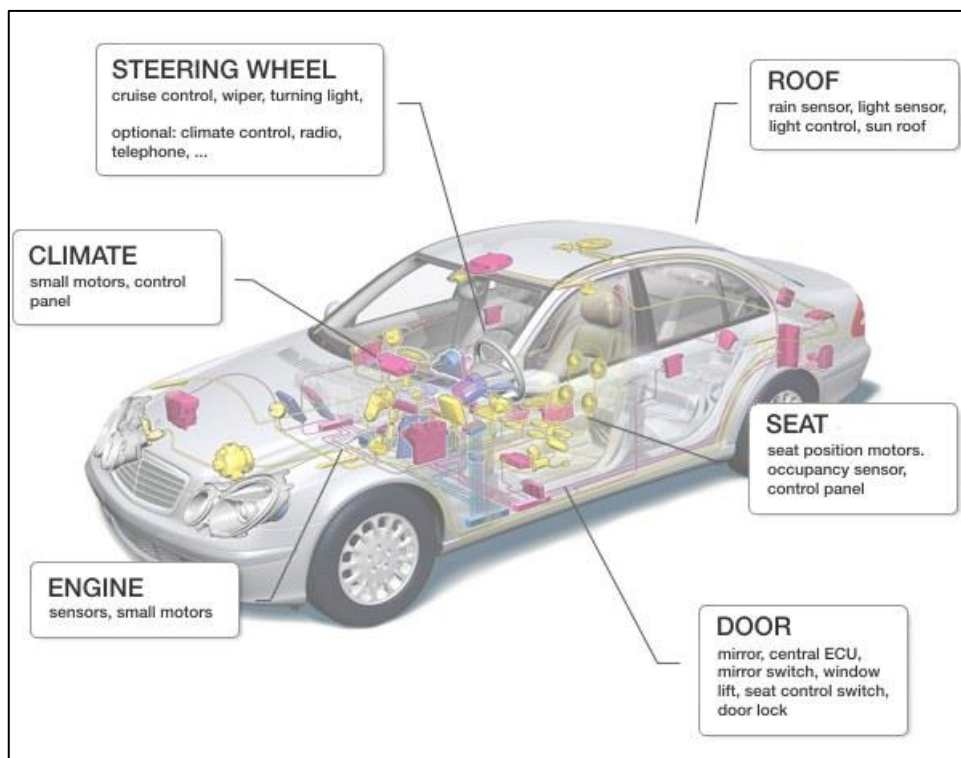


Figura 2.25: Aplicaciones de una red Multiplexada LIN-BUS.
Fuente: <http://www.aficionadosalamecanica.net/can-bus-lin-most-bluetooth.htm>

2.5.2.1 Unidad de control LIN maestra.

La unidad de control maestra es la que se encuentra conectada al CAN-BUS y ejecuta las acciones de maestra del LIN-BUS, figura 2.26.

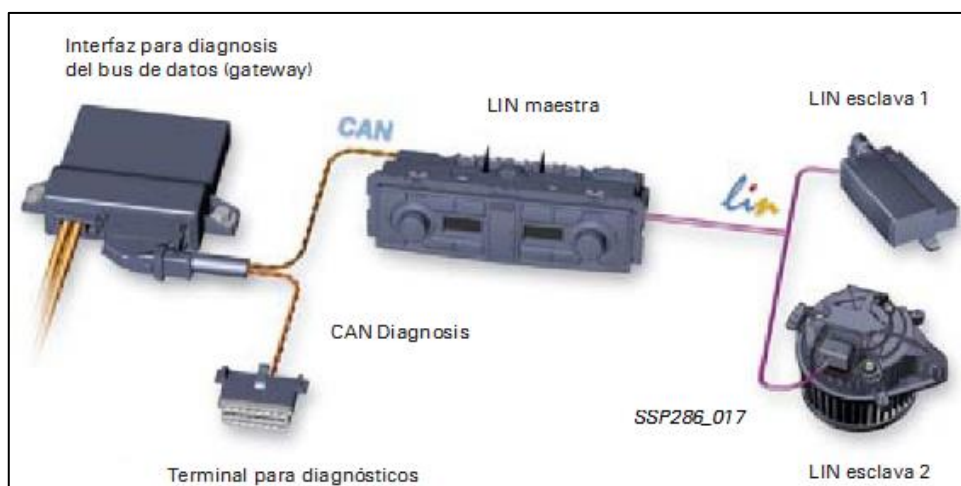


Figura 2.26: Unidad de control LIN Maestra.
Fuente: <http://es.scribd.com/doc/39952493/286-Nuevos-Sistemas-de-CAN-Bus-LIN-MOST-TM>

La unidad de control LIN maestra cumple las siguientes funciones:

- Controla la transmisión de datos y su velocidad.
- La traducción entre las unidades de control LIN abonadas en el sistema LIN-BUS local y el CAN-BUS de datos, es decir la única unidad de control del LIN-BUS que conecta con la el CAN-BUS.
- Diagnóstico de las unidades de control LIN esclavas.

2.5.2.2 Unidad de control LIN esclava.

En el sistema de datos de LIN-BUS las unidades esclavas son aquellas unidades específicas con los sensores y actuadores *figura 2.27*. Los sensores llevan una parte electrónica que analizan los valores medidos, la transmisión de estos valores se realiza mediante el LIN-BUS en forma de señal digital.

Para varios sensores y actuadores se necesita un solo pin de la Hembrilla de LIN maestra, los actuadores son componentes electrónicos o electromecánicos inteligentes a los que se les pasa las instrucciones en forma de señales de datos procedentes de la unidad de control LIN maestra. Los sensores de encargan de proporcionar información sobre el estado de operativo efectivo de los actuadores a través de la unidad de control electrónico LIN maestra.

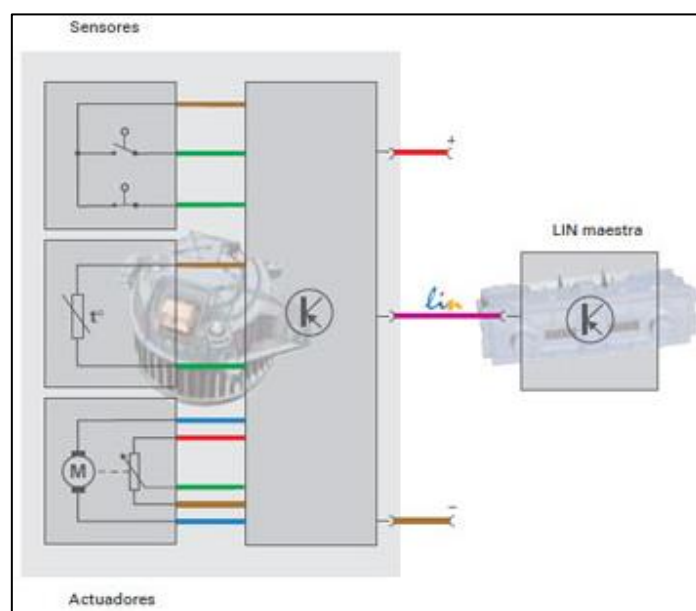


Figura 2.27: Unidad de control LIN esclava.

Fuente: <http://es.scribd.com/doc/39952493/286-Nuevos-Sistemas-de-CAN-Bus-LIN-MOST-TM>

2.5.3 PROTOCOLO MOST.

MOST (Media Oriented Systems Transport) es una red multiplexada de fibra óptica de gran velocidad destinada a las aplicaciones multimedia y entretenimiento.

En el Bus de datos es unidireccional y en forma de anillo *figura 2.28*. En el Bus la trama circula como señales luminosas cortas y no genera electromagnéticas parasitas y so insensibles a estas, el diagnostico de MOST-BUS se realiza a través del interfaz de diagnóstico parar el bus de datos y CAN del diagnóstico.

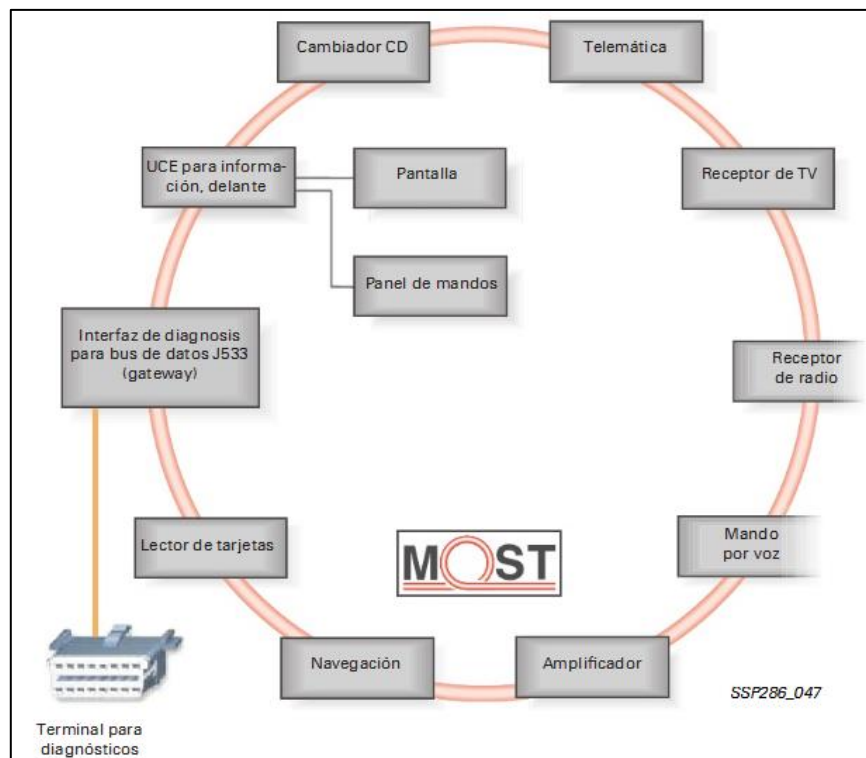


Figura 2.28: Estructura de anillo MOST-BUS.

Fuente: <http://es.scribd.com/doc/39952493/286-Nuevos-Sistemas-de-CAN-Bus-LIN-MOST-TM>

Cada unidad de control conectada a la trama tiene como misión transmitir la trama a la unidad de control siguiente hasta que se realice una vuelta completa. Una unidad de control específica toma la trama únicamente si fue destinada para ella.

El protocolo MOST tiene una velocidad de 24 Mbit/s y la longitud total de una trama es de 64 bits los cuales 60 bits están destinados a los datos, en caso de avería en el bus la red queda fuera de servicio.

2.5.4 PROTOCOLO FLEXRAY.

El FLEXRAY es un nuevo protocolo de comunicación para el bus de datos en desarrollo por el consorcio de Flexray (BMW, Bosch, Daimler Chrisler, Freescale, GM, y Volkswagen) este protocolo es más avanzado que el CAN y MOST.

El protocolo FLEXRAY está preparado para ser un sistema comprensivo, proporcionando velocidad, flexibilidad y escalabilidad para redes complejas.

Las principales características tenemos.

- Transmisión de datos a 10 Mbit/s
- Detección y diagnóstico de errores.
- Redundancia, seguridad y tolerancia de errores.

Las aplicaciones de FLEXRAY son para realizar en sistemas denominados X-by-wire, es decir elimina sistemas mecánicos o hidráulicos, El FLEXRAY utiliza un sofisticado sistema electrónico más económico de fabricar y mantenimiento. Otras aplicaciones son en sistema de seguridad activas y pasivas, sistemas de colisión, control de tracción.

Un nodo FLEXRAY esta formado por un microcontrolador, un periférico denominado Communication Controller, dos transceivers y una fuente de alimentación *figura 2.29*. El microcontrolador es el propio de la ECU y realiza ciertas funciones del automóvil y se encarga de enviar y recibir tramas de datos al bus flexray para lo cual se comunica con el Communication Controller el cual se encarga de gestionar en todo momento el protocolo.

El Communication Controller se comunica con los transceivers y se encarga de transformar los estados lógicos a niveles eléctricos del bus.

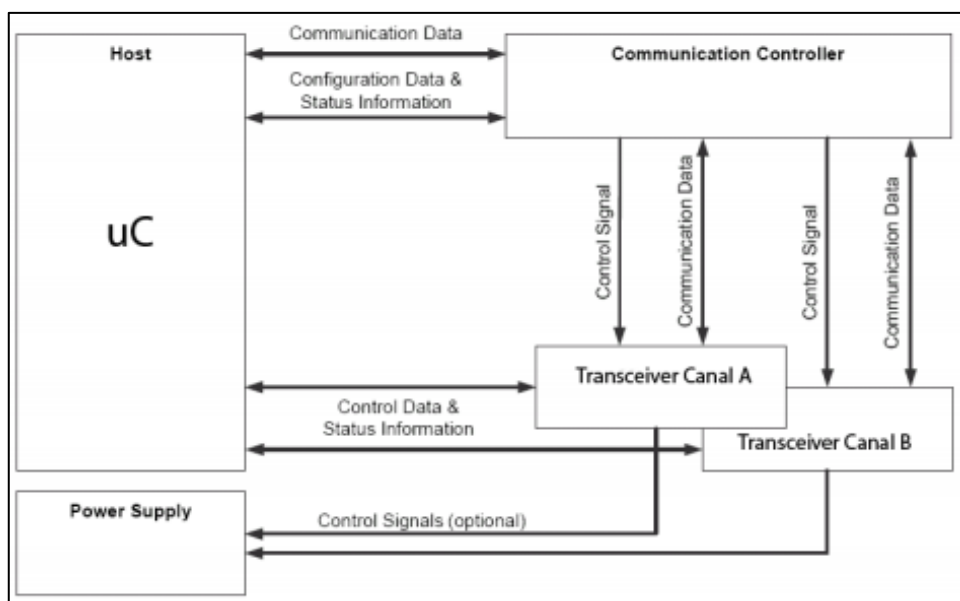


Figura 2.29: Arquitectura de un nodo FLEXRAY.

Fuente: <http://upcommons.upc.edu/pfc/bitstream/2099.1/6151/4/2%20El%20protocolo%Flexray.pdf>

2.5.5 REDES MULTIPLEXADAS INALÁMBRICAS.

La implementación de nuevas tecnologías de mayor velocidad, más segura y menor costo, han llevado a los fabricantes de automóviles a la implementación de redes inalámbricas en el intercambio de datos en el automóvil, actualmente se está utilizando en la transmisión de datos múltiples como el WI-FI en las conexiones a internet, y Bluetooth para manos libres en vehículo.

2.5.5.1 Sistema Bluetooth.

El sistema Bluetooth en el automóvil es la tecnología orientada a la conectividad inalámbrica de corto alcance para la transmisión de voz y datos entre diferentes dispositivos electrónicos fijos o móviles. Los datos se transmiten mediante ondas de radio a través del aire con una velocidad de 1 Mbit/s con un alcance hasta de 10 metros y en la banda de frecuencias de 2.45 GHz la cual no tiene una licencia a nivel mundial.

Actualmente esta tecnología es utilizada en el vehículo para la comunicación con diferentes periféricos como son el teléfono móvil, PDA, computadoras personales, etc., e intercambia información. Permite la utilización de teléfono móvil a través del sistema de audio del vehículo *figura 2.30*.



Figura 2.30: Transmisión de datos Bluetooth.

Fuente: LLANOS, Circuitos eléctricos auxiliares de automóvi, 2011.

El módulo bluetooth es un chip muy pequeño que integra un transceptor de radio, un microprocesador y la antena además de un dispositivo de disminución de interferencia que elimina frecuencias cercanas a la banda de frecuencias de transmisión.

En cuanto coinciden dos dispositivos bluetooth establecen automáticamente una comunicación pero antes de que esto suceda es necesaria la introducción de un PIN la cual genera una serie única de 128 bits que permite a los dispositivos reconocerse. En el proceso de la acción constituyen celdas mínimas de radiocomunicación denominadas picored para su organización. Una picored tiene una capacidad de ocho dispositivos Bluetooth como máximo pero cada una de ellas puede escuchar varias picocélulas

Un dispositivo asume la función de maestro en cada picored en el cual el maestro establece la comunicación, los demás dispositivos se sincronizan con el maestro y solo el esclavo que ha recibido un paquete de datos puede transmitir una respuesta.

2.5.5.2 Sistema Wi-Fi.

Wi-Fi (Wireless Fidelity) actualmente es el más utilizado en la transmisión de datos con una velocidad entre 11 Mbit/s a 54 Mbit/s con un alcance de 100 a 150 metros los datos se transmiten mediante ondas de radio que portan la información. Los datos son introducidos en la onda de radio por el emisor y extraídos por el receptor en un proceso denominado modulación. La modulación convierte la información de la onda de radio en una señal digital y viceversa. La modulación de amplitud le otorga un valor de uno a una amplitud máxima y cero a una mínima.

La utilización de esta red para la comunicación entre centralitas es muy ventajosa en la implementación en sistemas de seguridad activa y pasiva, suprimir los cables y tener una alta velocidad de datos, *figura 2.31*.



Figura 2.31: Transmisión de datos Wi-Fi.

Fuente: LLANOS, Circuitos eléctricos auxiliares de automóvil, 2011.

2.5.6 OTROS PROTOCOLOS DE COMUNICACIÓN.

Los protocolos de datos mencionados hasta ahora son los más utilizados por los fabricantes de automóviles, pero existe una variedad de protocolos los cuales no hemos hablado y pueden estar en el vehículo por ejemplo.

- DSI Bus: Fue creado por Motorola alcanza una velocidad de 150 kbit/s y estar como máximo con una centralita maestra y una esclava.
- J1850: fue creado en el año de 1994 bajo especificaciones de la normativa SAE y OBD II. El nivel alto entre 4,25 voltios e inferiores a 3,5 como nivel bajo. Con una velocidad de 41,6 kbit/s siendo solo para aplicaciones de velocidad baja y media como J1850 PWM (Pulse Width Modulation) y con una velocidad de 10,4 kbit/s el J1850 VWM (Variable Pulse Width)
- BST Bus: (Bosch Siemens Temic) con una velocidad de transmisión de datos de 250 Kbit/s.
- MML Bus: (Mobile Multimedia Link) utiliza un bus de fibra óptica u topología en estrella con centralitas maestras y esclavas, con una velocidad de transmisión de datos de 100 Mbit/s con cable de longitud máxima de 10 metros.

- Res BEAN: (Body Electronic Area Network) protocolo desarrollado en el año de 1992 bajo las especificaciones de la normativa de SAE 920231 alcanza una velocidad de transmisión de datos superiores a 20 Kbit/s.

CAPÍTULO III

3 DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL INTERFAZ DIDÁCTICO DE REDES Y MULTIPLEXADO CAN.

INTRODUCCIÓN.

Nuestro proyecto se enfoca en el diseño y construcción de una interfaz didáctica de red y multiplexado CAN de la marca de automóviles Toyota, e implementación a los módulos de control del vehículo sus respectivos sensores y actuadores que se encuentran comunicados en la red CAN.

En la *figura 3.1* se representa el diagrama de bloques del diseño de la interfaz didáctica de red y multiplexado CAN, cada módulo se presentara de forma individual y se realizara la conexión mediante el protocolo de comunicación CAN.

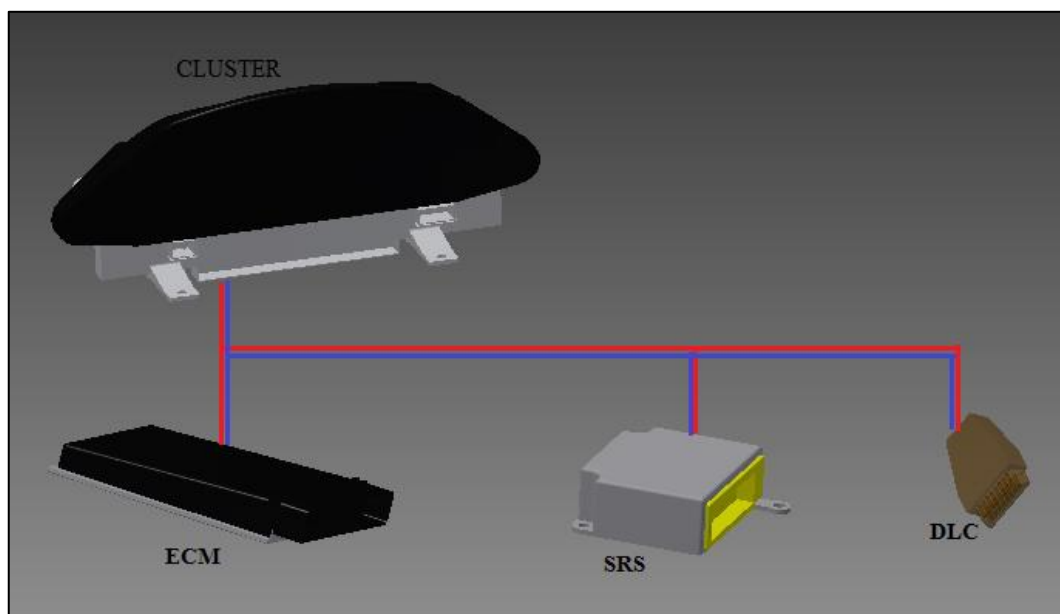


Figura 3.1: Diagrama de bloques diseño de la interfaz didáctica de red multiplexado CAN.

Fuente: Autores.

3.1 CARACTERÍSTICAS DEL INTERFAZ DIDÁCTICO DE REDES Y MULTIPLEXADO CAN.

En el desarrollo de la interfaz didáctica de red y multiplexado CAN se utilizara tres módulos de la marca del automóvil Toyota: Módulo de control del motor o ECM, Módulo

del airbag o SRS, Módulo del cluster y el conector de diagnóstico del vehículo o DLC.
Figura 3.2.



Figura 3.2: Módulos de la interfaz didáctica de red multiplexado CAN.
Fuente: Autores.

Cada módulo contara con sus sensores y actuadores principales que se encargaran de recibir y enviar datos mediante la red de comunicación CAN, de acuerdo a la prioridad de comunicación del módulo en la red.

En la interfaz didáctica la transferencia de datos de módulo a módulo se lo realiza por medio de dos cables CAN-H y CAN-L trenzados y con terminación en resistencias de 120 Ohm, evitando la multitud de cables que dificultan el diagnóstico de la red de nuestra interfaz didáctica.

3.1.1 DESCRIPCIÓN DE LOS COMPONENTES.

A continuación se describe los elementos principales para el desarrollo de la interfaz didáctica *tabla 3.1*:

Tabla 3.1: Elementos utilizados.

Fuente: Autores.

Cantidad	Componente	Código
1	Módulo de Control del Motor o ECM	8966-52B70
1	Módulo del Airbag o SRS	89170-42180
1	Módulo del Cluster	83800-XXX
1	Conector de diagnóstico o DLC	OBD-II
3	Placas electrónicas de simulación de sensores	-----

3.1.1.1 Módulo de control del motor o ECM.

El módulo de control del motor consta de dos tipos de conectores. *Figura 3.3*

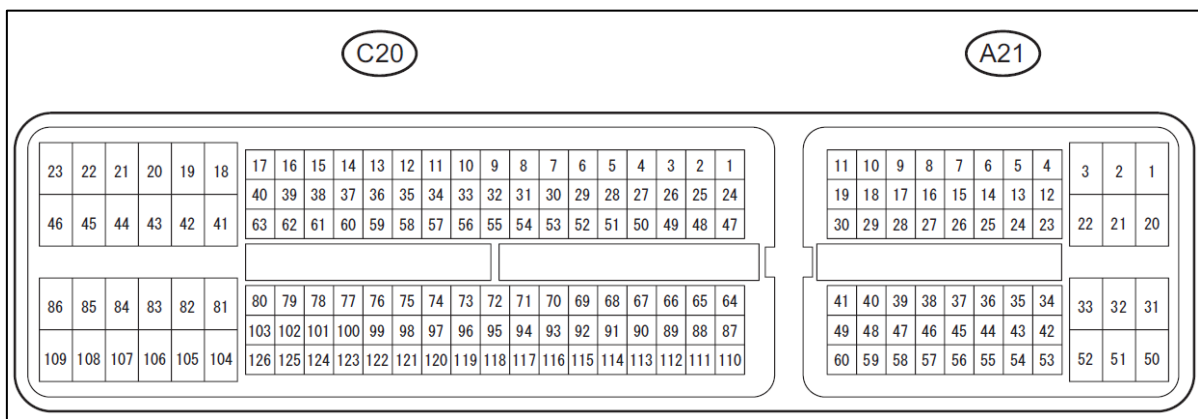


Figura 3.3: Conectores del módulo del control del motor.

Fuente: Manual de taller Yaris 2007.

Cada uno de los conectores del módulo del control del motor consta de un número determinado de pines y cada uno cumple una función determinada. En la *tabla 3.2* se detallara únicamente los pines que se utilizó para el desarrollo de la interfaz didáctica de redes y multiplexado CAN-BUS.

Tabla 3.2: Descripción de pines del módulo del control del motor.

Fuente: Autores.

Símbolo	Descripción del terminal	Condición.	Especificación.
BATT(A21-20)- E1(C20-104)	Batería. (voltaje de la batería y memoria ECM)	Siempre.	11 a 14 volt.
+BM(A21-3)-	Alimentación del actuador	Siempre.	11 a 14 volt.

E1(C20-104)	del acelerador		
IGSW(A21-28)- E1(C20-104)	Interruptor de encendido	Interruptor de encendido en ON	11 a 14 volt.
+B(A21-2)- E1(C20-104)	Alimentación de la ECM	Interruptor de encendido en ON	11 a 14 volt.
+B2(A21-2)- E1(C20-104)	Alimentación de la ECM	Interruptor de encendido en ON	11 a 14 volt.
OC1+(C20-100)- OC-(C20-123)	Válvula de control de aceite del árbol de levas (OCV)	Ralentí	Anexo A (Gráfico 1)
VG(C20-118)- E2G(C20-116)	Flujo de masa de aire.	Ralentí.	0.5 a 3 volt.
THA(C20-65)- ETHA(C20-88)	Sensor de temperatura del aire de admisión.	Ralentí.	0.5 a 3.4 volt.
THW(C20-97)- ETHW(C20-96)	Sensor de temperatura del refrigerante del motor.	Ralentí,	0.2 a 1 volt.
VCTA(C20-67)- ETA(C20-91)	Alimentación del sensor de posición la mariposa de aceleración	Interruptor de encendido en ON	4.5 a 5.5 volt.
VTA1(C20-115)- ETA(C20-91)	Sensor de posición de la mariposa de aceleración	Interruptor de encendido en ON. Totalmente cerrada.	0.5 a 1.1 volt.
		Interruptor de encendido en ON. Totalmente abierta.	3.3 a 4.9 volt.
VTA2(C20-114)- ETA(C20-91)	Sensor de posición de la mariposa de aceleración (detección de mal funcionamiento)	Interruptor de encendido en ON. Totalmente cerrada.	2.1 a 3.1 volt.
		Interruptor de encendido en ON.	4.6 a 5 volt.

		Totamente abierta.	
VPA(A21-55)- EPA(A21-59)	Sensor de posición del pedal de aceleración. (control del motor)	Interruptor de encendido en ON. Pedal liberado.	0.5 a 1.1 volt.
		Interruptor de encendido en ON. Pedal totalmente accionado.	2.6 a 4.5 volt.
VPA2(A21-56)- EPA2(A21-60)	Sensor de posición del pedal de aceleración. (detección de mal funcionamiento)	Interruptor de encendido en ON. Pedal liberado.	1.2 a 2 volt.
		Interruptor de encendido en ON. Pedal totalmente accionado.	3.4 a 5 volt.
		Interruptor de encendido en ON.	11 a 14 volt.
OX1B(C20-64)- E03(C20-87)	Sensor de oxígeno.	Velocidad del motor a 2500 rpm durante dos minutos. Después de calentar el sensor	Anexo A (Gráfico 2)
#10(C20-108)- E01(C20-45) #20(C20-107)- E01(C20-45) #30(C20-106)- E01(C20-45) #40(C20-105)- E01(C20-45)	Inyectores.	Interruptor de encendido en ON.	11 a 14 volt.
		Ralentí.	Anexo A (Gráfico 3)
KNK1(C20-110)-	Sensor de golpeteo.		(Anexo A

EKNK(C20-111)			(Gráfico 4)
G2+(C20-99)- G2-(C20-121)	Sensor de posición del árbol de levas.	Ralentí.	Anexo A (Gráfico 5)
NE+(C20-122)- NE-(C20-121)	Sensor de posición del cigüeñal.	Ralentí.	Anexo A (Gráfico 5)
IGT1 (C20-85)- E1(C20-45) IGT2 (C20-84)- E1(C20-45) IGT3 (C20-83)- E1(C20-45) IGT4 (C20-82)- E1(C20-45)	Señal de la bobina de encendido.	Ralentí.	Anexo A (Gráfico 6)
IGF1(C200-81)- E1(C20-104)	Señal de las bobinas de encendido	Interruptor de encendido en ON.	4.5 a 5.5 volt.
		Ralentí.	Anexo A (Gráfico 6)
SPD(A21-8)- E1(C20-104)	Señal de velocidad tablero.	Conducción a 20 km/h.	Anexo A (Gráfico 7)
STSW(A21-14)- E1(C20-104)	Señal interruptor de encendido		6 volt. O más.
STP(A21-36)- E1(C20-104)	Interruptor de luz de freno	Pedal de freno liberado.	Menos de 1.5 volt.
		Pedal de freno accionado	7.5 a 14 volt.
ST1-(A21-35)- E1(C20-104)	Interruptor de luz de freno (opuesto a STP terminal)	Interruptor de encendido en ON. Pedal de freno accionado.	Menos de 1.5 volt.
		Interruptor de encendido en ON. Pedal de freno	7.5 a 14 volt.

		liberado.	
M+(C20-42)- ME01(C20-43)	Actuador del acelerador	Ralentí motor caliente	Anexo A (Gráfico 8)
M-(C20-41)- ME01(C20-43)	Actuador del acelerador.	Ralentí motor caliente	Anexo A (Gráfico 9)
FC(A21-7)- E1(C20-104)	Control de la bomba de combustible.	Interruptor de encendido en ON.	11 a 14 volt.
		Ralentí	Menos de 1.5 volt.
W(A21-24)- E1(C20-104)	MIL	Interruptor de encendido en ON.	Menos de 1.5 volt.
		Ralentí	11 a 14 volt.
TC(A21-27)- E1(C20-104)	Terminal TC del DLC3.	Interruptor de encendido en ON.	11 a 14 volt.
TACH(A21-15)- E1(C20-104)	Velocidad del motor	Ralentí	Anexo A (Gráfico 10)
FANL(A21-21)- E1(C20-104)	Ventilador N ^{ro} 1 relé	Interruptor de encendido en ON.	Interruptor de encendido en ON.
		Ralentí	Menos de 1.5 volt.
FANH(A21-22)- E1(C20-104)	Ventilador N ^{ro} 2 relé	Ralentí con la temperatura de la refrigerante alta.	Menos de 1.5 volt.
CANH(A21-41)- E1(C20-104)	Línea de comunicación CAN.	Interruptor de encendido en ON.	Anexo A (Gráfico 11)
CANL(A21-49)- E1(C20-104)	Línea de comunicación CAN	Interruptor de encendido en ON.	Anexo A (Gráfico 12)

3.1.1.2 Módulo del airbag.

El módulo del sistema de Airbag consta de tres tipos de conectores. *Figura 3.4*

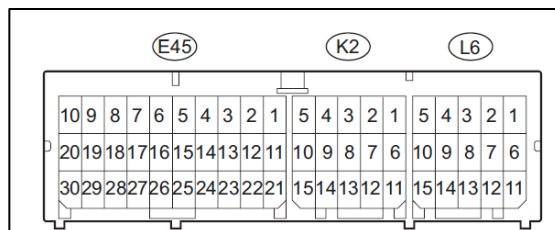


Figura 3.4: Conectores del módulo del Airbag.
Fuente. Manual del taller Rav4 2006.

Cada una de los conectores del módulo del Airbag consta de un número de pines determinado y cada uno de estos cumple una función específica, de igual forma en *tabla 3.3*, únicamente se especifica los pines utilizados.

Tabla 3.3: Descripción de pines del módulo del airbag.
Fuente: Autores.

Símbolo	Descripción del terminal.
P2+(E45-1)	Airbag del acompañante (lado del pasajero delantero detonador 2 ^{do} paso)
P2-(E45-2)	Airbag del acompañante (lado del pasajero delantero detonador 2 ^{do} paso)
P-(E45-3)	Airbag del acompañante (lado del pasajero delantero detonador)
P+(E45-4)	Airbag del acompañante (lado del pasajero delantero detonador)
D+(E45-5)	Almohadilla de la dirección. (detonador del lado del conductor)
D-(E45-6)	Almohadilla de la dirección. (detonador del lado del conductor)
D2-(E45-7)	Almohadilla de la dirección. (detonador del lado del conductor detonador del 2 ^{do} paso)
D2+(E45-8)	Almohadilla de la dirección. (detonador del lado del conductor detonador del 2 ^{do} paso)
CANH(E45-13)	CAN-H

SIL(E45-16)	DLC3
IG2(E45-21)	IGN fusible.
CANL(E45-22)	CAN-L
E1(E45-25)	Masa
E2(E45-26)	Masa
-SR(E45-27)	Sensor del airbag delantero RH
-SL(E45-28)	Sensor del airbag delantero LH
+SR(E45-29)	Sensor del airbag delantero RH
+SL(E45-30)	Sensor del airbag delantero LH
PD-(K2-1)	Asiento delantero exterior del conjunto del cinturón LH (lado del conductor detonador del pretensor)
PD+(K2-2)	Asiento delantero exterior de conjunto del cinturón LH (lado del conductor detonador del pretensor)
DBE+(K2-11)	Asiento delantero interior del conjunto del cinturón LH
DBE-(K2-12)	Asiento delantero interior del conjunto del cinturón LH
DSP-(K2-13)	Sensor de posición del asiento.
DSP+(K2-14)	Sensor de posición del asiento.
PP+(L6-4)	Asiento delantero exterior del conjunto del cinturón RH (lado del pasajero detonador del pretensor RH)
PP-(L6-5)	Asiento delantero exterior del conjunto del cinturón RH (lado del pasajero detonador del pretensor RH)

3.1.1.3 Módulo del tablero.

El módulo de control del tablero consta de dos tipos de los conectores. *Figura 3.5.*

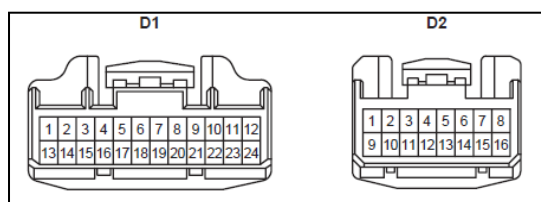


Figura 3.5: Conectores del módulo del cluster.

Fuente: Manual del taller Yaris 2007.

Cada uno de los conectores del módulo del tablero consta de un número de pines determinado y cada uno de estos cumple una función específica en *tabla 3.4*, se especifica los pines únicamente utilizados.

Tabla 3.4: Descripción de pines Módulo del cluster.
Fuente: Autores.

Símbolo	Descripción terminal	Condición	Especificación
IGSW (D1-1)-Masa	Interruptor de encendido	Siempre	11 a 14 volt.
BATT(D1-2)-Masa	Batería	Interruptor de encendido en ON	11 a 14 volt.
+S (D1-16)-Masa	Señal de velocidad del vehículo (Salida).	Conducir por aprox. 20 Km/h	Generador de pulso.
SI (D1-17)-Masa	Señal de velocidad del vehículo (Entrada).	Conducir por aprox. 20 Km/h	Generador de pulso.
CANH (D1-20)-Masa	CAN-H. Línea de comunicación	Interruptor de encendido en ON	Generador de pulso.
CANL (D1-21)-Masa	CAN-L. Línea de comunicación	Interruptor de encendido en ON	Generador de pulso.
GROUND (D1-24)-Masa	Masa del conector.	Siempre	
EFI (D2-4)-Masa	Señal MIL	Interruptor de encendido en ON MIL de ON - OFF	Menos de 1V a 11-14 Volt.

3.1.1.4 Interfaz de diagnóstico.

El conector de diagnóstico consta del siguiente tipo de conector. *Figura 3.6*

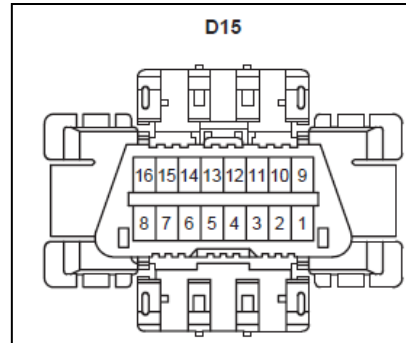


Figura 3.6: Conector de DLC.
Fuente: Manual del taller Yaris 2007.

Este tipo de DLC es normalizado para todos los vehículos con la normativa OBD II. LOS fabricantes de vehículos utilizan los pines de este conector dependiendo los módulos de control electrónico que posean respetando siempre esta normativa *tabla 3.5*

Tabla 3.5: Descripción de pines DLC.

Fuente: Autores.

Símbolo	Descripción terminal	Condición	Especificación
BATT(D15-16)-Masa	Batería positivo	Siempre	11 a 14 volt.
SIL (D15-7)-SG(D15-5)	Línea de Bus +	Durante la transmisión	Generador de pulso
CG (D15-4)-Masa	Tierra de chasis	Siempre	0 Volt.
SG (D15-5)-Masa	Tierra de señal	Siempre	0 Volt.
TAC (D15-9)	Comunicación con la ECM	Encendido en ON	Códigos de falla de la ECM.
CAN-H (D15-6)	CAN-H. Línea de comunicación	Encendido en OFF	54 a 68 Ohm.
CAN-L (D15-14)	CAN-L. Línea de comunicación	Encendido en OFF	54 a 68 Ohm.

3.2 PARÁMETROS PARA LA SIMULACIÓN Y DISEÑO.

Para realizar la simulación y diseño es ineludible tener presente el número de sensores y actuadores correspondientes a cada módulo con la finalidad de contar con la cantidad mínima de estos periféricos y obtener una interfaz didáctica donde permita la correcta funcionalidad de la red y multiplexado CAN para aplicaciones en el automóvil.

Las señales de entrada de las computadoras de la ECM y SRS se simularan con la finalidad de aportar información sobre los distintos parámetros del comportamiento del vehículo, como la temperatura del refrigerante del motor, rpm del motor, sensores del Airbag o SRS, entre otros. Los módulos contienen almacenada sus respectivos parámetros de funcionamiento por lo cual toman una decisión y controlaran sus actuadores.

Las computadoras para vehículos de la fábrica Toyota pueden compartir información con diferentes tipos de módulos con el mismo protocolo de comunicación, por lo cual se las comunicara con la finalidad de poder adquirir datos mediante el DLC en tiempo real.

Las computadoras de la ECM y Airbag pueden compartir información con el panel de instrumentos para poder visualizar y controlar los diferentes estados de funcionamiento del vehículo.

3.3 SIMULACIÓN Y DISEÑO DE LOS SENSORES.

La simulación de los sensores se los realizara en base a los parámetros de funcionamiento de cada sensor y con un rango mínimo de error con la finalidad de generar DTC (Diagnostic Trouble code).

3.3.1 SIMULACIÓN DE SENSORES DE LA ECM.

3.3.1.1 Señal del sensor CKP y CMP.

Señal indispensable para empezar a funcionar el motor, es decir es la señal por la cual la ECM empieza a dar pulsos de inyección. Su señal es analógica y varia su frecuencia según las revoluciones del motor.

Para simular este sensor se programó un PIC 30F4011-20I/P que genere la señal características de estos sensores CKP y CMP *figura 3.7*, para realizar a variación de frecuencias se colocó un potenciómetro con la finalidad de generas esta variación de frecuencia de forma sincronizada de las señales del sensor CKP y CMP.

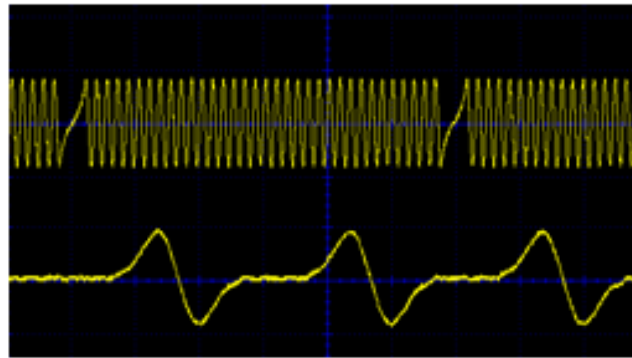


Figura 3.7: Señal del sensor CKP y CMP.
Fuente: Los autores

3.3.1.2 Señal del sensor APP.

El sensor APP detecta el ángulo de apertura del pedal del acelerador consta de dos circuitos con señales diferentes VPA1 y VPA2. VPA1 es la principal y detecta la apertura real del ángulo del pedal acelerador y VPA2 es utilizada para un control de funcionamiento de la señal del VPA1 y funcionamiento del sensor APP.

Para la simulación del sensor tomamos los valores de referencia del manual del vehículo para VPA1 (0.5 - 4.5 volts) y VPA2 (1.2 – 5 volts). *Figura 3.8*.

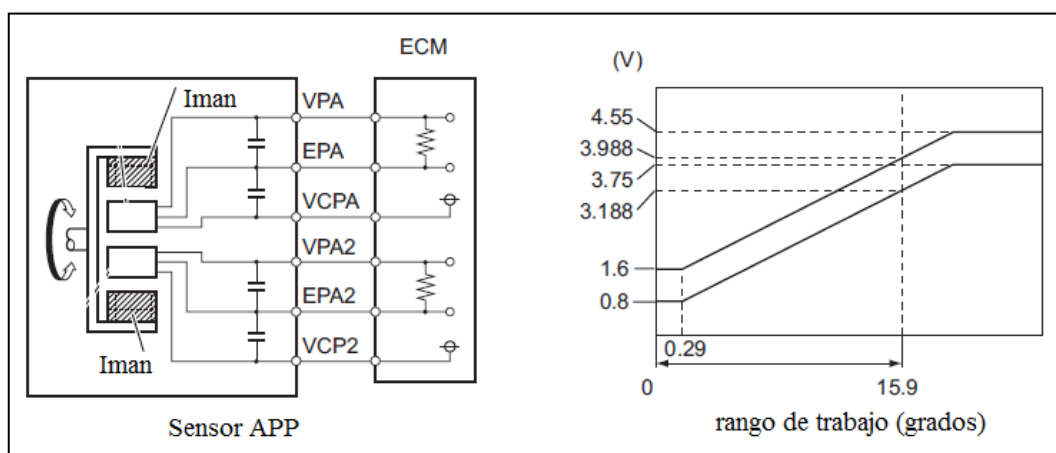


Figura 3.8: Sensor APP.
Fuente: Manual del taller Yaris 2007.

Este sensor se lo simulo mediante partidores de tensión los cuales puedan variar su voltaje dentro del rango establecido, como estas dos señales deben variar simultáneamente, para variación de tensión se realizó utilizando un potenciómetro doble.

Dependiendo de la señal VPA1 y VPA2 la ECM calcula y controla el accionador de la válvula del estrangulador para el control del motor.

A continuación se presenta el cálculo dentro de los rangos de voltaje estimados de funcionamiento.

Cálculo para señal de VPA1 (0.5 – 4.5 volts)

Datos.

$$R_{pot} = 10K\Omega$$

$$v_{in} = 5v$$

$$V_{out} = \frac{R_2 + R_{pot}}{R_{total}} V_{in}$$

$$0.5v = \frac{R_2 + 0}{R_1 + R_2 + 0} 5v$$

$$0.5R_1 + 0.5R_2 = 5R_2$$

$$R_1 = 9R_2$$

$$4.5v = \frac{R_2 + 10000\Omega}{R_1 + R_2 + 10000\Omega} 5v$$

$$4.5 = \frac{5R_2 + 50000\Omega}{9R_2 + R_2 + 10000\Omega}$$

$$45R_2 + 45000\Omega = 5R_2 + 50000\Omega$$

$$40R_2 = 5000\Omega$$

$$R_2 = 125\Omega$$

$$R_1 = 9R_2 = 1125\Omega$$

Cálculo para señal de VPA2 (1.2 – 4.8 volts)

$$1.2v = \frac{R_4 + 0}{R_3 + R_4 + 0} 5v$$

$$1.2R_1 + 1.2R_2 = 5R_2$$

$$R_3 = 3.17R_4$$

$$4.8v = \frac{R_4 + 10000\Omega}{3.17R_4 + R_4 + 10000\Omega} 5v$$

$$0.96 = \frac{R_4 + 10000\Omega}{4.17R_4 + 10000\Omega}$$

$$4R_4 + 9600\Omega = R_4 + 10000\Omega$$

$$3R_4 = 400\Omega$$

$$R_4 = 133.3\Omega$$

$$R_3 = 3.17R_4 = 422.6\Omega$$

En la *figura 3.9* se muestra el diseño del sensor APP.

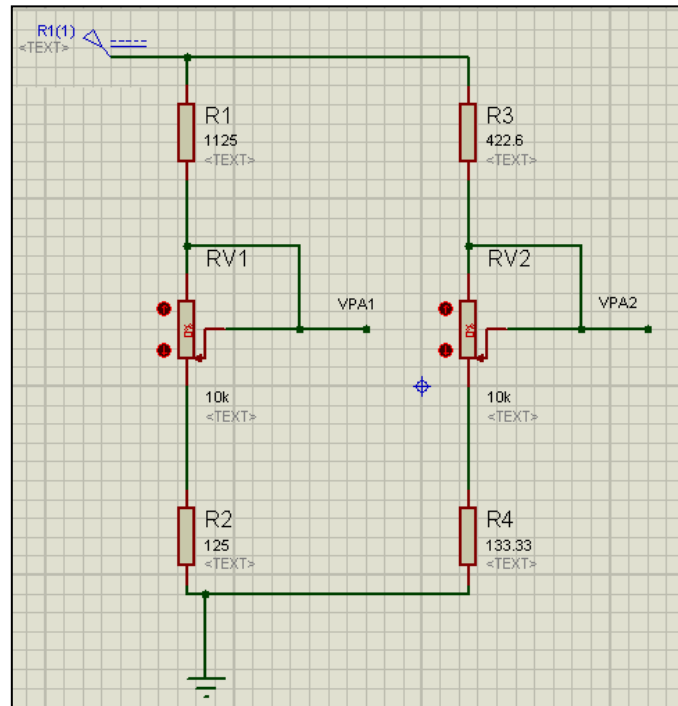


Figura 3.9: Diseño del sensor APP

Fuente: Autores.

3.3.1.3 Generador de falla de la señal del sensor TPS.

El sensor TPS genera una señal analógica la cual proporciona la información del ángulo de apertura de la válvula del estrangulador. Este sensor proporciona dos señales VTA1 y VTA2. VTA1 es utilizada para detectar el ángulo de apertura de la válvula del estrangulador y VTA2 para detectar fallas en VTA1. *Figura 3.10*

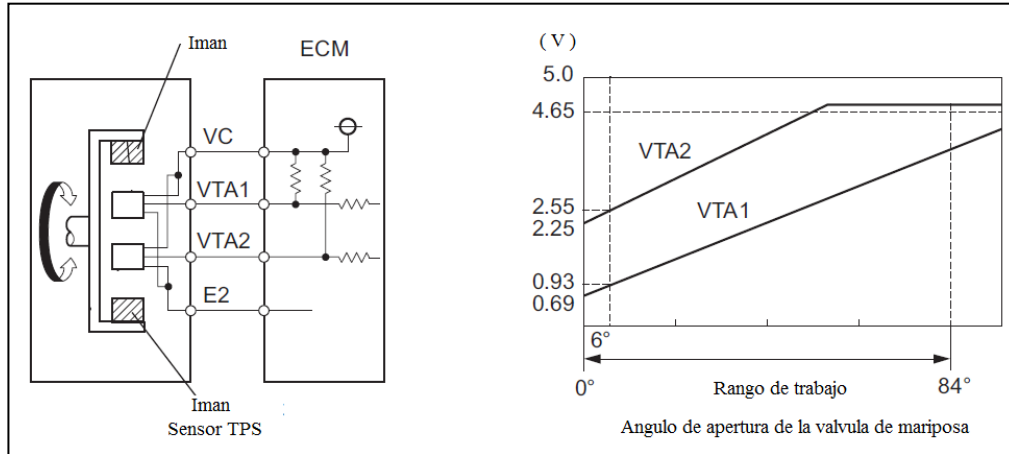


Figura 3.10: Sensor TPS.

Fuente: Manual del taller Yaris 2007.

A medida que aumenta la apertura de la válvula del estrangulador aumenta la tensión salida en el sensor, al cerrarse la válvula del estrangulador disminuye la tensión. La ECM calcula la apertura del estrangulador de acuerdo a las señales de este sensor y demás cálculos como la corrección de relación aire combustible, corrección de potencia y corte de combustible.

Para la simulación de la señal de este sensor se realizó mediante partidores de tensión, para lo cual calculamos los rangos de voltaje estimados de funcionamiento para este sensor.

La señal de VTA1 es (0.69 – 4.05 volts).

La señal de VTA2 es (2.25– 4.8 volts).

Se realizó un circuito para generar las fallas del sensor, en el cual consta de hacerle pasar la señal por una resistencia variable para disminuir su voltaje como se muestra en la *figura 3.11*.

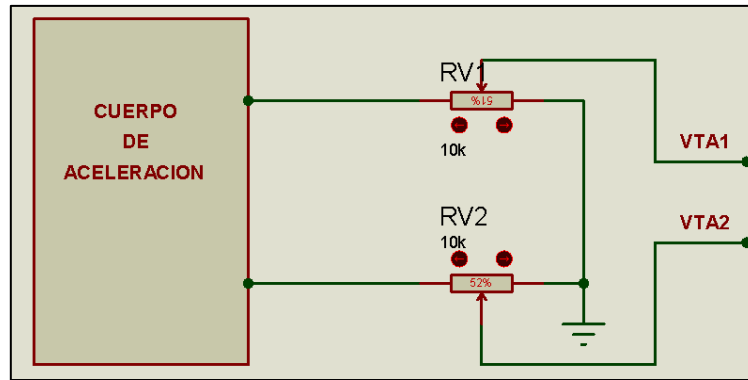


Figura 3.11: Generador de falla TPS.

Fuente: Autores.

3.3.1.4 Señal del sensor VSS.

El sensor VSS utilizado en este vehículo es de efecto Hall por lo que emite pulsos de onda cuadrada a diversas frecuencias, dependiendo de la velocidad del vehículo.

Conociendo los rangos de funcionamiento realizamos el circuito para simular este sensor.

Básicamente consta de un IC 555 conectado de forma a estable, y en base a configuraciones de resistencias y condensador nos delimitamos a obtener frecuencias deseadas para el funcionamiento.

Cálculos para obtener las resistencias con las frecuencias deseadas.

$$f = \frac{1}{0.7(R_A + 2R_B)C}$$

Datos.

$$V_{ss} = 20 \frac{km}{h} \rightarrow f = 17.24 Hz$$

Asumimos que:

$$R_A = 1k\Omega$$

$$C = 1\mu f$$

$$f_{max} = 189.6 Hz$$

$$f_{min} = 6Hz$$

Cálculo para obtener en valor de la resistencia R_{B1} . Con la $f_{max} = 189.6 \text{ Hz}$

$$f = \frac{1}{0.7(R_A + 2R_B)C}$$

$$189.6 \text{ Hz} = \frac{1}{0.7(1k\Omega + 2R_B)1\mu f}$$

$$2R_B = 6534.6\Omega$$

$$R_{B1} = 3267.3\Omega$$

Cálculo para obtener en valor de la resistencia del sensor R_{B2} . Con la $f_{min} = 6 \text{ Hz}$

$$f = \frac{1}{0.7(R_A + 2R_B)C}$$

$$6 \text{ Hz} = \frac{1}{0.7(1k\Omega + 2R_B)1\mu f}$$

$$2R_B = 237095.2\Omega$$

$$R_{B2} = 118547.6\Omega$$

En la figura 3.12 se muestra el diseño del sensor Vss.

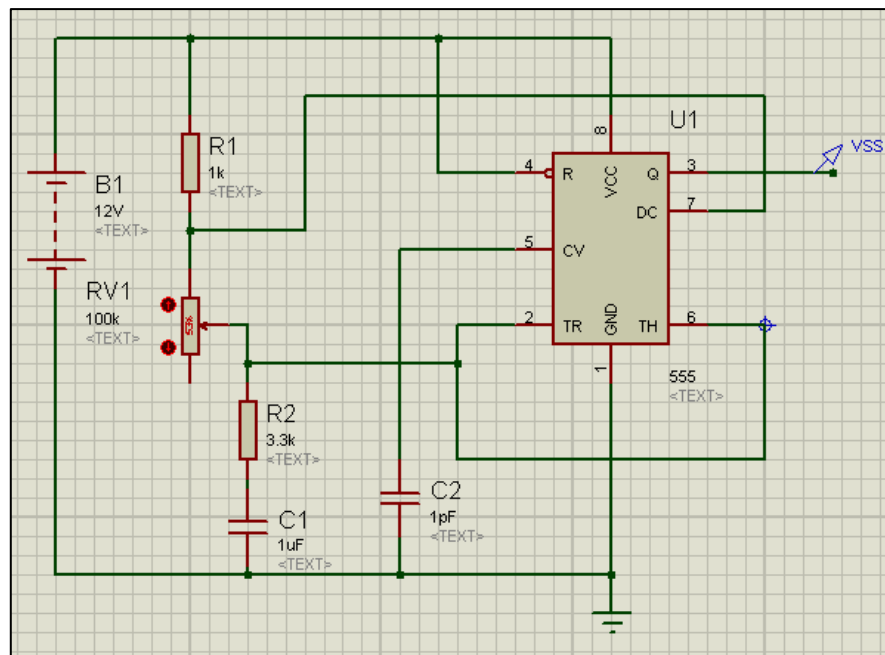


Figura 3.12: Diseño del sensor VSS.

Fuente: Autores.

3.3.1.5 Señal del sensor O₂.

La importancia de instalar este sensor en un vehículo es la de retroalimentar del sistema, es decir emitir una señal para corregir el tiempo de inyección de combustible en los cilindros, para reducirla emisión de los gases contaminantes.

Sabiendo el funcionamiento y los rangos establecidos por el fabricante, construimos el circuito para simular el sensor O₂.

El circuito consta de un IC 555 conectado de forma a estable que genere ondas cuadradas y se le pueda variar su frecuencia por medio de un potenciómetro. A él se añade un transistor para colocar una tensión de entrada establecida para el sensor, además de la colocación un partidor de tensión para operar en los rangos de voltaje del sensor O₂ y la colocación de dos condensadores en paralelo con la finalidad de generar la carga y descarga de los condensadores y convertir los pulsos de onda cuadrada generados por el IC 555 en una onda sinusoidal que es característica de este sensor.

Cálculo de frecuencia y voltaje para el sensor O₂

$$T_{alta} = 0.7(R_A + R_B)C$$

$$T_{baja} = 0.7(R_B)C$$

$$T = T_{alta} + T_{baja}$$

$$f = \frac{1}{T}$$

Datos.

$$R_A = 100k\Omega$$

$$R_B = 100k\Omega$$

$$C = 4.7\mu f$$

$$R_3 = 100k\Omega$$

Cálculo de frecuencia con la resistencia variable R_B está en 100%.

$$T_{alta} = 0.7(100k\Omega + 100k\Omega + 100k\Omega)4.7\mu f$$

$$\mathbf{T_{alta} = 987\ mseg}$$

$$T_{baja} = 0.7(R_B)C$$

$$T_{baja} = 0.7(100k\Omega + 100k\Omega)4.7uf$$

$$\mathbf{T_{baja} = 658\ mseg}$$

$$T = T_{baja} + T_{alta}$$

$$\mathbf{T = 658 + 987 = 1645\ mseg}$$

$$f_{max} = \frac{1}{T}$$

$$f_{min} = \frac{1}{1.645\ seg} = 0.607Hz$$

Cálculo de frecuencia con la resistencia variable R_B está en 0%.

$$T_{alta} = 0.7(100k\Omega + 0k\Omega + 100k\Omega)4.7uf$$

$$\mathbf{T_{alta} = 658\ mseg}$$

$$T_{baja} = 0.7(R_B)C$$

$$T_{baja} = 0.7(0k\Omega + 100k\Omega)0.1uf$$

$$\mathbf{T_{baja} = 329mseg}$$

$$T = T_{baja} + T_{alta}$$

$$\mathbf{T = 329 + 658 = 0.987mseg}$$

$$f_{max} = \frac{1}{T}$$

$$f_{max} = \frac{1}{0.987mseg} = 1.013\ Hz$$

Cálculo de voltaje para el sensor O₂.

Datos.

$V_{in} = 5 \text{ volts.}$

$R_1 = 10k\Omega$

$R_2 = 3.3k\Omega$

$$V_{out} = \frac{3.3}{10 + 3.3} 5v = 1.24v$$

En la figura 3.13 se muestra el diseño del sensor O₂.

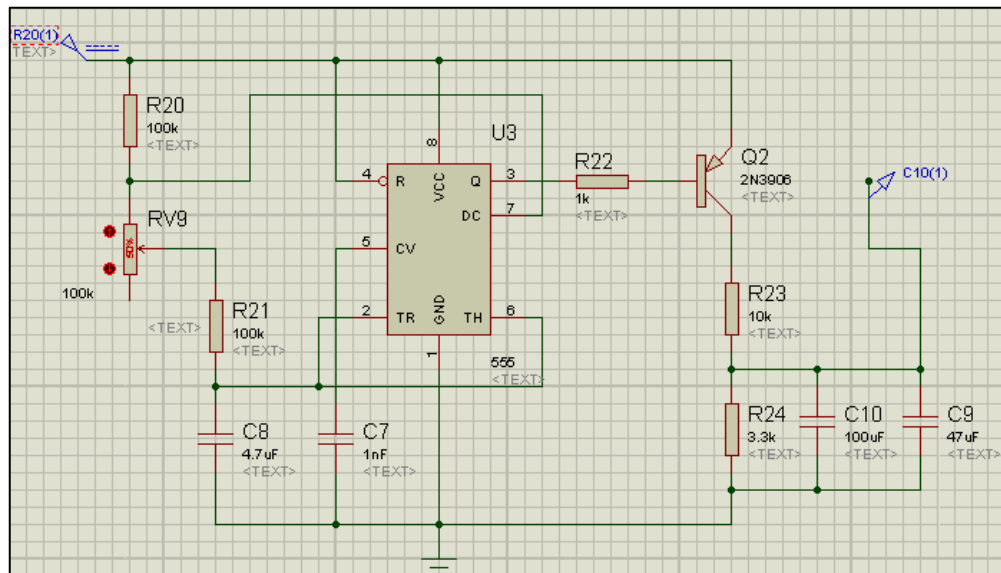


Figura 3.13: Diseño del sensor O₂.

Fuente: Autores.

3.3.1.6 Señal del sensor ECT.

El sensor ECT es utilizado para verificar la temperatura del líquido refrigerante el cual consta de un termistor que varía la resistencia en función de la temperatura es de tipo NTC, esta variación de resistencia se refleja en la tensión de salida del sensor.

Para la simulación de este sensor tomamos los valores determinados por el manual del vehículo ECT (0.14 – 4.91 volts), figura 3.14

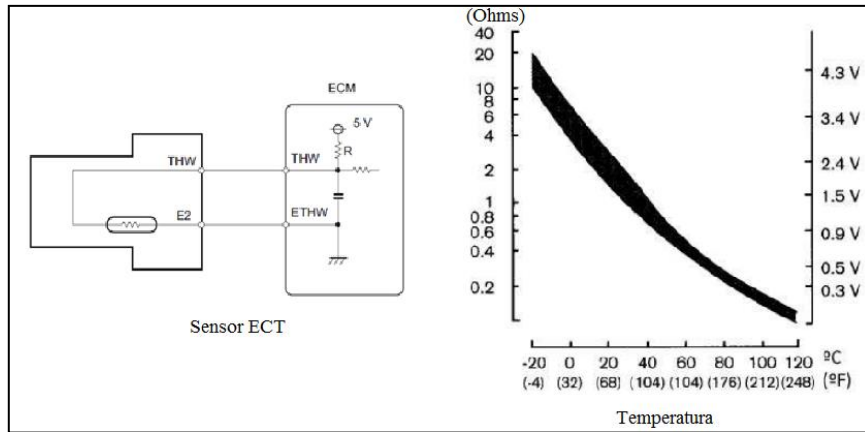


Figura 3.14: Sensor ECT.
Fuente: Manual del taller Yaris 2007.

Este sensor se lo simulo mediante un partidor de tensión al cual se lo hace variar con un potenciómetro dentro del rango establecido.

Cálculos para el sensor ECT (0.14 – 4.91 volts)

Datos.

$$R_{pot} = 10K\Omega$$

$$v_{in} = 5v$$

$$V_{out} = \frac{R_2 + R_{pot}}{R_{total}} V_{in}$$

$$0.14v = \frac{R_2 + 0}{R_1 + R_2 + 0} 5v$$

$$0.14R_1 + 0.14R_2 = 5R_2$$

$$R_1 = 34.71R_2$$

$$4.91v = \frac{R_2 + 10000\Omega}{R_1 + R_2 + 10000\Omega} 5v$$

$$4.91v = \frac{5R_2 + 50000\Omega}{34.7R_2 + R_2 + 10000\Omega}$$

$$175.3R_2 + 49100\Omega = 5R_2 + 50000\Omega$$

$$40R_2 = 900\Omega$$

$$R_2 = 5.28\Omega$$

$$R_1 = 34.71R_2 = 183.4\Omega$$

En la *figura 3.15* se muestra el diseño del sensor ECT.

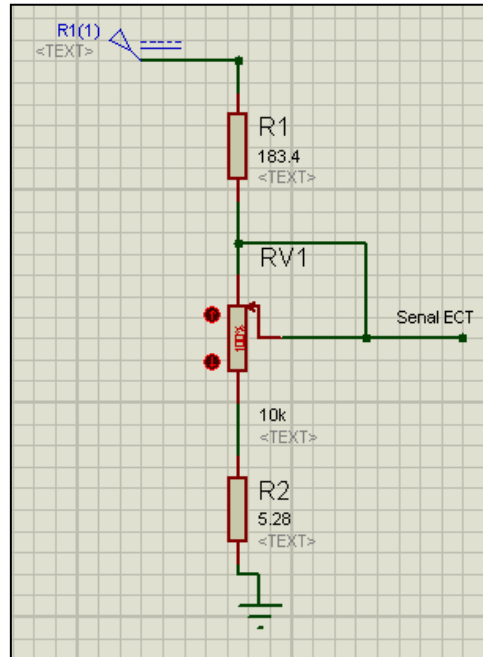


Figura 3.15: Diseño del sensor ECT.
Fuente: Autores.

3.3.1.7 Señal del sensor IAT.

El sensor IAT es utilizado para medir la temperatura del aire que ingresa al motor está construido de un termistor que de igual forma que el sensor ECT varia su resistencia en función de la temperatura del aire de admisión, es de tipo NTC. Esta variación se refleja en la salida de voltaje del sensor hacia la ECM.

Para la simulación del sensor tomamos los valores de referencia del manual de taller del vehículo IAT (0.18 – 4.91 volts), *figura 3.16*.

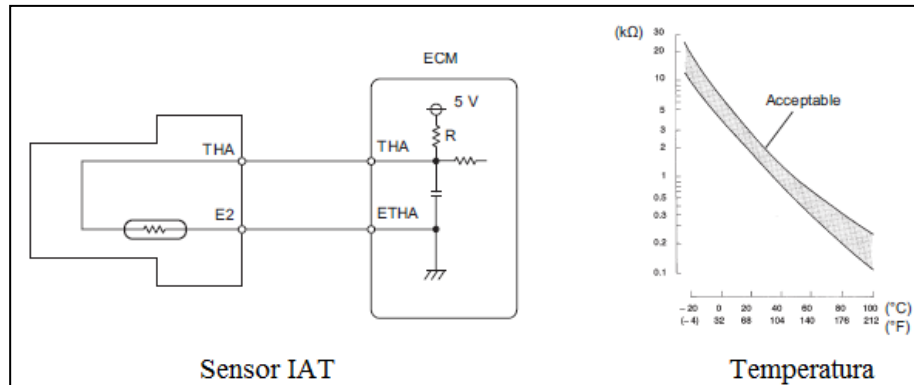


Figura 3.16: Sensor IAT.
Fuente: Manual del taller Yaris 2007.

De igual forma que el sensor ECT se lo simulo con un partidor de tensión dentro de los rangos establecidos.

Dependiendo de la señal de este sensor la ECM aumenta el volumen de inyección de combustible si esta fría o disminuye si está caliente con la finalidad de mejorar el desempeño del motor en la conducción.

Cálculos para el sensor IAT (0.18 – 4.91 volts)

Datos.

$$R_{pot} = 10K\Omega$$

$$v_{in} = 5v$$

$$V_{out} = \frac{R_2 + R_{pot}}{R_{total}} V_{in}$$

$$0.18v = \frac{R_2 + 0}{R_1 + R_2 + 0} 5v$$

$$0.18R_1 + 0.18R_2 = 5R_2$$

$$R_1 = 26.77R_2$$

$$4.91v = \frac{R_2 + 10000\Omega}{R_1 + R_2 + 10000\Omega} 5v$$

$$4.91v = \frac{5R_2 + 50000\Omega}{26.77R_2 + R_2 + 10000\Omega}$$

$$136.38R_2 + 49100\Omega = 5R_2 + 50000\Omega$$

$$131.34R_2 = 900\Omega$$

$$R_2 = 6.84\Omega$$

$$R_1 = 26.77R_2 = 183.37\Omega$$

En la *figura 3.17* se muestra el diseño del sensor IAT.

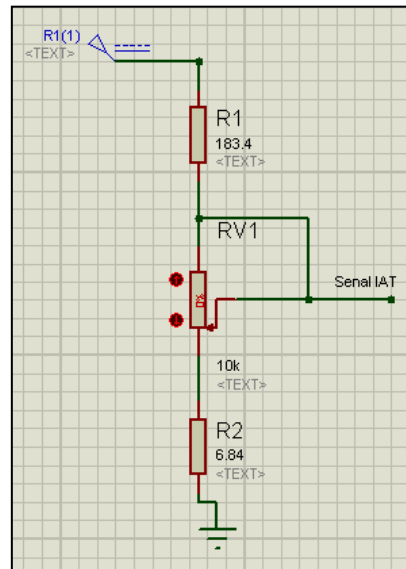


Figura 3.17: Diseño del sensor IAT.
Fuente: Autores.

3.3.1.8 Señal del sensor MAF.

El sensor MAF se encarga de medir la cantidad de aire que fluye a través del múltiple de admisión e ingresa al motor, este sensor consta de un hilo de platino caliente expuesto al aire de admisión y varía su resistencia en función de la temperatura que ingresa el aire, la señal de tensión del sensor es proporcional a la corriente de aire a través del sensor, *figura 3.18*

Para la simulación tomamos los valores de tensión determinados por el manual del vehículo MAF (0.2 – 4.9 volts)

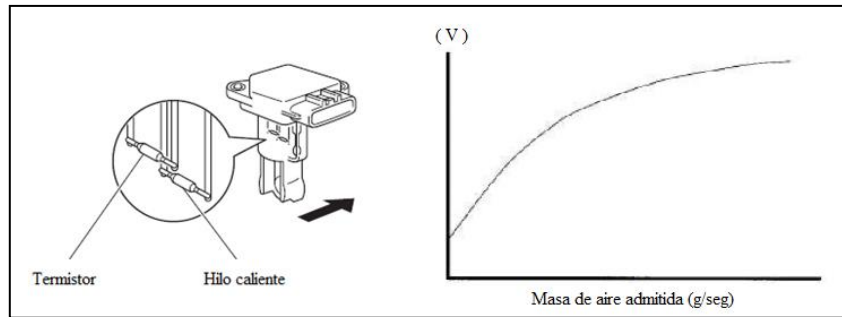


Figura 3.18: Sensor MAF.
Fuente: Manual del taller Yaris 2007.

Este sensor se lo simulo mediante partidor de tensión al cual se lo hace variar con un potenciómetro dentro de los rangos de voltaje establecidos para su funcionamiento.

La ECM utiliza la señal del sensor para calcular el tiempo de inyección de combustible y mantener una adecuada relación de mezcla estequiometria.

Cálculos para el sensor MAF (0.2 – 4.9 volts)

Datos.

$$R_{pot} = 10K\Omega$$

$$v_{in} = 5v$$

$$V_{out} = \frac{R_2 + R_{pot}}{R_{total}} V_{in}$$

$$0.2v = \frac{R_2 + 0}{R_1 + R_2 + 0} 5v$$

$$0.2R_1 + 0.2R_2 = 5R_2$$

$$R_1 = 24R_2$$

$$4.9v = \frac{R_2 + 10000\Omega}{R_1 + R_2 + 10000\Omega} 5v$$

$$4.9v = \frac{5R_2 + 50000\Omega}{24R_2 + R_2 + 10000\Omega}$$

$$122.5R_2 + 49000\Omega = 5R_2 + 50000\Omega$$

$$117.5R_2 = 1000\Omega$$

$$R_2 = 8.51\Omega$$

$$R_1 = 24R_2 = 204.2\Omega$$

En la *figura 3.19* se muestra el diseño del sensor MAF.

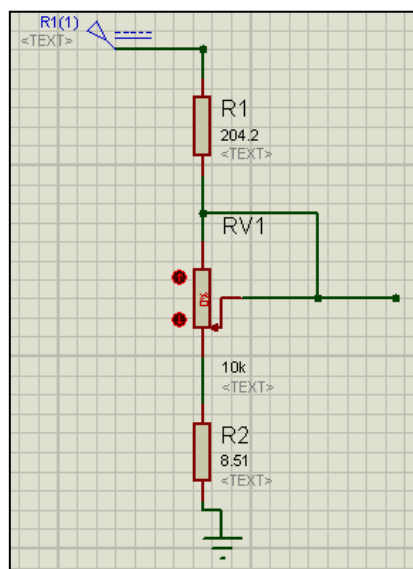


Figura 3.19: Diseño del sensor MAF

Fuente: Autores.

3.3.1.9 Señal del sensor KS.

El sensor Ks se encarga de detectar detonaciones anormales realizadas en el interior del motor, este sensor está compuesto por un piezoeléctrico que genera un ruido en detonaciones anormales y lo transforma en una variación eléctrica que es captada por la ECM, *figura 3.20*.

Para la simulación de este sensor tomamos rangos de tensión determinados por el manual de taller del vehículo. Ks (0.5 – 4.5 volts)

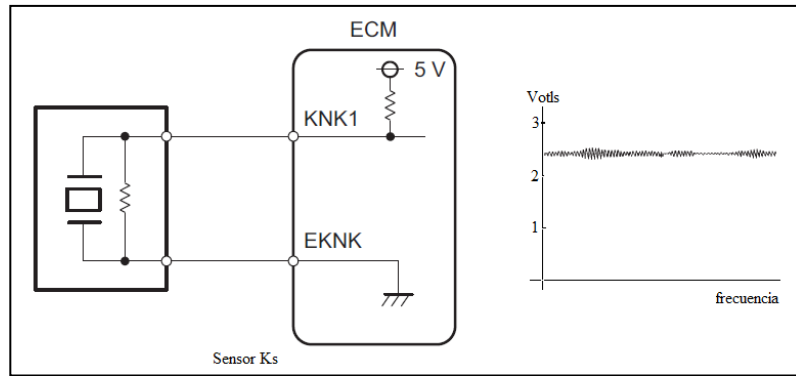


Figura 3.20: Sensor Ks.
Fuente: Manual del taller Yaris 2007.

Este sensor lo simulamos mediante un partido de tensión el cual lo hacemos varia la salida de voltaje con un potenciómetro, a la señal de salida de este potenciómetro se le conecto una resistencia y un piezoeléctrico en paralelo con la finalidad de aplicar una presión al piezoeléctrico y genere una interferencia en la salida provocando una onda característica de este sensor.

Dependiendo de esta señal la ECM retrasa el tiempo de encendido hasta llegar a desaparecer las detonaciones anormales, luego que las detonaciones han sido eliminadas el tiempo de encendido vuelve a la normalidad.

Cálculos para el sensor Ks (0.5 – 4.5 volts)

Datos.

$$R_{pot} = 10K\Omega$$

$$v_{in} = 5v$$

$$V_{out} = \frac{R_2 + R_{pot}}{R_{total}} V_{in}$$

$$0.5v = \frac{R_2 + 0}{R_1 + R_2 + 0} 5v$$

$$0.5R_1 + 0.5R_2 = 5R_2$$

$$R_1 = 9R_2$$

$$4.5v = \frac{R_2 + 10000\Omega}{R_1 + R_2 + 10000\Omega} 5v$$

$$4.5v = \frac{5R_2 + 50000\Omega}{9R_2 + R_2 + 10000\Omega}$$

$$45R_2 + 45000\Omega = 5R_2 + 50000\Omega$$

$$40R_2 = 5000\Omega$$

$$R_2 = 125\Omega$$

$$R_1 = 9R_2 = 1125\Omega$$

En la *figura 3.21* se muestra el diseño del sensor Ks.

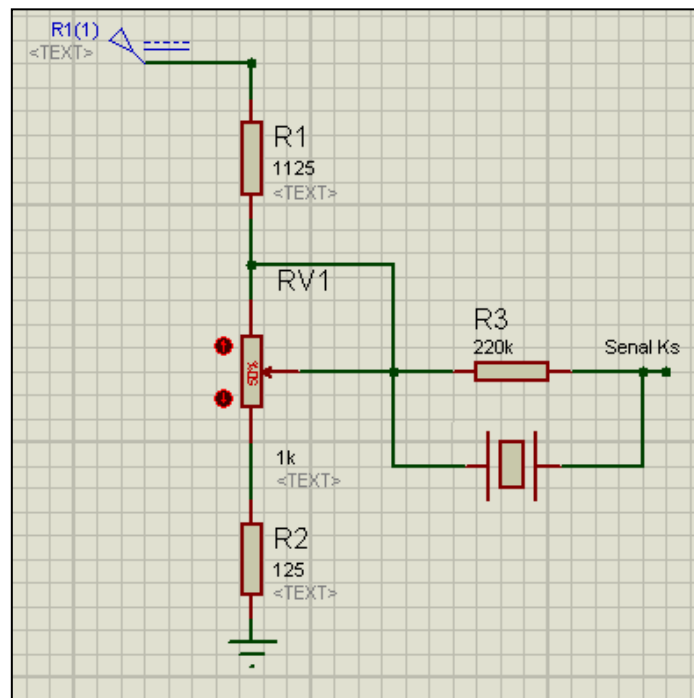


Figura 3.21: Diseño del sensor Ks.

Fuente: Autores.

3.3.1.10 Diseño y construcción de placas electrónicas de sensores y actuadores del ECM.

Luego que las simulaciones de los diferentes sensores y actuadores han sido comprobados su funcionamiento en la ECM, procedemos a la realización de la placa electrónica de sensores, para lo cual se diseñó en dos placa, una contiene los emuladores de sensores y actuadores *figura 3.22*. La otra placa electrónica contiene el circuito de la simulación del sensor CKP Y CMP *figura 3.23*

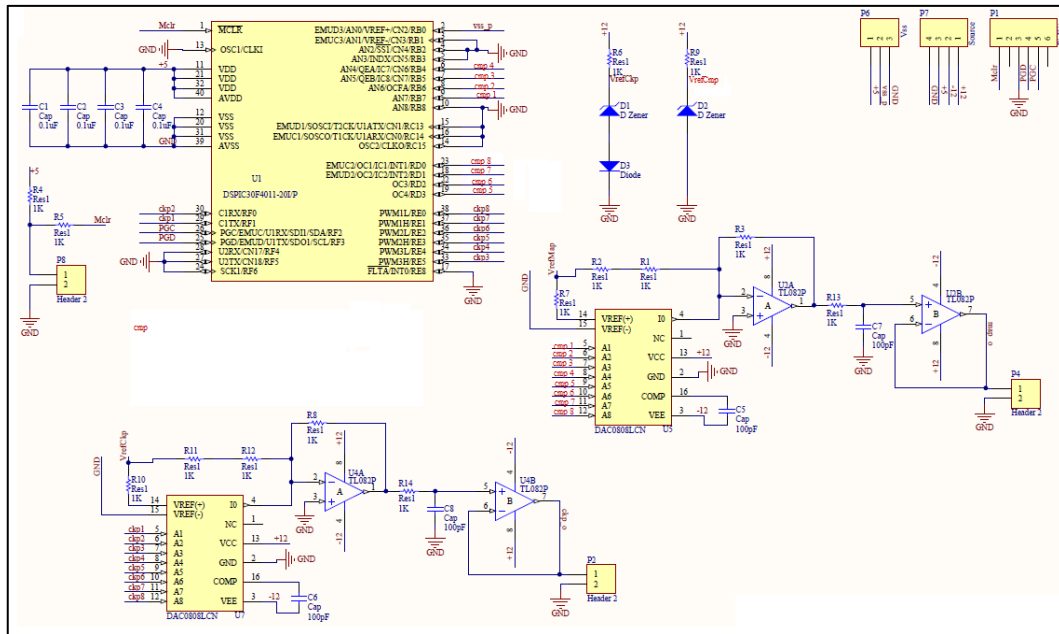


Figura 3.23: Placa electrónica sensores CKP y CMP.

Fuente: Autores.

3.3.2 SIMULACIÓN DE SENSORES Y ACTUADORES DEL SRS.

La simulación y diseño de las señales de sensores y actuadores del SRS se la realizo en base a los parámetros de funcionamiento de este módulo con la finalidad de eliminar los DTC generados por el mismo.

3.3.2.1 Señal de Sensor Frontal de Impacto.

El sensor frontal de impacto consta de dos partes una para desaceleración frontal y otra de diagnóstico del sensor. Estas señales son enviadas hacia el módulo del SRS el cual determina si los detonadores de las bolsas de aire deben ser o no activadas, *figura 3.24*.



Figura 3.24: Sensor Frontal de Impacto.

Fuente: Autores.

En la figura 3.25 podemos observar la señal emitida por el sensor frontal de impacto.

Señal de color rojo es tomada del pin del sensor SR+ y masa , la señal de color amarillo es tomada del pin del sensor SR- y masa figura 3.25(a) con 5 v/div, 250 useg/div.3. Figura 3.25 (b) con 5 v/div, 50 useg/div.3.

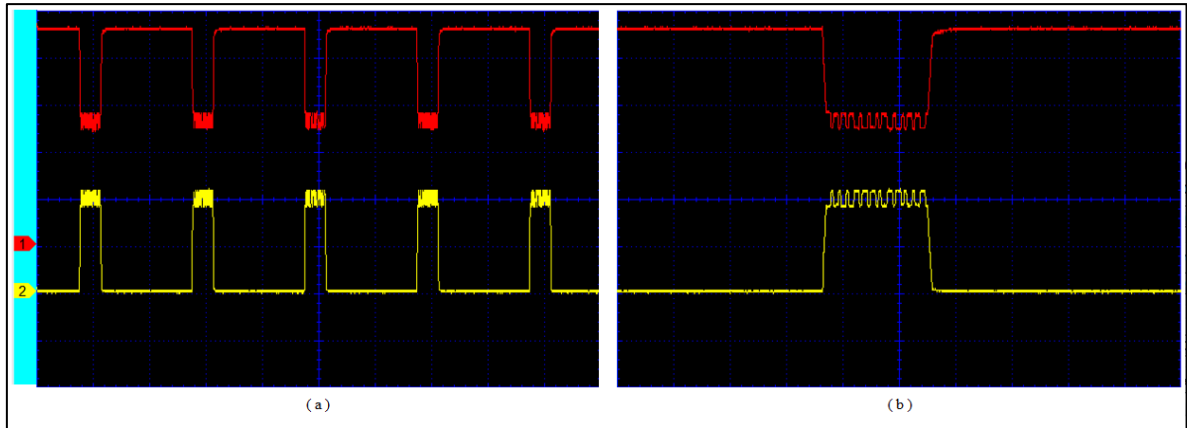


Figura 3.25: Señal del sensor frontal de impacto.

Fuente: Autores.

3.3.2.2 Señal de Posición del Asiento.

El sensor de posición del asiento lo realizamos mediante un partidor de tensión mediante el cual el módulo de control del SRS puede determinar si el respectivo asiento está ocupado o no, evitando que en un caso de accidente pueda provocar el destello de los detonadores de las bolsas de aire sin ser necesario.

Cálculo para el sensor de posición del asiento.

Rango de voltaje. (0.2 - 4.75 volts.)

Datos.

$$R_{pot} = 10K\Omega$$

$$v_{in} = 5v$$

$$V_{out} = \frac{R_2 + R_{pot}}{R_{total}} V_{in}$$

$$0.2v = \frac{R_2 + 0}{R_1 + R_2 + 0} 5v$$

$$0.2R_1 + 0.2R_2 = 5R_2$$

$$R_1 = 24R_2$$

$$4.75v = \frac{R_2 + 10000\Omega}{R_1 + R_2 + 10000\Omega} 5v$$

$$4.75v = \frac{5R_2 + 50000\Omega}{24R_2 + R_2 + 10000\Omega}$$

$$118.75R_2 + 47500\Omega = 5R_2 + 50000\Omega$$

$$113.5R_2 = 2500\Omega$$

$$R_2 = 21.9\Omega$$

$$R_1 = 24R_2 = 527.4\Omega$$

En la *figura 3.26* se muestra el diseño del sensor de posición del asiento.

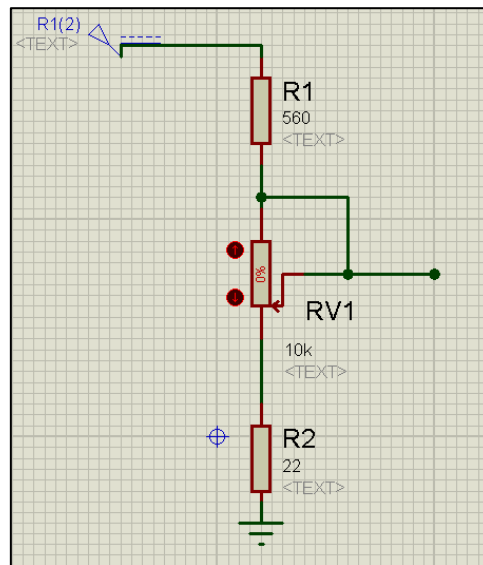


Figura 3.26: Sensor de posición del asiento.
Fuente: Autores.

3.3.2.3 Actuadores del SRS.

Los actuadores del SRS como son los detonadores y pretensores se simularon mediante resistencias de 3.3Ω tanto para pretensores y detonadores además de la colocación de un switch con la finalidad de generar códigos de avería en el sistema de SRS, *figura 3.27*

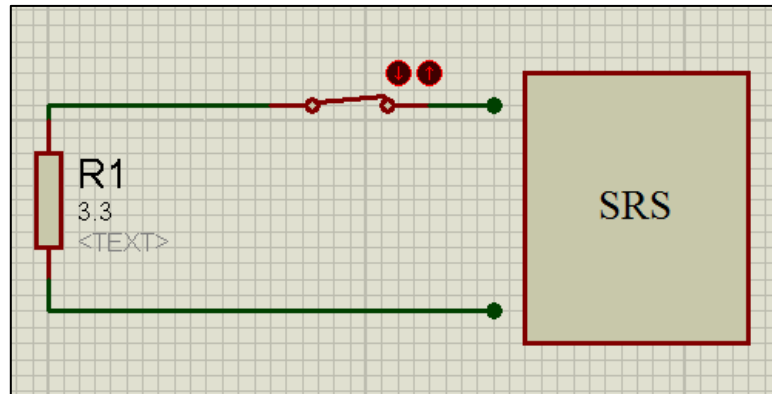


Figura 3.27: Simulación de actuadores del SRS.
Fuente: Autores.

3.3.2.4 Diseño y construcción de la placa electrónica de sensores y actuadores del SRS.

Una vez verificado que los circuitos electrónicos simulados nos permitan eliminar los DTC generados por el módulo del SRS procedemos a la realización de la placa electrónica, *figura 3.28*

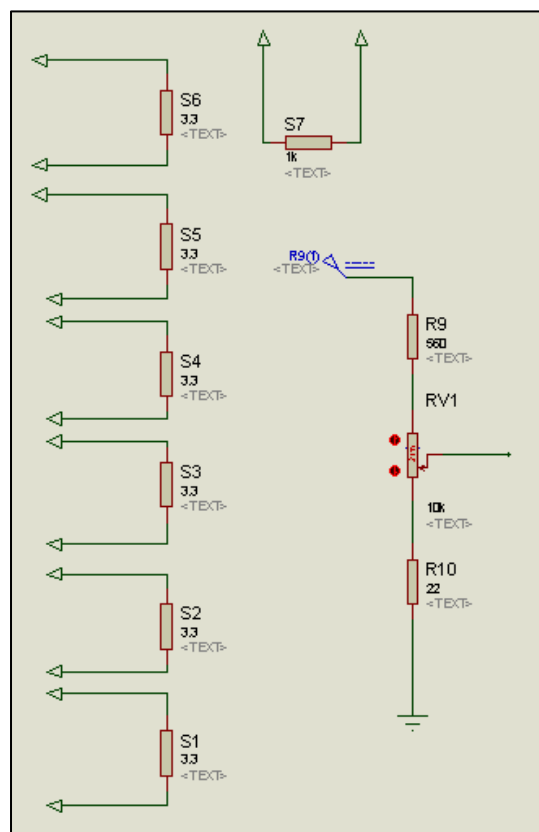


Figura 3.28: Placa electrónica sensores y actuadores módulo SRS.
Fuente: Autores.

3.3.3 SIMULACIÓN DE FALLAS CAN-BUS.

Los módulos de control de nuestro prototipo están conectados de forma que nos permita realizar la simulación de falla de la red CAN- BUS. Las fallas que provocaremos en el sistema se las realizara mediante el accionamiento de interruptores provocando las fallas en el mismo.

Fallas que provocarnos en el sistema.

- Corte CAN-H ECM
- Corte CAN-L ECM
- Corte CAN-H SRS
- Corte CAN-L SRS
- Corte CAN-H CLUSTER
- Corte CAN-L CLUSTER
- CAN-H cortó circuito a 12 volts.
- CAN-L cortó circuito a masa.
- CAN-L cortó circuito a 12 volts
- CAN-L cortó circuito a masa.
- Cortó circuito entre CAN-H y CAN-L.
- Resistencia de 500Ω a CAN-H.

3.4 CONSTRUCCIÓN DE LA INTERFAZ DIDÁCTICA DE REDES Y MULTIPLEXADO CAN DE UN VEHÍCULO YARIS NITRO MODELO 2007.

3.4.1 PLANOS DE LA RED MULTIPLEXADA CAN.

Para la construcción de nuestra interfaz didáctica de redes y multiplexado CAN procedemos a realizar un plano del circuito de conexión de red para los módulos ECM, SRS, CLUSTER y DLC. De manera que nos permita realizar la simulación de fallas anterior mente mencionada y el funcionamiento normal de la red CAN-BUS, *figura 3.29*.

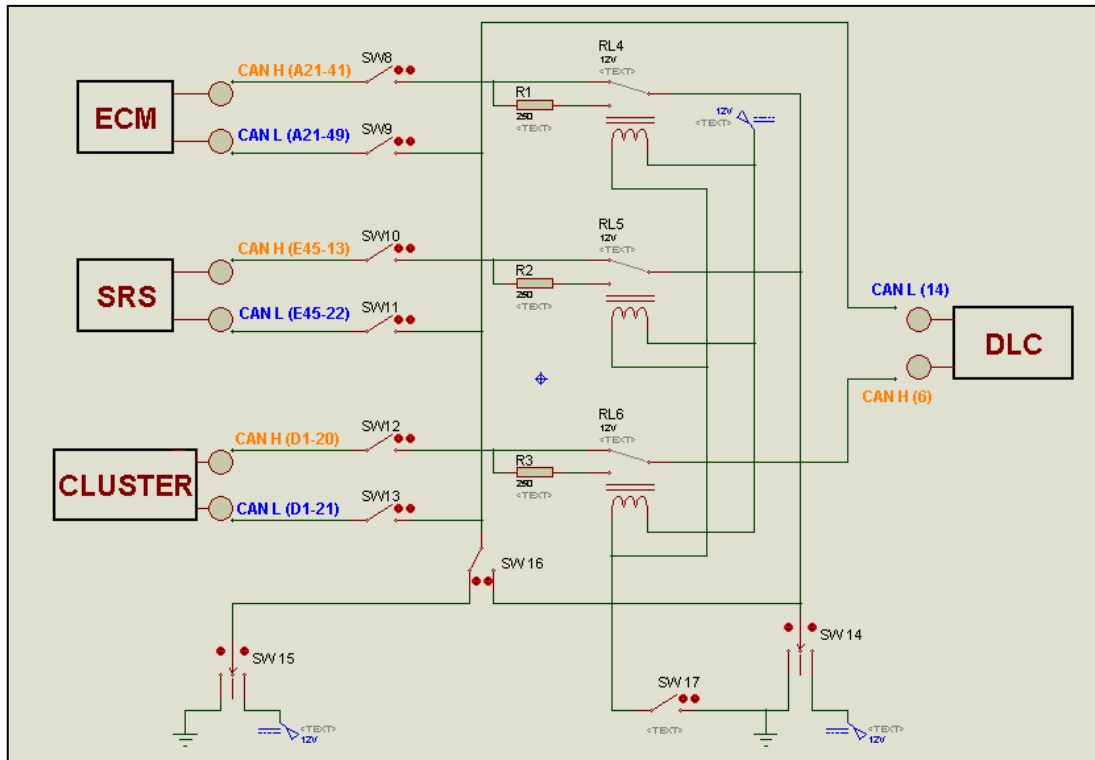


Figura 3.29: Plano de la red multiplexado CAN.

Fuente: Autores.

3.4.2 CONSTRUCCIÓN DEL BANCO PROTOTIPO.

La construcción de nuestro banco prototipo, lo diseñamos de acuerdo a número de elementos que utilizamos y que nos facilite la fácil colocación de los módulos de control del vehículo Toyota Yaris y demás elementos de forma que sea lo más compacto posible, de fácil manipulación y fácil movilización, *figura 3.30*.

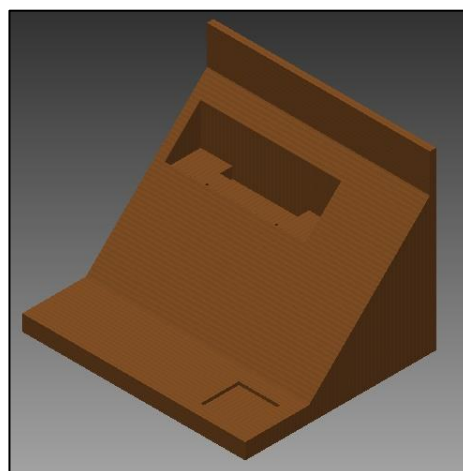


Figura 3.30: Diseño del banco.

Fuente: Autores.

Una vez construido el banco se procedió al respectivo pintado y colocación del adhesivo en la parte frontal, *figura 3.31*.



Figura 3.31: Diseño del banco.

Fuente: Autores.

3.4.3 MONTAJE DE LAS COMPUTADORAS DE CONTROL ELECTRÓNICO DEL PROTOTIPO DE REDES Y MULTIPLEXADO CAN.

Las computadoras se las fijo en la parte frontal de banco, de forma que nos permita la mejor visibilidad y orden, *figura 3.32*



Figura 3.32: Montaje de las computadoras en el banco.

Fuente: Autores.

3.4.4 MONTAJE DE LAS PLACAS ELECTRÓNICAS.

Las placas electrónicas se las monto en la parte interna del banco de manera que nos permita tener la mayor facilidad para la realización de las conexiones tanto con los módulos electrónicos de control como los emuladores de sensores. Para realizar la variación de los rangos de voltaje de los diferentes sensores y actuadores pertenecientes a cada módulo se colocó las perillas e interruptores en la parte delantera del banco, *figura 3.33*.

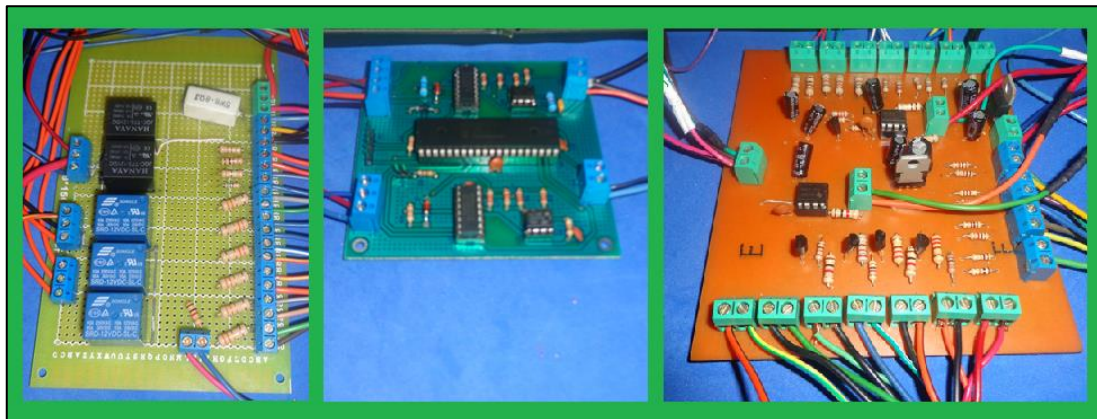


Figura 3.33: Placas electrónicas de sensores y actuadores.

Fuente: Autores.

CAPÍTULO IV

4 ELABORACIÓN DE MATERIAL DE ENTRENAMIENTO MULTIMEDIA DE LA INTERFAZ DIDÁCTICO DE REDES Y MULTIPLEXADO CAN.

INTRODUCCIÓN.

En el último capítulo, se elabora la guía de entrenamiento multimedia, con la finalidad de explicar el funcionamiento de la interfaz didáctica, utilizándolo como una herramienta visual de soporte.

En este material de entrenamiento multimedia se mostrara todos los elementos que conforman la red multiplexada CAN de la interfaz didáctica. También se visualizara el funcionamiento de las computadoras en la red, a su vez se podrá simular fallas en la red multiplexada CAN. Con la ayuda del scanner y osciloscopio se podrá diagnosticar los sensores y actuadores de la ECM y SRS para el funcionamiento correcto del banco didáctico.

4.1 DESCRIPCIÓN DEL FUNCIONAMIENTO.

La interfaz didáctica de red y multiplexado CAN es compacta lo cual podemos movilizarla y maniobrarla con facilidad por lo cual nos permite tener una buena visibilidad para una correcta ilustración en redes y Multiplexado CAN.

Los videos mostrados en el último punto del material didáctico correspondientes a la interfaz didáctica, presentan el funcionamiento y simulación de fallas de la red multiplexada CAN en el automóvil Yaris 2007 de la Marca Toyota.

El procedimiento del manejo de la interfaz didáctica es sencillo, por lo cual es una manera ideal para prácticas sobre el funcionamiento de Redes y Multiplexado CAN; a continuación se especifica el modo de operación del mismo.

Este banco didáctico está provisto de una fuente de poder con alimentación de corriente de 110 V. Posee un interruptor de encendido y apagado, que se encuentra ubicado en el lado derecho parte inferior del banco, *figura 4.1*.



Figura 4.1: Posición del interruptor de encendido.
Fuente: Autores.

Para el encendido del banco didáctico se lo realiza mediante la activación de un switch ubicado en la parte inferior junto a los Sensores y Actuadores del SRS; vista del frente al banco figura 4.2.



Figura 4.2: Posición de la llave de encendido.
Fuente: Autores.

El switch de encendido cuenta con dos posiciones, en la primera posición se encenderán los módulos ECM, SRS y Tablero o Clúster se y en la segunda posición los actuadores comenzaran a funcionar como inyectores, bobinas, bomba de gasolina y ventiladores; con lo cual la red multiplexada CAN-BUS se pondrá en funcionamiento, *figura 4.3*.



Figura 4.3: Módulos del Vehículo en Funcionamiento.
Fuente: Autores.

Para simular fallas del Módulo del Motor (ECM) y visualización de gráficas de señales se podrá hacer mediante el manejo de las perillas, interruptores y conectores respectivamente, de la parte de Sensores y Actuadores ECM, lado inferior izquierda; vista de frente al banco, *figura 4.4*.



Figura 4.4: Sensores y Actuadores ECM.
Fuente: Autores.

Para la simulación de fallas del Módulo del Airbag (SRS) se podrá realizar mediante la activación de los interruptores de la parte de Sensores y Actuadores SRS, lado inferior en el centro; vista de frente al banco, *figura 4.5*.



Figura 4.5: Sensores y Actuadores SRS.

Fuente: Autores.

Para la simulación de fallas de la Red CAN-BUS y visualización de gráfica de señales se podrá realizar mediante la activación de los diferentes interruptores de la parte de Simulador de Fallas CAN-BUS, lado inferior derecha; vista del frente al banco y conectores CAN-H y CAN-L, lado superior; vista de frente al banco respectivamente, *figura 4.6*.



Figura 4.6: Simulador de Fallas CAN-BUS y Conectores.
Fuente: Autores.

Para la obtención de códigos de falla DTC y visualización de datos del motor se podrá efectuar mediante la colocación del scanner en la interfaz de diagnóstico, lado inferior derecho; vista de frente al banco, figura 4.7.



Figura 4.7: Interfaz de Diagnostico.
Fuente: Autores.

4.2 DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL DE ENTRENAMIENTO MULTIMEDIA.

Este material de entrenamiento multimedia tiene por objetivo, explicar la constitución, funcionamiento, procesos de diagnóstico de la red y multiplexado CAN en el automóvil.

El material de entrenamiento multimedia consta de los siguientes temas: CAN-Bus, Averías, ECM, SRS, Clúster y lo que corresponde a las funciones que se le dan al banco didáctico, *figura 4.8*.

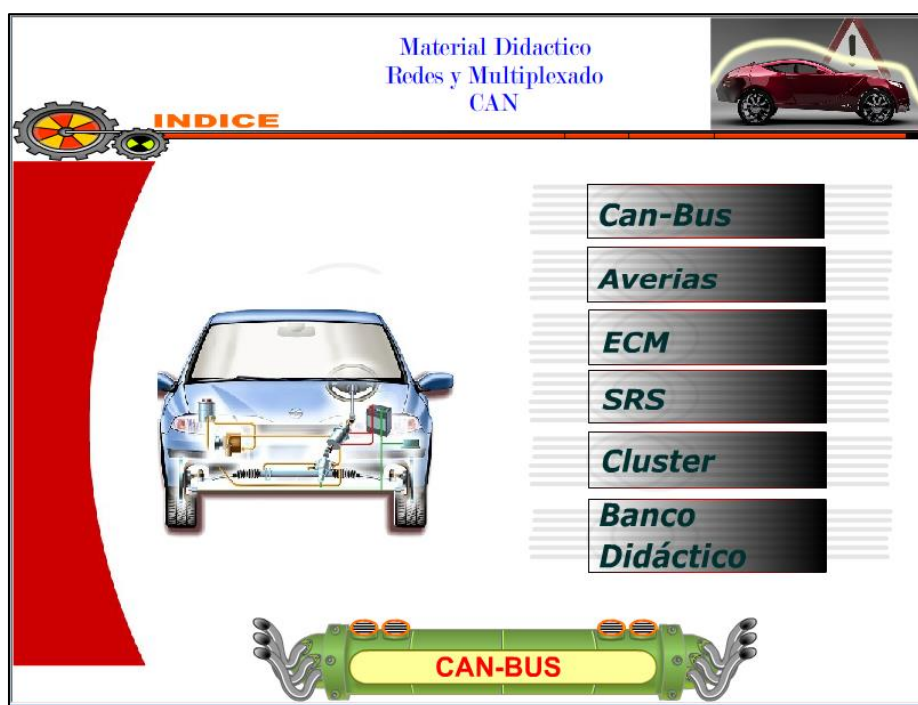


Figura 4.8: Menú principal del material multimedia.

Fuente: Autores.

En el tema de CAN -Bus consta de un video del funcionamiento de Red y Multiplexado CAN, Misión y Componentes, *figura 4.9*.



Figura 4.9: Estructura del tema CAN-Bus.

Fuente: Autores.

En el tema siguiente de las Averías se trata sobre los códigos de falla del vehículo Toyota Yaris año 2007 para saber luego poder leerlos con ayuda de un scanner automotriz los DTC generados y proceder a su respectiva solución, figura 4.10.



Figura 4.10: Averías.

Fuente: Autores.

En lo que concierne al tema de la ECM consta de: ECM, Señales de sensores y Señales de Salida para los actuadores, *figura 4.11*.

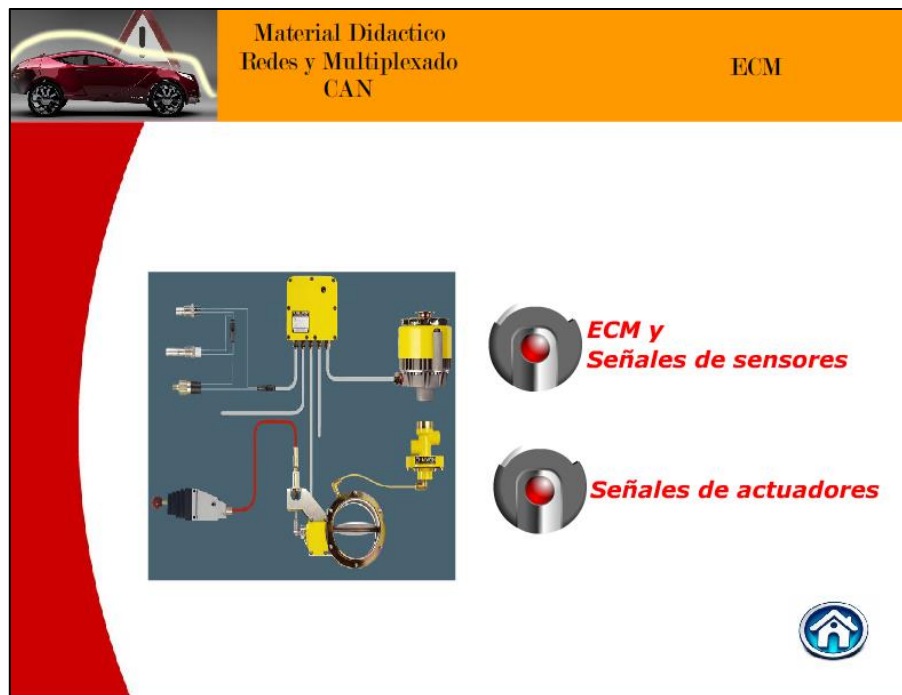


Figura 4.11: Estructura del tema ECM.

Fuente: Autores.

En el subtema de ECM y Señales de Sensores se divide en: Teoría, Sensores y Gráfica de Señales de Sensores, *figura 4.12*.



Figura 4.12: ECM y Señales de Sensores.

Fuente: Autores.

En el subtema de sensores consta de todos los sensores que se utilizaron para la realización de la interfaz didáctica, *figura 4.13*.

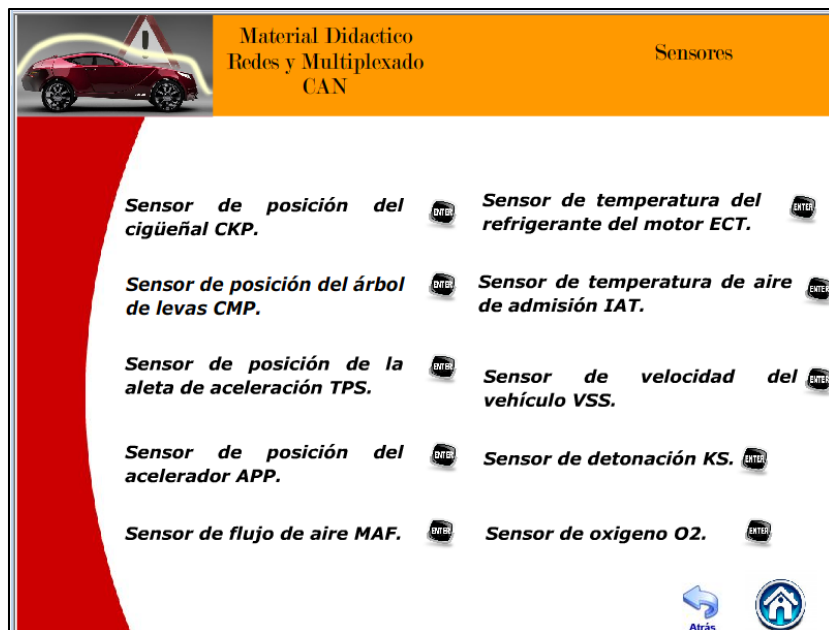


Figura 4.13: Sensores.

Fuente: Autores.

En el tema de Gráfica de Señales de Sensores se verá la gráfica característica de la señal de cada sensor tomada del banco, *figura 4.14* como ejemplo se toma la del CKP y sigue el mismo procedimiento para la visualización de los demás sensores, *figura 4.15*.

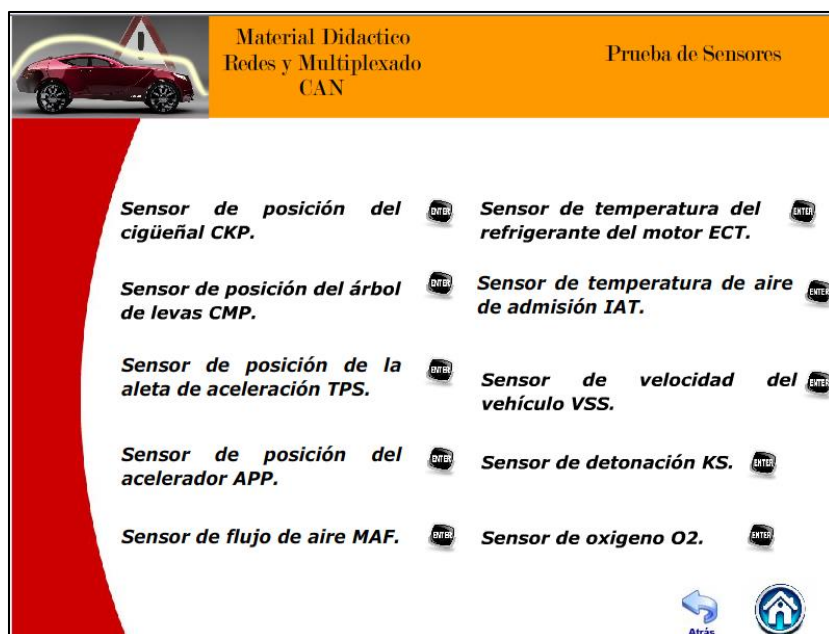


Figura 4.14: Prueba de Sensores.

Fuente: Autores.



Figura 4.15: Prueba del sensor CKP.
Fuente: Autores.

En señales de salida para los actuadores tenemos los subtemas de inyectores, bobinas, válvula de control de Aceite OCV y Actuador del TPS dentro de los mismos se encuentra su teoría y gráfica de señales, figura 4.16.



Figura 4.16: Señales de Salida.
Fuente: Autores.

En el tema de SRS trata sobre el módulo del airbag y sus respectivas señales para el funcionamiento de esta computadora, *figura 4.17*.



Figura 4.17: Estructura del tema SRS.

Fuente: Autores.

En tema de señales consta los diferentes sensores y actuadores del SRS como: detonadores, pretensores, sensor de impacto frontal, hebilla del cinturón de seguridad, sensor de posición del asiento *figura 4.18*.

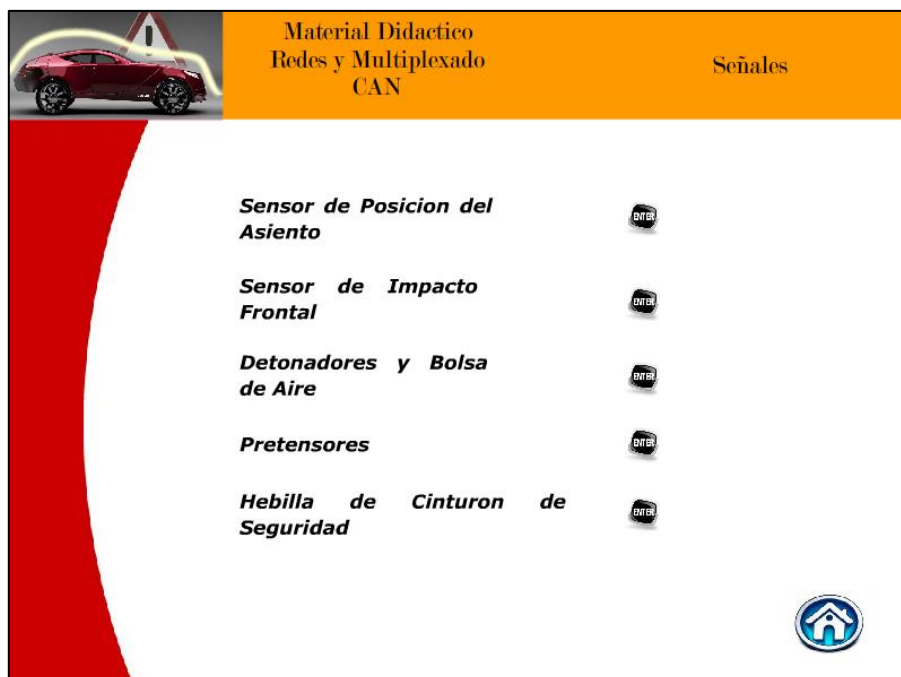


Figura 4.18: Señales.
Fuente: Autores.

En el siguiente tema del Cluster se tiene los subtemas de Teoría y Señales *figura 4.19*. La señal que utilizamos para visualizar en el tablero la velocidad es el sensor VSS, *figura 4.20*.



Figura 4.19: Estructura del tema Cluster.
Fuente: Autores.

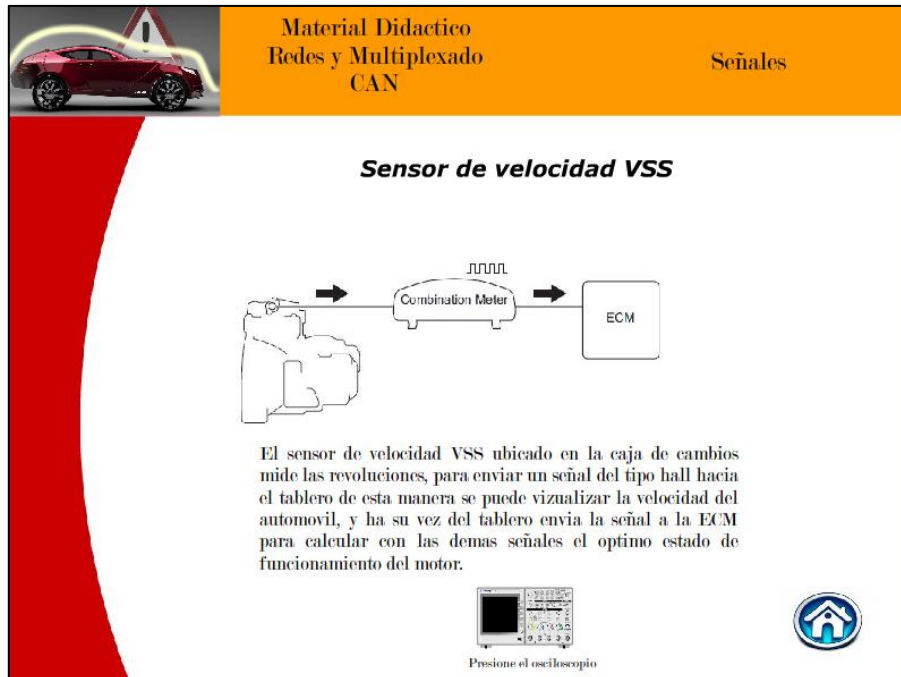


Figura 4.20: Subtema sensor de velocidad VSS.
Fuente: Autores.

En el tema del Banco Didáctico, contiene la explicación sobre las pruebas de funcionamiento que se pueden realizar y los videos para profundización del tema, *figura 4.21, figura 4.22, figura 4.23, figura 4.24 y figura 4.25.*

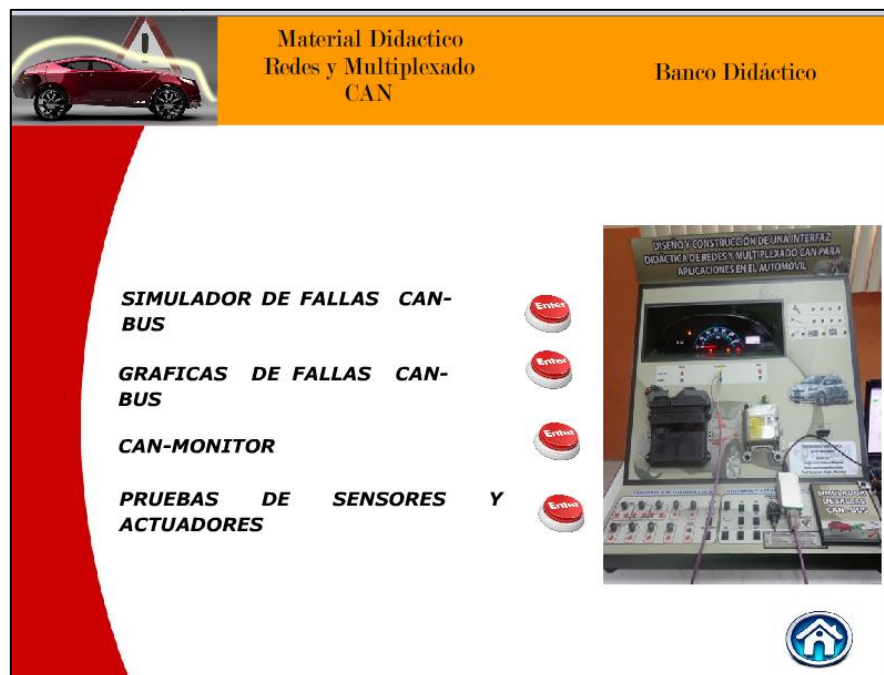


Figura 4.21: Banco Didáctico.
Fuente: Autores.



Material Didactico
Redes y Multiplexado
CAN

Banco Didáctico

SIMULADOR DE FALLAS CAN-BUS

- S8. Corte Can-H ECM
- S9. Corte Can-L ECM
- S10. Corte Can-H SRS
- S11. Corte Can-L SRS
- S12. Corte Can-H Cluster
- S13. Corte Can-L Cluster
- S14. Pos.1 Can-H corte a 12V
Pos.2 Can-H corte a masa
- S15. Pos.1 Can-L corte a 12V
Pos.2 Can-L corte a masa
- S16. Corte Circuito Can-H y Can-L
- S17. Resistencia 500 Ohms Can-H



**Video del Simulador
de Fallas Can-Bus**





Figura 4.22: Simuladores de falla CAN-BUS

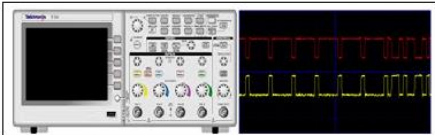
Fuente: Autores.



Material Didactico
Redes y Multiplexado
CAN

Banco Didáctico

GRAFICAS DE FALLAS CAN-BUS



**Funcionamiento normal
de la red CAN-BUS**

Can-H corte a 12V

Can-H corte a masa

Can-L corte a 12V









Can-L corte a masa

Corte Circuito Can-H y
Can-L

Resistencia 500 Ohms
Can-H











Figura 4.23: Gráfica de menú fallas CAN-BUS

Fuente: Autores.

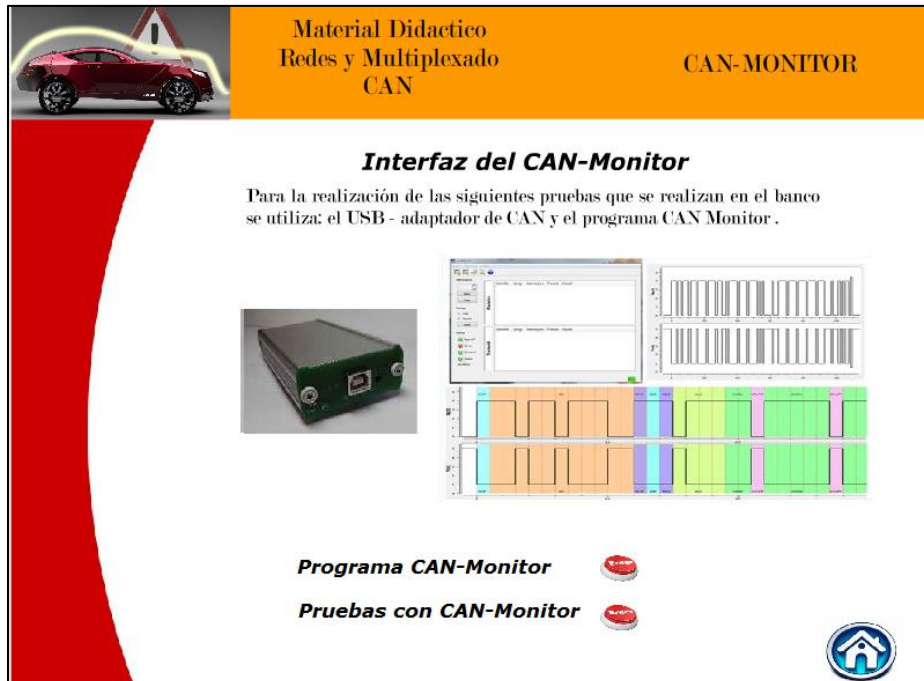


Figura 4.24: Interfaz CAN-Monitor
Fuente: Autores.



Figura 4.25: Prueba de sensores y actuadores.
Fuente: Autores.

CONCLUSIONES.

Al finalizar nuestro proyecto de tesis hemos llegado a las siguientes conclusiones:

- La construcción de este banco didáctico de redes y multiplexado CAN, es de fácil operación proporcionando al usuario confianza a la hora de poder realizar diferentes pruebas y opciones que ofrece el banco, lo cual facilita la comprensión del tema desarrollado; además cumple con el fin para el que fue diseñado. El banco didáctico, representa una valiosa fuente de información técnica-práctica en el área de Electrónica del Automóvil.
- Mediante el desarrollo de este tema de tesis hemos podido afianzar nuestros conocimientos teórico/práctico adquiridos durante el periodo académico; aprendiendo sobre las nuevas tecnologías de comunicación multiplexada aplicadas en el automóvil enfocándonos al Protocolo CAN-Bus, con lo cual podremos aplicar estos conocimientos en el campo laboral.
- El material multimedia fue desarrollado para la manipulación y entendimiento del funcionamiento del banco didáctico, con la finalidad de ser aplicadas a las nuevas tendencias de comunicación en el automóvil.
- La construcción del banco didáctico de redes y multiplexado CAN, generará cambios significativos en ampliar los conocimientos de los técnicos automotrices, ya que por medio de esta herramienta se demostrara que los estudiantes de la Universidad Politécnica Salesiana estamos capacitados para desarrollar materiales de entrenamiento didácticos en campos de la Electrónica Automotriz.

BIBLIOGRAFÍA.

RIBBENS, William. *Electrónica Automotriz*, 1^{ra}. Edición, Editorial Limusa, Balderas-México, 2008.

BOSCH, *Microelectrónica en el vehículo motorizado*, Editorial Bosch, 1^{ra} Edición, España, 2002.

PÉREZ, Miguel. *Sistemas Auxiliares del motor*, 1^{ra}. Edición, Editorial Paraninfo, Madrid-España, 2011.

PARDIÑAS José, *Sistemas auxiliares del motor*, 1^{ra}. Edición, Editorial EDITEX, Madrid - España, 2007

LLANOS, José, *Sistemas Eléctricos Auxiliares del Vehículo*, Editorial Paraninfo, España - Madrid, 2011.

ROS, Joan y BARRERA, Oscar, *Sistemas Eléctricos de Seguridad y Confortabilidad*, Editorial Paraninfo, España - Madrid, 2011.

CONCEPCION, Mandy. *Sensores Automotrices y Análisis de Ondas*, 1ra Edición, Editorial Automotive Diagnostics, U.S.A., 2010.

CANDIANO, Gabriel. *Principios de Electrónica Sensores y Actuadores*, U.T.N. Extensión Universitaria.

SERRANO, Evaristo. *Circuitos eléctricos auxiliares del vehículo*, Editorial Editex, 2006.

SEAT. *Información para el Instructor: Can-Bus*, 1^{ra} Edición, 1998.

Macromedia Flash 8, Editorial Innovación y Cualificación, 2006.

BOYLESTAD, Robert. *Introducción al análisis de circuitos*, 10ma Edición, Pearson educación, México, 2004.

BOYLESTAD, Robert y NASHELSKY, Louis. *Electronica: teoría de circuitos y dispositivos electrónicos*, 8^{va} Edición, Pearson educación, México, 2003.

SAE J1979, SURFACE VEHICLE STANDARD, Diagnostic Test Modes, Equivalent to ISO/DIS 15031-5: April 30, 2002

SAE J1979-DA, SURFACE VEHICLE STANDARD, Digital Annex of E/E Diagnostic Test Modes, Oct 2011

Bibliografía Virtual

- <http://www.copartes.com/foros/articulo/6504/puede-probar-el-funcionamiento-de-un-sensor-maf-con-un-volt%C3%ADmetro-digital%3F-> Recuperada el 09 de Julio del 2012.
- <http://equipo9mantieneelsistemaelectronico.blogspot.com/2012/04/segunda-exposicion.html> Recuperada el 10 de Julio del 2012.
- <http://www.obd-codes.com/faq/map-sensor.php> Recuperada el 10 de Julio del 2012
- <http://mecatronicaautomotriz20092010.blogspot.com/2011/07/crankshaft-position-sensor-sensor-de.html> Recuperada el 11 de Julio del 2012.
- <http://gerardomontoya2amm.blogspot.com/2012/05/arbol-de-elevas.html> Recuperada el 11 de Julio del 2012.
- <http://www.bulkpart.com/2/product/E4OD-4R100solenoid/D36436B.html> Recuperada el 12 de Julio del 2012.
- <http://www.keywordpicture.com/keyword/dodge%20sensor/> Recuperada el 13 de Julio del 2012.
- <http://blogelh.blogspot.com/2008/08/actividad-1-ensayo.html>. Recuperada el 13 de Julio del 2012.
- <http://www.engine-light-help.com/throttle-position-sensor.html>. Recuperada el 13 de Julio del 2012.
- http://rbkwin.bosch.com/mx/es/powerconsumptionemissions/gasolinesystems/direct_gasoline_injection/egas/accelerator-pedal_module.html. Recuperada el 16 de Julio del 2012.
- <http://www.cadillacfaq.com/faq/answers/headers/16.jpg>. Recuperada el 16 de Julio del 2012.
- http://www.engineperformancechip.com/where_is_my_iat_air_intake_sensor Recuperada el 16 de Julio del 2012.
- <http://www.engine-light-help.com/oxygen-sensor.html>. Recuperada el 17 de Julio del 2012.
- <http://www.obd-codes.com/faq/knock-sensor.php> Recuperada el 17 de Julio del 2012.
- <http://www.cdxetextbook.com/brakes/brake/abs/whlspeedsensors.html>. Recuperada el 17 de Julio del 2012.

- <http://electronicodelautomovil.blogspot.com/> Recuperado el 19 de julio del 2012.
- <http://dc207.4shared.com/doc/KzWSEObb/preview.html> Recuperado el 20 de julio del 2012.
- <http://www.slideshare.net/jcarrey/66-airbag-frontal-y-lateralpdf> Recuperado el 26 de julio del 2012.
- <http://www.airbags-oem.com/design.html> Recuperado el 26 de julio del 2012
- <http://www.tallervirtual.com/2012/02/22/cinturon-de-seguridad-con-pretensor-pirotecnico/> Recuperado el 26 de julio del 2012.
- <http://www.aficionadosalamecanica.net/sensores3.htm>. Recuperada el 15 de Abril del 2013.
- http://www.volkswagen.com.py/vwcms/master_public/virtualmaster/es_py/comunidad_vw/innovacion/glosariotecnico/crash-sensoren.index.html. Recuperada el 15 de Abril del 2013.
- <http://www.cdxetextbook.com/auxil/srssystem/safety/crashsensors.html> Recuperada el 15 de Abril del 2013.
- http://www.andriuz.skynet.lt/soft/auto/Toyota%20Corolla%20Manual%20Cd%20Corolla/ncf/ncf266s/m_nf_0124.pdf Recuperada el 15 de Abril del 2013.
- <http://www.aficionadosalamecanica.net/curso-bomba-inyector7.htm> Recuperada el 9 de julio del 2012.
- <http://inyeccion-electronica.org/sensores-y-actuadores-automotriz/> Recuperada el 9 de julio del 2012.
- <http://www.electriauto.com/electronica/can-bus/el-can-bus-de-datos/> Recuperada el 12 de julio del 2012.
- <http://www.dacarsa.net/basic/divulgacion/sistemaVisual.php?id=610&parrafo=2555> Recuperada el 13 de julio del 2012.
- <http://mecanicoslpp.blogspot.com/2010/07/sistemas-de-frenos-abs.html> Recuperada el 14 de julio del 2012.
- <http://hseguridadactivaypasiva.blogspot.com/> Recuperada el 14 julio del 2012.
- http://comunidad.patiotuerca.com/profiles/blogs/como-funciona-frenos-abs-y-control-de-estabilidad-esc?xg_source=activity Recuperada el 16 de julio del 2012.
- <http://aficionadosalamecanica.net/caja-cambios6.htm> Recuperada el 17 de julio del 2012.

- <http://www.aficionadosalamecanica.net/airbag.htm> Recuperada el 18 de julio del 2012.
- <http://www.aficionadosalamecanica.net/direccion-asistencia-variable.htm> Recuperada el 19 de julio del 2012.
- <http://www.aficionadosalamecanica.net/direccion-asistida-electr.htm> Recuperada el 19 de julio del 2012.
- <http://es.scribd.com/doc/58179756/24-Ssp-Can-bus-Skoda> Recuperada el 6 de agosto del 2012.
- <http://www.euskalnet.net/jinfante/Multiplexado.html> Recuperada el 6 de agosto del 2012.
- <http://es.scribd.com/doc/39952493/286-Nuevos-Sistemas-de-CAN-Bus-LIN-MOST-TM> Recuperada el 8 de agosto del 2012.
- <http://pdftown.com/toyota-yaris-2007-manual.html> Recuperada el 8 de septiembre del 2012.
- <http://www.aficionadosalamecanica.net/can-bus-lin-most-bluetooth.htm> Recuperada el 10 de agosto del 2012.
- <http://german7644dotcom.wordpress.com/ingenieria-en-automoviles/admin-ajax-2/> Recuperado el 10 de Agosto del 2012.
- <http://upcommons.upc.edu/pfc/bitstream/2099.1/6151/4/2%20El%20protocolo%Flexray.pdf> Recuperada el 13 de agosto del 2012.
- https://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=8&cad=rja&ved=0CGEQFjAH&url=http%3A%2F%2Fwww.ft86club.com%2Fforums%2Fattachment.php%3Fattachmentid%3D9036%26d%3D1340520832&ei=XBm4Ub6cGu3E0AG3nICIAg&usg=AFQjCNHFsaGcAUpwbd4_Q80u7Jf5co1rmA&sig2=YKgc6XVYdU5_4odbbAmRjg&bvm=bv.47810305,d.eWU Recuperada el 30 de Mayo del 2013.
- https://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&ved=0CCoQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.ft86club.com%2Fforums%2Fattachment.php%3Fattachmentid%3D8427%26d%3D1339434371&ei=ZhO4UdzSA_Hp0QG4hoHIDg&usg=AFQjCNE19F9Ojn-cepn-CHh9-M2ufPaLBw&sig2=s-RtD-dunaQRuL2xXUd7cg&bvm=bv.47810305,d.eWU Recuperada el 30 de mayo del 2013.

ANEXOS

Anexo A

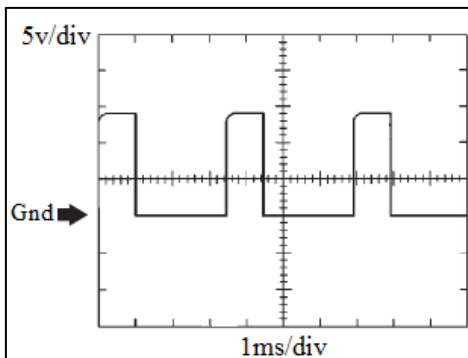


Grafico 1.

Válvula de control de aceite del árbol de levas (OCV)

Terminales de la ECM	OC1+ y OCV-
Rangos de prueba	5v/div, 1ms/div
Condición	Ralenti

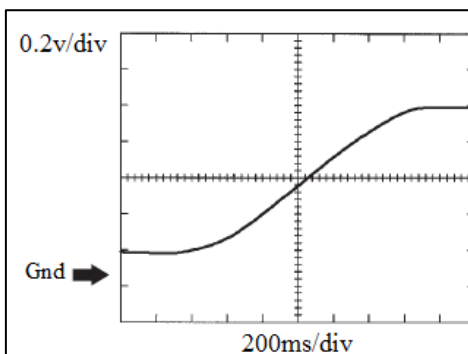


Grafico 2.

Sensor de oxígeno.

Terminales de la ECM	OXIB y EX1B
Rangos de prueba	0.2v/div, 200ms/div
Condición	Velocidad del motor a 2500 rpm

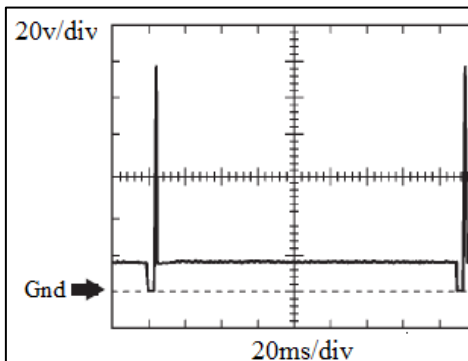


Grafico 3.

Forma de onda de los inyectores.

Terminales de la ECM	#10 al #40 y E01
Rangos de prueba	20v/div, 20ms/div
Condición	Ralenti

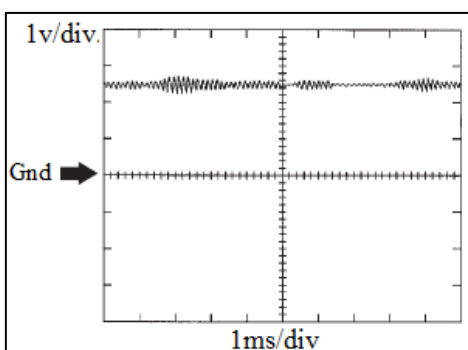


Grafico 4.

Sensor de golpeteo

Terminales de la ECM	KNK1 Y EKNK1
Rangos de prueba	1v/div, 1ms/div
Condición	velocidad del motor a 4000 rpm

Gnd

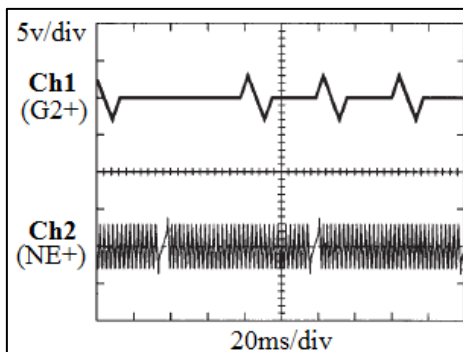


Grafico 5.
Sensor de golpeteo

Terminales de la ECM	Ch1: G2+ y NE- Ch2: NE+ y NE-
Rangos de prueba	5v/div, 20ms/div
Condición	Ralenti

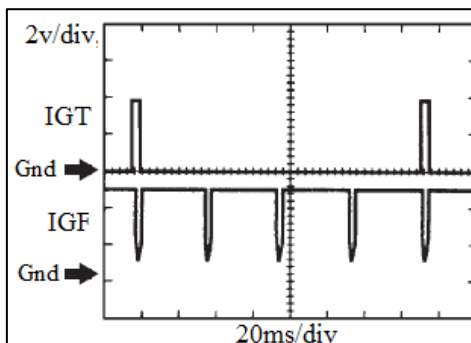


Grafico 6.
Señal de bobinas de encendido.

Terminales de la ECM	IGT (1 a la 4_ y E1 IGF y E1
Rangos de prueba	2v/div, 20ms/div
Condición	Ralenti

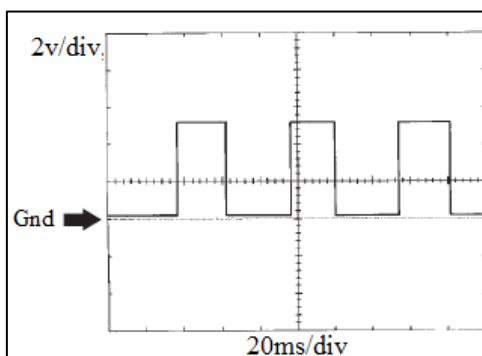


Grafico 7.
Señal de velocidad del vehículo

Terminales de la ECM	SPD y E1
Rangos de prueba	2v/div, 20ms/div
Condición	a 20 km/h

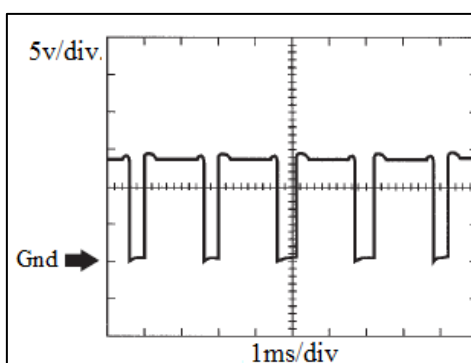
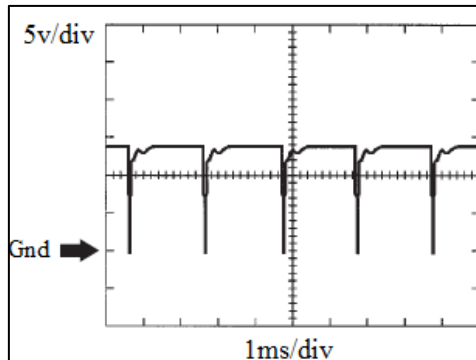


Grafico 8.
Actuador del acelerador

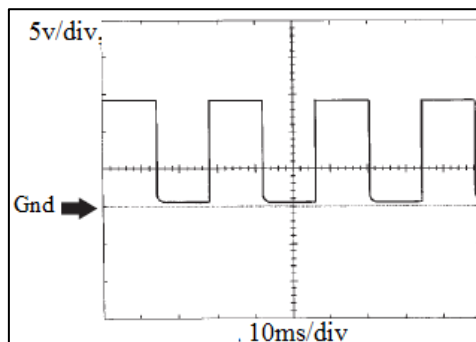
Terminales de la ECM	M+ Y ME01
Rangos de prueba	5v/div, 1ms/div
Condición	Ralenti

Gnd



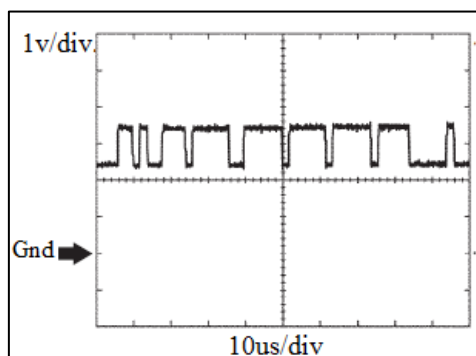
Grafo 9.
Actuador del acelerador

Terminales de la ECM	M- Y ME01
Rangos de prueba	5v/div, 1ms/div
Condición	Ralenti



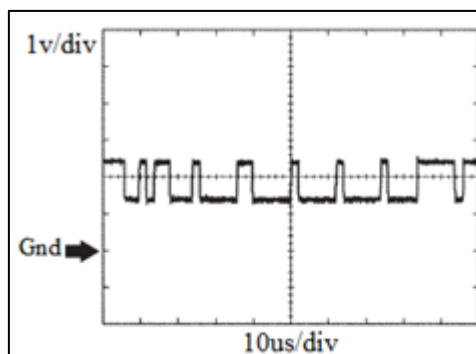
Grafo 10.
Actuador del acelerador

Terminales de la ECM	TACH y E01
Rangos de prueba	5v/div, 10ms/div
Condición	Ralenti



Grafo 11.
Señal de comunicación CANH

Terminales de la ECM	CAN-H y E01
Rangos de prueba	1v/div, 10us/div
Condición	Switch de encendido en ON



Grafo 12.
Señal de comunicación CAN-L

Terminales de la ECM	CAN-L y E01
Rangos de prueba	1v/div, 10us/div
Condición	Switch de encendido en ON

Anexo B

Tabla B 1: PIDs soportados por la ECU en el modo 01

Fuente: Autores

Modo (hex)	PID (hex)	Descripción.	Min valor	Max valor	Unidade s	Formula
01	00	Pregunta a la ECU los PID' soportados del [01 - 20]				
01	01	Monitorear el estado desde que fueron borrados los DTCs				Ver tabla:
01	03	Estado del sistema de combustible.				Ver tabla:
01	04	Valor de carga calculado del motor.	0	100	%	$A*100/255$
01	05	Temperatura del refrigerante del motor.	-40	215	°C	$A-40$
01	06	Ajuste de combustible a corto plazo, 02, banco 1	-100 (mezcla rica)	99.22 (mezcla pobre)	%	$(A-128) * 100/128$
01	07	Ajuste de combustible a largo plazo, 02, banco 1	-100 (mezcla rica)	99.22 (mezcla pobre)	%	$(A-128) * 100/128$
01	0C	RPM del motor.	0	16 383	rpm	$((A*256)+B)/4$
01	0D	Velocidad del vehículo	0	255	km/h	A
01	0E	Avance del encendido	-64	63.5	relación al 1er cilindro	$A/2 - 64$

01	0F	Temperatura de la entrada de aire	-40	215	°C	A-40
01	10	Flujo de masa de aire MAF	0	655.35	gr/seg	$((A*256)+B) / 100$
01	11	Posición de mariposa	0	100	%	$A*100/255$
01	13	Sensores de oxígeno presentes				
01	14	Voltaje del sensor de oxígeno banco 1, sensor 1	0 -100 (pobre)	1.275-99.2 (rica)	Voltios %	$A/200$ $(B-128) * 100/128)$
01	15	Voltaje del sensor de oxígeno banco 1, sensor 2	0 -100 (pobre)	1.275-99.2 (rica)	Voltios %	
01	1C	Valores estándar OBD.				
01	1F	Tiempo del motor encendido.	0	65,535	segundos	$(A*256)+B$
01	20	PID's soportado [21 - 40]				
01	21	Distancia recorrida con la MIL encendida.	0	65,535	km	$(A*256)+B$
01	2E	Control de la EVAP.	0	100	%	$A*100/255$
01	30	# de ciclos de conducción desde el DTC borrado	0	255	N/A	A
01	31	Distancia recorrida desde los códigos borrados.	0	65,535	km	$(A*256)+B$

01	33	Presión barométrica calculada.	0	255	kPa	A
01	3C	Temperatura del catalizador, banco 1, sensor 1	-40	6,513.5	°C	$((A*256)+B)/10 - 40$
01	3E	Temperatura del catalizador, banco 1, sensor 2	-40	6,513.5	°C	$((A*256)+B)/10 - 40$
01	40	PIDs soportados [41 - 60]				
01	42	Voltaje de la ECU.	0	65.535	V	$((A*256)+B)/1000$
01	43	Valor de carga absoluta	0	25,700	%	$((A*256)+B)*100/255$
01	44	Relación de equivalencia aire/combustible	0	2	N/A	$((A*256)+B)/32768$
01	45	Posición relativa de la mariposa.	0	100	%	$A*100/255$
01	47	Posición B relativa de la mariposa.	0	100	%	$A*100/255$
01	49	Posición D del pedal del acelerador.	0	100	%	$A*100/255$
01	4A	Posición E del pedal del acelerador.	0	100	%	$A*100/255$
01	4C	Actuador de la mariposa.	0	100	%	$A*100/255$
01	4D	Tiempo recorrido con la MIL encendida.	0	65,535	Minutos	$(A*256)+B$

01	4E	Tiempo desde que los DTC fueron borrados.	0	65,535	minutos	$(A*256)+B$
----	----	---	---	--------	---------	-------------

Tabla B 2: PIDs para el modo 06

Fuente: Autores

Modo (hex)	PID (hex)	Descripción.	Min valor	Max valor	Unidades	Formula
06	00	PIDs soportados [01-20]				Ver ejemplo en el Modo 01.
06	01	Monitoreo de los gases de escape en banco 1, sensor 1	0	6553.5	Voltios mA	$A*0.001\text{ V}$ $B*0.004\text{ mA}$
06	02	Monitoreo de los gases de escape en banco 1, sensor 2	0	6553.5	Voltios gramos	$A*0.001\text{ min. V}$ $B*0.001\text{ max V}$ $C*0.0003\text{ gr.}$
06	20	PIDs soportados [21-40]				
06	21	Monitoreo del catalizador Banco 1				$A*0.0003$
06	40	PIDs soportados [41-60]				
06	42	Monitoreo del calentador del sensor en los gases de escape, banco 1 sensor 2			Ohmios	$A*0.001\ \Omega$
06	A0	PIDs soportados [A1-C0]				
06	A1	Datos generales del fallo de encendido.			Tiempo	$A*1\text{ T}$
06	A2	Datos de falla de encendido en el cilindro 1				
06	A3	Datos de falla de encendido en el cilindro 2				
06	A4	Datos de falla de encendido en el cilindro 3				
06	A5	Datos de falla de encendido en el cilindro 4				

Tabla B 3: PIDs del modo 09 soportados por la ECU.

Fuente: Autores.

Modo (hex)	PID (hex)	Descripción.	Formula
09	00	PIDs soportados [01- 20]	
09	03	CALIBRACION número de mensajes de identificación de modo \$ 09 pid 04	
09	04	calibración ID	Retorna múltiples líneas de códigos ASCII
09	05	Numero de verificación de calibración, y recuento de mensajes desde el modo 09 PID 06.	Retorna múltiples líneas de códigos ASCII
09	06	Numero de verificación de calibración.	

Anexo C

Tabla C 1: Códigos CAN generados por la ECM.

Fuente: Autores.

PID	BITS	XX XX XX XX XX XX XX XX	CONTROLADOR
2C1	8	08 00 00 00 00 00 00 00	
2C4	8		
38A	5	0C 00 00 00 00	
3B3	3	00 00 20	
3B4	7	00 00 8A C0 00 00 00	
4C1	8		

Tabla C 2: Códigos CAN para actuadores de la ECM.

Fuente: Autores.

PID	BITS	XX XX XX XX XX XX XX XX	CONTROLADOR
7E0	8	05 30 05 06 02 02 00 00	Bomba de combustible ON
7E0	8	05 30 05 06 02 00 00 00	Bomba de combustible OFF
7E0	5	05 30 0B 06 20 20 00 00	Ventilador ON
7E0	3	05 30 0B 06 00 00 00 00	Ventilador OFF
3B4	7	00 00 FB C0 00 00 00 00	Temp. De refrigerante alta.
3B4	7	00 00 02 C0 00 00 00 00	Temp. De refrigerante baja
3B4	7	00 00 90 C0 00 00 00 00	Temp. De refrigerante normal

Tabla C 3: Códigos CAN generados por la SRS.

Fuente: Autores.

PID	BITS	XX XX XX XX XX XX XX XX	CONTROLADOR
3B1	8	00 00 00 2A 00 00 00 00	
4DD	8	1E 00 00 04 00 00 00 00	

Tabla C 4: Códigos CAN para generar errores en el SRS.

Fuente: Autores.

PID	BITS	XX XX XX XX XX XX XX XX	CONTROLADOR
3B1	8	00 00 24 2A 00 00 00 00	Malfuncionamiento de la SRS.

Tabla C 5: Códigos CAN generados por el Cluster.

Fuente: Autores.

ID	BITS	XX XX XX XX XX XX XX XX	CONTROLADOR
442	8	42 04 00 00 00 00 00 00	
610	8	20 00 0A 64 80 00 00 00	
611	8	21 00 10 A0 00 00 34 29	
640	8	A8 00 00 00 00 00 00 00	

Tabla C 6: Códigos CAN para actuadores del Cluster.

Fuente: Autores.

ID	BITS	XX XX XX XX XX XX XX XX	CONTROLADOR
7CO	8	04 30 01 06 02 00 00 00	Velocidad a 40Km
7CO	8	04 30 01 06 04 00 00 00	Velocidad a 80Km
7CO	8	04 30 01 06 08 00 00 00	Velocidad a 120Km
7CO	8	04 30 03 06 10 00 00 00	½ tanque de combustible.
7CO	8	04 30 03 06 40 00 00 00	Tanque de combustible lleno.
7CO	8	04 30 04 06 01 00 00 00	Temp. de refrigerante bajo.
7CO	8	04 30 04 06 10 00 00 00	Temp. de refrigerante media
7CO	8	04 30 04 06 80 00 00 00	Temp. de refrigerante alta.
7CO	8	05 30 09 06 01 00 00 00	Posición L (transmisión).
7CO	8	05 30 09 06 02 00 00 00	Posición 2 (transmisión).
7CO	8	05 30 09 06 04 00 00 00	Posición 3 (transmisión).
7CO	8	05 30 09 06 10 00 00 00	Posición D (transmisión).
7CO	8	05 30 09 06 20 00 00 00	Posición N (transmisión).
7CO	8	05 30 09 06 40 00 00 00	Posición R (transmisión).

7CO	8	05 30 09 06 80 00 00 00	Posición P (transmisión).
7CO	8	04 30 0A 06 01 00 00 00	Cambia ODO a 666666
7CO	8	04 30 0A 06 02 00 00 00	Cambia ODO a 555555
7CO	8	04 30 0A 06 04 00 00 00	Cambia ODO a 444444
7CO	8	04 30 0A 06 08 00 00 00	Cambia ODO a 333333
7CO	8	04 30 0A 06 10 00 00 00	Cambia ODO a 222222
7CO	8	04 30 0A 06 20 00 00 00	Cambia ODO a 111111
7CO	8	04 30 0A 06 40 00 00 00	Cambia ODO a 000000
7CO	8	04 30 0A 06 80 00 00 00	Enciende toda la pantalla LCD

Tabla C 7: Códigos CAN generados por la Power Steering.
Fuente: Autores.

PID	BITS	XX XX XX XX XX XX XX XX	CONTROLADOR
394	1	00	

Tabla C 8: Códigos CAN para generar un error en la Power Steering.
Fuente: Autores.

PID	BITS	XX XX XX XX XX XX XX XX	CONTROLADOR
394	1	01	Destella el P/S en el cluster