



ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
SEDE LATACUNGA

CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

**“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN MÓDULO DE
ENTRENAMIENTO DE UN MOTOR A INYECCIÓN ELECTRÓNICA
MPFI”**

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

REALIZADO POR:

CRISTIAN ALEJANDRO PAREDES GORDILLO

Latacunga, Enero del 2011

CERTIFICACIÓN

Se certifica que el presente trabajo fue desarrollado por **Cristian Alejandro Paredes Gordillo**, bajo nuestra supervisión.

Ing. Luis Mena
DIRECTOR DE PROYECTO

Ing. Sixto Reinoso
CODIRECTOR DE PROYECTO

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO

CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

CERTIFICADO

Ing. Luis Mena (DIRECTOR)

Ing. Sixto Reinoso (CODIRECTOR)

CERTIFICAN:

Que el trabajo titulado **“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN MÓDULO DE ENTRENAMIENTO DE UN MOTOR A INYECCIÓN ELECTRÓNICA MPFI”**, realizado por el señor Cristian Alejandro Paredes Gordillo, ha sido guiado y revisado periódicamente y cumple normas estatutarias establecidas por la ESPE, en el Reglamento de Estudiantes de la Escuela Politécnica del Ejército.

Debido a que constituye un trabajo de excelente contenido científico que coadyuvará a la publicación de conocimientos y al desarrollo profesional. **Si** recomiendan su publicación.

El mencionado trabajo consta de UN empastado y UN disco compacto el cual contiene los archivos en formato portátil. Autorizan al señor Cristian Alejandro Paredes Gordillo que lo entregue al Ing. Juan Castro, en su calidad de Director de Carrera.

Latacunga, Enero del 2011

Ing. Luis Mena

DIRECTOR

Ing. Sixto Reinoso

CODIRECTOR

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo: Cristian Alejandro Paredes Gordillo

DECLARO QUE:

El proyecto de grado denominado: **“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN MÓDULO DE ENTRENAMIENTO DE UN MOTOR A INYECCIÓN ELECTRÓNICA MPFI”** ha sido desarrollado con base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía.

Consecuentemente este trabajo es de mi autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico del proyecto de grado en mención.

Latacunga, Enero del 2011

Cristian Paredes
C.I. 171848293-6

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

AUTORIZACIÓN

Yo: Cristian Alejandro Paredes Gordillo

Autorizo a la Escuela Politécnica del Ejército, la publicación en la biblioteca virtual de la institución, del trabajo: “**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN MÓDULO DE ENTRENAMIENTO DE UN MOTOR A INYECCIÓN ELECTRÓNICA MPFI**”, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y autoría.

Latacunga, Enero del 2011

Cristian Paredes
C.I. 171848293-6

DEDICATORIA

A mi madre IRENE, quien constituye ente fundamental en mi vida, siendo el único apoyo incondicional durante toda mi vida, que en la ausencia de mi padre, supo enseñarme a enfrentar y superar cada obstáculo que se presentaba en mi camino, alentándome en todo momento; para ti este logro.

A mis hermanos Marco y Verónica, quienes en los momentos más difíciles de mi vida, me supieron alentar y animarme para seguir siempre adelante.

A mis abuelos Mary y José, quienes con sus sabios consejos supieron guiarme en esta etapa de mi vida.

Y a mi padre Ramón, quien desde el cielo siempre estuvo acompañándome y guiándome en todo momento.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios padre todopoderoso, al Divino Niño Jesús y a la Virgen María, quienes siempre me colmaron de bendiciones brindándome salud, sabiduría y la posibilidad de haber completado un ciclo más en mi vida.

A mi madre y hermanos, por haber confiado siempre en mí, a pesar de las adversidades que la vida puso en mi camino, pero que las supe atravesar teniendo en cuenta siempre el mejor estímulo que Dios me dio, mi familia.

Agradezco a tan importante cuerpo de profesores de la ESPE - SEDE LATACUNGA que me formaron cada día durante mis cinco años de estudio, entregando sobre todo valores humanos y a base de sus sabios conocimientos y experiencias llegaron a formarme dentro de esta promoción un hombre de bien, un profesional a carta cabal; de manera especial agradezco a los Ingenieros Luis Mena y Sixto Reinoso, mis tutores de proyecto, quienes supieron guiarme en el proceso de elaboración de mencionado trabajo.

RESUMEN

El presente proyecto tiene por objetivo el diseño y construcción de un módulo de entrenamiento de un motor a inyección electrónica MPFI, mediante la aplicación de la información obtenida en la presente indagación de todos los componentes mecánicos y electrónicos, en un motor de combustión interna, logrando de esta manera un fácil manejo y eficaz funcionamiento del sistema.

Determinar las fallas frecuentes que se originan en motores con sistema de inyección electrónica, por medio de la comparación entre valores establecidos por el fabricante y los valores obtenidos en la medición de cada componente electrónico para poder establecer las razones de malfuncionamiento en este tipo de sistemas.

Seleccionar elementos eléctricos, electrónicos y mecánicos mediante la ayuda de una extensa gama bibliográfica y aportaciones técnicas válidas, para la correcta elaboración en el mencionado proyecto.

El capítulo I, se refiere a todo lo concerniente sobre datos técnicos de cada sistema eléctrico, electrónico y mecánico del motor, especificaciones de ajuste de los componentes del motor.

El capítulo II, trata a profundidad sobre cada uno de los componentes del sistema de inyección electrónica, fundamentación científica y comprobaciones prácticas que se pueden aplicar en dichos componentes.

El capítulo III, involucra a todo lo referente al sistema de encendido electrónico, partes y componentes que serán analizados tanto en la parte teórica como en la práctica, permitiendo conocer las maneras de verificar el estado de éstos.

En el capítulo IV, se realiza el diseño y construcción del banco de pruebas, procedimientos y guías en la realización de las prácticas concernientes a cada componente electrónico existente en dicho módulo.

PRESENTACIÓN

El proyecto “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN MÓDULO DE ENTRENAMIENTO DE UN MOTOR A INYECCIÓN ELECTRÓNICA MPFI” sin lugar a dudas es de verdadera importancia para las futuras generaciones, oportunidades que brinda la ESPE - SEDE LATACUNGA para constituirse verdaderos actores de la transformación social, acorde al avance de la tecnología mundial.

La Escuela Politécnica de Ejército, brinda a los alumnos una nueva alternativa de trabajo, entregando al país profesionales totalmente calificados y que pueden incursionar al mundo laboral, satisfaciendo necesidades acordes a las exigencias tecnológicas, mediante el estudio teórico – práctico de la ingeniería mecánica automotriz, dando la posibilidad de poder desarrollarse en una sociedad altamente competitiva y mejorar las condiciones de vida socioeconómicas.

Este proyecto fue realizado en un motor OPEL, perteneciente a la prestigiosa compañía General Motors, quien en el ensamblaje le dio el nombre de Corsa Wind, el mismo que tiene una cilindrada de 1600 cc y que va acorde a las exigencias tecnológicas en la actualidad.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CAPÍTULO I	Página
I.-CARACTERÍSTICAS DEL MOTOR MPFI	-1-
1.1.- Introducción a los sistemas de inyección electrónica a gasolina	-1-
1.2.- Características técnicas	-3-
1.3.- Especificaciones del sistema de control electrónico	-6-
1.4.- Especificaciones técnicas de ajuste y servicio	-6-
1.5.- Herramientas e instrumentos	-10-
1.6.- Servicio motor	-16-
1.6.1.- Desmontaje del motor	-16-
1.6.2.- Reemplazo de filtro de aceite del motor	-23-
1.6.3.- Reemplazo de bujías de encendido	-24-
1.6.4.- Quitar e instalar bujías de encendido	-25-
1.6.5.- Comprobación de los cables de las bujías	-26-
1.6.6.- Quitar e instalar unidad de encendido	-28-
1.6.7.- Examinar compresión de los cilindros	-29-
1.6.8.- Inspeccionar juego entre el sensor CKP y la polea dentada del cigüeñal	-32-
1.6.9.- Quitar e instalar volante del motor	-33-
CAPÍTULO II	
II.- SISTEMA DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA DE COMBUSTIBLE MPFI	-34-
2.1.- Generalidades	-34-
2.2.- Subsistema electrónico	-37-
2.3.- Sensores: funcionamiento y comprobaciones prácticas	-41-
2.3.1.- Sensor de temperatura del líquido refrigerante (CTS)	-42-
2.3.1.1.- Comprobación del sensor (CTS)	-43-
2.3.2.- Sensor de posición del cigüeñal (CKP)	-47-
2.3.2.1.- Comprobación del sensor (CKP)	-48-
2.3.3.- Sensor de oxígeno (EGO)	-52-
2.3.3.1.- Comprobación del sensor (EGO)	-53-
2.4.- ECU: funcionamiento y comprobaciones prácticas	-57-
2.4.1.- Generalidades	-57-
2.4.2.- Diagrama de pines	-63-
2.4.3.- Pruebas de resistencia	-64-
2.4.4.- Pruebas de voltaje	-66-
2.5.- Actuadores: funcionamiento y comprobaciones prácticas	-68-
2.5.1.- Inyectores	-69-
2.5.1.1.- Comprobación de los inyectores	-70-
2.5.2.- Válvula de control de velocidad de ralentí (IAC)	-73-
2.5.2.1.- Comprobación de la válvula (IAC)	-75-
2.6.- Sistema de alimentación: funcionamiento y comprobación	-77-
2.6.1.- Bomba de combustible	-77-

	Página
2.6.1.1.- Comprobaciones de la bomba	-78-
2.6.1.2.- Comprobación de la presión de combustible	-84-
2.6.2.- Regulador de presión	-88-
2.6.3.- Riel de inyectores	-89-
2.6.4.- Filtro de combustible	-90-
2.7.- Subsistema de aire: funcionamiento y comprobaciones	-92-
2.7.1.- Aire y presión atmosférica	-92-
2.7.2.- Sensor de temperatura de aire de admisión (ACT).....	-93-
2.7.2.1.- Comprobación del sensor (ACT)	-94-
2.7.3.- Sensor de posición de la mariposa del acelerador (TPS)	-97-
2.7.3.1.- Comprobación del sensor (TPS)	-99-
2.7.4.- Sensor de presión en el múltiple de admisión (MAP).....	-102-
2.7.4.1.- Comprobación del sensor (MAP).....	-104-
2.7.5.- Múltiple de admisión	-108-
2.7.6.- Cuerpo de aceleración	-109-
2.7.7.- Filtro de aire	-110-
2.8.- Subsistema de autodiagnóstico	-111-
2.8.1.- Luz de comprobación del motor (MIL)	-111-
2.8.1.1.- Procedimientos de comprobación.....	-112-
2.8.1.1.1.- Procedimiento de inspección utilizando Tabla de diagnóstico.....	-112-
2.8.1.1.2.- Procedimiento de inspección utilizando Check Engine	-114-
2.9.- Códigos de falla	-116-

CAPÍTULO III

III.- SISTEMA DE ENCENDIDO ELECTRÓNICO DIS	-118-
3.1.- Descripción general del sistema DIS	-118-
3.2.- Sistema de encendido directo (DIS) simultáneo	-119-
3.3.- Componentes.....	-121-
3.3.1.- Sensor de posición del cigüeñal	-122-
3.3.2.- Bobina de encendido DIS	-122-
3.3.2.1.- Comprobación de la bobina de encendido.....	-124-
3.3.3.- Cable de alta tensión	-128-
3.3.3.1.- Comprobación de los cables de alta tensión.....	-129-
3.3.4.- Bujías	-131-
3.3.4.1.- Comprobación de bujías	-136-
3.3.4.2.- Inspección y limpieza de bujías.....	-137-
3.3.5.- ECU	-141-
3.4.- Funcionamiento	-141-
3.5.- Diagrama de circuito	-143-
3.6.- Diagnóstico de averías	-144-
3.7.- Regulación de encendido	-144-
3.7.1.- Comprobación de sincronización mecánica del encendido.....	-144-
3.7.2.- Corrección de sincronización mecánica del encendido	-145-

CAPÍTULO IV

IV.- CONSTRUCCIÓN Y PRUEBAS DEL MÓDULO DE ENTRENAMIENTO DE UN MOTOR A INYECCIÓN ELECTRÓNICA MPFI

4.1.- Generalidades	-148-
4.2.- Características del banco	-148-
4.3.- Componentes	-149-
4.4.- Montaje	-151-
4.5.- Pruebas de funcionamiento	-153-
4.6.- Pruebas al sistema electrónico	-153-
4.6.1.- Sistema de encendido	-153-
4.6.2.- Control electrónico	-154-
4.6.3.- Sistema de aire	-155-
4.6.4.- Sistema de alimentación	-155-
4.7.- Guías de laboratorio	-155-
4.8.- Mantenimiento	-193-
CONCLUSIONES	-195-
RECOMENDACIONES	-196-
ANEXOS	-197-
ANEXOS A	
Procedimientos de utilización del módulo de entrenamiento	-198-
ANEXOS B	
Diagramas de instalación y localización	
Sistema de arranque	-200-
Sistema de carga	-201-
Sistema de encendido	-201-
Sistema electrónico	-202-
ANEXOS C	
Precauciones y normas de seguridad	-204-
ANEXOS D	
Láminas de diseño del soporte	-208-
BIBLIOGRAFÍA	-205-

ÍNDICE DE FIGURAS

CAPÍTULO I

Página

Figura 1.1.- Esquema inyección MPFI	- 2-
Figura 1.2.- Desajuste de correas	-17-
Figura 1.3.- Desajuste de sensor CKP	-17-
Figura 1.4.- Carcasa del árbol de levas	-18-
Figura 1.5.- Punto de sincronización	-18-
Figura 1.6.- Rueda dentada	-19-
Figura 1.7.- Liberación del templador	-19-
Figura 1.8.- Extracción de árbol de levas	-20-
Figura 1.9.- Extracción de volante de inercia	-21-
Figura 1.10.- Extracción del cabezote	-21-
Figura 1.11.- Bloque de cilindros	-22-
Figura 1.12.- Tubo de succión de aceite	-22-
Figura 1.13.- Bomba de aceite	-22-
Figura 1.14.- Filtro de aceite	-23-
Figura 1.15.- Verificación de bujía	-25-
Figura 1.16.- Verificación de cable de alta	-26-
Figura 1.17.- Medición de cable de alta	-27-
Figura 1.18.- Conexión de cables de alta	-27-
Figura 1.19.- Conector de bobina de encendido	-28-
Figura 1.20.- Pernos sujeción de bobina de encendido	-29-
Figura 1.21.- Desmontaje de bujías	-30-
Figura 1.22.- Medición de Compresión	-30-
Figura 1.23.- Distancia Sensor CKP – rueda dentada	-32-
Figura 1.24.- Volante de inercia	-33-

CAPÍTULO II

Figura 2.1.- Parámetros de funcionamiento del motor	-35-
Figura 2.2.- Funciones de la gestión del motor	-35-
Figura 2.3.- Fase de emergencia del motor	-36-
Figura 2.4.- Diagrama de funcionamiento de la ECU	-37-
Figura 2.5.- Componentes del sistema MULTEC DELPHI.....	-40-
Figura 2.6.- Sensor CTS	-42-
Figura 2.7.- Conector de la ECU	-43-
Figura 2.8.- Test 1, sensor CTS	-44-
Figura 2.9.- Test 2, sensor CTS	-45-
Figura 2.10.- Test 3, sensor CTS	-46-
Figura 2.11.- Sensor CKP	-47-
Figura 2.12.- Test 1, sensor CKP	-49-
Figura 2.13.- Test 2, sensor CKP	-49-
Figura 2.14.- Test 3, sensor CKP	-50-
Figura 2.15.- Señal producida por el sensor CKP	-51-
Figura 2.16.- Sensor EGO	-52-
Figura 2.17.- Test 1, Sensor EGO	-54-
Figura 2.18.- Test 2, Sensor EGO	-55-
Figura 2.19.- Test 3, Sensor EGO	-56-
Figura 2.20.- Unidad de Control Electrónico	-57-
Figura 2.21.- Conectores de la ECU	-63-
Figura 2.22.- Conexión de foco MIL a la ECU.....	-66-

	Página
Figura 2.23.- Test 1, ECU	-67-
Figura 2.24.- Test 2, ECU	-68-
Figura 2.25.- Inyector	-69-
Figura 2.26.- Test 1, Inyector	-70-
Figura 2.27.- Test 2, Inyector	-71-
Figura 2.28.- Test 3, Inyector	-72-
Figura 2.29.- Verificación del circuito, Inyector.....	-73-
Figura 2.30.- Válvula IAC	-73-
Figura 2.31.- Test 1, Válvula IAC	-75-
Figura 2.32.- Prueba de resistencia 1, Válvula IAC	-76-
Figura 2.33.- Prueba de resistencia 2, Válvula IAC	-76-
Figura 2.34.- Bomba de combustible	-77-
Figura 2.35.- Test 1, relé de la bomba	-78-
Figura 2.36.- Test 2, relé de la bomba	-79-
Figura 2.37.- Test 3, relé de la bomba	-80-
Figura 2.38.- Test 4, relé de la bomba	-81-
Figura 2.39.- Test 1, bomba de combustible	-82-
Figura 2.40.- Test 2, bomba de combustible	-83-
Figura 2.41.- Test 3, bomba de combustible	-84-
Figura 2.42.- Test 1, verificación de presión de la bomba.....	-85-
Figura 2.43.- Test 2, verificación de presión de la bomba	-86-
Figura 2.44.- Test 3, verificación de presión de la bomba	-87-
Figura 2.45.- Regulador de Presión	-88-
Figura 2.46.- Riel de inyectores	-89-
Figura 2.47.- Filtro de combustible	-90-
Figura 2.48.- Ingreso de aire a la cámara de combustión	-92-
Figura 2.49.- Sensor ACT	-93-
Figura 2.50.- Conector de la ECU	-94-
Figura 2.51.- Test 1, sensor ACT	-94-
Figura 2.52.- Test 2, sensor ACT	-95-
Figura 2.53.- Test 3, sensor ACT	-96-
Figura 2.54.- Sensor TPS	-97-
Figura 2.55.- Conector de la ECU	-99-
Figura 2.56.- Test 1, sensor TPS	-99-
Figura 2.57.- Test 2, sensor TPS	-100-
Figura 2.58.- Señal del osciloscopio, sensor TPS	-101-
Figura 2.59.- Test 3, sensor TPS	-102-
Figura 2.60.- Sensor MAP	-102-
Figura 2.61.- Conector de la ECU	-104-
Figura 2.62.- Test 1, sensor MAP	-105-
Figura 2.63.- Test 2, sensor MAP	-105-
Figura 2.64.- Test 3, sensor MAP	-107-
Figura 2.65.- Señal osciloscopio, sensor MAP	-107-
Figura 2.66.- Múltiple de admisión	-108-
Figura 2.67.- Cuerpo de aceleración	-109-
Figura 2.68.- Filtro de aire	-110-
Figura 2.69.- Lámpara MIL	-111-

CAPÍTULO III

Figura 3.1.- Sistema DIS	-119-
Figura 3.2.- Componentes del sistema DIS	-121-

	Página
Figura 3.3.- Bobina de encendido DIS	-122-
Figura 3.4.- Esquema de funcionamiento del encendido DIS	-123-
Figura 3.5.- Test 1, bobina DIS	-125-
Figura 3.6.- Test 2, bobina DIS	-125-
Figura 3.7.- Test 3, bobina DIS	-126-
Figura 3.8.- Test 4, bobina DIS	-127-
Figura 3.9.- Test 5, bobina DIS	-128-
Figura 3.10.- Cables de alta tensión	-128-
Figura 3.11.- Comprobación de resistencia cables de alta tensión	-130-
Figura 3.12.- Bujía de encendido	-131-
Figura 3.13.- Temperatura de la bujía	-135-
Figura 3.14.- Comparación del grado térmico de la bujía.....	-135-
Figura 3.15.- Comprobación de la bujía.....	-136-
Figura 3.16.- Extracción de una bujía	-139-
Figura 3.17.- Calibración de una bujía	-140-
Figura 3.18.- Limpieza de una bujía	-140-
Figura 3.19.- Esquemización del encendido DIS	-143-
Figura 3.20.- Polea dentada del árbol de levas	-145-
Figura 3.21.- Polea dentada del cigüeñal	-145-
Figura 3.22.- Remoción de correa dentada	-146-
Figura 3.23.- Rodillo tensor	-146-
Figura 3.24.- Verificación de tensión de correa dentada	-147-

ÍNDICE DE TABLAS

CAPÍTULO I

Página

Tabla 1.1.- Datos técnicos del motor	-3-
Tabla 1.2.- Datos técnicos de correas en el motor	-4-
Tabla 1.3.- Datos técnicos del sistema de encendido	-4-
Tabla 1.4.- Datos técnicos del sistema de alimentación de combustible	-4-
Tabla 1.5.- Datos técnicos del sistema de refrigeración	-5-
Tabla 1.6.- Datos técnicos del sistema de lubricación	-5-
Tabla 1.7.- Datos técnicos del sistema de carga	-6-
Tabla 1.8.- Especificaciones técnicas de la ECU	-6-
Tabla 1.9.- Especificaciones técnicas de ajuste del cigüeñal	-6-
Tabla 1.10.- Especificaciones técnicas de ajuste del cilindros y pistones	-7-
Tabla 1.11.- Especificaciones técnicas de ajuste del culata, árbol de levas y válvulas	-8-
Tabla 1.12.- Especificaciones técnicas de par de apriete	-8-
Tabla 1.13.- Instrumentos de medición	-10-
Tabla 1.14.- Instrumentos de medición y comprobación eléctrica.....	-11-
Tabla 1.15.- Herramientas de marcación	-11-
Tabla 1.16.- Herramientas de montaje	-11-
Tabla 1.17.- Herramientas de sujeción	-12-
Tabla 1.18.- Herramientas de golpe	-12-
Tabla 1.19.- Herramientas de corte	-12-
Tabla 1.20.- Herramientas de unión y perforación	-13-
Tabla 1.21.- Herramientas especiales	-13-
Tabla 1.22.- Valores de resistencia de cables de alta.....	-27-
Tabla 1.23.- Valores de compresión	-31-

CAPÍTULO II

Tabla 2.1.- Aplicaciones del sistema Multec Delphi	-39-
Tabla 2.2.- Resistencias del sensor CTS	-45-
Tabla 2.3.- Resistencias del sensor CTS	-46-
Tabla 2.4.- Comparación entre sondas Lambdas en diferentes estados	-52-
Tabla 2.5.- Terminales de la ECU	-63-
Tabla 2.6.- Valores del sensor ACT	-96-
Tabla 2.7.- Valores del sensor ACT	-97-
Tabla 2.8.- Valores del sensor MAP al nivel del mar	107-
Tabla 2.9.- Inspección de daños por diagnóstico	-112-
Tabla 2.10.- Inspección de daños con lámpara de verificación.....	-115-
Tabla 2.11.- Códigos de falla	-116-

CAPÍTULO III

Tabla 3.1.- Límite de conmutación de la señal EST	-120-
Tabla 3.2.- Avance en el modo girar para el arranque	-121-
Tabla 3.3.- Grado térmico de una bujía	-135-
Tabla 3.4.- Inspección – verificación de las bujías	-137-
Tabla 3.5.- Diagnostico de averías en el sistema de encendido	-144-

CAPÍTULO IV

Página

Tabla 4.1.- Componentes del módulo de entrenamiento	-149-
Tabla 4.2.- Material, equipo y herramientas necesarias para el montaje	-151-
Tabla 4.3.- Pruebas de funcionamiento	-153-
Tabla 4.4.- Pruebas al sistema de encendido	-154-
Tabla 4.5.- Pruebas al control electrónico, sensores	-154-
Tabla 4.6.- Pruebas al control electrónico, actuadores	-154-
Tabla 4.7.- Pruebas al control electrónico, ECU	-155-
Tabla 4.8.- Pruebas al sistema de aire	-155-
Tabla 4.9.- Pruebas al sistema de alimentación	-155-

CAPITULO I. CARACTERÍSTICAS DEL MOTOR MPFI

1.1.- INTRODUCCIÓN A LOS SISTEMAS DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA A GASOLINA

El carburador nacido con el motor, se desarrolló constantemente hasta llegar a ser un complejo compendio de cientos de piezas, que lo convirtieron en un refinado y muy duradero preparador de la mezcla aire-gasolina para el motor del automóvil en todo el rango de trabajo, no pudo soportar finalmente la presión ejercida por las reglas de limitación de contaminantes emitidas por las entidades gubernamentales de los países mas desarrollados y fue dando paso a la inyección de gasolina, comenzada desde la décadas 60-70s principalmente en Alemania, pero que no fue tecnológicamente realizable hasta que no se desarrolló lo suficiente la electrónica miniaturizada.

La diferencia conceptual fundamental entre los dos tipos de preparación de la mezcla, es que en el carburador se hace básicamente de acuerdo a patrones mas o menos fijos, establecidos de fábrica, que con el uso se van alterando hasta sacarlo de los estrechos índices permitidos de producción de contaminantes, mientras que la inyección de gasolina tiene sensores en todos los elementos que influyen en el proceso de alimentación y escape del motor y ajusta automáticamente la mezcla para mantenerlos siempre dentro de las normas, a menos que se produzca una avería en el sistema.

El sistema de inyección electrónica utilizado actualmente en los motores de los automóviles es mucho mejor que el antiguo sistema que utilizaba carburadores. Este sistema introduce combustible atomizado directamente al motor, eliminando los problemas de encendido en frío que tenían los motores con carburador, pero gracias a la electrónica de hoy en día, son indiscutibles las ventajas de la inyección electrónica. Es importante aclarar que hoy en día todos los Calculadores electrónicos de Inyección (mayormente conocidos como ECU) también manejan la parte del encendido del motor en el proceso de la combustión. Aparte de tener un

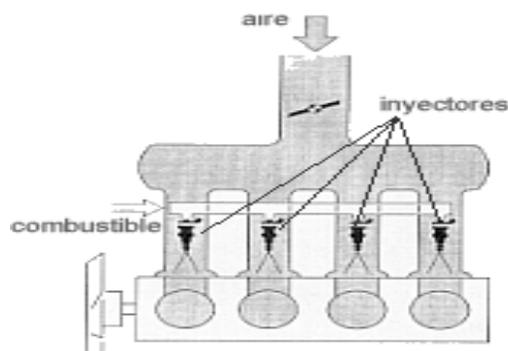
mapa de inyección para todas las circunstancias de carga y régimen del motor, este sistema permite algunas técnicas como:

- El corte del encendido en aceleración (para evitar que el motor se revolucione excesivamente).
- El corte de la inyección al detener el vehículo con el motor, o desacelerar, para aumentar la retención, evitar el gasto innecesario de combustible y principalmente evitar la contaminación.

Para ahorrar costos a veces se utilizaba un solo inyector para todos los cilindros, o sea, monopunto; en vez de uno por cada cilindro, o multipunto. Actualmente, y debido a las normas de anticontaminación existentes en la gran mayoría de los países, la inyección monopunto ha caído en desuso.

LA INYECCIÓN MULTIPUNTO (MPFI)¹

Los motores con inyección multipunto cuentan con un inyector independiente para cada cilindro montados en el múltiple de admisión o en la cabeza, encima de los puertos de admisión. Por lo tanto un motor 4 cilindros tendrá 4 inyectores, un V6 tendrá 6 inyectores y un V8 ocho inyectores.



*Figura 1.1.- Esquema inyección MPFI
Tomado de <http://mecanicavirtual.com>*

La inyección multipunto tiene 4 inyectores (Uno por cilindro) justo a la entrada de la culata, con lo cual se obtienen las siguientes ventajas:

¹ <http://www.mecanicavirtual.com>

- Control más exacto de la cantidad de gasolina que llega a cada cilindro.
- Menor posibilidad de retardos y pérdidas de combustible al llegar casi inmediatamente a la cámara de combustión. Todo ello se traduce en un mayor aprovechamiento energético, la cantidad justa de gasolina, en el momento justo, de modo que o consume menos o consumiendo lo mismo es mas potente.

1.2.- CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS²

Motor OPEL 1.6 Litros MPFI, inyección electrónica a gasolina multipunto, con 1 inyector por cada cilindro, tiene una unidad de control (ECU) para monitorear sensores y comandar la chispa y la inyección a gasolina.

1.- DATOS TÉCNICOS

Motor	1.6 litros
Cilindros/ Disposición	4 en línea
Número de válvulas	16
Tipo inyección	Multipunto
Tipo árbol de levas	DOHC
Cilindrada	1589 cm ³
Diámetro del cilindro	79 mm
Carrera del pistón	81 mm
Relación de compresión	9,8 : 1
Presión de compresión	14 – 16 bar
Pérdida de presión	<25% por cilindro
Potencia máxima líquida	102 CV a 5200 rpm
Par motor máximo	16,5 N*m a 2800 rpm

Tabla 1.1.- Datos técnicos del motor

² JARAMA, Wilson. Manual del Corsa

Estriada en V (alternador)	37 ± 1,0 pul
Dentada:	
• Número de dientes	131
• Ancho	25.4 mm
• Paso	9,525 mm

Tabla 1.2.- Datos técnicos de correas en el motor

2.- SISTEMA DE ENCENDIDO

Marca	GM
Tipo	Multec S/F (MAP - DIS)
Orden de encendido	1 – 3 – 4 – 2
Tensión de la bobina	12v
Bujías	<ul style="list-style-type: none"> • Original Bosch • Alterna NGK • Calibración de 0,9 a 1,1 mm
Avance de encendido	Controlado por la ECU
Ralentí	820 – 980 , no ajustable

Tabla 1.3.- Datos técnicos del sistema de encendido

3.- SISTEMA DE ALIMENTACIÓN DE COMBUSTIBLE

Marca	GM
Tipo	Multec S/F
Presión del sistema	2,8 – 3,2 bar

Tabla 1.4.- Datos técnicos del sistema de alimentación de combustible

4.- SISTEMA DE REFRIGERACIÓN

Capacidad de líquido refrigerante	7.1 litros
Bomba del líquido refrigerante: <ul style="list-style-type: none"> • Diseño • Tasa de envío 	Centrífuga 157 litros/min a 5200 rpm
Termostato <ul style="list-style-type: none"> • Diseño • Inicio de temperatura 	Por desvío 92 °C

Tabla 1.5.- Datos técnicos del sistema de refrigeración

5.- SISTEMA DE LUBRICACIÓN

Capacidad de aceite: <ul style="list-style-type: none"> • Sin filtro • Con filtro • Entre "min" y "max" • Total de llenado 	3,3 litros 3,5 litros 0,75 litros 3,5 ± 0,2 litros
Calidad del aceite	ACEA A3/B3 – 98
Grado de aceite	Multigrado semisintético, de tipo: <ul style="list-style-type: none"> • SAE 5W30 • SAE 15W40 • SAE 20W 50
Termostato del enfriador de aceite <ul style="list-style-type: none"> • Inicio de apertura 	89 – 92 °C
Bomba de aceite: <ul style="list-style-type: none"> • Diseño • Presión de aceite 	Bomba tipo rotor 127 kPa
Consumo de aceite del motor	0,3 litros/1000km

Tabla 1.6.- Datos técnicos del sistema de lubricación

6.- SISTEMA DE CARGA

Voltaje	12 voltios
Corriente	44 Amperios/Hora

Tabla 1.7.- Datos técnicos del sistema de carga

1.3.- ESPECIFICACIONES DEL SISTEMA DE CONTROL ELECTRÓNICO³

Denominación	ECU (unidad de control de motor)
Fabricante	DELCO ELECTRONICS
Serie	16219969SN
Voltaje de alimentación de la batería	12 voltios DC
Voltaje de envío hacia: <ul style="list-style-type: none">• Sensores• Actuadores	Max 5 voltios DC 12 voltios DC
Numero de pines conector 1	Línea A: 12 Línea B: 12
Número de pines conector 2	Línea C: 16 Línea D: 16

Tabla 1.8.- Especificaciones técnicas de la ECU

1.4.- ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE AJUSTE Y SERVICIO⁴

CIGÜEÑAL

Alabeo máximo del cigüeñal	0,03 mm
Diámetro de los muñones axiales	54,980 a 54,997 mm

³ JARAMA, Wilson. Manual del Corsa

⁴ GENERAL MOTORS. Manual técnico de reparación Corsa B

Diámetro de los muñones periféricos	42,971 a 42,987 mm
Juego entre los muñones axiales y los casquillos	0,013 a 0,043 mm
Juego axial de la biela en el muñón axial	0,07 a 0,24 mm
Número de rectificados posibles	2
Juego axial máximo del cigüeñal	0,120 a 0,250 mm
Conicidad máxima de los muñones	0,005 mm
Ovalización máxima de los muñones	0,004mm

Tabla 1.9.- Especificaciones técnicas de ajuste del cigüeñal

CILINDROS Y PISTONES

Juego entre el pistón y el cilindro (parte inferior de la falda)	0,020 a 0,040 mm
Ovalización máxima de los cilindros (excentricidad)	0,013 mm
Carrera del pistón	81 mm
Distancia entre la cabeza del pistón en el PMS y la superficie del bloque	0,2 – 0,7 mm
Diámetro del pistón	79 mm
Juego entre las puntas de los anillos de compresión	0,20 a 0,40 mm
Juego entre las puntas de los anillos d control de aceite	0,25 a 0,45 mm
Juego entre los anillos de compresión y las ranuras: <ul style="list-style-type: none"> • Ranura superior • Ranura inferior 	0,040 – 0,075 mm 0,030 – 0,065 mm

Tabla 1.10.- Especificaciones técnicas de ajuste del cilindros y pistones

CULATA, ÁRBOL DE LEVAS Y VÁLVULAS

<p>Culata:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ángulo de la sede de las válvulas (todas a 90°) • Admisión y escape 	1,6 + 0,2 mm
<p>Árbol de levas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Juego axial • Alabeo máximo del árbol de levas (final) 	0,09 a 0,21 mm 0,04 mm
<p>Válvula de admisión y de escape:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ángulo de asentamiento • Juego de vástagos en las guías 	0,018 a 0,052 mm 0,038 a 0,078 mm
<p>Concentricidad de las válvulas (entre la lectura máxima y mínima)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Admisión • Escape 	MÁX 0,05 mm

Tabla 1.11.- Especificaciones técnicas de ajuste del culata, árbol de levas y válvulas

VALORES DE PAR DE APRIETE

DESCRIPCIÓN	PAR DE APRIETE
Abrazadera de la manguera de baja presión de la bomba de la dirección hidráulica	2,5N.m/2lbf.pie
Tapón de drenaje del cárter	12N.m/9lbf.pie
Tornillo de fijación de la polea del cigüeñal	95N.m/70lbf.pie+70°+15°
Tornillo de fijación de la tapa de protección delantera del alternador	5N.m/3,5lbf.pie
Tornillo de fijación del estator del alternador	6N.m/4,4lbf.pie
Tornillo de fijación de la polea del alternador	75N.m/55lbf.pie
Tornillo de fijación del rodillo tensor de la correa dentada	20N.m/15lbf.pie
Tornillo de fijación del sensor de posición de la válvula de aceleración	3N.m/2lbf.pie
Tornillo de fijación del sensor de rotación del cigüeñal	9N.m/6,5lbf.pie
Tornillo de fijación del tubo de admisión de aire	3,0N.m/2,0lbf.pie
Tornillo y tuerca de fijación del motor de arranque en el bloque	24N.m/17,5lbf.pie

Tornillos de fijación de la bomba de agua	7N.m/5lbf.pie
Tornillos de fijación de la bomba de aceite	7N.m/5lbf.pie
Tornillos de fijación de la carcasa de alojamiento de la válvula termostática	15N.m/11lbf.pie
Tornillos de fijación de la cubierta posterior de la correa dentada	12N.m/9lbf.pie
Tornillos de fijación de la placa de retención del rodamiento al soporte delantero del alternador	4N.m/3lbf.pie
Tornillos de fijación de la tapa de la bomba de aceite	7N.m/5lbf.pie
Tornillos de fijación de la tapa de la carcasa del árbol de levas	8N.m/6lbf.pie
Tornillos de fijación de la tapa del alojamiento del árbol de levas	9,0N.m/6,5lbf.pie
Tornillos de fijación de la bobina de encendido	8,5N.m/6,0lbf.pie
Tornillos de fijación de las capas de las bielas	27,5N.m/20lbf.pie
Tornillos de fijación de las capas de los cojinetes	50N.m/37lbf.pie+45°+15°
Tornillos de fijación de las cubiertas anterior superior e inferior de la correa dentada	4N.m/3lbf.pie
Tornillos de fijación del alternador	20N.m/15lbf.pie
Tornillos de fijación de la culata	25N.m/18lbf.pie+180°+10°
Tornillos de fijación de la polea dentada del árbol de levas	45N.m/33lbf.pie
Tornillos de fijación del porta escobillas del alternador	3,8N.m/2,8lbf.pie
Tornillos de fijación del sensor de presión absoluta	8,5N.m/6,0lbf.pie
Tornillos de fijación del solenoide del motor de arranque	4,5N.m/3,0lbf.pie
Tornillos de fijación del soporte del alternador	35N.m/26lbf.pie
Tornillos de fijación del volante del motor	35N.m/26lbf.pie+30°+15°
Tuerca de las conexiones eléctricas (terminales) del alternador: a. Tuerca de 8mm b. Tuerca de 13mm	3,5N.m/2,5lbf.pie 7N.m/5lbf.pie
Tuerca del cable a masa de la batería	4,5N.m/3,3lbf.pie
Tuerca del cable masa del motor de arranque	6N.m/5lbf.pie
Tuerca del terminal de la línea 30 del motor de	9,5N.m/7,0lbf.pie

arranque	
Tuerca del terminal de la línea 50 del motor de arranque	3,5N.m/2,5lbf.pie
Tuercas de fijación de la válvula de aceleración	8,5N.m/6,0lbf.pie
Tuercas del múltiple de admisión	20N.m/15lbf.pie
Tuercas del múltiple de escape	20N.m/15lbf.pie
Sensor de temperatura del líquido refrigerante	10N.m/7,5lbf.pie
Sonda lambda	41N.m/30lbf.pie
Bujías de encendido	27,5N.m/20lbf.pie

Tabla 1.12.- Especificaciones técnicas de par de apriete

1.5.- HERRAMIENTAS E INSTRUMENTOS⁵

Las herramientas e instrumentos que se clasifican por la forma de trabajo que realizan son de diferentes tipos:

Instrumentos de medición

HERRAMIENTA	GRAFICO	FUNCIÓN
Pie de rey		Es un instrumento para medir dimensiones de objetos relativamente pequeños, desde centímetros hasta fracciones de milímetros
Calibrador de láminas		Son tiras de metal templado que han sido pulidas o alisadas a un espesor preciso para tener mucha precisión en la calibración de piezas.
Flexómetro		Es un instrumento de medición, dividida en diferentes unidades de medición para mejorar su precisión.
Escuadra		Esta herramienta se la utiliza para cuadrar partes cuadradas o afines.

Tabla 1.13.- Instrumentos de medición

⁵ <http://www.automecanico.com>

Instrumentos de medición/comprobación eléctrica

HERRAMIENTA	GRAFICO	FUNCIÓN	TIPO
Multímetro		Es un instrumento de medición que ofrece la posibilidad de medir distintos parámetros eléctricos y magnitudes en el mismo dispositivo.	<ul style="list-style-type: none"> • Analógico • Digital
Osciloscopio		Es un instrumento de medición electrónico para la representación gráfica de señales eléctricas que pueden variar en función del tiempo.	<ul style="list-style-type: none"> • Analógico • Digital

Tabla 1.14.- Instrumentos de medición y comprobación eléctrica

Herramientas de marcación

HERRAMIENTA	GRAFICO	FUNCIÓN	TIPO
Punzón		Son herramientas de mano diseñadas marcar superficies duras, pues resisten los impactos del martillo.	<ul style="list-style-type: none"> • De alinear • De marcar • De arrancar

Tabla 1.15.- Herramientas de marcación

Herramientas de montaje:

HERRAMIENTA	GRAFICO	FUNCIÓN	TIPO
Destornillador		Son herramientas de mano diseñados para apretar o aflojar los tornillos ranurados de fijación.	<ul style="list-style-type: none"> • Plano • Estrella o cruz
Llaves fijas		Son herramientas manuales destinadas a ejercer esfuerzos de torsión al apretar o aflojar pernos, tuercas y tornillos.	<ul style="list-style-type: none"> • De corona • De boca • Combinadas • Hexagonales • Tubulares
Dados hexagonales mecánicos		Herramienta para extraer o colocar pernos y tuercas que necesitan una mayor fuerza para aflojar o apretar.	

Tabla 1.16.- Herramientas de montaje

Herramientas de sujeción

HERRAMIENTA	GRAFICO	FUNCIÓN	TIPO
Prensas		Sirven para sujetar algún componente para después de su fijación, proceder a trabajar en el.	
Alicates		Los alicates son herramientas manuales diseñadas para sujetar, doblar o cortar.	<ul style="list-style-type: none"> • De tenaza • De corte • De mecánico

Tabla 1.17.- Herramientas de sujeción

Herramientas de golpe

HERRAMIENTA	GRAFICO	FUNCIÓN	TIPO
Martillo		El martillo es una herramienta de mano, diseñada para golpear.	<ul style="list-style-type: none"> • Cabeza de acero • Cabeza de caucho

Tabla 1.18.- Herramientas de golpe

Herramientas de corte

HERRAMIENTA	GRAFICO	FUNCIÓN	TIPO
Lima		Las limas son herramientas manuales diseñadas para conformar objetos sólidos desbastándolos en frío.	<ul style="list-style-type: none"> • Planas • Triangulares • Redondas
Sierras		Las sierras son herramientas manuales diseñadas para cortar superficies de diversos materiales.	<ul style="list-style-type: none"> • De bastidor fijo • De bastidor ajustable
Tijeras		Son herramientas manuales que sirven para cortar mangueras, caucho, empaques, entre otros.	<ul style="list-style-type: none"> • De amianto • De caucho

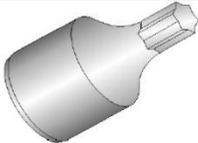
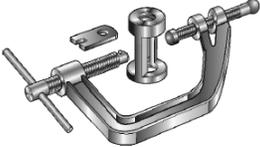
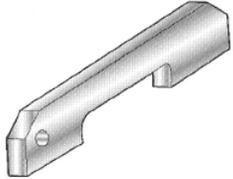
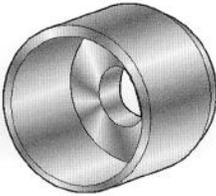
Tabla 1.19.- Herramientas de corte

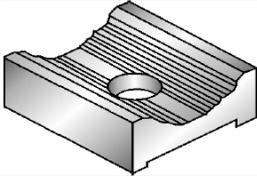
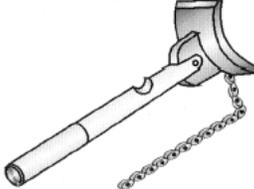
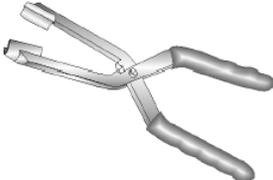
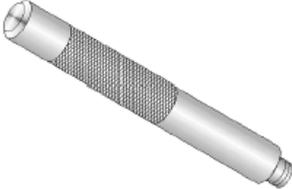
Herramientas de unión - perforación

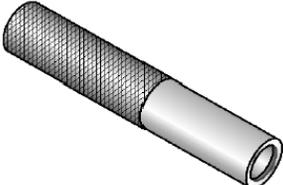
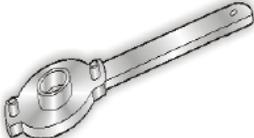
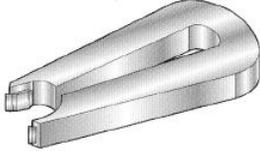
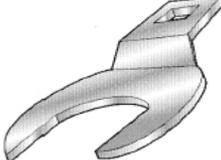
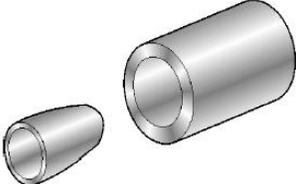
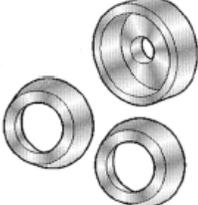
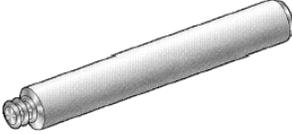
HERRAMIENTA	GRAFICO	FUNCIÓN
Suelda eléctrica		Unir piezas metálicas de cierta aleación por medio del incremento de calor a través de altas corrientes.
Taladro		La función principal del taladro de perforación rotatoria es hacer un hoyo.

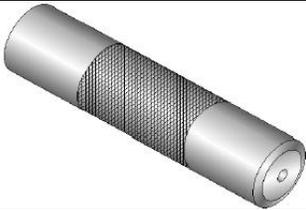
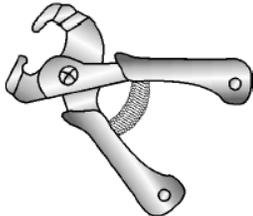
Tabla 1.20.- Herramientas de unión y perforación

Herramientas especiales

HERRAMIENTA	GRAFICO	FUNCIÓN
Llave Torx bit		Sirve para trabar el eje del rotor del alternador
Prensa J-810611		Dispositivo para quitar e instalar los resortes de válvulas
J-810612		Dispositivo para comprobar la altura del vástago de las válvulas
Instalador J-810619		Instalador del sellador del árbol de levas
Extractor universal		Extrae los sellos de válvulas

Opresor J-830601		Dispositivo para oprimir el resorte de la válvula del motor con la culata instalada
Base J-8606014		Base para sacar el perno del émbolo
Extractor J-8606015		Extractor del perno del émbolo
Extractor J-8606016		Extractor del filtro de aceite
Tenazas J-8606017		Tenazas para quitar los selladores de válvulas
Instalador J-8606018		Instalador del sellador delantero del cigüeñal. Usar con el cabo universal
Cabo universal		Cabo universal para sacadores y instaladores

Instalador J-8606019		Instalador de los selladores de válvulas
Llave J-8606020		Llave para trabar la polea del motor
Dispositivo J-8606021		Dispositivo para aflojar el enganche rápido del sistema de combustible
Llave J-8606022		Llave para apretar la correa de sincronización
Instalador J-8606023		Instalador del sellador delantero del cigüeñal
Instalador J-8606024		Instalador del sellador trasero del cigüeñal
Guía de biela		Guía de biela
Traba J-8606025		Traba del volante del motor

Instalador J-8606026		Instalador del sellador de la bomba de agua
Tenazas J-8606027		Tenazas especiales para abrazadera de la línea de combustible

*Tabla 1.21.- Herramientas especiales
Tomado de Manual Técnico GM*

1.6.- SERVICIO MOTOR

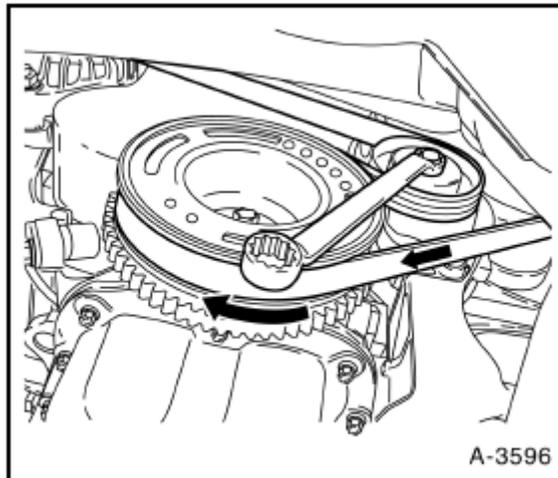
1.6.1.-DESMONTAJE DEL MOTOR⁶



Desmante

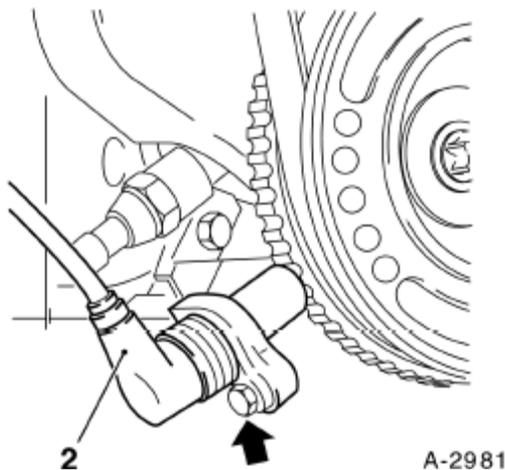
1. Cables de las bujías, desde las bujías y de la unidad de encendido.
2. Enchufe del mazo de conductores eléctricos de la unidad de encendido.
3. Enchufe del mazo de conductores eléctricos del sistema de inyección.
4. Todas las mangueras, excepto la de la ventilación positiva del cárter.
5. Conexiones eléctricas (terminales) del motor de arranque.
6. Motor de arranque quitando el tornillo y la tuerca de fijación.
7. Correa de accionamiento de los agregados , conforme el procedimiento a continuación:
 - a) Efectúe una marca con pintura (flecha) en el sentido de giro de la correa (en caso de que se vaya a utilizar nuevamente) para que en el montaje sea instalada en el mismo sentido de giro.
 - b) Quite la correa, utilizando una llave estrella universal de 15 mm (de preferencia larga), girando el rodillo tensor de la correa en el sentido horario (flecha), hasta vencer la presión del muelle.

⁶ GENERAL MOTORS. Manual técnico de reparación Corsa B



*Figura 1.2.- Desajuste de correas
Tomado de Manual Técnico GM*

8. Alternador.
9. Sensor de posición del cigüeñal (2) quitando el tornillo de fijación (flecha).



*Figura 1.3.- Desajuste de sensor CKP
Tomado de Manual Técnico GM*

10. Mangueras de la ventilación positiva del cárter, utilizando un alicate tipo bomba de agua para abrir las abrazaderas (flechas).
11. Tubo de la ventilación positiva del cárter con la manguera.
12. Tornillo de fijación de la polea del cigüeñal, utilizando una llave Torx E-18.
13. Polea del cigüeñal, manualmente.
14. Tornillos de fijación de la tapa de la carcasa del árbol de levas en la secuencia indicada, utilizando la llave Torx T-30.

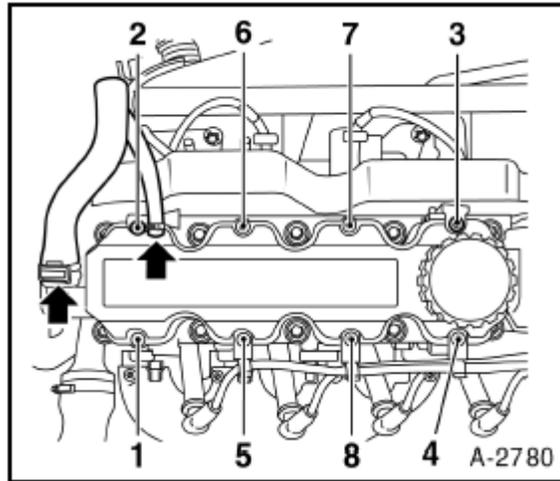


Figura 1.4.- Carcasa del árbol de levas
Tomado de Manual Técnico GM

15. Tapa de la carcasa del árbol de levas.

16. Cubierta anterior superior e inferior de la correa dentada, utilizando la llave Torx E-10.

Efectúe

Haga una marca con pintura (flecha) en el sentido de giro de la correa dentada (en caso de que se vaya a utilizar nuevamente), para que en el montaje sea instalada en el mismo sentido de giro.

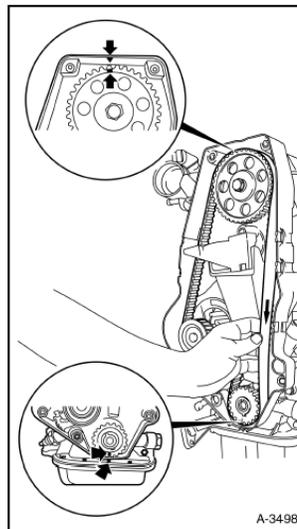
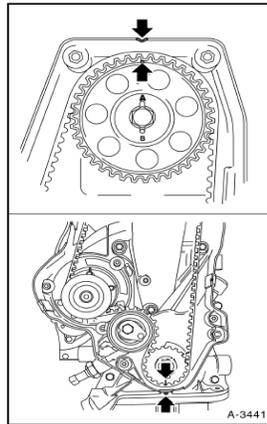


Figura 1.5.- Punto de sincronización
Tomado de Manual Técnico GM

Efectúe

Antes de la remoción de la correa dentada, alinee las marcas de la polea dentada del árbol de levas con la marca existente en la cubierta posterior de la correa dentada (flechas) y también las marcas de la polea dentada del cigüeñal con la marca en la carcasa de la bomba de aceite (flechas), girando la polea dentada del árbol de levas utilizando una llave de 17 mm.

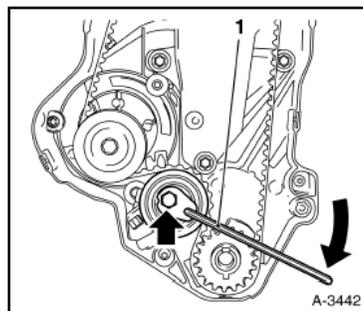


*Figura 1.6.- Rueda dentada
Tomado de Manual Técnico GM*

Desmonte

17. Correa dentada, conforme los procedimientos a continuación:

- a) Primero afloje el tornillo de fijación (flecha) del Rodillo tensor, utilizando una llave 13 mm.
- b) Utilizando una llave Allen 6 mm (1), instálela en el rodillo tensor y gírela en el sentido horario (flecha), para aliviar la tensión en la correa, permitiendo así su remoción.



*Figura 1.7.- Liberación del templador
Tomado de Manual Técnico GM*



Inspeccione

La correa dentada en caso de que se vaya a utilizar nuevamente, con respecto a desgastes excesivos en los dientes, a fisuras, a resecaados, a deshilachados, etc.



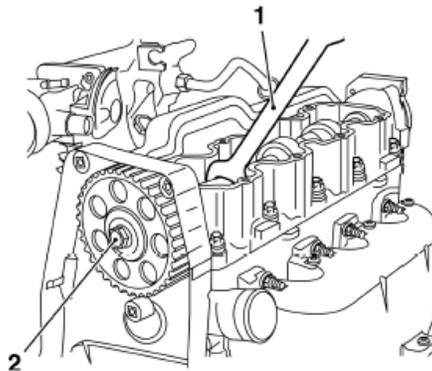
Desmante

18. Rodillo tensor de la correa dentada, quitando el tornillo de fijación.
19. Polea dentada del cigüeñal, manualmente.



Quite o desconecte

20. Tornillo de fijación de la polea dentada del árbol de levas (2), trabando el árbol con una llave fija de 22 mm (1).
21. Polea dentada del árbol de levas, manualmente.
22. Soporte del cojín, del bloque del motor, quitando los tornillos de fijación (flechas), utilizando la llave torx E-12.
23. Tornillos de fijación de la cubierta posterior de la correa dentada (flechas), utilizando la llave Torx T-30.
24. Bomba de agua quitando los tornillos de fijación, utilizando una llave Allen de 5 mm.
25. Cubierta posterior de la correa dentada utilizando la llave Torx T-30.



*Figura 1.8.-Extracción de árbol de levas
Tomado de Manual Técnico GM*



Desmante

26. Volante del motor (2).

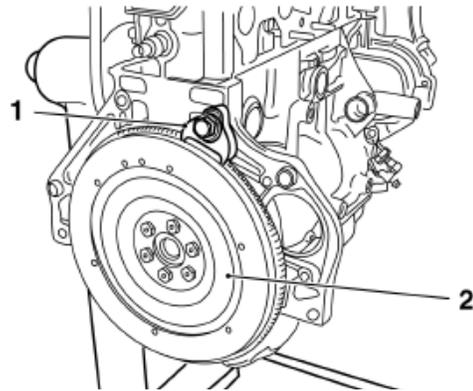


Figura 1.9.-Extracción de volante de inercia
Tomado de Manual Técnico GM

27. Tornillos de fijación de la culata en la secuencia indicada, aflojándolos 1/4 de vuelta, 1/2 vuelta utilizando la llave Torx E-12.
28. Carcasa del árbol de levas.
29. Balancines, los apoyos y los ajustadores hidráulicos, sin mezclarlos, ya que éstos serán instalados en el momento del montaje, en la misma posición.
30. Culata con múltiples

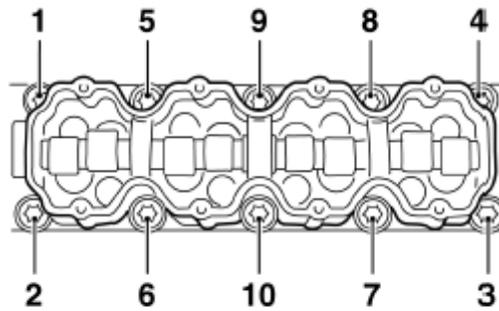


Figura 1.10.-Extracción del cabezote
Tomado de Manual Técnico GM

Efectúe

Haga una marca en los pistones para que sean colocados correctamente en el montaje.

Utilizando un rebarbador, quite las rebabas y/o depósitos de la parte superior de los cilindros.

Gire el motor en el caballete giratorio 180°.

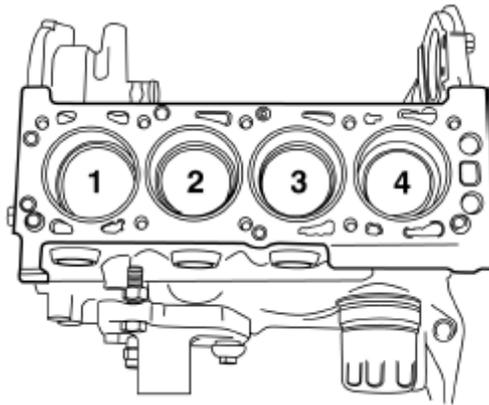


Figura 1.11.- Bloque de cilindros
Tomado de Manual Técnico GM



Desmante

- 31. Cárter de aceite del motor.
- 32. Tubo de succión de aceite (1) quitando los tornillos de fijación (flechas), utilizando la llave Torx T-30.

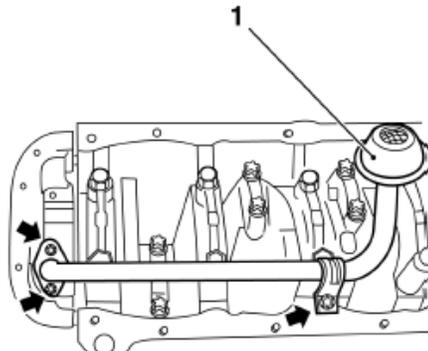


Figura 1.12.- Tubo de succión de aceite
Tomado de Manual Técnico GM

- 33. Tornillos de fijación de la bomba de aceite (flechas).
- 34. Bomba de aceite (2).

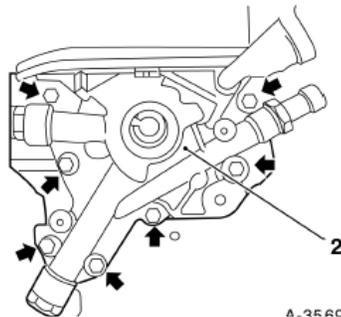


Figura 1.13.-Bomba de aceite
Tomado de Manual Técnico GM

1.6.2.- REEMPLAZO DE FILTRO DE ACEITE DEL MOTOR⁷

Efectúe

Prepare un recipiente para recoger el aceite del motor.



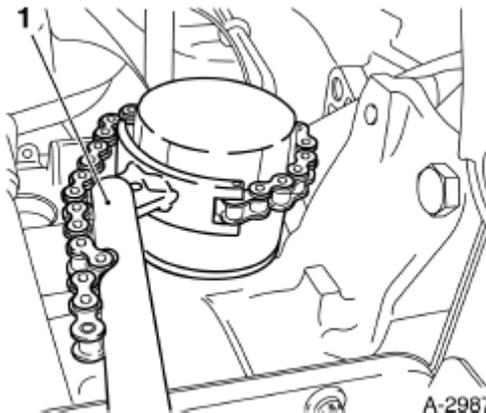
Quite o desconecte

1. Tapón de drenaje del cárter, para drenar el aceite del motor;
2. Filtro de aceite, utilizando la herramienta especial M-680689 (1).



Limpie

Región de asentamiento del filtro.



*Figura 1.14.- Filtro de aceite
Tomado de Manual Técnico GM*



Atención

Unte la guarnición del nuevo filtro con aceite lubricante del motor, antes de instalarlo.



Instale o Conecte

1. Filtro de aceite, de acuerdo con lo siguiente:
 - a) Coloque el filtro manualmente hasta apoyarlo en el bloque.
 - b) Apriételo 1/4 de vuelta y desapriételo.
 - c) Apóyelo nuevamente en el bloque y apriételo de 1/2 a 3/4 de vuelta;

⁷ GENERAL MOTORS. Manual técnico de reparación Corsa B



Atención

Limpie todo el contorno del filtro de aceite, en el lado de la región de asentamiento con el bloque para evitar falso diagnóstico de fugas. Tapón de drenaje del cárter con un nuevo anillo tórico.



Apriete

Tapón de drenaje del cárter con:

- a) Para vehículos con motor 1.0l - 45 N.m / 33 lbf. pie.
- b) Para vehículos con motor 1.8l - 12 N.m / 9 lbf. pie.



Efectúe

Abastezca el motor con aceite lubricante.

1.6.3.- REEMPLAZO DE BUJÍAS DE ENCENDIDO⁸



Quite o desconecte

- 1. Bujías de encendido.



Inspeccione

Visualmente la bujía, con respecto a grietas, a coloración y a desgaste de los electrodos.

Si el examen demuestra que ésta está en buen estado, efectúe su limpieza.



Limpie

Coloque las bujías en un aparato con chorro de arena para limpiarlas.

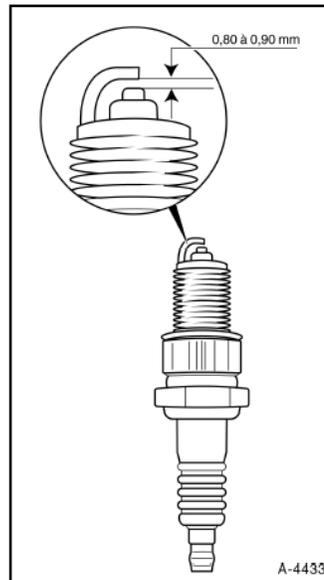
A continuación, aplique aire comprimido en las bujías para quitar todas las impurezas.



Ajuste

⁸ GENERAL MOTORS. Manual técnico de reparación Corsa B

Luz entre los electrodos (flechas) que debe ser de 0,80 a 0,90 mm, utilizando un calibrador de láminas.



*Figura 1.15.- Verificación de bujía
Tomado de Manual Técnico GM*



Atención

Utilice bujías BR8ES.



Instale o Conecte

1. Bujías de encendido.

1.6.4.- QUITAR E INSTALAR BUJÍAS DE ENCENDIDO⁹



Quite o desconecte

1. Cables de las bujías, de las bujías, manualmente.
2. Bujías de encendido, utilizando un manguito largo universal de 21 mm (1).



Atención

⁹ GENERAL MOTORS. Manual técnico de reparación Corsa B

Nunca instale las bujías con el motor caliente.

Tenga cuidado para no dejar entrar impurezas al interior de los cilindros en el momento de la instalación de las bujías.



Instale o Conecte

1. Bujías de encendido utilizando un manguito largo universal de 21 mm.



Apriete

Bujías de encendido con 27,5 N.m / 20 lbf. pie.



Instale o Conecte

2. Cables de las bujías, en las bujías, manualmente.

1.6.5.- COMPROBACIÓN DE LOS CABLES DE LAS BUJÍAS¹⁰



Quite o desconecte

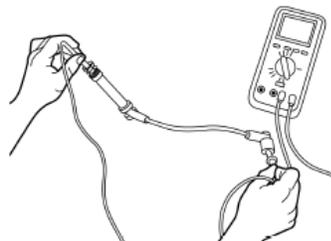
1. Cables de las bujías.



Mida

Con los cables de las bujías en la bancada, primero efectúe la prueba midiendo la resistencia de los cables, utilizando un ohmímetro (meter) de la siguiente manera:

- a. Coloque las dos puntas de prueba del ohmímetro en las extremidades de uno de los cables de las bujías, como se puede observar en la ilustración.



*Figura 1.16.- Verificación de cable de alta
Tomado de Manual Técnico GM*

¹⁰ GENERAL MOTORS. Manual técnico de reparación Corsa B

- b. Haga la lectura en el ohmímetro y compárela con los valores especificados en la tabla a continuación.



Inspeccione

Valores de resistencia de los cables de las bujías en función de su longitud.

LARGO DEL CABLE (mm)	RESISTENCIA DEL CABLE (Ω)
100 – 200	1 – 5
200 – 400	2 – 10
400 – 640	4 – 15
640 – 900	6 – 20
superior a 900	8 – 25

Tabla 1.22.- Valores de resistencia de cables de alta



Atención

Después de la medición, en caso de que los valores obtenidos en los cables no correspondan a los especificados en la tabla, reemplace el(los) cable(s).

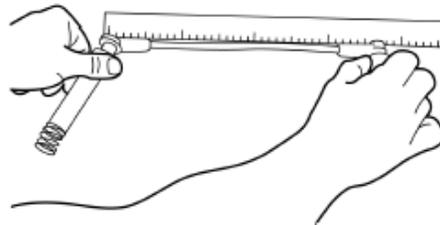


Figura 1.17.- Medición de cable de alta
Tomado de Manual Técnico GM



Instale o Conecte

1. Cables de las bujías.

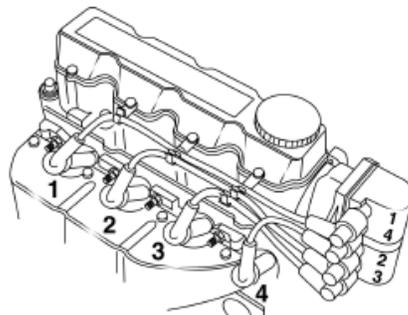


Figura 1.18.- Conexión de cables de alta
Tomado de Manual Técnico GM

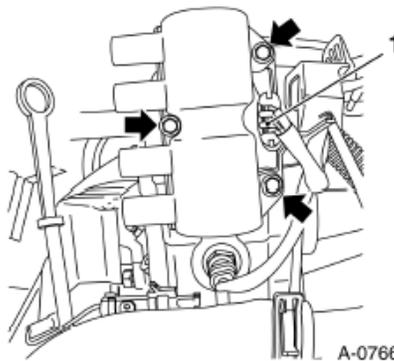
1.6.6.- QUITAR E INSTALAR UNIDAD DE ENCENDIDO¹¹

 Efectúe

Desconecte el cable a masa de la batería.

 Quite o desconecte

1. Enchufe (1) de la unidad de encendido.
2. Extremidades de los cables de las bujías, quitándolos cuidadosamente de la unidad de encendido.
3. Tornillos de fijación (flechas) de la unidad de encendido.
4. Unidad de encendido de la carcasa del árbol de levas.



*Figura 1.19.- Conector de bobina de encendido
Tomado de Manual Técnico GM*

 Limpie

Región de alojamiento de la unidad de encendido.

 Instale o Conecte

1. Unidad de encendido en su alojamiento, colocándola correctamente.
2. Tornillos de fijación (flechas) en la unidad de encendido.

 Apriete

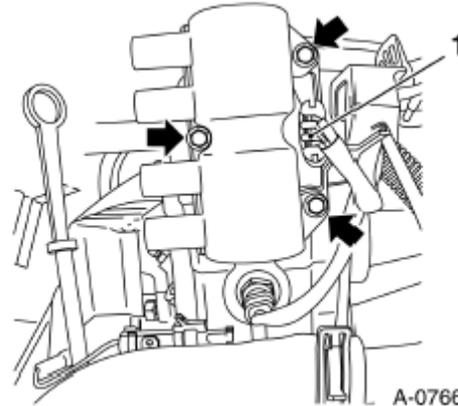
Tornillos de fijación de la unidad de encendido con 8,5 N.m / 6 lbf. pie.

¹¹ GENERAL MOTORS. Manual técnico de reparación Corsa B



Instale o Conecte

3. Extremidades de los cables de las bujías colocándolas en los respectivos locales de origen.
4. Enchufe (1) en la unidad de encendido, presionándolo levemente.



*Figura 1.20.- Pernos sujeción de bobina de encendido
Tomado de Manual Técnico GM*



Efectúe

Conecte el cable a masa de la batería y programe nuevamente los componentes con memoria volátil.



Apriete

Cable a masa con 4,5 N.m / 3,3 lbf. pie.



Atención

La carcasa del árbol de levas es parte integrante de la culata.

1.6.7.- EXAMINAR COMPRESIÓN DE LOS CILINDROS¹²



Efectúe

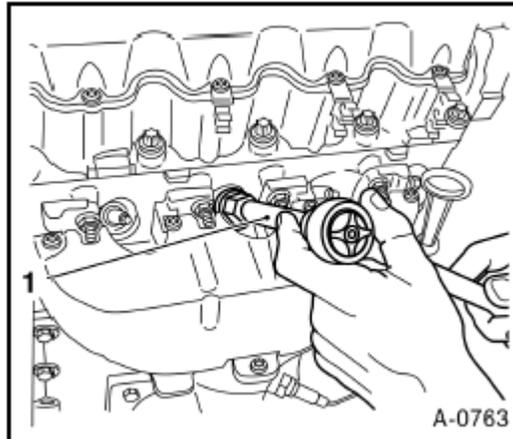
Haga funcionar el motor y aguarde el segundo accionamiento del ventilador del radiador y apáguelo.

¹² GENERAL MOTORS. Manual técnico de reparación Corsa B



Quite o desconecte

1. Desconecte el mazo de conductores eléctricos del módulo de control del motor.
2. Cables de las bujías, desde las bujías.
3. Bujías de encendido, utilizando una llave de bujías adecuada (1).

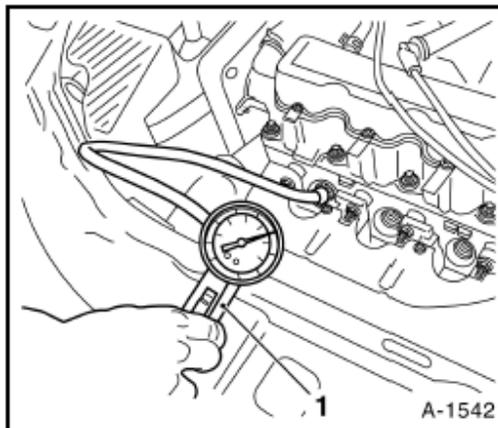


*Figura 1.21.- Desmontaje de bujías
Tomado de Manual Técnico GM*



Efectúe

Instale el medidor de compresión (1) en el lugar de una de las bujías.



*Figura 1.22.- Medición de Compresión
Tomado de Manual Técnico GM*



Mida

Con la ayuda de otro mecánico, mida la compresión del cilindro:

- a) Mantenga la mariposa de aceleración totalmente abierta (pedal del acelerador accionado) durante la prueba.
- b) Mantenga también, al mismo tiempo, el motor girando a través del arranque hasta que el puntero del manómetro se estabilice y haga una lectura.



Atención

La batería debe estar con carga normal.



Atención

Compare los valores encontrados con los valores de la tabla siguiente:

MOTOR	PRESIÓN (psi)
1600 cc	180 – 240

Tabla 1.23.- Valores de compresión



Mida

Después de efectuar la lectura, descargue la presión retenida en el manómetro abriendo la válvula de retención.

Repita la operación en los demás cilindros.



Instale o Conecte

1. Bujías de encendido.



Atención

Nunca instale las bujías con el motor caliente.



Apriete

Bujías de encendido con 27,5 N.m / 20 lbf. pie.



Instale o Conecte

2. Cables de las bujías, en las bujías.
3. Mazo de conductores eléctricos en el módulo de control del motor.

Efectúe

Borre la memoria de defectos del módulo de la ECU, desconectando los bornes de la batería.

1.6.8.- INSPECCIONAR JUEGO ENTRE EL SENSOR CKP Y LA POLEA DENTADA DEL CIGÜEÑAL¹³

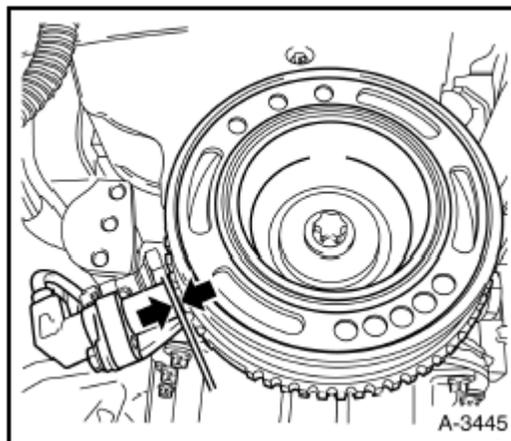
 Mida

Juego (flechas) existente entre el sensor de rotación y los resaltes de los dientes del cigüeñal utilizando un calibrador de láminas.

 Atención

Valor nominal especificado entre 0,3 y 1,7 mm.

En caso de que el valor nominal obtenido no corresponda con el especificado, utilice un nuevo sensor para comparar y comprobar si el problema está en el sensor o en la polea del cigüeñal y, reemplace lo que sea necesario.



*Figura 1.23.- Distancia Sensor CKP – rueda dentada
Tomado de Manual Técnico GM*

¹³ GENERAL MOTORS. Manual técnico de reparación Corsa B

1.6.9.- QUITAR E INSTALAR VOLANTE DEL MOTOR¹⁴



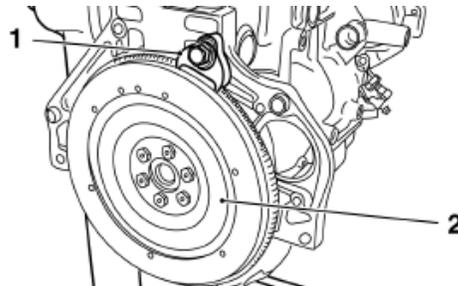
Quite o desconecte

1. Platillo de presión y disco del embrague.
2. Tornillos de fijación del volante del motor.
3. Volante del motor (2).



Efectúe

Quite la herramienta especial S-9407182 (1) para trabar el volante del motor.



*Figura 1.24.- Volante de inercia.
Tomado de Manual Técnico GM*



Instale o Conecte

1. Volante del motor
2. Tornillos de fijación del volante.



Efectúe

Instale la herramienta especial S-9407182 en el volante del motor para trabarlo.



Torque

Tornillos de fijación del volante con 35 N.m + 35° + 15°.E

¹⁴ GENERAL MOTORS. Manual técnico de reparación Corsa B

CAPITULO II. SISTEMA DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA DE COMBUSTIBLE MPFI.

2.1.-GENERALIDADES.

INTRODUCCIÓN

Los sistemas de inyección surgieron previamente con la inyección mecánica. Luego de éstos aparecieron los llamados sistemas electromecánicos basando su funcionamiento en una inyección mecánica asistida electrónicamente, pasando en una última etapa ha sido la aparición de los sistemas totalmente electrónicos.

La inyección electrónica se basa en la preparación de la mezcla por medio de la inyección, regulando las dosis de combustible electrónicamente. En la inyección electrónica si se presenta un inyector en cada cilindro (sistema MPFI), es para proporcionar la cantidad exacta de combustible que el cilindro requiere, lo que se evidencia también en una mejor utilización del combustible y un mejor consumo.

Su importancia radica en su mejor capacidad respecto al carburador para dosificar el combustible y crear una mezcla aire/combustible muy próxima a la estequiométrica (14,7 : 1), lo que garantiza una muy buena combustión con reducción de los porcentajes de gases tóxicos a la atmósfera. La relación estequiométrica es la proporción exacta de aire y combustible que garantiza una combustión completa de todo el combustible.

Consta fundamentalmente de sensores, una unidad electrónica y actuadores. El funcionamiento se basa en la medición de ciertos parámetros de funcionamiento del motor, como son:

- Estado de carga del motor (presión de aire)
- La temperatura del aire del motor
- La temperatura del refrigerante del motor
- Cantidad de oxígeno en los gases de escape
- Revoluciones del motor

Estas señales son procesadas por la unidad de control, dando como resultado señales que se transmiten a los actuadores (inyectores) que controlan la inyección de combustible y a otras partes del motor para obtener una combustión mejorada.

PARÁMETROS DE FUNCIONAMIENTO DEL MOTOR

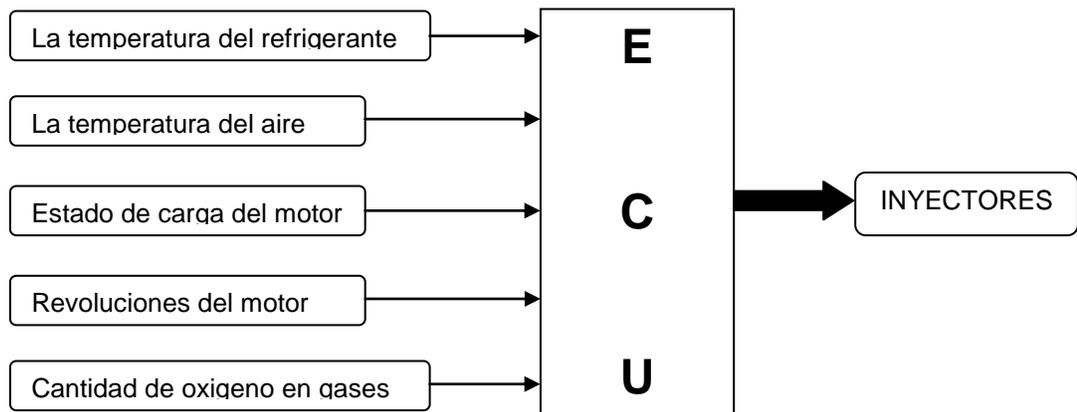


Figura 2.1.- Parámetros de funcionamiento del motor

FUNCIONES DE LA GESTIÓN DEL MOTOR

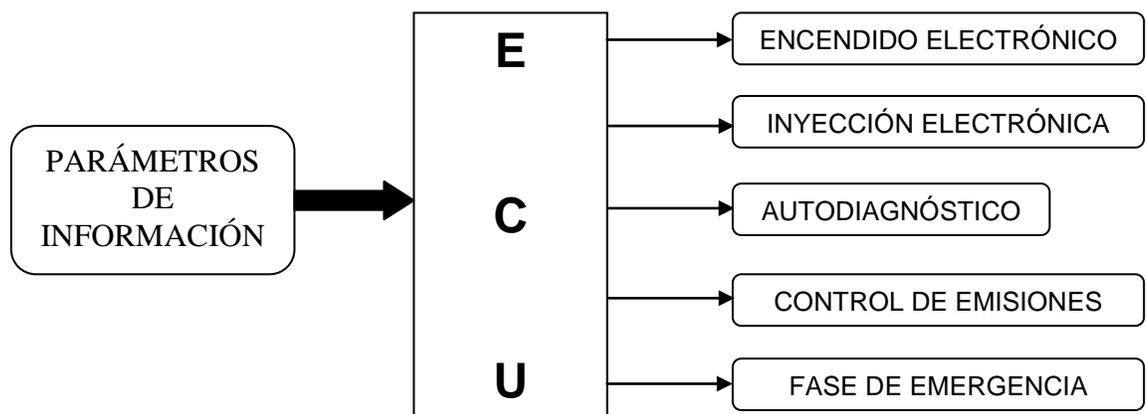


Figura 2.2.-Funciones de la gestión del motor

Estos sistemas tienen incorporado un sistema de autocontrol o autodiagnóstico que informa cuando algo anda mal, además existe la posibilidad de realizar un autoajuste de valores de inyección, en el caso de que algún sensor o actuador deje de funcionar.

Este sistema se llama “fase de emergencia”, la cual activa el RECOVERY en la ECU que permite trabajar el motor con datos de funcionamiento del motor en optimas condiciones, para de esta manera el motor no se apague y continúe su funcionamiento hasta llegar algún lugar con atención especializada y poder reemplazar el sensor averiado.

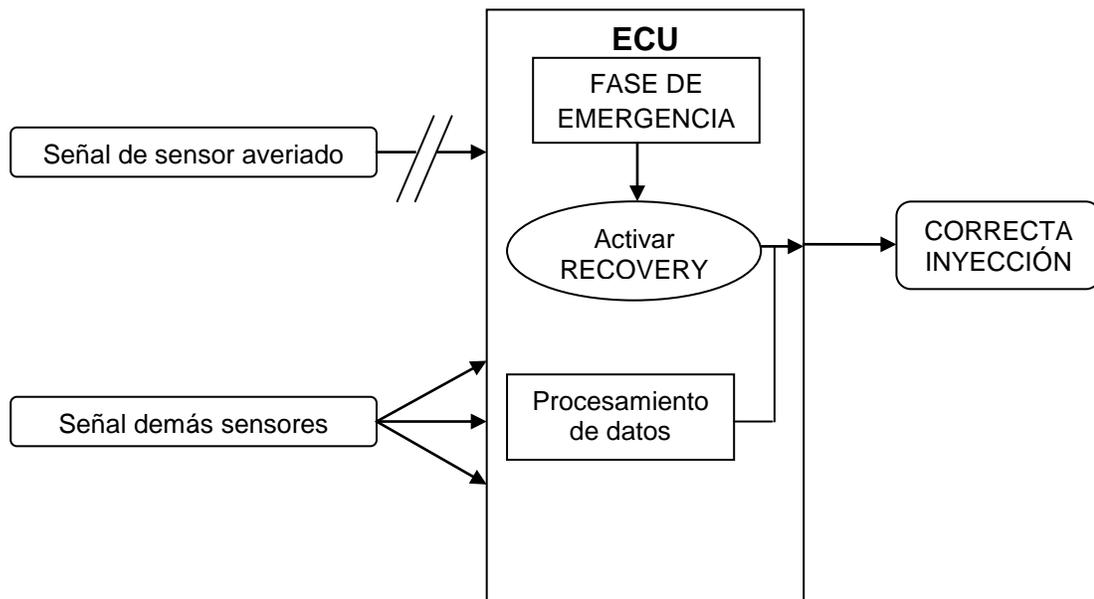


Figura 2.3.-Fase de emergencia del motor

La inyección electrónica basa su funcionamiento en cuatro subsistemas que son:

- Control electrónico (sensores – ECU - Actuadores)
- Alimentación
- Aire
- Autodiagnóstico

2.2.- SUBSISTEMA ELECTRÓNICO

El subsistema electrónico está compuesto de tres dispositivos que trabajan entre si:

- **SENSORES.**- son dispositivos que captan las condiciones de operación del motor.
- **ECU.**- Es la que realiza los cálculos respectivos, por medio de las condiciones de operación del motor (a través de los sensores) para que el sistema opere óptimamente.
- **ACTUADORES.**- Son dispositivos que ejecutan las condiciones de funcionamiento a las que el motor debe trabajar.

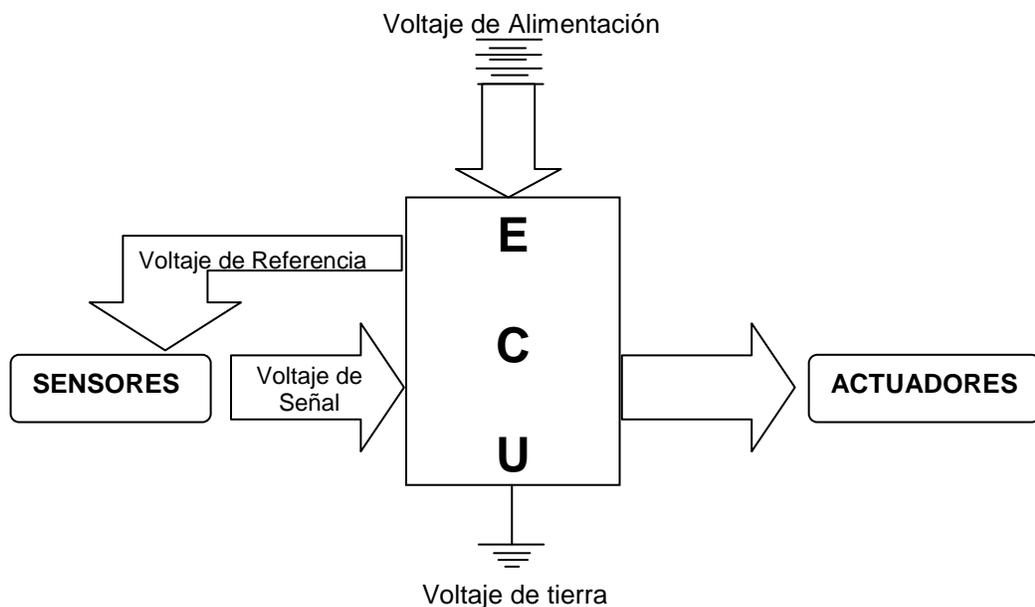


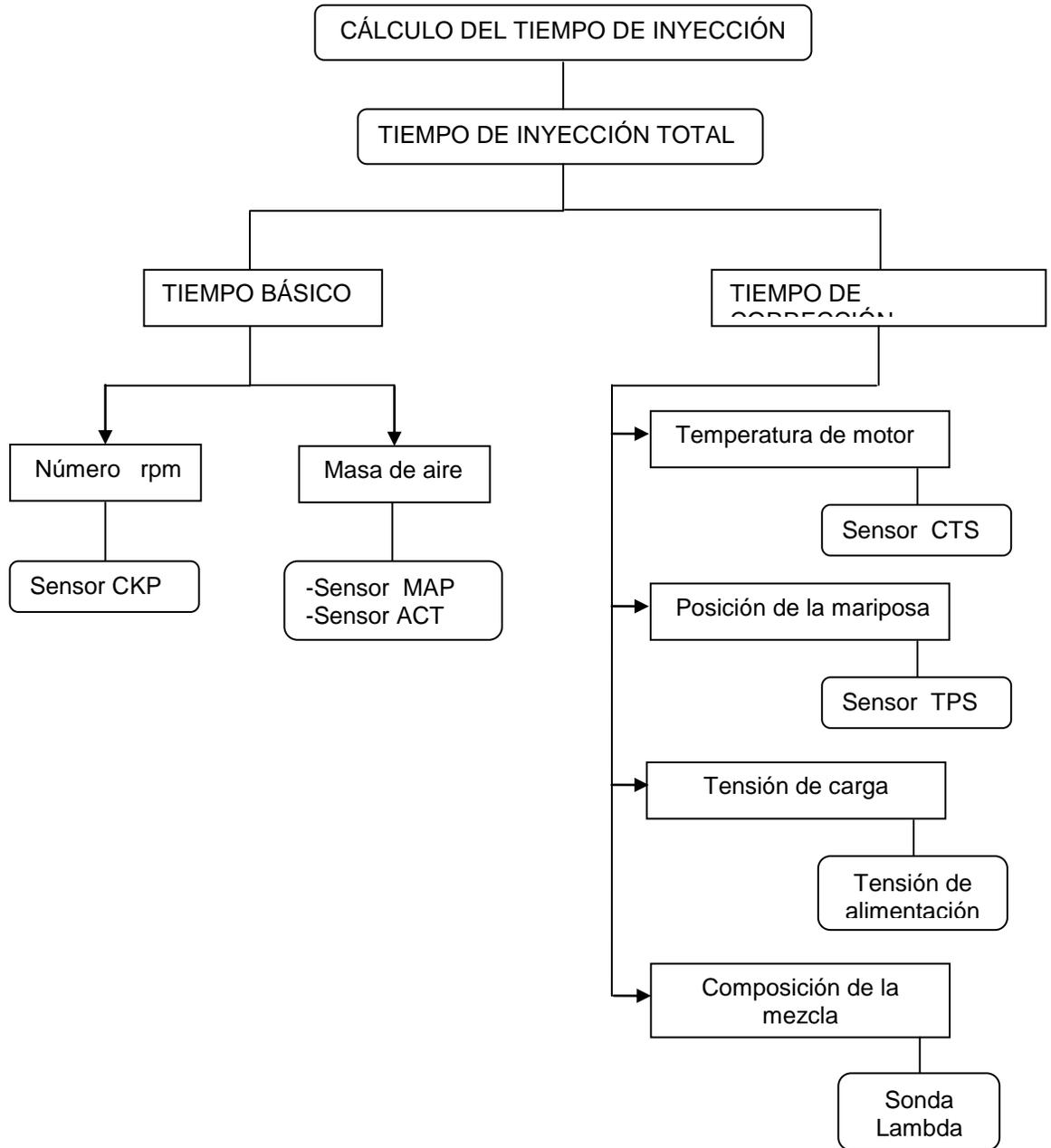
Figura 2.4.-Diagrama de funcionamiento de la ECU

- **VOLTAJE DE ALIMENTACIÓN.**- Es el voltaje de la batería que alimenta a la ECU.
- **VOLTAJE DE REFERENCIA.**- Es el voltaje que entrega la ECU al sensor (12v ó 5v).

El voltaje de referencia se mide con el sensor desconectado.

- **VOLTAJE DE SEÑAL.-** es el voltaje que entregan los sensores a la ECU. El voltaje de señal se mide con el sensor conectado.
- **VOLTAJE DE TIERRA.-** es el voltaje que mantiene la masa de la computadora (0,030 a 0,080 voltios).

CÁLCULO DEL TIEMPO DE INYECCIÓN¹⁵



¹⁵ RUEDA SANTANDER, Jesús. Manual técnico de Fuel Injection

SISTEMA MULTEC DELPHI¹⁶

La exigencia cada vez mayor de que los vehículos emitan bajos niveles de contaminación, es uno de los factores más importantes para el desarrollo de nuevas tecnologías en el mejoramiento y eficiencia térmica y dinámica de los motores de combustión interna.

El Sistema MULTEC DELPHI inicialmente era una versión monopunto con los vehículos PICK UP S10 2.2 EFI y Corsa EFI, posteriormente el sistema MULTEC DELPHI pasó a una versión multipunto semisecuencial con los vehículos Omega 2.2 MPFI, Suprema 2.2 MPFI y los corsa de la familia MPFI. En el sistema MULTEC DELPHI la masa de aire de admisión del motor es calculado por el método de velocidad/densidad, por esta razón sus principales sensores son el sensor de presión absoluta MAP, el sensor de temperatura del aire de admisión ACT y el sensor de temperatura del líquido refrigerante CTS.

Utiliza un sensor de oxígeno (Sonda Lambda EGO), el cual monitorea la eficiencia del proceso de combustión.

El sistema de ignición es de tipo estática, no utiliza distribuidor y no requiere la regulación del punto de ignición. A continuación tenemos las aplicaciones en las que se utiliza el sistema Multec Delphi.

GM	VEHÍCULO	AÑO DE FABRICACIÓN
	Corsa 1.0 MPFI	1996, 1997,1998,...
	Corsa 1.6 MPFI	1996, 1997,1998,...
	Corsa Sedan 1.0 MPFI	1998, 1999,2000,...
	Corsa Sedan 1.6 MPFI	1997, 1998,1999,...
	Corsa Wagon 1.6 MPFI	1997, 1998,1999,...
	Pick up Corsa 1.6 MPFI	1997, 1998,1999,...
	Omega 2.2 MPFI	1995 ,..., 1998
	Suprema 2.2 MPFI	1995 ,..., 1998
	S10 2.2 EFI	1995 ,..., 1997
	Blazer 2.2 EFI	1995 ,..., 1998

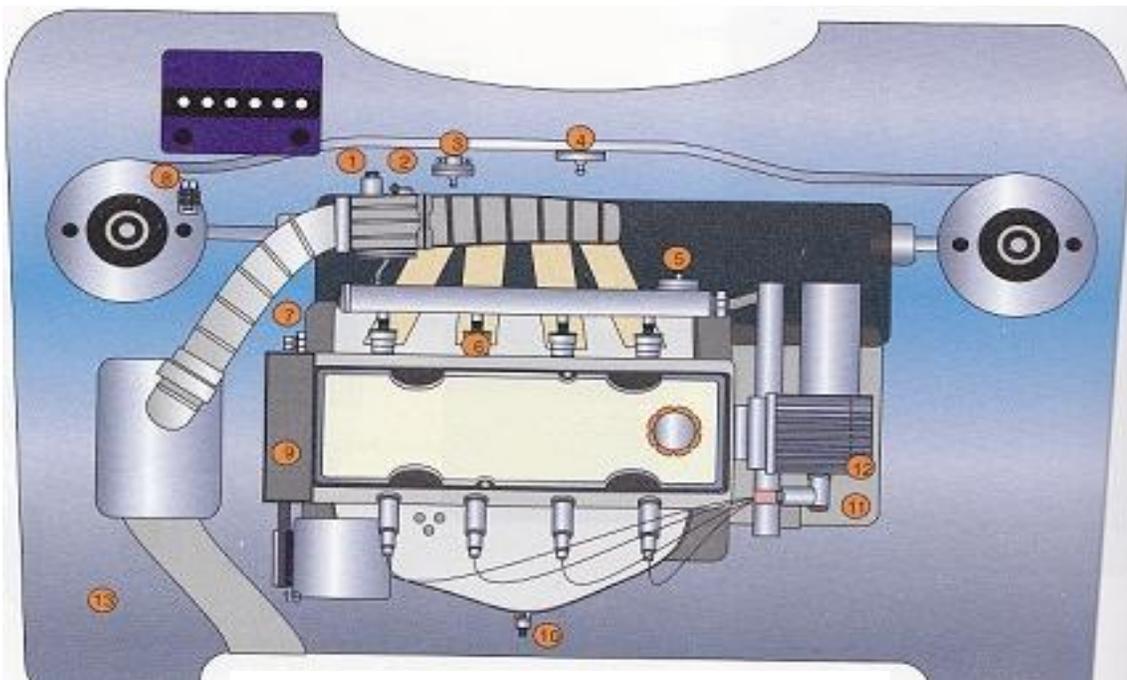
Tabla 2.1.- Aplicaciones del sistema Multec Delphi

¹⁶ RUEDA SANTANDER, Jesús. Manual técnico de Fuel Injection

LOCALIZACIÓN DE LOS COMPONENTES EN UN VEHÍCULO CORSA MPFI

COMPONENTES:

- 1) Motor de pasos IAC
- 2) Sensor de posición de la mariposa TPS
- 3) Válvula del cánister
- 4) Sensor de presión absoluta MAP
- 5) Regulador de presión
- 6) Inyector
- 7) Sensor de temperatura del aire ACT
- 8) Conector de octanaje
- 9) Sensor de rotación CKP
- 10) Sonda lambda EGO
- 11) Bobina de ignición DIS
- 12) Cánister
- 13) Sensor de temperatura del líquido refrigerante



*Figura 2.5.-Componentes del sistema MULTEC DELPHI
Tomado de Manual Técnico de Fuel Injection*

2.3.- SENSORES: FUNCIONAMIENTO Y COMPROBACIONES PRÁCTICAS¹⁷

Son los encargados de tomar y enviar la información a la unidad de control electrónica. Los sensores analizan condiciones tales como temperatura, presión en el múltiple de admisión, movimiento y posición de sus componentes; cualquier cambio en alguna de estas condiciones, afectará el funcionamiento del motor, por lo que deben ser conocidas por la unidad de control electrónica ECU.

Existen dos clases de sensores:

a) MEDIDORES DE VOLTAJE

Estos sensores no pueden generar voltaje, solo pueden modificarlo, existiendo algunas variedades:

- i. Potenciómetros.- Varían de acuerdo a la posición del elemento.
Sensor TPS
- ii. Termistores.- Varían el valor de resistencia de acuerdo a las condiciones a las que se encuentre sometido.
Sensor CTS
Sensor ACT

b) GENERADORES

Son aquellos sensores que por diferentes medios, generan una señal de voltaje, existiendo algunas variedades:

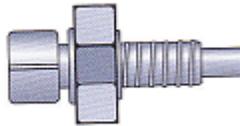
- i. Piezoeléctricos.- Desarrollan un voltaje a través de sus superficies cuando se le aplica una presión.
Sensor MAP
- ii. Bobina captadora.- Son aquellos que están hechos de un imán y una bobina variable, que generan voltaje de acuerdo a la posición del elemento.
Sensor CKP

¹⁷ GRANDA MOSQUERA, Luis. Sistemas electrónicos de inyección a gasolina

- iii. Electroquímicos.- Son aquellos que su señal es generada de acuerdo a una cantidad determinada de oxígeno.

Sensor EGO

2.3.1.- SENSOR DE TEMPERATURA DEL LÍQUIDO REFRIGERANTE (CTS)¹⁸



*Figura 2.6.- Sensor CTS
Tomado de Manual Técnico de Fuel Injection*

UBICACIÓN

Se encuentra bajo de las bobinas de encendido, específicamente en la culata del motor.

FUNCIÓN

Informar a la unidad de comando la temperatura del refrigerante del motor para que este a se vez, calcule la entrega de combustible, la sincronización del tiempo, así como la activación y la desactivación del ventilador del radiador.

CARACTERÍSTICAS

- Posee dos terminales eléctricos.
- El termistor es de comportamiento NTC.
- El terminal positivo, lleva la señal a la ECU y este recibe la señal de voltaje variable.

CÓDIGO DE FALLA

14	Temperatura alta
15	Temperatura baja

¹⁸ RUEDA SANTANDER, Jesús. Manual técnico de Fuel Injection

El sensor de temperatura del líquido refrigerante (Coolant Temperature Sensor), consiste en un termistor armado en el flujo del líquido refrigerante que a baja temperatura del líquido da como resultado una resistencia alta (100000 ohmios a 40 °C) y en alta temperatura del líquido produce baja resistencia (70 ohmios a 130°C).

La ECU suministra una señal de 5 voltios al sensor de temperatura del líquido refrigerante a través de una resistencia de la ECU y mide el voltaje. El voltaje es alto cuando el motor está frío y es bajo cuando el motor está caliente; la temperatura del líquido refrigerante afecta la mayor parte de los sistemas controlados por la ECU.

Cuando la ECU detecta una falla, graba el código de defecto correspondiente en la memoria, acciona el ventilador y asume los siguiente valores de temperatura del motor:

0 °C: en el encendido

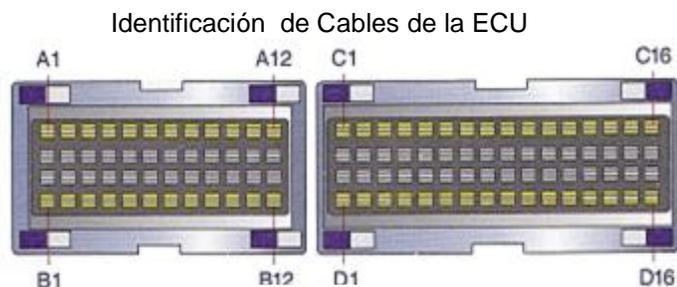
80°C: después de 8 minutos de funcionamiento del motor.

Estos valores son corregidos en función de la temperatura del aire admitido, cuando la falla es detectada con el motor funcionando, la ECU pasa a considerar el último valor de la temperatura del líquido refrigerante.

2.3.1.1.- COMPROBACIÓN DEL SENSOR (CTS)

TEST 1: Verificación de la tierra del sensor

Conectar el analizador de polaridad al cable de tierra (masa) del sensor, la polaridad debe ser negativa.



*Figura 2.7.-Conector de la ECU
Tomado de Manual Técnico de Fuel Injection*

Tierra (masa) del sensor
Cable de Retorno

Cable marrón a la terminal A11 de la ECU
Cable azul a la terminal B12 de la ECU

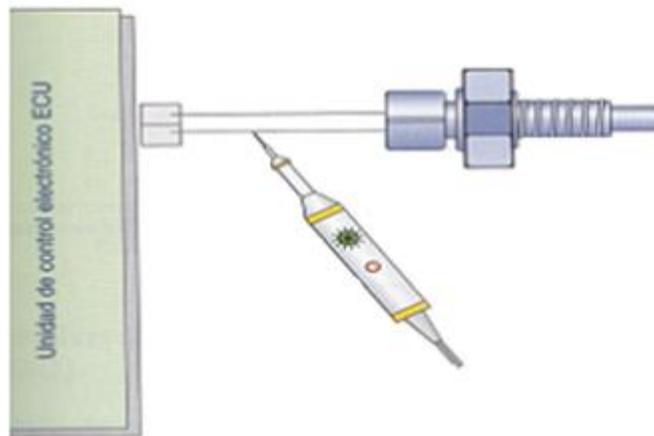
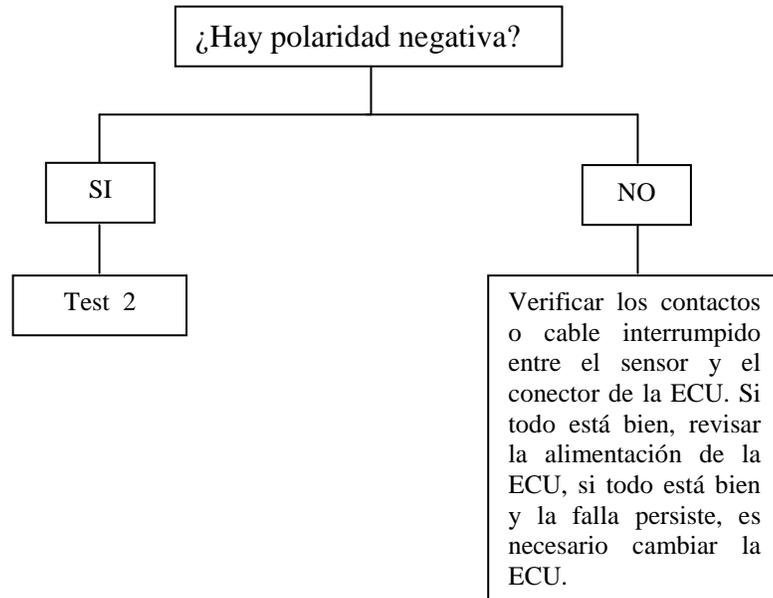


Figura 2.8.-Test 1, sensor CTS
Tomado de Manual Técnico de Fuel Injection

TEST 2: Verificación del voltaje de retorno

- Dar encendido al motor.
- Con el multímetro medir la temperatura del refrigerante en la carcasa de la válvula termostática.
- Seleccionar el multímetro en escala de voltaje (DC), medir el voltaje del cable de retorno del sensor y compararlo con la tabla.

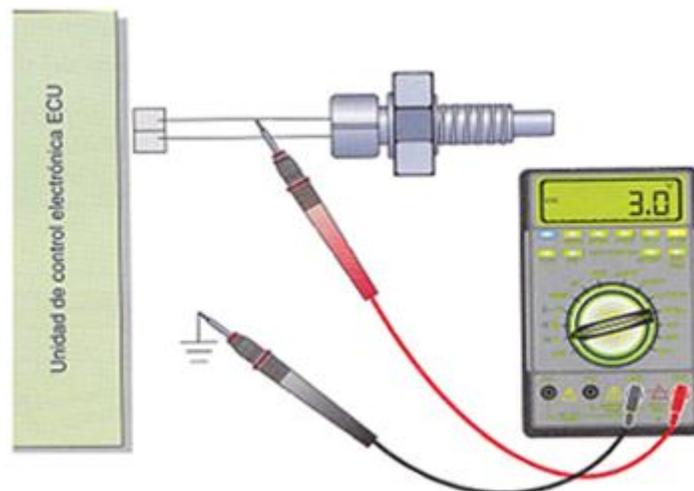
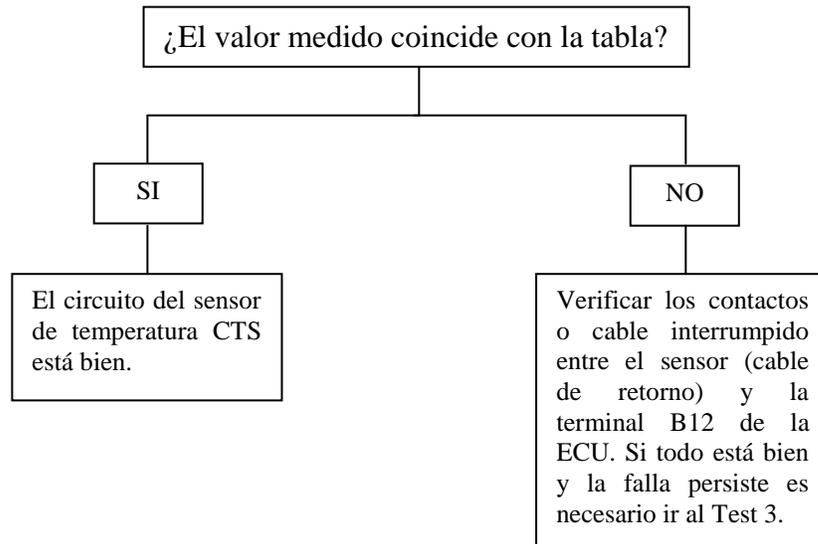


Figura 2.9.-Test 2, sensor CTS
Tomado de Manual Técnico de Fuel Injection

Tabla 2.2.- Resistencias del sensor CTS

Temperatura (°C)	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Voltaje (vts)	2,40	1,80	1,40	1,00	3,20	2,80	2,40	2,00	1,85
				3,60					1,60

Accionamiento del ventilador

En este punto hay un cambio brusco de voltaje (de 1 a 3,6 voltios), indicando a la ECU el punto de transición de frío a caliente.

TEST 3: Verificación de la resistencia eléctrica del sensor

- a) Desconectar el conector eléctrico del sensor.
- b) Retirar la llave del encendido y medir la temperatura del agua con el multímetro.
- c) Seleccionar la escala Ohm, medir la resistencia eléctrica del sensor.
- d) Comparar la medida con la tabla.

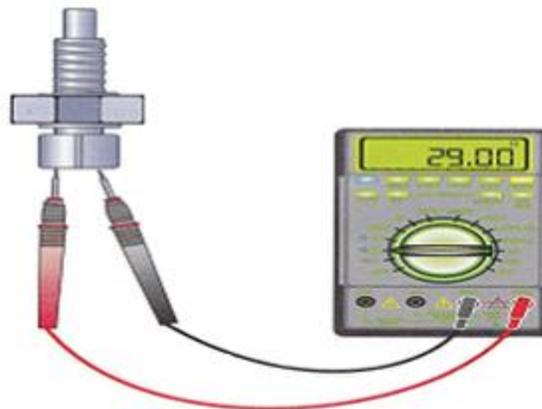
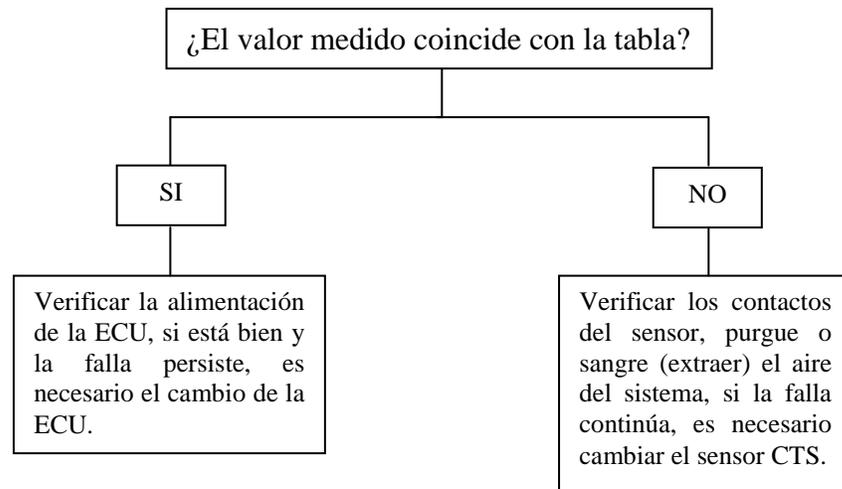


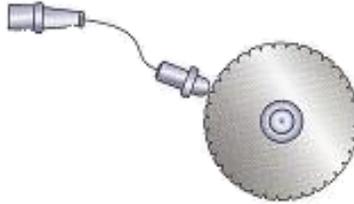
Figura 2.10.-Test 3, sensor CTS
Tomado de Manual Técnico de Fuel Injection

Tabla 2.3.- Resistencias del sensor CTS

Temperatura (°C)	20	30	40	50	60	70	80	90	95	100
Resistencia (Ω)	3,50	2,20	1,40	0,85	0,62	480	320	230	200	175

 → Intervalo de temperatura del motor con temperatura de operación.

2.3.2.- SENSOR DE POSICIÓN DEL CIGÜEÑAL (CKP)¹⁹



*Figura 2.11.- Sensor CKP
Tomado de Manual Técnico de Fuel Injection*

UBICACIÓN

Se encuentra ubicado en la tapa de la polea del cigüeñal.

FUNCIÓN

Su función es proporcionar a la unidad de control electrónico la posición del cigüeñal y las rpm. Es de tipo captador magnético.

CARACTERÍSTICAS

- Posee dos terminales eléctricos.
- Tiene un terminal de alimentación positivo (+), por el cual es alimentado de corriente continua constante desde la unidad de control electrónico ECU.
- Consta de un terminal de masa negativo (-), el cual hace masa en la ECU.
- El sensor genera una señal de corriente alterna.

El sensor de rotación posee una referencia alta y una referencia baja directas con la ECU, el cable posee una malla de blindaje con la tierra (masa) en la ECU, para limitar las interferencias. En el árbol de levas hay una rueda reluctora dentada de 58 dientes, con un espacio vacío donde faltan dos dientes; el sensor de rotación presenta una posición de referencia muy exacta para el control del encendido de la ECU, para el punto de liberación de combustible. En la rueda dentada el vigésimo (20) diente indica el punto muerto superior (PMS).

¹⁹ RUEDA SANTANDER, Jesús. Manual técnico de Fuel Injection

El sensor consiste en un colector de reluctancia variable que produce voltaje AC, este voltaje:

- Se relaciona con la rotación del motor: 200 milivoltios (AC) cuando la rotación del motor está por debajo de 60 rpm, y 120 voltios (AC) cuando la rotación del motor está sobre las 6000 rpm.
- Depende de la distancia de la rueda reluctora de 58 dientes (aproximadamente de 1mm a 22 °C).
- Es semejante a una onda sinusoidal, en el vacío de los dientes faltantes hay picos de adelantamiento alto y bajo.

La ECU transforma la señal del sensor de rotación en una onda rectangular, la cual se utiliza para el punto de encendido y punto de liberación de combustible.

2.3.2.1.- COMPROBACIÓN DEL SENSOR (CKP)

TEST 1: verificación de la resistencia eléctrica de la bobina del sensor de rotación del cigüeñal.

- a) Desconectar el conector eléctrico del sensor de rotación.
- b) Seleccionar el multímetro en escala de ohmios.
- c) Medir la resistencia eléctrica entre las terminales 1 y 2 ó A y B del sensor de rotación, la resistencia debe estar entre 480 y 680 ohmios.

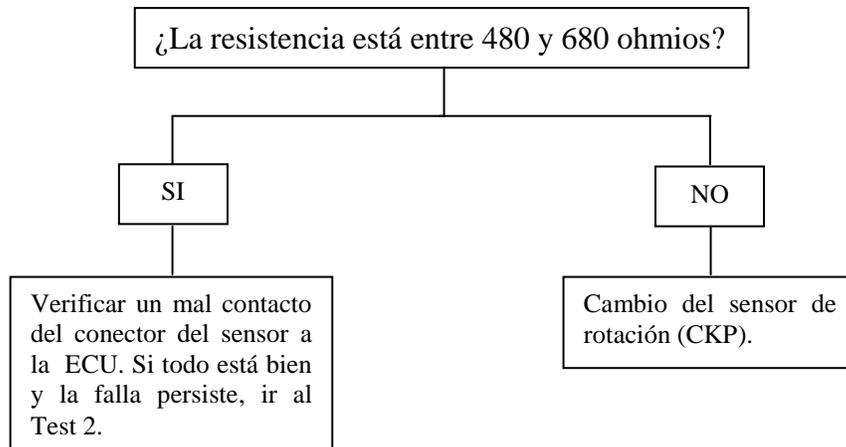




Figura 2.12.- Test 1, sensor CKP
Tomado de Manual Técnico de Fuel Injection

TEST 2: Verificación de la tierra (masa) de la malla de blindaje

Conectar el analizador de polaridad al cable conectado a la terminal C ó 3 del sensor, la polaridad debe ser negativa.

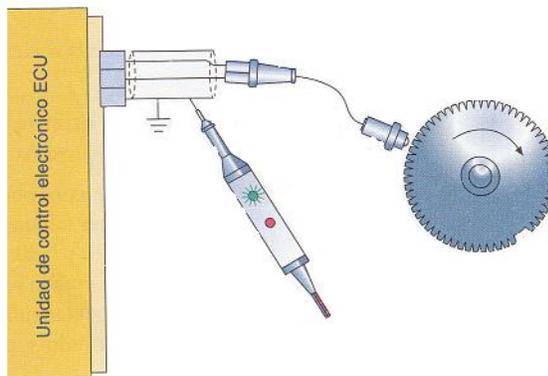
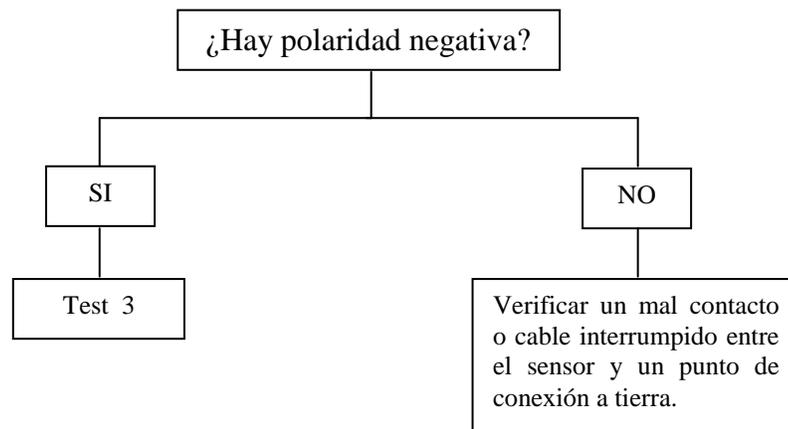


Figura 2.13.- Test 2, sensor CKP
Tomado de Manual Técnico de Fuel Injection

TEST 3: Verificación de la distancia y la posición angular

Verificar la distancia y posición angular entre el sensor y la rueda reluctora, la distancia debe estar entre 0,6 y 1,1 mm. El centro del sensor debe estar en paralelo con el centro del diente.

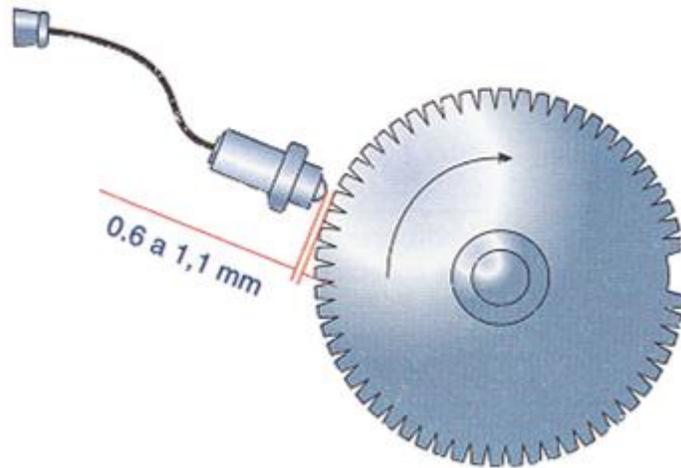
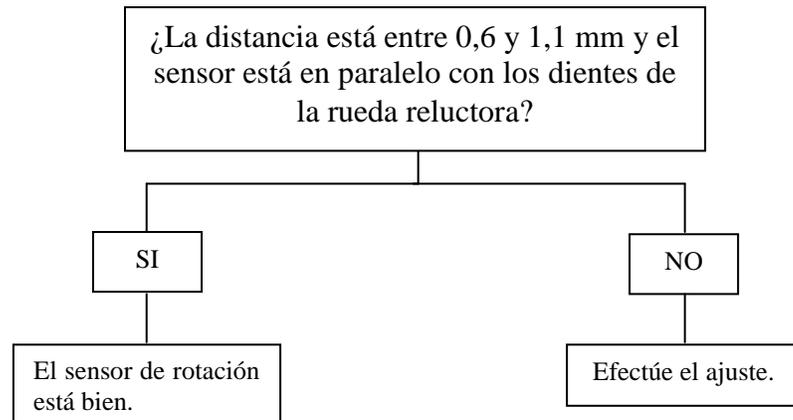


Figura 2.14.- Test 3, sensor CKP
Tomado de Manual Técnico de Fuel Injection

El sensor produce una señal de corriente alterna de conformidad senoidal, esta señal es enviada a la unidad de control electrónico. La señal se produce cuando un diente del reluctor pasa frente al sensor. Cuando un diente del reluctor comienza a aproximarse al sensor ("A" en la figura), las líneas de fuerza del campo magnético se desviarán cortando en su movimiento las espiras de la bobina del sensor; este cambio en el campo magnético induce una tensión positiva

en dicha bobina, cuanto mayor sea el cambio producido en el campo magnético, mayor será el nivel de tensión inducida en la bobina.

Cuando el diente del reluctor llega a enfrentarse con el captador, no se produce ninguna desviación del campo magnético; por lo tanto, la tensión inducida es igual a cero ("B" en la figura), el reluctor seguirá girando, el diente comenzará a alejarse del captador.

Ahora las líneas de fuerza del campo magnético comenzarán a desviarse en sentido opuesto al que se produjo inicialmente, cuando el diente se está acercando al captador. Nuevamente comenzará a inducirse una tensión en la bobina del captador pero en sentido opuesto, o sea, negativo ("C" en la figura). Cuando el reluctor alcance la posición "D" en la figura, el nivel de la tensión inducida en la bobina del sensor será nuevamente cero, completándose así un ciclo de la corriente alterna inducida en él.

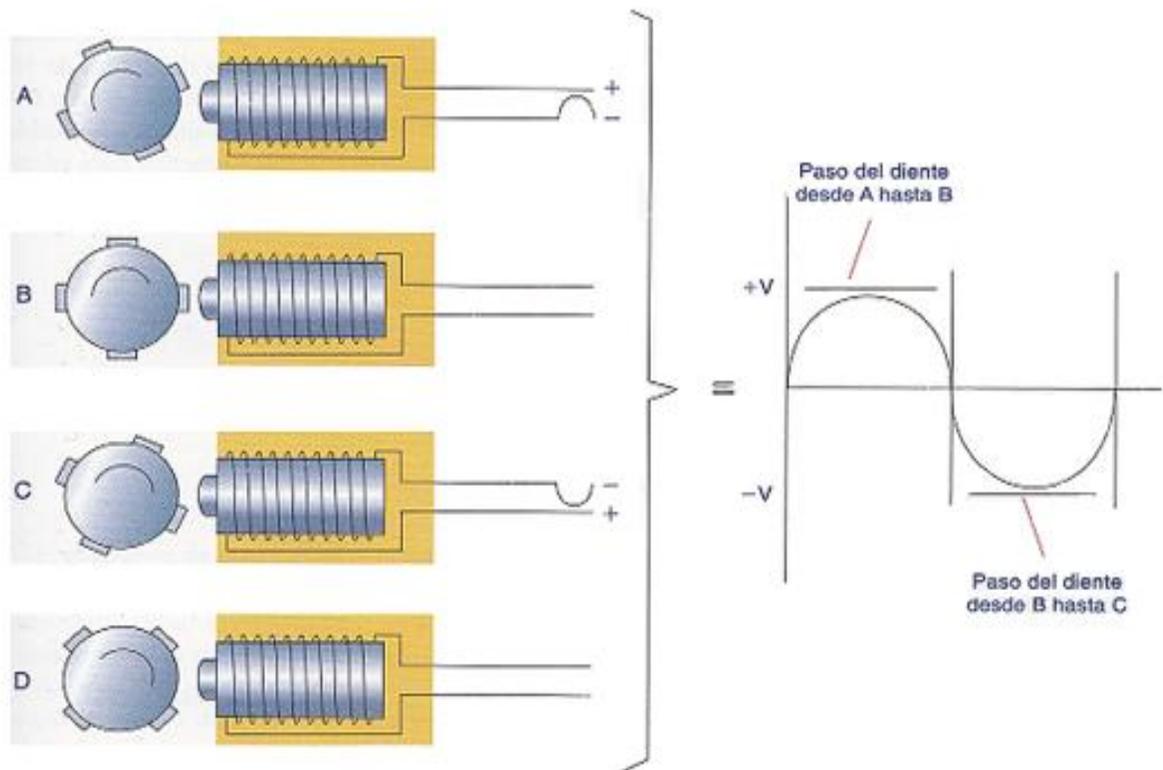


Figura 2.15.- Señal producida por el sensor CKP
Tomado de Manual Técnico de Fuel Injection

2.3.3.- SENSOR DE OXÍGENO (EGO)²⁰

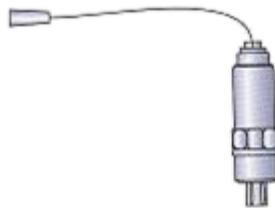


Figura 2.16.- Sensor EGO
Tomado de Manual Técnico de Fuel Injection

UBICACIÓN

Se encuentra ubicado en el múltiple de escape.

FUNCIÓN

La sonda Lambda tiene la función de emitir una señal eléctrica para que la unidad de mando pueda variar la cantidad de combustible inyectado, garantizando una mezcla aire / combustible ideal.

Comportamiento de una sonda Lambda en diferentes estados²¹

SONDA DESGASTADA (con defecto)	SONDA NUEVA (en buenas condiciones)
	
No mide correctamente la cantidad de oxígeno de los gases de escape	Genera señales eléctricas para que la unidad de comando determine el volumen exacto de inyección de combustible.
Mayor consumo de combustible	Ahorro de hasta un 15% de combustible
Peor desempeño del motor	Mayor potencia del motor
Mayor emisión de gases contaminantes.	Protección al medio ambiente
Daños al catalizador	Mayor vida útil del catalizador

Tabla 2.4.- Comparación entre sondas Lambdas en diferentes estados
Tomado de <http://mecanicavirtual.com>

²⁰ RUEDA SANTANDER, Jesús. Manual técnico de Fuel Injection

²¹<http://www.mecanicavirtual.com>

CÓDIGO DE FALLA

13	Circuito abierto
44	Mezcla pobre
45	Mezcla rica

La sonda Lambda o sensor de oxígeno EGO (Exhaust Gas Oxygen Sensor) se encuentra localizado en el colector de escape del vehículo. Informa a la ECU las variaciones en la concentración de oxígeno en los gases del escape. Permite a la ECU hacer las correcciones en la mezcla de aire – combustible, manteniendo la ideal.

La sonda Lambda comienza actuar cuando alcanza una temperatura de trabajo de 360°C, es alimentada por la ECU con un voltaje de referencia de aproximadamente 0,450 voltios.

La sonda Lambda o sensor de oxígeno consiste en un elemento de circonio colocado entre dos placas de platino, al entrar en contacto con el oxígeno el circonio se hace conductor eléctrico (electrolito); en las placas de platino ocurre una reacción química, que hace que haya formación de iones de oxígeno en las placas.

Al detectar una falla en el circuito de la sonda Lambda, la ECU deja de considerar la señal de la sonda y asume un voltaje fijo de 0,450 voltios (mezcla estequiométrica) como señal.

2.3.3.1.- COMPROBACIÓN DEL SENSOR (EGO)

TEST 1: Verificación del voltaje de referencia

- a) Desconectar el conector eléctrico de la sonda Lambda.
- b) Con la llave abrir el encendido sin prender el motor.

- c) Medir el voltaje (DC) en el cable que va de la sonda Lambda a la terminal B11 de la ECU. El voltaje debe estar aproximadamente entre 0,350 a 0,450 voltios.

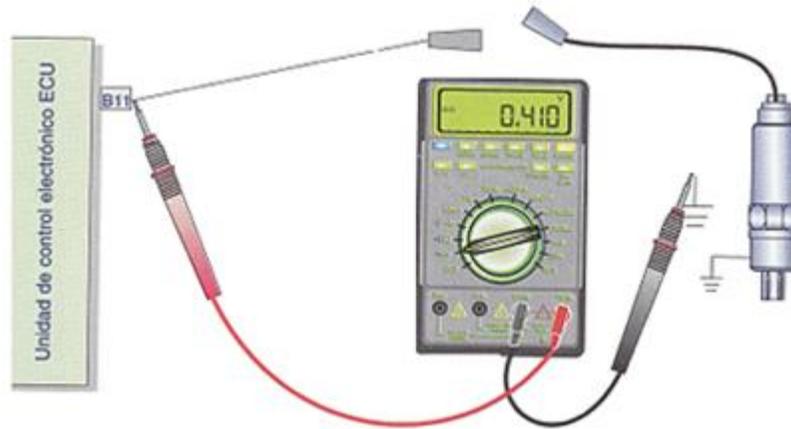
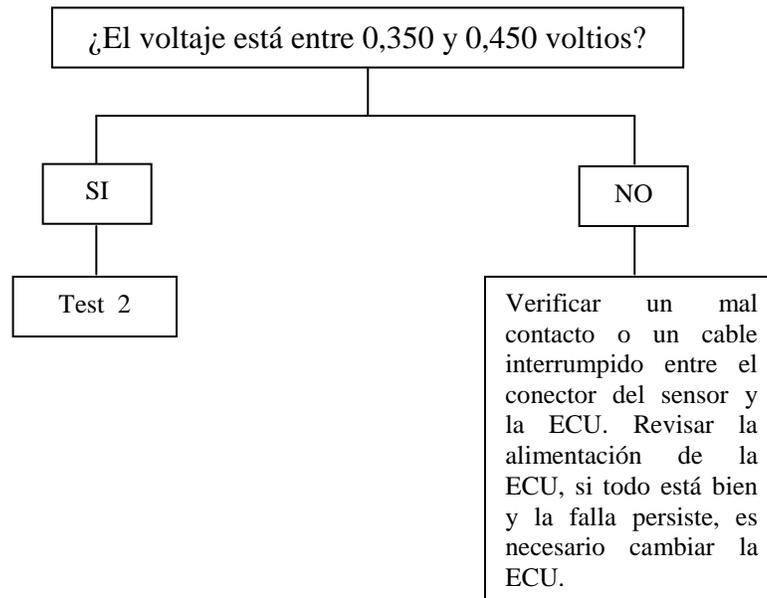
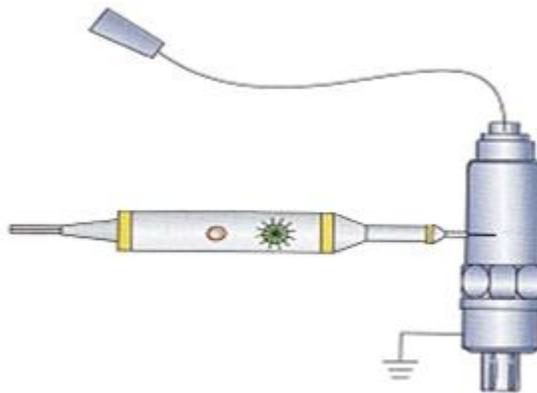
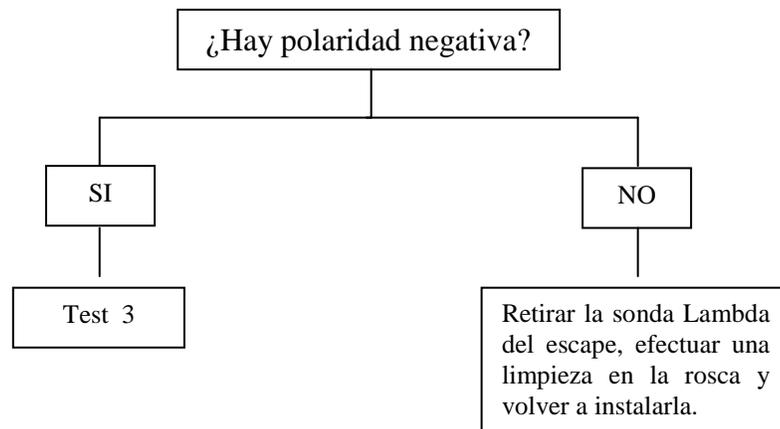


Figura 2.17.- Test 1, Sensor EGO
Tomado de Manual Técnico de Fuel Injection



TEST 2: Verificación de la tierra de la sonda lambda

Conectar el analizador de polaridad a la carcasa de la sonda. La polaridad debe de ser negativa.



*Figura 2.18.- Test 2, Sensor EGO
Tomado de Manual Técnico de Fuel Injection*

TEST 3: Verificación del voltaje de retorno

- Retirar la llave de encendido y reconectar el conector de la sonda Lambda.
- Encender el motor hasta que alcance la temperatura normal de operación y prenda el ventilador.
- Con el multímetro mida el voltaje en el cable negro de la sonda (cable de señal para la ECU).

Con el motor frío la sonda envía un voltaje fijo entre 0,350 y 0,550 voltios (DC) con pequeñas oscilaciones.

Con el motor caliente el voltaje debe oscilar rápidamente entre aproximadamente 0,100 voltios (**mezcla pobre**) y 0,900 voltios (**mezcla rica**).

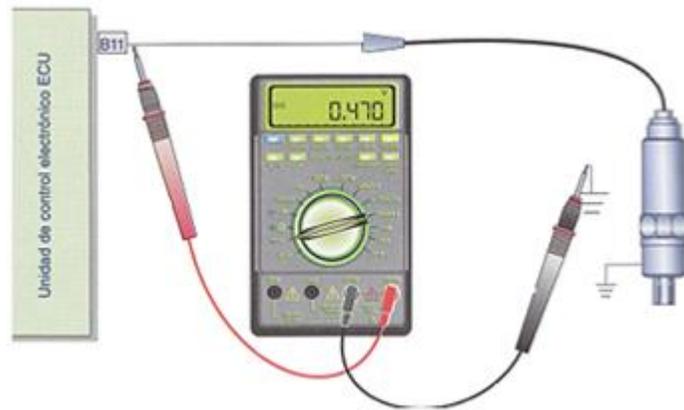
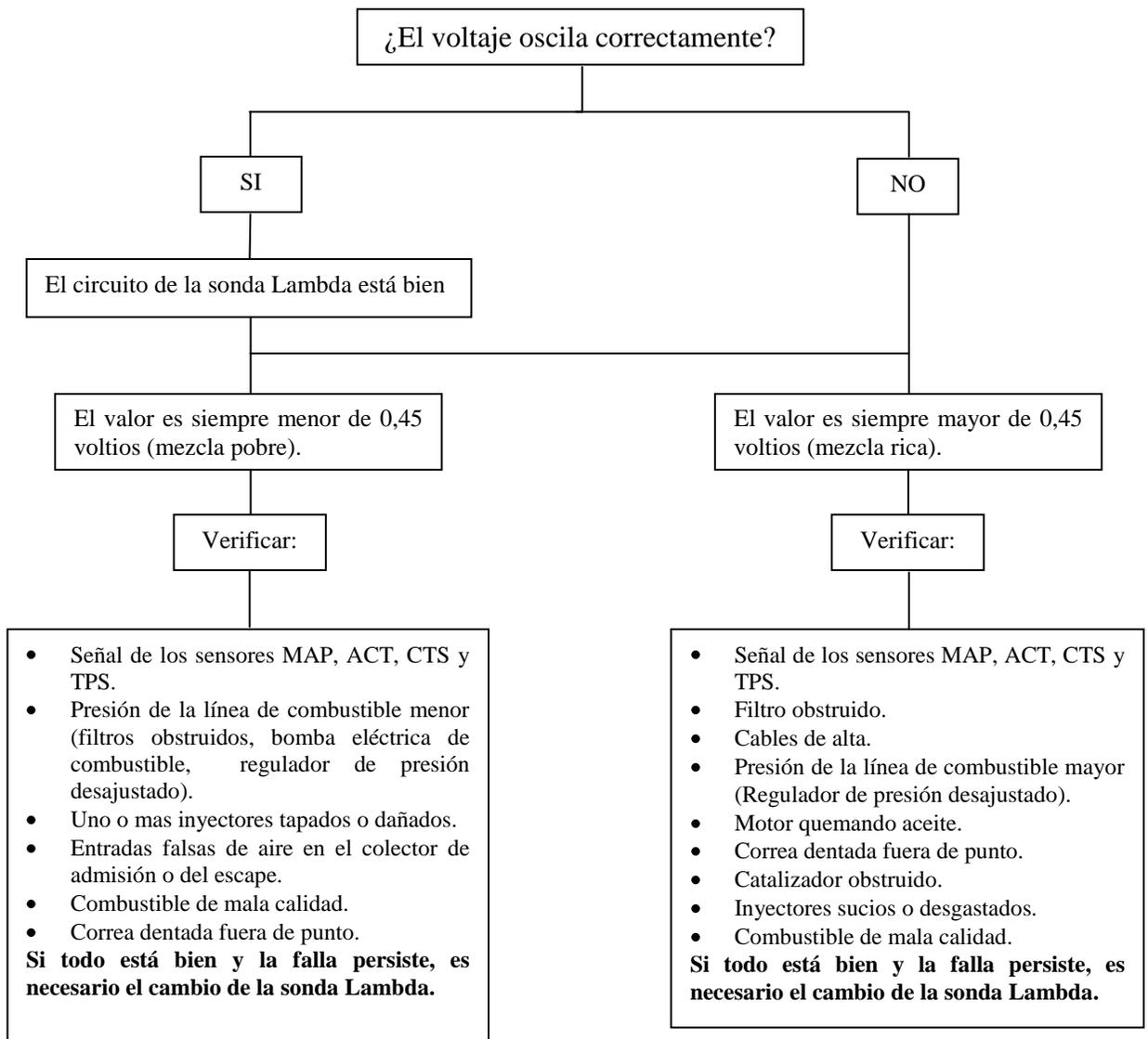


Figura 2.19.- Test 3, Sensor EGO
Tomado de Manual Técnico de Fuel Injection



Cuando la señal está prácticamente fija por debajo de 0,45 voltios (mezcla pobre), se debe provocar un enriquecimiento de la mezcla (ejemplo: inyectando una pequeña cantidad de lubricante del colector de admisión). Enseguida del enriquecimiento de la mezcla, la señal enviada por la sonda debe sobrepasar los 0,50 voltios y volver al valor inicialmente medido, si hay esa oscilación en la señal de la sonda, se puede afirmar que la sonda Lambda está bien.

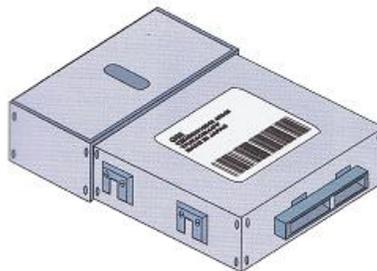
La falla es provocada por otros elementos del sistema; en caso que no exista oscilación, la falla se encuentra en la sonda Lambda.

Cuando la señal está prácticamente fija por encima de 0,45 voltios (mezcla rica), se debe provocar un empobrecimiento de la mezcla (ejemplo: por un corto tiempo provocar una entrada falsa de aire). Enseguida del empobrecimiento de la mezcla, la señal enviada por la sonda debe disminuir rápidamente (por debajo de 0,45 voltios) y volver al valor inicialmente medido, si hay esa oscilación en la señal de la sonda, se puede afirmar que la sonda Lambda está bien.

La falla es provocada por otros elementos del sistema, en caso de que no exista oscilación, la falla se encuentra en la sonda Lambda.

2.4.- ECU: FUNCIONAMIENTO Y COMPROBACIONES PRÁCTICAS

2.4.1.- GENERALIDADES²²



*Figura 2.20.-Unidad de Control Electrónico
Tomado de Manual Técnico de Fuel Injection*

UBICACIÓN

Está ubicada en la parte inferior derecha-delantera del lado del pasajero.

²² RUEDA SANTANDER, Jesús. Manual técnico de Fuel Injection

FUNCIÓN

Recibir todas las magnitudes eléctricas enviadas de los sensores, comparar y comandar a los actuadores (el tiempo de abertura de los inyectores, adelanto o retraso de la chispa, el ralentí, la activación de la bomba de combustible).

CÓDIGO DE FALLA

51	Falla EPROM
55	Falla EPROM
93	Falla en el módulo Quad Driver 8
94	Falla en el módulo Quad Driver 9

La Unidad de Control Electrónico ECU (*Electronic Control Unit*) es un dispositivo electrónico normalmente conectado a una serie de sensores que le proporcionan información y actuadores que ejecutan sus comandos. Una centralita electrónica cuenta con software cuya lógica le permite tomar decisiones (operar los actuadores) según la información del entorno proporcionada por los sensores.

La ECU avalúa las señales de los sensores externos y las limita al nivel de tensión admisible.

Los microprocesadores calculan a partir de estos datos de entrada y según campos característicos almacenados en memoria, los tiempos de inyección y momentos de inyección y transforman estos tiempos en desarrollos temporales de señal que están adaptados al movimiento del motor. Debido a la precisión requerida y al alto dinamismo del motor, es necesaria una gran capacidad de cálculo.

La clave de la inyección de gasolina es la unidad de control electrónico (ECU), que es un miniordenador cuya señal de salida es un pulso eléctrico de determinada duración en el momento exacto que hace falta (durante la carrera de admisión) al, o los inyectores. La señal principal para hacer la decisión del tiempo de apertura del inyector la recibe de una mariposa colocada en el conducto de admisión en cuyo eje hay montada una resistencia eléctrica variable, así la posición de la

mariposa es interpretada por la ECU como mas o menos aire al cilindro y por lo tanto mas o menos necesidad de gasolina, regulada a través del tiempo de apertura del inyector. El momento exacto de comenzar la apertura del inyector viene de un sensor de posición, montado en el cigüeñal, que le indica a la ECU cuando están abiertas las válvulas de admisión y por lo tanto se está aspirando el aire que arrastrará al interior del cilindro la gasolina inyectada en el conducto de admisión. Este trabajo lo hace la ECU utilizando un tiempo básico que viene con él por defecto y que hace funcionar el motor en condiciones normales, pero que no son las óptimas para el trabajo del motor en otras condiciones.

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

La ECU está preparada para ignorar los sensores cuando hay una avería de algunos de ellos, o están dando señales fuera del rango normal, y continuar con el programa básico, para permitir el funcionamiento del motor hasta llegar al taller de reparaciones. Este programa básico no se pierde aunque la ECU se quede sin alimentación eléctrica al desconectar la batería con el motor apagado como es frecuente oír.

CONDICIONES DE APLICACIÓN

A la unidad de control se le plantean altas exigencias en lo referente a:

- La temperatura del entorno (en servicio de marcha normal, -40...+85°C).
- La capacidad de resistencia contra productos de servicio (aceite, combustible, etc.).
- La humedad del entorno.

Igualmente son muy altas las exigencias a la compatibilidad electromagnética (CEM) y a la limitación de la irradiación de señales perturbadoras de alta frecuencia.

ESTRUCTURA²³

La unidad de control se encuentra dentro de un cuerpo metálico. Los sensores, los actuadores y la alimentación de corriente, están conectados a la unidad de control a través de un conector multipolar. Los componentes de potencia para la activación directa de los actuadores están integrados en la caja de la unidad de control, de forma tal que se garantiza una buena disipación térmica hacia la caja. Está compuesta de varias etapas para cumplir su función total, todas las etapas compuestas de semiconductores electrónicos, tales como:

- Resistencias
- Diodos
- Transistores
- Condensadores
- Circuitos integrados

Además la ECU utiliza microprocesadores para reunir información, procesarla y enviar señales a los transistores excitados para que activen los diferentes circuitos actuadores. Los tres procesadores principales son el RAM (memoria temporal), el ROM (programa básico de computadora) y el PROM (programa de sintonía fina), estos tres microprocesadores son el corazón de la ECU.

MEMORIA ROM

La ROM, o memoria sólo para leer, es la sección del ECM que contiene el conjunto principal de instrucciones que sigue la computadora. Esta es la sección

²³ <http://www.cise.com>

que dice: “cuando veo que esto sucede, tengo que hacerlo que suceda”. El microprocesador que contiene estas instrucciones de la ROM es un chip no volátil. Esto significa que el programa diseñado en él no se puede borrar al desconectar la energía.

MEMORIA RAM

La RAM, o memoria de acceso aleatorio, es la sección que tiene tres funciones principales en el ECM. La primera función actúa como la libreta de apuntes del ECM; siempre que se necesite hacer un cálculo matemático, el ECM utiliza la RAM. La segunda función es almacenar información en el sistema multiplicador de aprendizaje a bloques (BLM) cuando el motor está apagado o funciona en lazo abierto. La tercera función es almacenar los códigos de diagnóstico cuando se ha detectado una falla del sistema. Estos códigos son almacenados por cincuenta re arranques del motor o hasta que la potencia de la batería se retira del ECM. A diferencia del ROM y PROM, los chips del RAM son memorias volátiles

MEMORIA EEPROM²⁴

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

²⁴ <http://www.mecanicavirtual.com>

FUNCIONES DE LA ECU²⁵

La ECU es capaz de controlar diversas funciones. Además es capaz de proporcionar un control más preciso y sofisticado. Las funciones que pueden ser controladas por la ECU son las siguientes:

- Control de inyección de combustible

Este control es básicamente idéntico a aquel del sistema E.F.I. sin embargo la ECU proporciona un control más minucioso. Por ejemplo, se utiliza un sistema de control de aprendizaje para mantener en todo momento una proporción óptima de mezcla ralentí.

- Control de puesta a punto del encendido

Corresponde a una función nueva. La puesta a punto óptima del encendido es determinada al recibir las señales de distintos sensores.

- Control bomba de combustible

La ECU controla, el voltaje aplicado a la bomba de combustible, este reduce el voltaje aplicado a la bomba de combustible para así reducir el ruido de la bomba de combustible y el consumo de energía eléctrica en ralentí.

- Auto-diagnóstico

Verifica si los sistemas de señales de entrada y de salida hacia y desde la unidad de control son normales.

- Control de régimen de marcha en vacío

Recibe señales de diversos sensores y regula el motor a régimen de marcha en vacío óptimo de acuerdo a la carga del motor.

²⁵ <http://www.automecanico.com>

2.4.2.- DIAGRAMA DE PINES

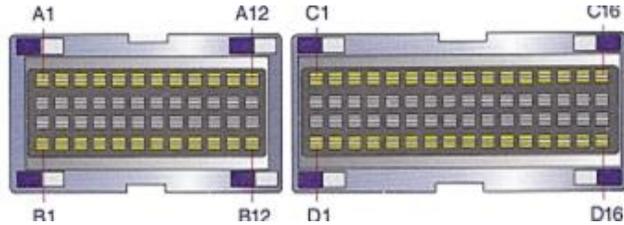


Figura 2.21.-Conectores de la ECU

Tabla 2.5.- Terminales de la ECU

TERMINAL DE LA ECU	DESCRIPCIÓN
A2	Entrada de la señal del sensor de rotación CKP.
A3	Control del relé de corte del aire acondicionado.
A4	Control del relé del ventilador (velocidad baja).
A5	Control del relé del ventilador (velocidad alta).
A7	Entrada de la señal del sensor de presión absoluta MAP.
A8	Entrada de la señal del sensor de posición de la mariposa TPS.
A11	Tierra (masa) de los sensores MAP y CTS.
A12	Tierra de la ECU.
B1	Alimentación de la ECU (de la batería).
B2	Entrada de la señal del sensor de velocidad VSS.
B3	Entrada de la señal del sensor de rotación CKP.
B6	Control del relé de la bomba de combustible.
B7	Intercambio de datos (ECU/Scanner).
B8	Alimentación (+5v) del sensor MAP y TPS.
B10	Tierra de la ECU.
B11	Entrada de la señal de la sonda Lambda EGO.
B12	Entrada de la señal del sensor de temperatura del refrigerante CTS.
C1	Control de la lámpara de verificación del motor SES.
C2	Al tacómetro.
C3	Señal para el control de la bobina de encendido DIS.
C4	Alimentación de la ECU (de la ignición ó encendido).
C5, C6, C8 y C9	Señal de pulso para el motor de pasos IAC.
C11	Control de los inyectores de los cilindros 2 y 3.
C15	Control de los inyectores de los cilindros 1 y 4.
C16	Alimentación de la ECU (de la batería).
D1	Tierra de la ECU.
D2	Tierra (masa) de los sensores ACT y TPS.
D3	Entrada de la señal del sensor de temperatura del aire ACT.
D5	Entrada de la señal de solicitud del aire acondicionado.
D8	Entrada para solicitud de diagnóstico.
D10	Señal para el control de la bobina de ignición DIS.
D11	Entrada de la señal del conector de octanaje.

2.4.3.- PRUEBAS DE RESISTENCIA²⁶

VERIFICACIÓN DE DAÑO DE LA ECU

CODIGO DE FALLA

51	Falla EPROM
55	Falla EPROM

Cuando se detecta un código de falla 51 ó 55 no hay encendido. Por lo tanto, se debe verificar:

- Alimentación de la ECU.
- Mal contacto en el conector de la ECU.
- Borrar los códigos de falla existentes en la memoria de la ECU (desconectando la alimentación o los cables de la batería por unos minutos).
- Reconectar todo y repetir el test.
- Si la falla persiste, es necesario el cambio de la ECU.

VERIFICACIÓN DE LA SEÑAL QUAD DRIVE MODULE (QDM) 8

CODIGO DE FALLA

93	Falla en el módulo Quad Driver 8
----	----------------------------------

El circuito Quad Drive Module 8 (controlador cuádruple) es un circuito electrónico existente en la ECU, es utilizado para conectar o desconectar algunos componentes. La ECU posee dos módulos Quad Drive Module (QMD), un QMD consiste en un circuito integrado para conectar o desconectar componentes. Los circuitos QMD son utilizados en vez de transistores independientes, cada QMD posee cuatro salidas individuales (conmutadas), así mismo, cada uno es capaz de conectar y desconectar individualmente hasta cuatro circuitos o componentes.

²⁶ RUEDA SANTANDER, Jesús. Manual técnico de Fuel Injection

Los circuitos QMD no pueden recibir mantenimiento; por lo tanto, no es necesario abrir la ECU para efectuar reparaciones. Estos circuitos son protegidos contra alta corriente, alta temperatura y alto voltaje y también está equipado con una función de automonitoreo, para operaciones fuera de franja, además, determina los códigos de falla al identificar algún problema.

El QMD 8 controla:

- La lámpara de verificación del motor.
- La señal del tacómetro.

Cuando se presente el código de falla 93, se procede de la siguiente manera:

- a) Revisar el circuito eléctrico de la lámpara de verificación del motor.
 - Observar si cuando está abierto el encendido, la lámpara prende.
 - Observar si cuando se prende el motor la lámpara se apaga.
- b) Verificar la señal del tacómetro.
 - Verificar si hay pulsos en el Pin C2 de la ECU con el motor funcionando.

VERIFICACIÓN DE LA SEÑAL QUAD DRIVE MODULE (QDM) 9

CODIGO DE FALLA

94	Falla en el módulo Quad Driver 9
----	----------------------------------

El QMD 9 controla:

- El relé del aire acondicionado.
- El relé del ventilador, velocidad alta.
- El relé del ventilador, velocidad baja.

Cuando se presenta el código de falla 94, se procede de la siguiente manera:

- Verificar el circuito eléctrico del relé del aire acondicionado.
- Verificar el circuito eléctrico del ventilador.

2.4.4.- PRUEBAS DE VOLTAJE

VERIFICACIÓN DE ALIMENTACIÓN DE LA ECU

Para detectar rápidamente si la ECU está quemada o sin alimentación, se debe, con la llave abrir el encendido sin prender el motor y revisar si la lámpara de verificación del motor enciende. La ECU prende la lámpara SES aterrizando la terminal C1, después de haber sido alimentada totalmente. Si la lámpara de verificación del motor no prende con el encendido abierto, hacer el siguiente procedimiento:

- Retirar la llave del encendido.
- Conectar un cable a la terminal C1 del conector de la ECU.
- Conectar a tierra (masa) el otro extremo del cable.
- Al aterrizar el extremo del cable, la lámpara de verificación del motor debe encender.

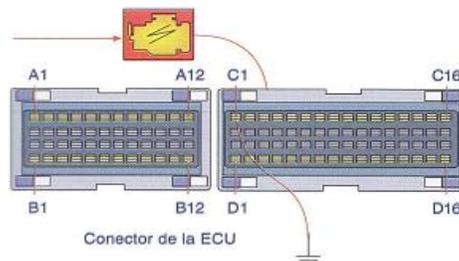
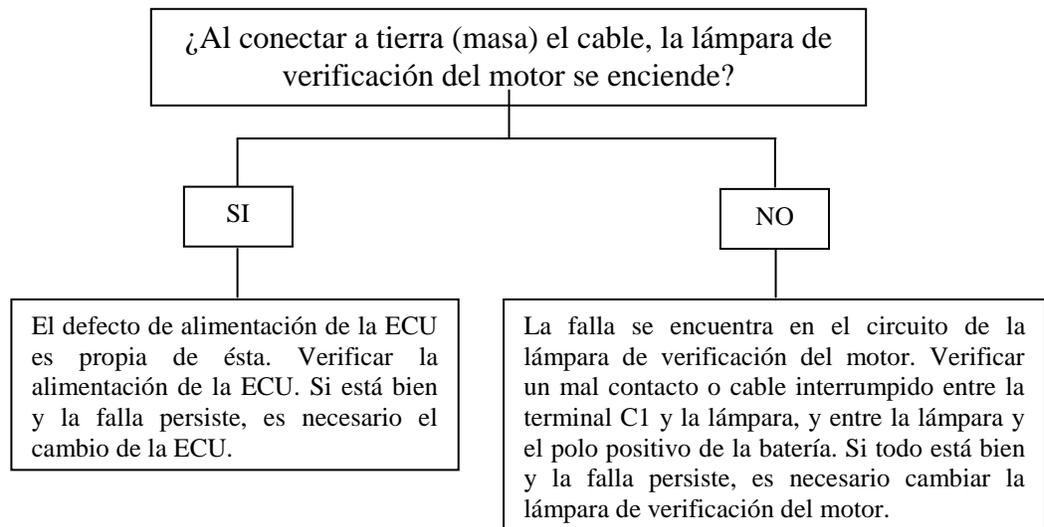
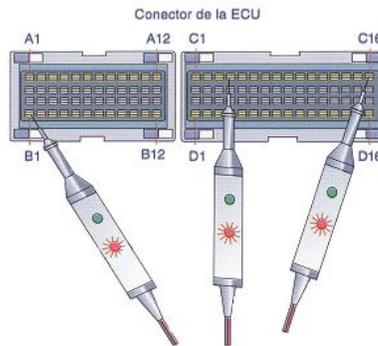
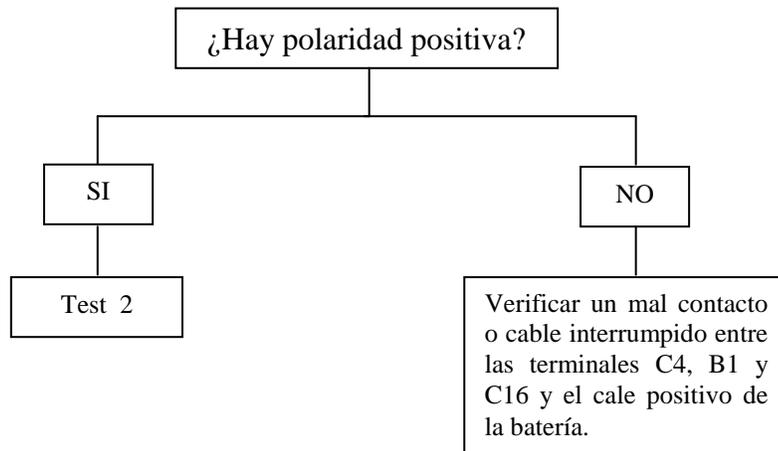


Figura 2.22.- Conexión de foco MIL a la ECU
Tomado de Manual Técnico de Fuel Injection

TEST 1: Verificación de la alimentación positiva

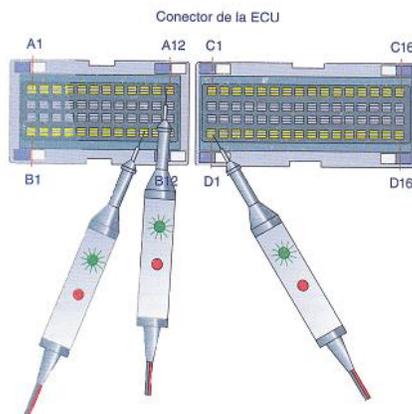
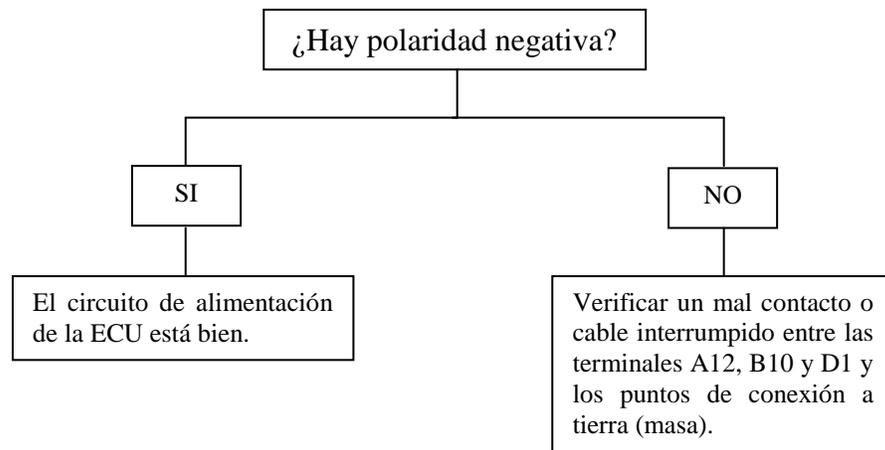
- a) Desconectar el conector eléctrico de la ECU.
- b) Con la llave, abrir el encendido sin prender el motor.
- c) Conectar el analizador de polaridad en las terminales C4, B1 y C16. La polaridad debe ser positiva.



*Figura 2.23.- Test 1, ECU
Tomado de Manual Técnico de Fuel Injection*

TEST 2: Verificación de la alimentación negativa

Conectar el analizador de polaridad en los conectores A12, B10 y D1. La polaridad debe ser negativa.



*Figura 2.24.- Test 2, ECU
Tomado de Manual Técnico de Fuel Injection*

La alimentación de la ECU también puede ser verificada midiendo la corriente (amperaje) consumida en el circuito de Alimentación directa de la batería (línea 30) y el circuito de alimentación que viene del encendido o ignición (Línea 15).

2.5.- ACTUADORES: FUNCIONAMIENTO Y COMPROBACIONES PRÁCTICAS

Son los dispositivos que forman parte del sistema electrónico y que funcionan de acuerdo a los cálculos recibidos por parte de la unidad de control electrónico ECU.

2.5.1.- INYECTORES²⁷



Figura 2.25.- Inyector
Tomado de Manual Técnico de Fuel Injection

UBICACIÓN

Se encuentran ubicados en el múltiple de admisión cerca de cada válvula de admisión.

FUNCIÓN

Son los encargados de pulverizar el combustible a la presión del sistema de alimentación generado por la bomba y regulado por el regulador de presión. Estos abren y cierran el paso de combustible mediante un electroimán que le comanda la unidad de control electrónica, el tiempo de apertura y el cierre del mismo.

CODIGO DE FALLA

26	Voltaje bajo
81	Voltaje alto

El conjunto de inyectores consiste en un dispositivo accionado por un solenoide y controlado por la ECU. Los inyectores dosifican el combustible presurizado para cada cilindro; la ECU energiza el solenoide, haciendo abrir la válvula esférica que normalmente se mantiene cerrada. El combustible pasa por el inyector y es conducido a la placa direccionadora localizada en la salida del inyector, la placa posee orificios calibrados para controlar el flujo de combustible y generar un formato cónico de chorro. El chorro de combustible se dirige a la válvula de admisión, donde se atomiza antes de penetrar en la cámara de combustión.

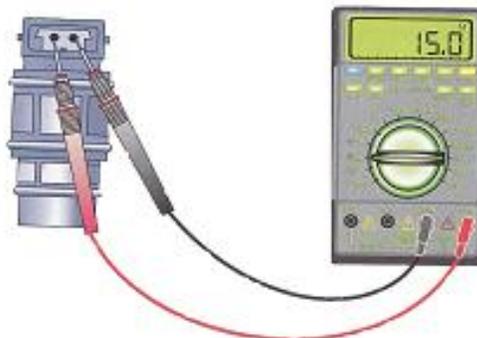
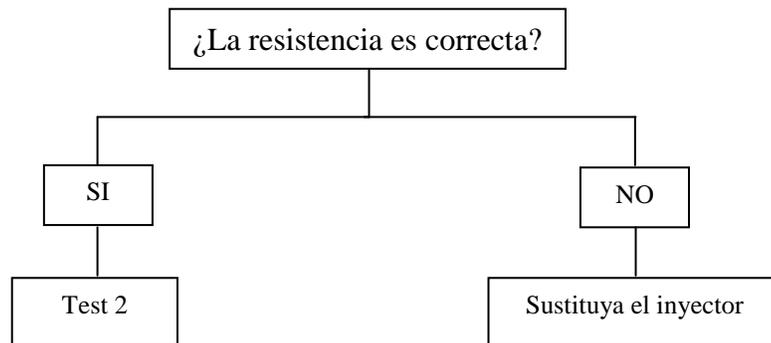
²⁷ RUEDA SANTANDER, Jesús. Manual técnico de Fuel Injection

Un inyector trabado, parcialmente abierto, causa la pérdida de presión después de apagado el motor; esto puede derivar en la necesidad de largos periodos de accionamiento del motor para el arranque (arranque difícil). Pérdidas en los inyectores también pueden causar el efecto diesel (el motor sigue funcionando después de ser apagado).

2.5.1.1.- COMPROBACIÓN DE INYECTORES

TEST 1: Verificación de resistencia del inyector

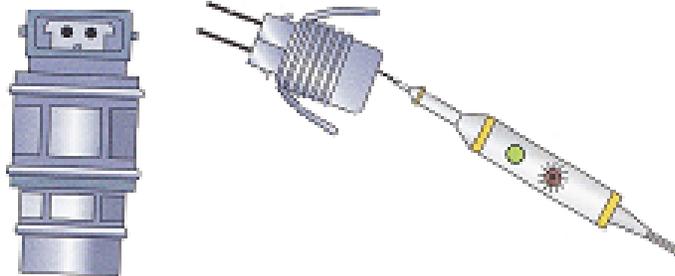
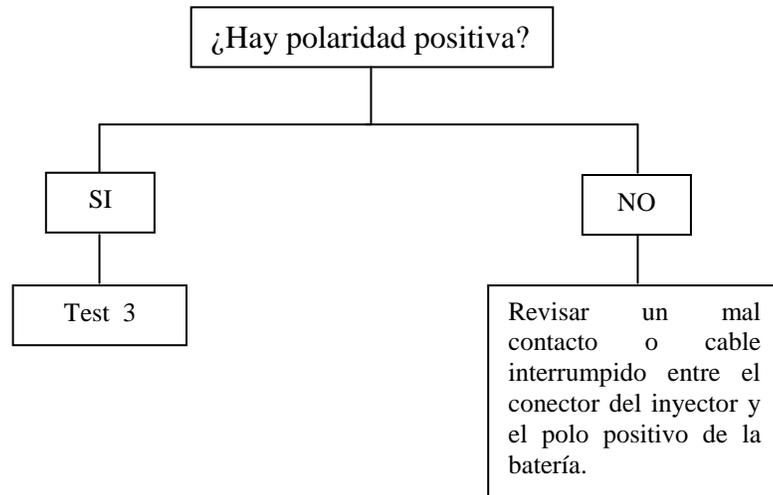
- a) Desconectar los conectores eléctricos de los inyectores.
- b) Seleccionar el multímetro en la escala de ohmios.
- c) Medir la resistencia eléctrica del enrollamiento de los cuatro inyectores, la resistencia debe ser entre 2 y 3 ohmios cada inyector.



*Figura 2.26.- Test 1, Inyector
Tomado de Manual Técnico de Fuel Injection*

TEST 2: Verificación de la alimentación positiva

- Colocar el analizador de polaridad en el cable negro de los inyectores.
- Con la llave, abrir el encendido sin prender el motor. La polaridad debe ser positiva y el voltaje debe ser el de la batería.



*Figura 2.27.- Test 2, Inyector
Tomado de Manual Técnico de Fuel Injection*

TEST 3: Verificación de funcionamiento de los inyectores

- Retirar la llave del encendido.
- Conectar el analizador de polaridad en el cable marrón o rojo/marrón de los inyectores.
- Prender el motor y durante el encendido y el motor girando, el LED verde debe ser intermitente.

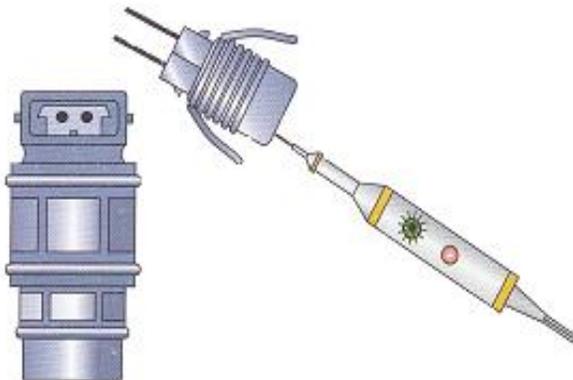
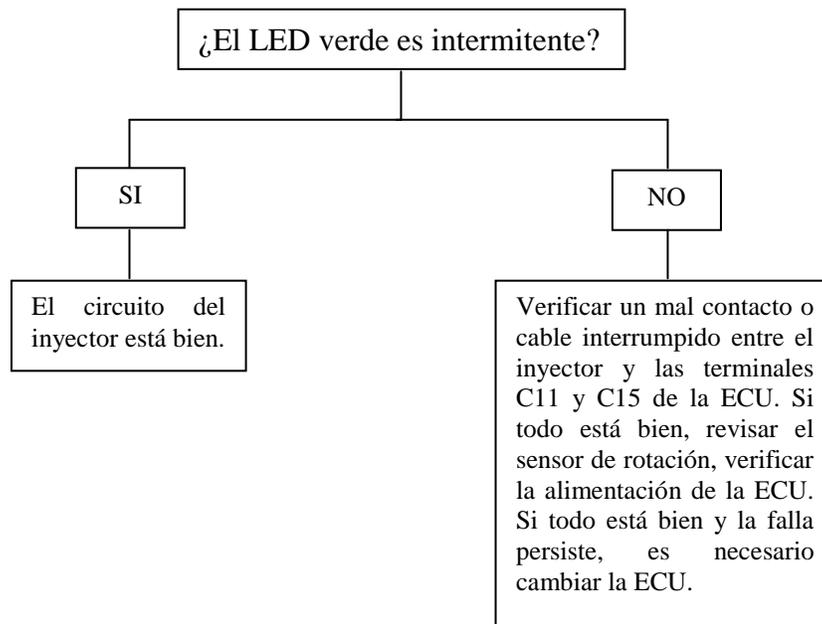
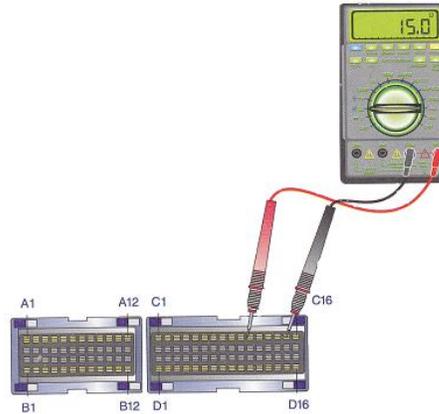
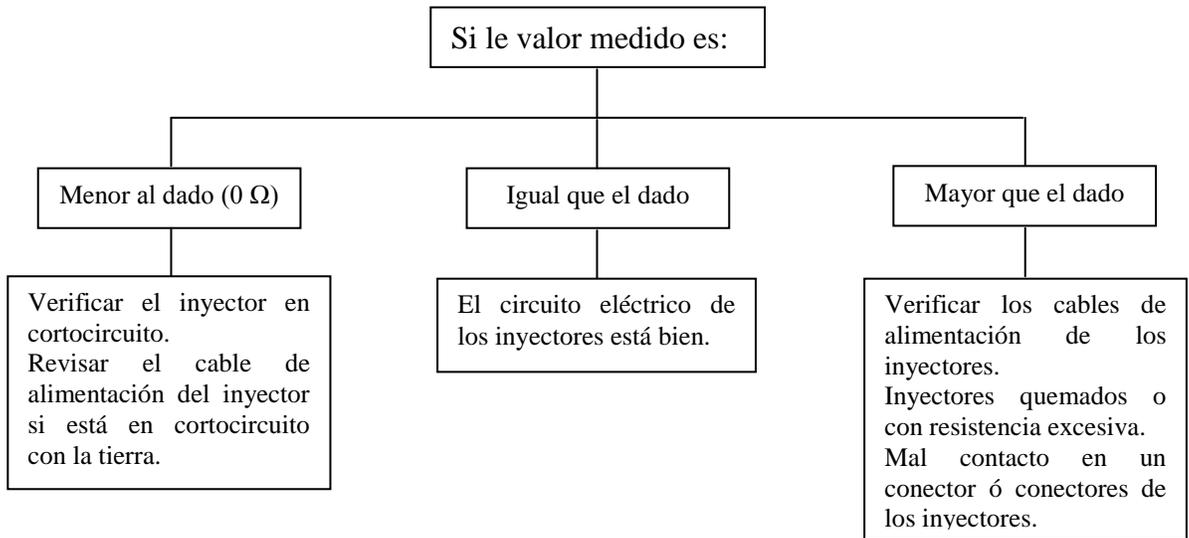


Figura 2.28.- Test 3, Inyector
Tomado de Manual Técnico de Fuel Injection

VERIFICACIÓN DEL CIRCUITO ELÉCTRICO DE LOS INYECTORES

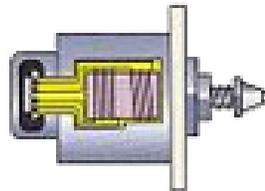
Para medir la resistencia eléctrica de todos los inyectores sin necesidad de desconectarlos de sus respectivos conectores eléctricos:

- a) Desconecte el conector eléctrico de la ECU y seleccione el multímetro en escala de ohmios.
- b) Retire la llave del encendido, mida la resistencia eléctrica entre las terminales C11 y C15 de la ECU. La resistencia eléctrica debe estar entre 2 y 3 ohmios.



*Figura 2.29.- Verificación del circuito, Inyector
Tomado de Manual Técnico de Fuel Injection*

2.5.2.- VÁLVULA DE CONTROL DE VELOCIDAD DE RALENTÍ (IAC)²⁸



*Figura 2.30.- Válvula IAC
Tomado de Manual Técnico de Fuel Injection*

UBICACIÓN

Se encuentra ubicado en el cuerpo de la mariposa

²⁸ RUEDA SANTANDER, Jesús. Manual técnico de Fuel Injection

FUNCIÓN

Corrige el caudal de aire para que el motor tenga un adecuado funcionamiento en marcha mínima o ralentí.

CODIGO DE FALLA

35

Falla en el control de marcha mínima.

El motor de pasos IAC (Inlet Air Control) o válvula de control de aire en ralentí, controla la rotación del motor en marcha mínima. El motor de pasos altera la rotación de marcha mínima e impide que el motor se apague, ajusta la derivación de aire, de tal modo que compense las variaciones de carga del motor.

El IAC se encuentra instalado en el cuerpo mariposa y colector de admisión. El émbolo o pistón cónico retrae (para aumentar el flujo de aire) o extiende (para reducir el flujo de aire). Esto permite la derivación de aire hacia la placa mariposa del acelerador, con aumento o reducción de la rotación en marcha mínima del motor, si la rotación de marcha mínima es excesivamente baja, hay mayor cantidad de aire alrededor de la mariposa del acelerador.

La ECU graba en la memoria las informaciones sobre la posición comandada del motor de pasos, si hay pérdida de energía de la batería o si el motor de pasos se desconecta, las informaciones son incorrectas. La rotación de marcha mínima puede ser incorrecta y es necesario el ajuste del motor de pasos.

Para que la ECU recupere la correcta posición del IAC y normalice la rotación de marcha mínima, debe:

- Encender el motor.
- Dejar que el motor caliente hasta que accione el ventilador.
- Acelerar a una rotación aproximada de 3500 r.p.m. durante 10 segundos.
- Desacelerar el motor.

2.5.2.1.- COMPROBACIÓN DE LA VÁLVULA (IAC)

TEST 1

- a) Encender el motor.
- b) Conectar el analizador de polaridad en los cables (uno por uno) conectados a las terminales del motor de pasos.

En marcha mínima los LEDs del analizador de polaridad deben ser intermitentes en una frecuencia baja. Cuando la marcha mínima está estable, los LEDs son intermitentes de vez en cuando.

Durante las aceleraciones y desaceleraciones los LEDs deben ser intermitentes en una frecuencia alta.

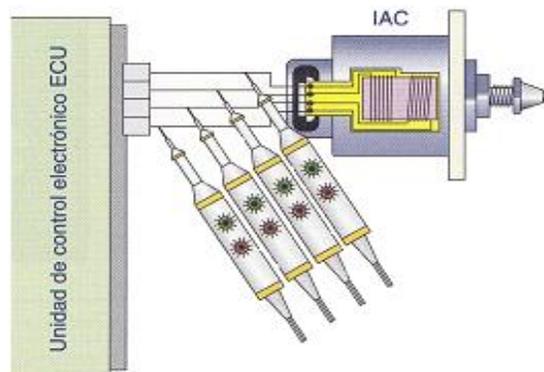
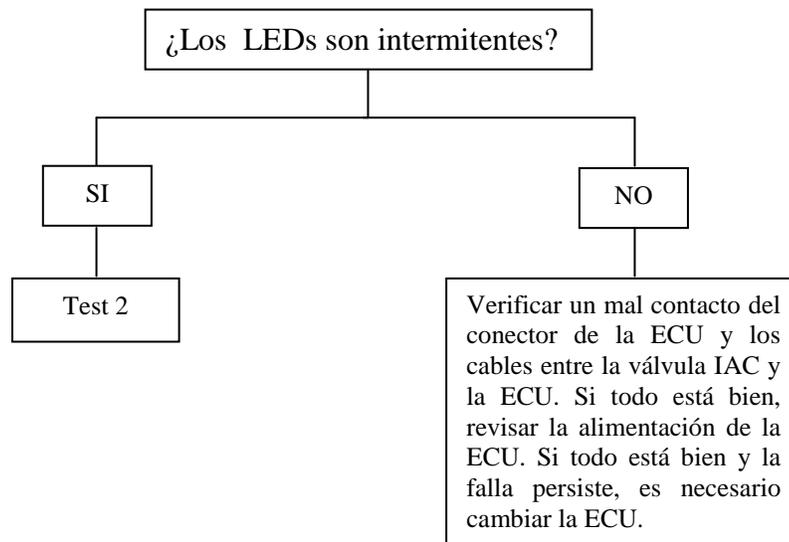
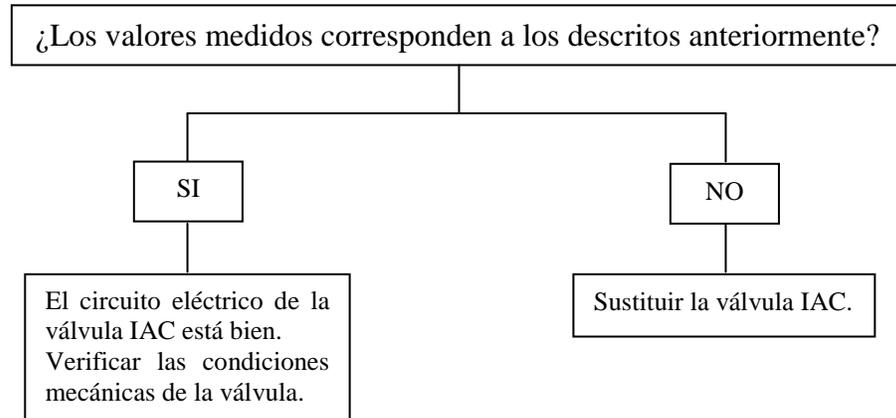


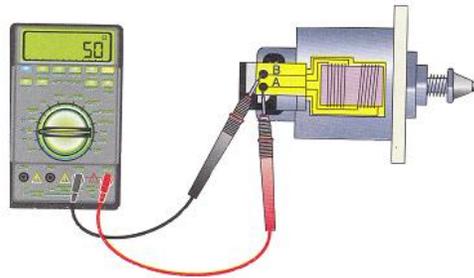
Figura 2.31.- Test 1, Válvula IAC
Tomado de Manual Técnico de Fuel Injection

TEST 2

- a) Apagar el motor.
- b) Desconectar el conector eléctrico del motor de pasos IAC.
- c) Medir la resistencia eléctrica entre los pines A-B y C-D. la resistencia debe estar aproximadamente entre 40 y 60 ohmios.

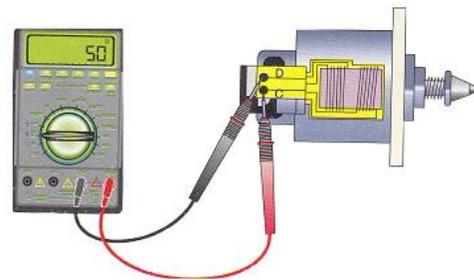


Resistencia entre pines A-B



*Figura 2.32.- Prueba de resistencia 1, Válvula IAC
Tomado de Manual Técnico de Fuel Injection*

Resistencia entre pines C-D



*Figura 2.33.- Prueba de resistencia 2, Válvula IAC
Tomado de Manual Técnico de Fuel Injection*

2.6.- SISTEMA DE ALIMENTACIÓN: FUNCIONAMIENTO Y COMPROBACIÓN

2.6.1.- BOMBA DE COMBUSTIBLE²⁹



*Figura 2.34.-Bomba de combustible
Tomado de Manual Técnico de Fuel Injection*

UBICACIÓN

Bajo del asiento posterior, precisamente en el tanque de combustible, en el interior del tanque.

FUNCIÓN

Envía combustible hacia los inyectores con un flujo de combustible constante bajo cualquier condición de marcha a una presión determinada.

La bomba de combustible no es más que un motor eléctrico de corriente continua, diseñado con bobinas de campo inicialmente y ahora con imanes permanentes de gran potencia, cuyo rotor o inducido impulsa a una bomba de rodillos, de paletas o de piñones, similar a una bomba de aceite del motor. El primer sistema, es decir la bomba de rodillos es el mas utilizado, esencialmente en bombas donde se requiere alimentar con una gran presión.³⁰

Como la bomba adquiere una temperatura bastante alta durante su funcionamiento, se la ha diseñado para que esté inmersa en el mismo depósito, con lo cual el mismo combustible se encarga de enfriarla. También se ha utilizado este procedimiento ya que la bomba, al no tener mucha fuerza para succionar el combustible, necesita estar alojada lo mas cerca al depósito y en el nivel inferior a este, que es el lugar idóneo para su instalación.

Dado que la presión de la alimentación de combustible debe permanecer constante cualquiera sea el régimen del motor el combustible es entonces

²⁹ RUEDA SANTANDER, Jesús. Manual técnico de Fuel Injection

³⁰ COELLO SERRANO, Efrén. Sistemas de inyección electrónica de gasolina

suministrado en un caudal mayor de lo realmente necesario, volviendo el excedente nuevamente al tanque.

La bomba de combustible debe de mantener el caudal especificado para que en el circuito de combustible se mantenga constante la presión estipulada para el sistema (generalmente 3 bar). En el supuesto de que disminuya el caudal, disminuirá la presión del combustible. Inicialmente la corrección realizada por la unidad de mando debido a la información proporcionada por la sonda Lambda, permitirá que el motor funcione correctamente, pero con tiempos de inyección muy largos. Cuando se llega al límite de la capacidad de corrección, el motor recibe una mezcla pobre. En esta circunstancia se producen tirones en aceleración y pérdida de potencia, llegando incluso a pararse el motor. Se debe verificar la causa que provoca la pérdida de caudal. Entre estas causas están los fallos en la alimentación eléctrica (relé de bomba con los contactos deteriorados, contactos intermedios oxidados, etc.) y también fallos mecánicos en la propia bomba (suciedad interna, suciedad en la toma, rozamientos internos etc.)

2.6.1.1.- COMPROBACIONES DE LA BOMBA³¹

VERIFICACIÓN DEL CIRCUITO DEL RELÉ DE LA BOMBA ELÉCTRICA DE COMBUSTIBLE

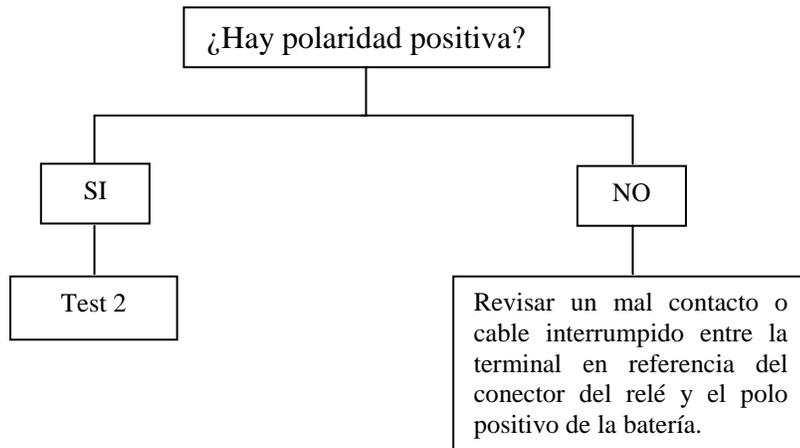
TEST 1

Retirar el conector del relé y colocar el analizador de polaridad en la terminal 30 del relé de la bomba.



*Figura 2.35.- Test 1, relé de la bomba
Tomado de Manual Técnico de Fuel Injection*

³¹ RUEDA SANTANDER, Jesús. Manual técnico de Fuel Injection



Test 2

- a) Con la llave, abrir el encendido sin prender el motor.
- b) Colocar el analizador de polaridad en la terminal 86 del relé de la bomba.
La polaridad debe ser positiva.

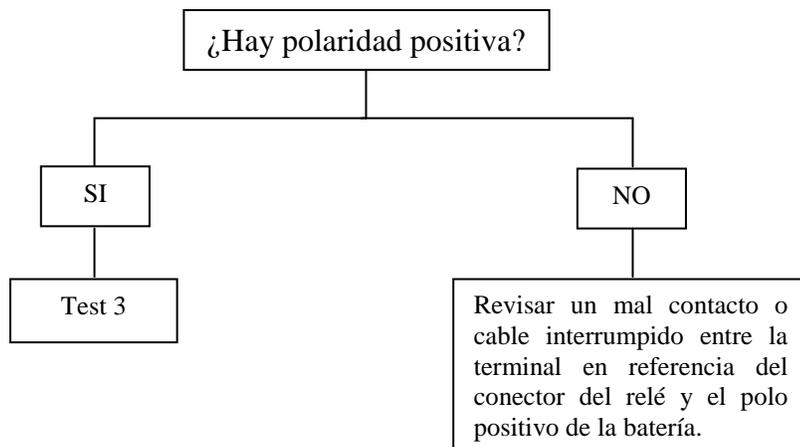


Figura 2.36.- Test 2, relé de la bomba
Tomado de Manual Técnico de Fuel Injection

TEST 3

- a) Retirar la llave del encendido.
- b) Colocar el analizador de polaridad en la terminal 85 del relé de la bomba.
- c) Prender el motor y durante el encendido y con el motor funcionando, la polaridad debe ser negativa.

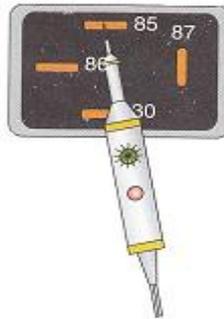
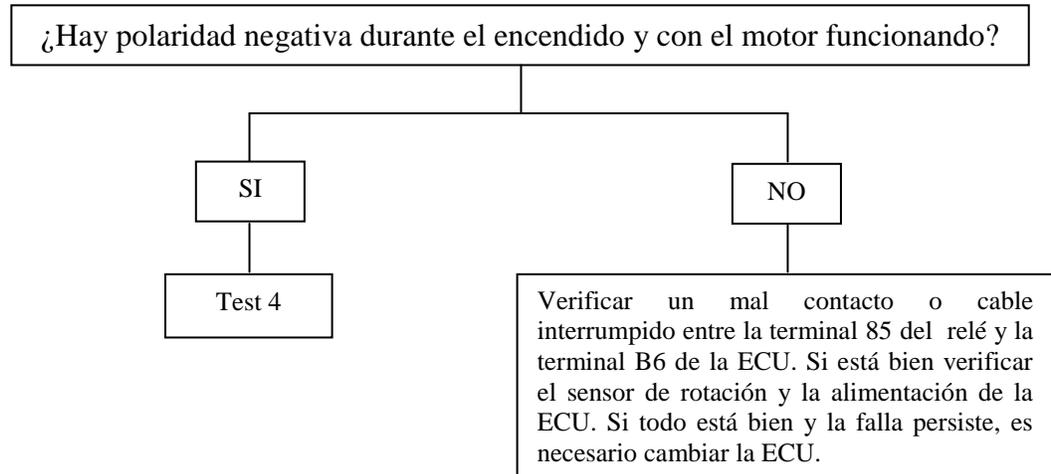
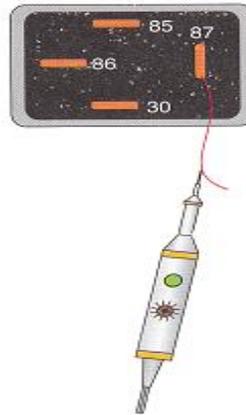
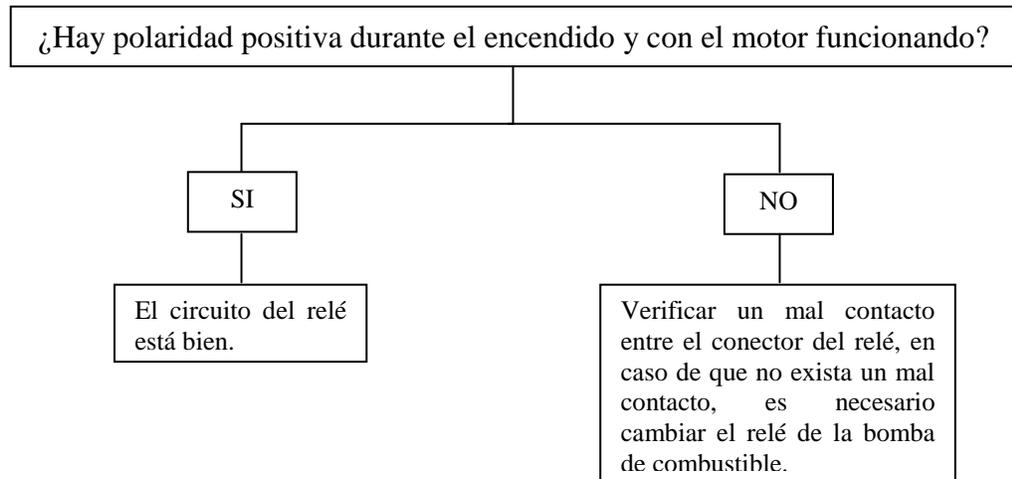


Figura 2.37.- Test 3, relé de la bomba
Tomado de Manual Técnico de Fuel Injection

TEST 4

- a) Retirar la llave del encendido.
- b) Reinstalar el conector del relé de la bomba.
- c) Colocar el analizador de polaridad en el cable que va a la terminal 87 del relé de la bomba.
- d) Prender el motor y durante el encendido y con el motor funcionando, la polaridad debe ser positiva.



*Figura 2.38.- Test 4, relé de la bomba
Tomado de Manual Técnico de Fuel Injection*

VERIFICACIÓN DEL CIRCUITO ELÉCTRICO DE LA BOMBA DE COMBUSTIBLE

La ECU no activa el relé de la bomba de combustible durante dos segundos. El relé se activa solamente cuando el motor está girando y la ECU reciba los impulsos de referencia del sensor de rotación.

TEST 1: Verificación del funcionamiento de la bomba

- a) Retirar la manguera de entrada de combustible del cuerpo mariposa o galería de inyectores e instalarla en un recipiente.

- b) Prender el motor y durante el encendido debe escurrir el combustible al recipiente.

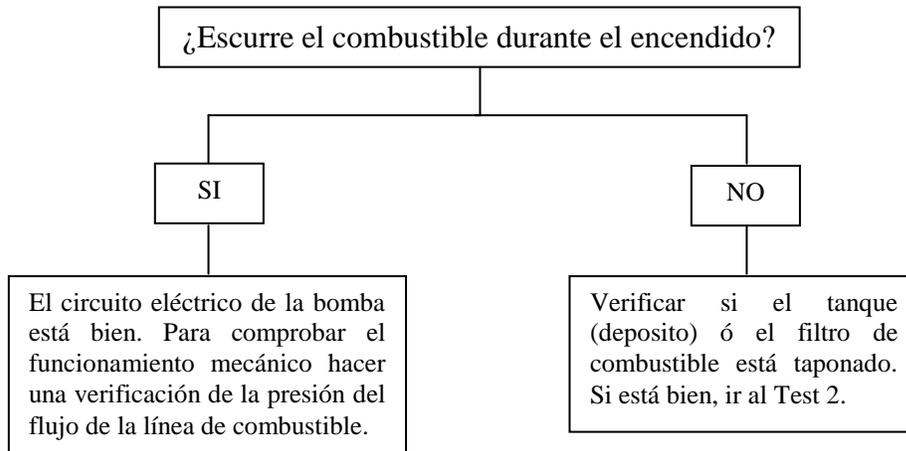


Figura 2.39.- Test 1, bomba de combustible
Tomado de Manual Técnico de Fuel Injection

TEST 2: Verificación de polaridad positiva

- Retirar la llave del encendido.
- Desconectar el conector eléctrico de la bomba de combustible.
- Conectar el analizador de polaridad en el cable grueso rojo/azul del conector.
- Prender el motor y durante el encendido, la polaridad debe ser positiva.

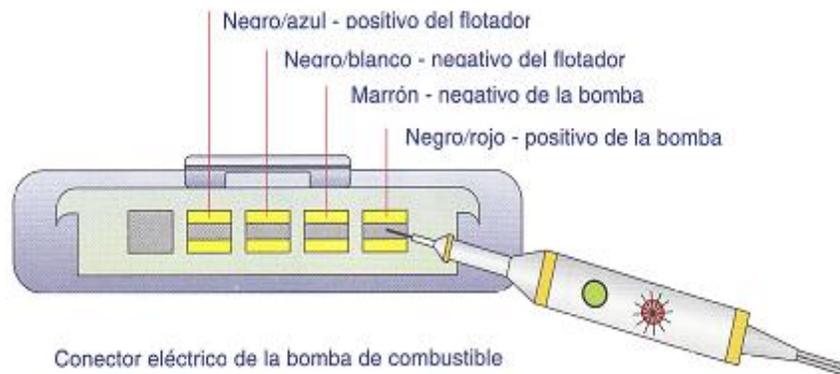
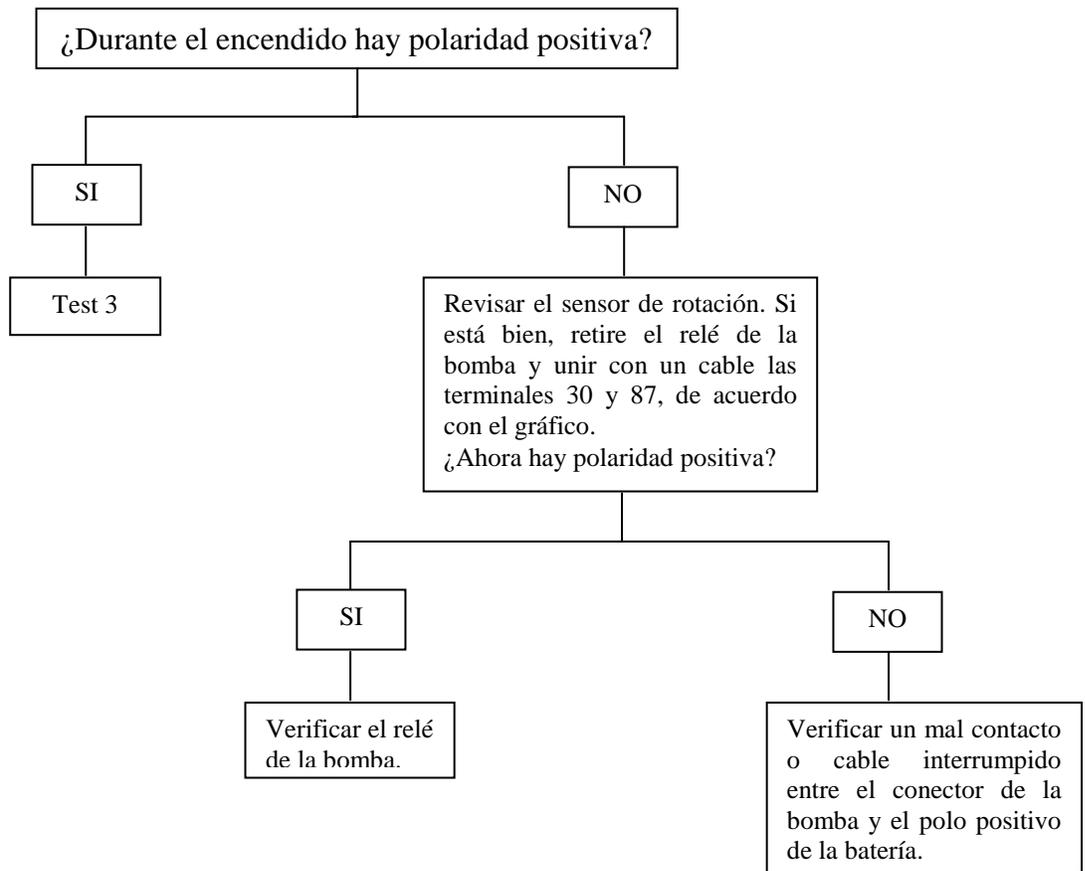
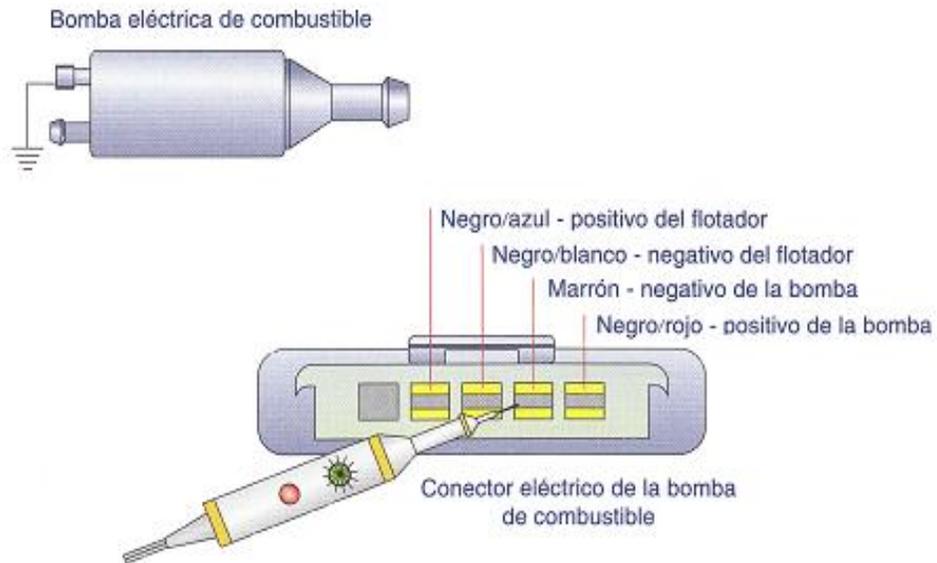
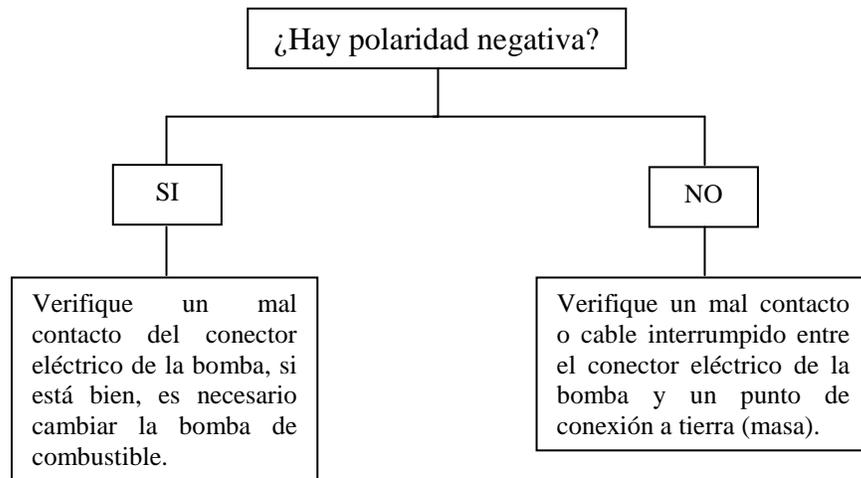


Figura 2.40.- Test 2, bomba de combustible
Tomado de Manual Técnico de Fuel Injection

TEST 3: Verificación de polaridad negativa

Conectar el analizador de polaridad al cable marrón del conector de la bomba de combustible. La polaridad debe ser negativa.



*Figura 2.41.- Test 3, bomba de combustible
Tomado de Manual Técnico de Fuel Injection*

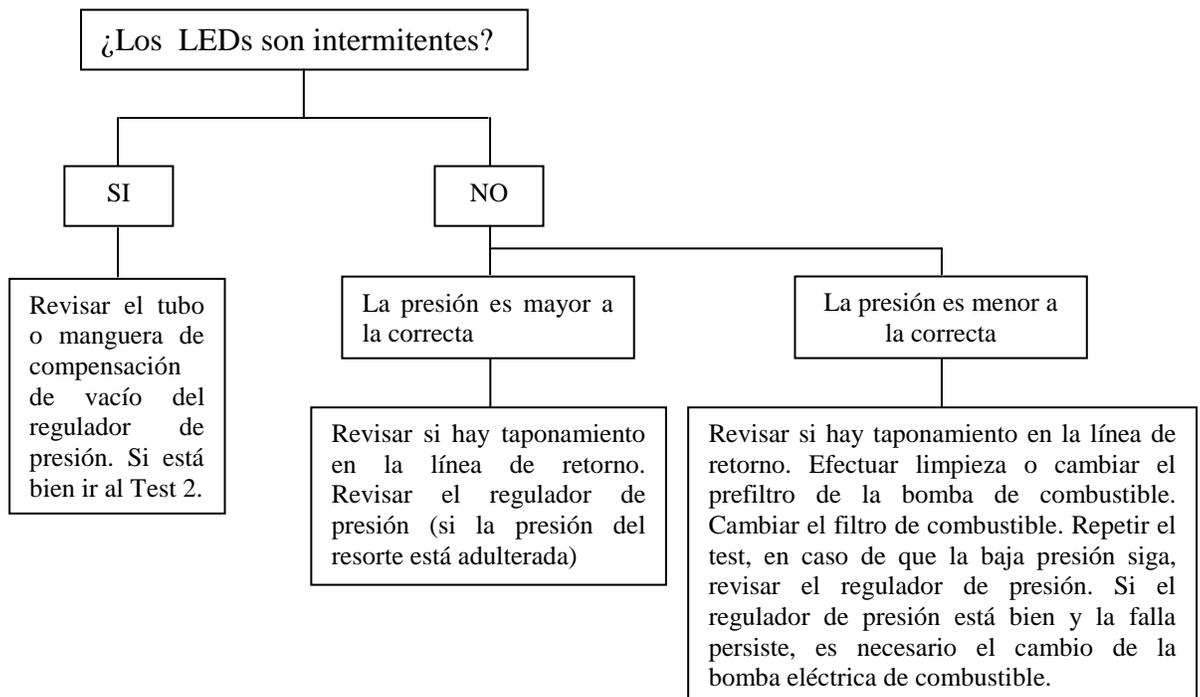
2.6.1.2.- COMPROBACIÓN DE LA PRESIÓN DE COMBUSTIBLE

La línea de combustible está conformada por la bomba eléctrica de combustible, filtro de combustible, regulador de presión y el inyector.

La bomba eléctrica alimenta el inyector y al regulador de presión mantiene la presión de combustible constante, sin que baje.

TEST 1: Verificación de Presión

- Instalar un manómetro medidor de presión en la línea de entrada del tubo o galería de inyectores.
- Retirar el relé de la bomba del conector y accionar la bomba eléctrica de combustible uniéndolo con un cable a las terminales 30 y 87 del conector del relé de la bomba.



El manómetro debe indicar la presión entre 2,8 y 3,2 bar.

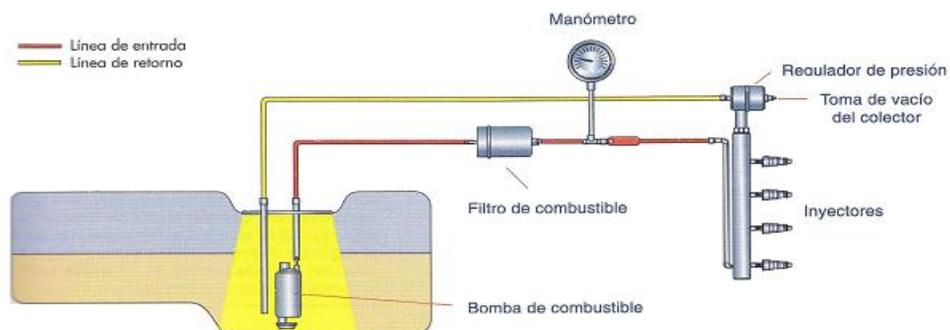
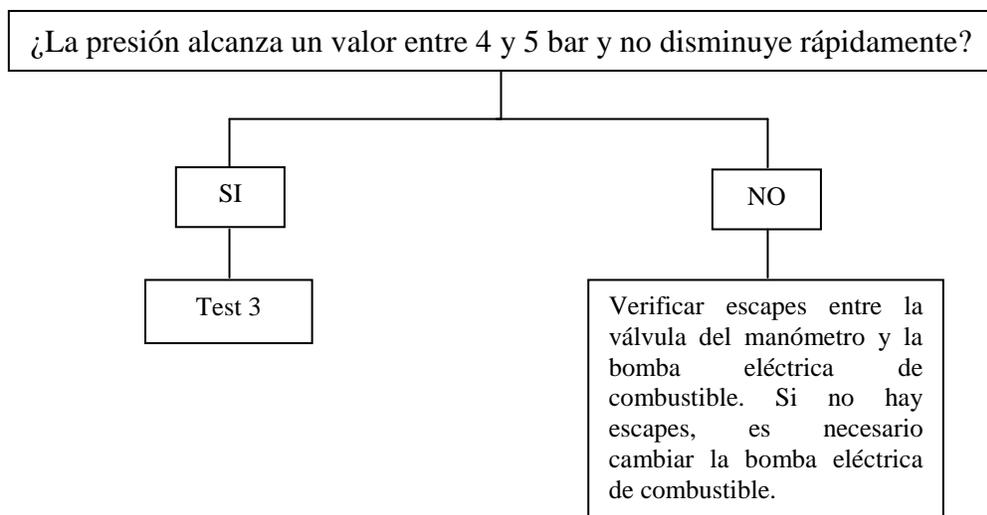


Figura 2.42.- Test 1, verificación de presión de la bomba
Tomado de Manual Técnico de Fuel Injection

TEST 2: Verificación de la presión máxima de estanqueidad

- Retirar el cable que se une las terminales del conector del relé de la bomba.
- Mantener el manómetro instalado en la línea de entrada.
- Reinstalar el relé y prender el motor.
- Con el motor en marcha mínima, cerrar la llave ó válvula del manómetro.
- Apagar el motor y la presión debe alcanzar un valor entre 4 y 5 bar.
- Manteniendo la llave i válvula del manómetro cerrada, la presión no debe bajar rápidamente.



El manómetro debe indicar la presión entre 4 y 5 bar.

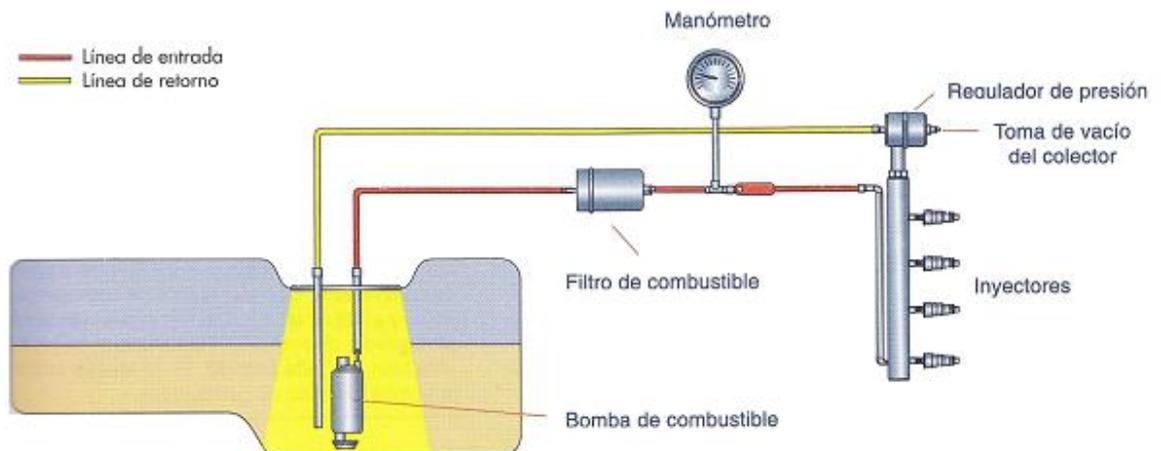


Figura 2.43.- Test 2, verificación de presión de la bomba
Tomado de Manual Técnico de Fuel Injection

TEST 3: Verificación del flujo

- a) Retirar el manómetro de la línea de entrada del tubo o galería de inyectores.
- b) Instalar un recipiente en la salida del tubo o galería.
- c) Accionar la bomba de combustible por medio del relé como se hizo anteriormente por 30 segundos. El flujo de la bomba debe ser de mínimo 800 ml.

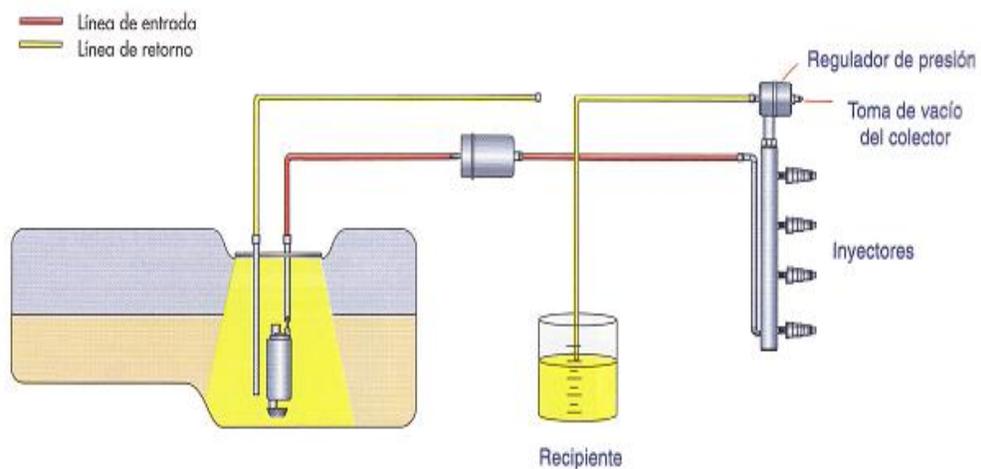
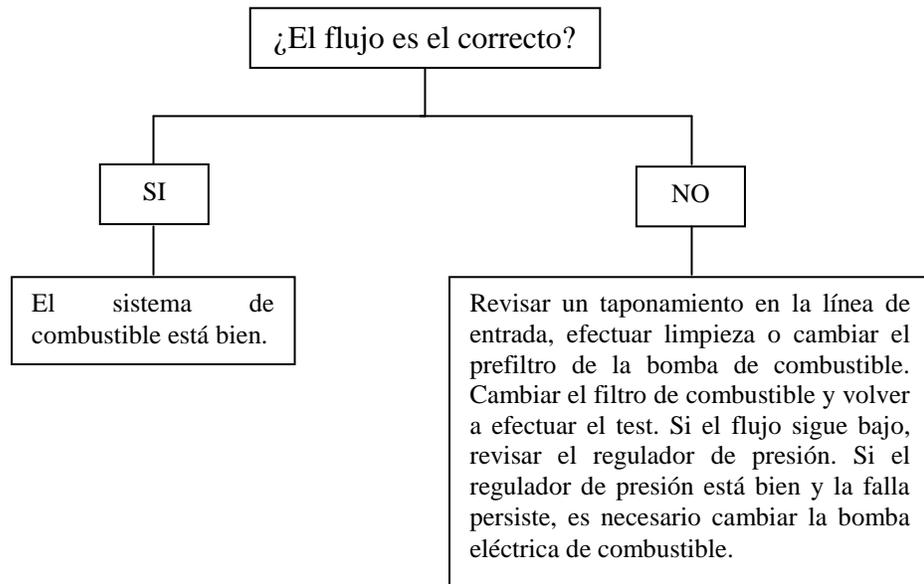


Figura 2.44.- Test 3, verificación de presión de la bomba
Tomado de Manual Técnico de Fuel Injection

2.6.2.- REGULADOR DE PRESIÓN³²



*Figura 2.45.- Regulador de Presión
Tomado de Manual del Corsa*

UBICACIÓN

Se encuentra ubicado a un costado del riel de inyectores, precisamente en la conexión de entrada/retorno de combustible.

FUNCIÓN

La función del regulador de presión es mantener constante la presión del combustible en todo el sistema de alimentación del vehículo, permitiendo así un funcionamiento óptimo del motor cualquiera sea el régimen de éste.

Si la presión en el múltiple de admisión en el lado de la inyección cambia, este regulador cambia la cantidad de combustible inyectado para que la óptima combustión sea mantenida. La presión en el múltiple de admisión es introducida dentro del regulador de presión y la presión del combustible es mantenida constante para proporcionar la óptima combustión.

El regulador está construido por un contenedor metálico que posee una membrana, un muelle y una válvula, haciendo que la válvula se abra y el carburante retorne al tanque si la presión en el sistema de alimentación del combustible supere el límite establecido por el tarado del muelle. En la punta de los inyectores el regulador tiene una toma de depresión proveniente del colector de admisión para que la válvula se abra en según del tarado y presión del colector.

³² JARAMA, Wilson. Manual del Corsa

Está conformado de dos cámaras, separadas ellas por un diafragma. En la primera cámara atraviesa el combustible que se dirige hacia los inyectores y cuando estos están llenos, el diafragma es presionado por la misma presión de alimentación, comprimiéndose un muelle en la segunda cámara; cuando baja instantáneamente la presión con el trabajo de los inyectores principalmente, el muelle presiona al diafragma, y este envía el caudal almacenado en la cámara hacia la rampa de inyectores, así mismo, cuando los inyectores se cierran, subirá la presión momentáneamente en ellos, presión que se almacena en la cámara del regulador. Como se notará, la presión en la rampa de inyectores se mantiene bastante estable, independientemente de la variación ocasionada por el trabajo intermitente de los inyectores.

2.6.3.- RIEL DE INYECTORES



*Figura 2.46.- Riel de inyectores
Tomado de Manual del Corsa*

UBICACIÓN

Se encuentra montado en el cuerpo de admisión.

FUNCIÓN

Distribuye el combustible a cada cilindro a través de inyectores de combustible individuales.

El riel de inyectores es la parte donde están instalados todos los inyectores. La gasolina ingresa por un extremo y por el otro, el riel tiene instalado un regulador de presión que impide que la gasolina se regrese al tanque hasta que la presión dentro del riel alcance el valor requerido para su funcionamiento. El riel de combustible consta de dos partes:

- El tubo que transporta combustible a cada inyector
- Inyectores de combustible individuales.

Consiste de un cuerpo alargado que tiene una pluralidad de enchufes de inyector de combustible que se extienden transversalmente y separados axialmente, cada uno de los enchufes está adaptado para recibir un inyector de combustible apropiado para suministrar el combustible desde su enchufe hacia el motor, el cuerpo además tiene un pasaje de combustible que se extiende axialmente, la porción inferior del cual intercepta los enchufes para suministrar el combustible hacia los enchufes caracterizado en que la dimensión vertical del pasaje excede considerablemente la dimensión horizontal del pasaje mediante lo cual el vapor del combustible retenido en el combustible que fluye a través del pasaje se recoge en la porción superior del pasaje y la porción inferior del pasaje suministra solamente combustible líquido hacia los enchufes del inyector de combustible.

La rampa de inyectores necesita adicionalmente de elementos de sujeción contra el múltiple de admisión o cabezote, lugar donde generalmente están alojados los inyectores del motor a inyección, utilizando bases de goma, las cuales absorben las vibraciones del motor.

2.6.4.- FILTRO DE COMBUSTIBLE



*Figura 2.47.- Filtro de combustible
Tomado de Manual del Corsa*

UBICACIÓN

Se encuentra ubicado en la cañería de entrada de combustible, entre la riel de inyectores y el tanque de combustible.

FUNCIÓN

Retener impurezas que amenacen ingresar a los inyectores.

Es muy importante el filtrado del combustible, regularmente el combustible almacenado en el depósito contiene polvo, óxido y contaminantes.³³ Hay varias fuentes de donde los elementos se cuegan al depósito, por ejemplo los grandes depósitos de las estaciones de servicio, el surtidor del combustible y el mismo tanque del automóvil. Los contaminantes deben ser filtrados porque si pasan por los conductos a los inyectores pueden taponar las salidas y también ocasionar problemas derivados que incluso llegan a detener el funcionamiento del motor.

Los modernos conceptos de inyección de combustible necesitan una alimentación de combustible extremadamente limpia y constante.

El filtro de combustible (Filtro de nafta) retira los contaminantes para evitar deterioros y desgastes en el sistema de combustible y en las partes del motor. Por medio de la aplicación de medios filtrantes de alta calidad, el sistema de combustible se protege contra las partículas de suciedad más mínimas y, por consiguiente, contra deterioros por corrosión. Esto asegura el funcionamiento del motor y garantiza el servicio rentable del vehículo. El suministro de combustible constante necesario se consigue por medio de la regulación de la presión y la recirculación de la cantidad sobrante desde la bomba de inyección al depósito. Una amortiguación de las pulsaciones compensa las oscilaciones de presión de la bomba de combustible. Los filtros de combustible cumplen el exigente estándar de calidad de los fabricantes automovilísticos y garantizan estanqueidad incluso en caso de accidente.

Adicionalmente, el filtro posee siempre una dirección de flujo, a la cual se identifica por una flecha grabada en su cuerpo o por la indicación de entrada (IN) o salida (OUT) en sus racores.

³³ COELLO SERRANO, Efrén. Sistemas de inyección electrónica de gasolina

2.7.- SUBSISTEMA DE AIRE: FUNCIONAMIENTO Y COMPROBACIONES

2.7.1.- AIRE Y PRESIÓN ATMOSFÉRICA³⁴

El aire atmosférico se compone de 78% de Nitrógeno, 21% de Oxígeno y concentraciones menores de dióxido de carbono, argón, neón, helio, criptón, xenón, hidrógeno, metano, óxido nitroso, ozono y vapor de agua. Cuando la presión atmosférica es mayor entonces el número de moléculas de oxígeno contenidas, por ejemplo en un litro, también es mayor. La mayor concentración de oxígeno por unidad de volumen permite quemar más combustible a la vez, por lo cual el motor aumenta su rendimiento volumétrico, genera más fuerza motriz y desarrolla mayor potencia.

Cuando la válvula de admisión se abre, genera un pulso de baja presión que se desplaza hasta la boca de alimentación a la velocidad del sonido. Cuando el pulso alcanza la entrada, el aire circundante se precipita hacia ella por efecto de la presión atmosférica. Esta aceleración del aire genera un pulso de presión (pulso de inducción), en los gases que se mueven hacia el interior del motor, cuyo valor es superior a la presión atmosférica, lo que favorece el rendimiento volumétrico.

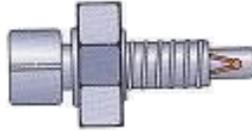


Figura 2.48.- Ingreso de aire a la cámara de combustión
Tomado de <http://mecanicavirtual.com>

Para la alimentación de motor de pistones, se utiliza la presión atmosférica. Es decir, a medida que el pistón se desplaza en carrera de admisión, la presión atmosférica empuja el aire mezclado con gasolina hacia el interior del cilindro para llenar el espacio generado. La velocidad que alcanza el gas para llenar el cilindro depende absolutamente de la presión atmosférica.

³⁴ <http://www.mecanicavirtual.com>

2.7.2.- SENSOR DE TEMPERATURA DE AIRE DE ADMISIÓN (ACT)³⁵



*Figura 2.49.- Sensor ACT
Tomado de Manual Técnico de Fuel Injection*

UBICACIÓN

Se encuentra en el ducto de plástico del colector de admisión del aire.

FUNCIÓN

La función es determinar la densidad del aire y medir la temperatura del aire; este sensor trabaja en función de la temperatura, o sea si el aire está en estado de expansión o compresión debido a la temperatura que esté operando el motor.

CARACTERÍSTICAS

- Posee dos terminales eléctricos.
- El termistor es de comportamiento NTC.
- El terminal positivo, lleva la señal a la unidad de control electrónico ECU y este recibe la señal de voltaje variable. Entre mas alta sea la resistencia mas alta será la señal de voltaje (baja temperatura).
- El terminal negativo hace masa en la ECU.

CODIGO DE FALLA

69	Voltaje bajo
71	Voltaje alto

El sensor de temperatura del aire de admisión ACT (Air Change Temperature Sensor) se encuentra en el colector de admisión.

³⁵ RUEDA SANTANDER. Jesús. Manual técnico de Fuel Injection

El sensor de temperatura de aire de admisión utiliza un termistor para controlar el voltaje de la señal en la ECU y ésta, a su vez, aplica al sensor un voltaje de referencia a la terminal D3.

Cuando el aire de admisión es frío, la resistencia del sensor termistor es alta; por lo tanto, el voltaje de la terminal D3 de la Ecu es elevado.

La temperatura del aire de admisión es utilizada por la ECU para calcular la masa de aire admitido.

2.7.2.1.- COMPROBACIÓN DEL SENSOR (ACT)

TEST 1: Verificación de la tierra del sensor

Conectar el analizador de polaridad al cable de tierra (masa) del sensor, la polaridad debe ser negativa.

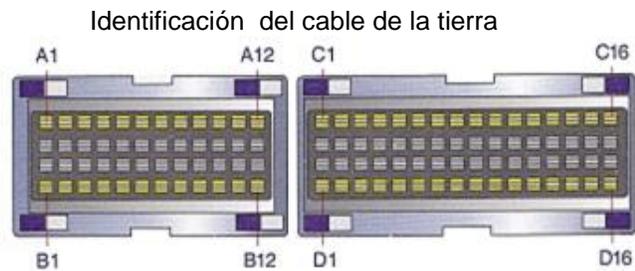


Figura 2.50.- Conector de la ECU

Corsa MPFI

Terminal D2 de la ECU (cable marrón)

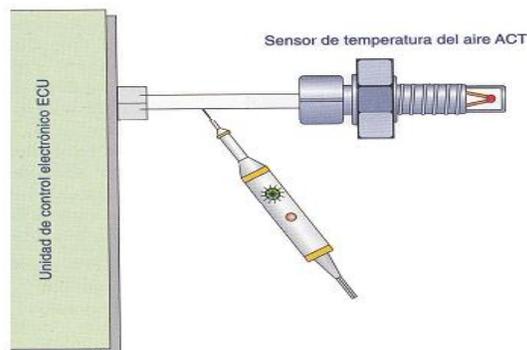
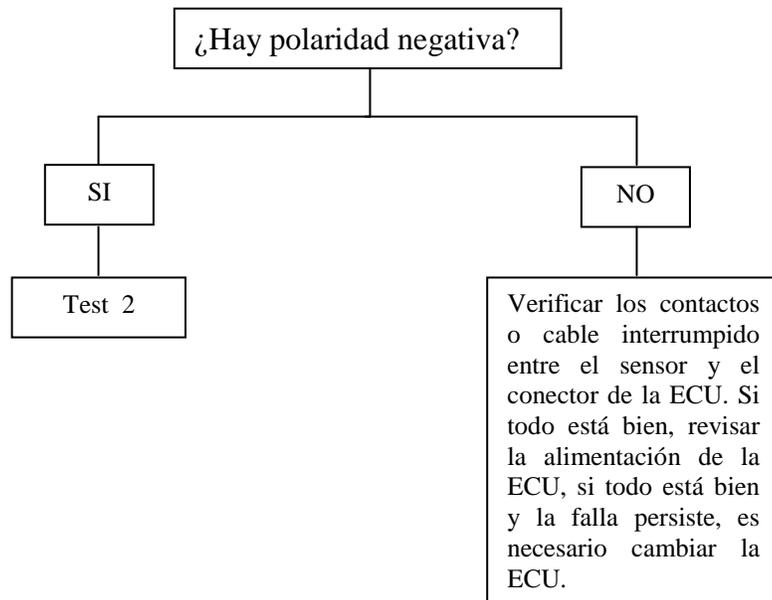


Figura 2.51.-Test 1, sensor ACT
Tomado de Manual Técnico de Fuel Injection



TEST 2: Verificación del voltaje de retorno

- Con la llave, abrir el encendido sin prender el motor.
- Medir la temperatura del aire (con el multímetro).
- Seleccionar el multímetro en escala de voltaje (DC), medir el voltaje del cable marrón/azul o beige del sensor.
- Comparar el voltaje medido con la tabla.

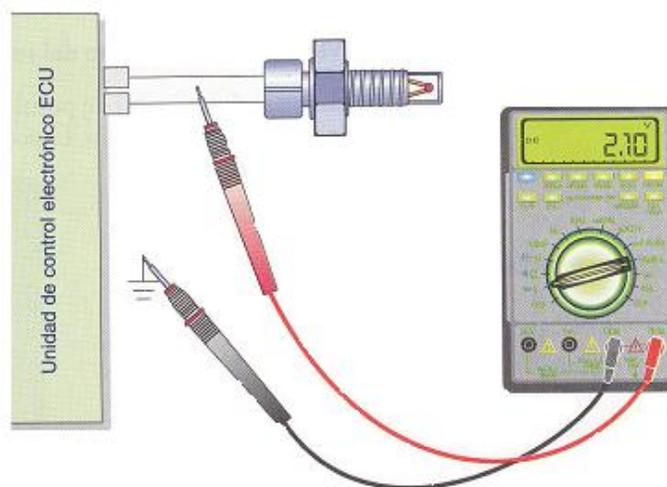


Figura 2.52.-Test 2, sensor ACT
Tomado de Manual Técnico de Fuel Injection

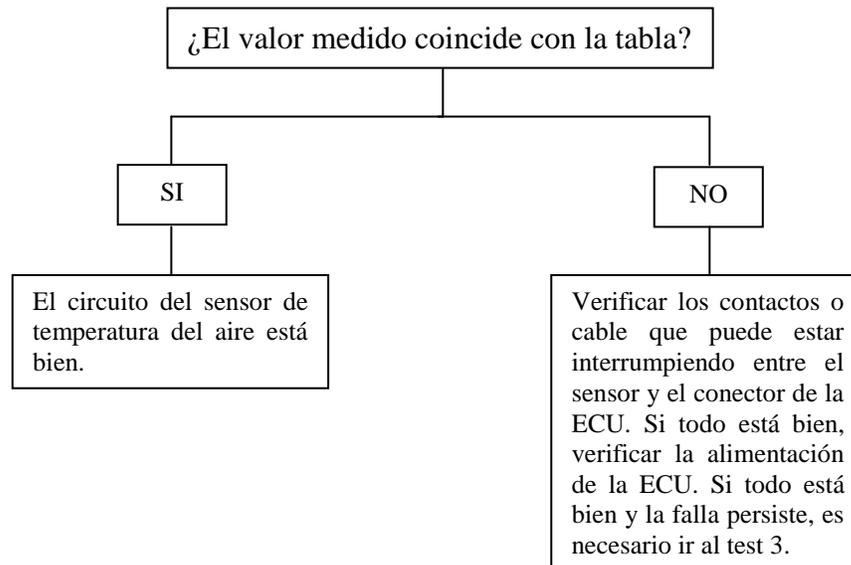


Tabla 2.6.- Valores del sensor ACT

Temperatura (°C)	0	20	30	40 a 50	60
Voltaje (vts)	4,80	3,20	2,50	2,00 a 1,50	1,30

 → Intervalo de temperatura del motor con temperatura de operación.

TEST 3: Verificación de la resistencia eléctrica del sensor

- Retirar la llave de encendido.
- Desconectar el conector eléctrico del sensor.
- Medir la temperatura del aire (con el multímetro).
- Seleccionar el multímetro en escala de ohmios, medir la resistencia eléctrica del sensor.
- Comparar la resistencia medida con la tabla.

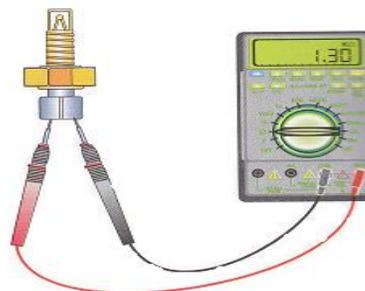


Figura 2.53.-Test 3, sensor ACT
Tomado de Manual Técnico de Fuel Injection

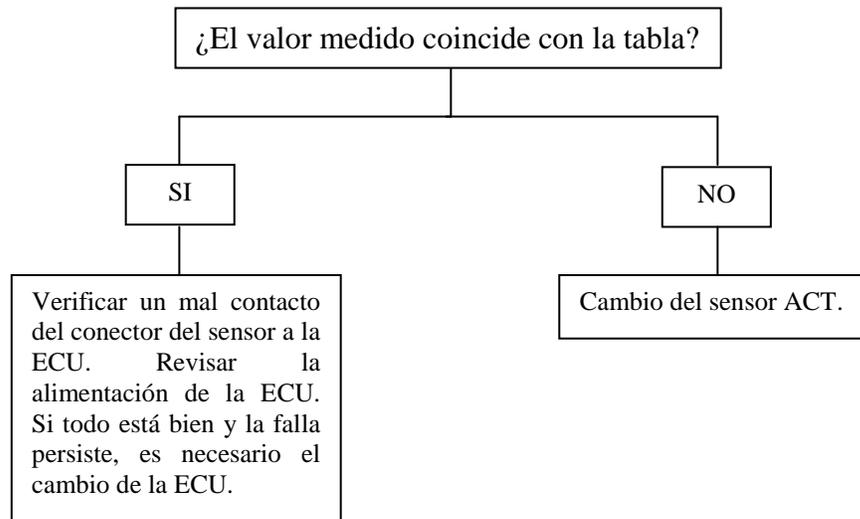


Tabla 2.7.- Valores del sensor ACT

Temperatura (°C)	0	20	30	50	60
Resistencia (Ω)	10	4	2,5	1,3	0,7

 → Intervalo de temperatura del motor con temperatura de operación.

2.7.3.- SENSOR DE POSICIÓN DE LA MARIPOSA DEL ACELERADOR (TPS)³⁶

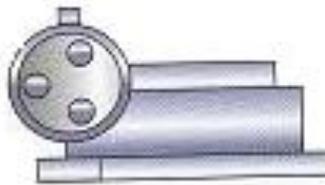


Figura 2.54.- Sensor TPS
Tomado de Manual Técnico de Fuel Injection

UBICACIÓN

Se encuentra ubicado en el cuerpo de aceleración

³⁶ RUEDA SANTANDER, Jesús. Manual técnico de Fuel Injection

FUNCIÓN

Informa a la unidad de comando la posición de la mariposa del cuerpo de aceleración, calculando así el pulso del inyector, la curva de avance del encendido y el funcionamiento del sistema del control de emisiones.

CARACTERÍSTICAS

- Tiene tres terminales eléctricos.
- Terminal de alimentación (voltaje de referencia) de 5 voltios.
- Terminal de masa a la ECU.
- Terminal de voltaje variable (voltaje de señal) a la ECU.

CODIGO DE FALLA

21	Mariposa abierta
22	Mariposa cerrada

El sensor de posición de la mariposa TPS (Throttle Position Sensor), se encuentra en la base del cuerpo, al lado opuesto del cable del acelerador, consiste en un potenciómetro conectado al eje de la placa en el cuerpo mariposa del acelerador. El TPS es una de las entradas de la ECU utilizadas para el cálculo de liberación de combustible y también una de las salidas controladas por la ECU, la principal función del TPS es informar a la ECU los movimientos rápidos de la placa de la mariposa del acelerador para fines de aceleración y desaceleración. Cuando una falla es detectada en el circuito TPS, la ECU no es capaz de ajustar la liberación de combustible con rapidez suficiente, lo cual puede ocasionar una marcha mínima incorrecta, cuando existe un código de falla del sensor de posición de la mariposa (código 21, 22), la ECU sustituye un valor de **recovery** (valor por defecto) basado en la rotación del motor.

La ECU aplica un voltaje de referencia de 5 voltios a la terminal B8, y suministra una tierra (masa) en la terminal D2. El DC devuelve una señal de voltaje en la

terminal A8, la señal en la terminal A8 es diferente en relación con la posición de la placa de la mariposa del acelerador. La señal cambia entre 0,45 y 0,85 voltios (DC) en marcha mínima hasta 4,5 voltios cuando la placa de la mariposa del acelerador está completamente abierta.

Con la señal que recibe la ECU del TPS, la ECU compara los valores de rotación y carga del motor, si la señal está fuera del rango, la ECU identifica una falla.

2.7.3.1.- COMPROBACIÓN DEL SENSOR (TPS)

TEST 1: Verificación del voltaje de Entrada

- a) Con la llave abrir el encendido sin prender el motor.
- b) Seleccionar el multímetro en escala de voltaje (DC).
- c) Medir el voltaje en el cable de entrada, este debe estar entre aproximadamente 4,60 y 5,20 voltios (DC).

Identificación del Cables

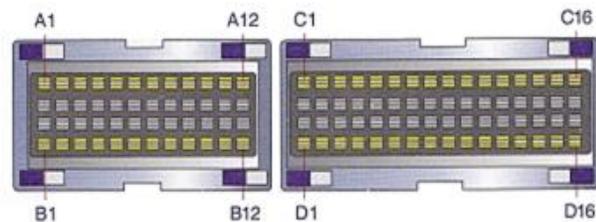


Figura 2.55.- Conector de la ECU

- | | |
|---------------|---|
| Cable entrada | Cable negro/blanco a la terminal B8 de la ECU |
| Cable tierra | Cable marrón a la terminal D2 de la ECU |
| Cable retorno | Cable azul a la terminal A8 de la ECU |

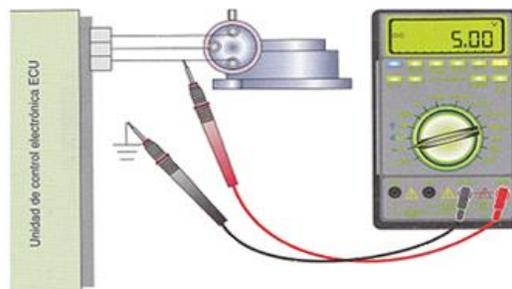
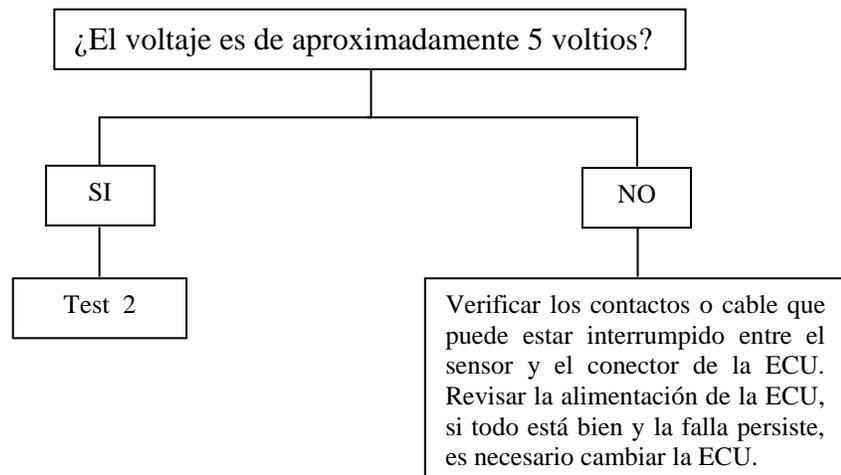


Figura 2.56.-Test 1, sensor TPS
Tomado de Manual Técnico de Fuel Injection



TEST 2: Verificación de la tierra del sensor

Conectar el analizador de polaridad al cable de tierra del sensor, la polaridad debe ser negativa.

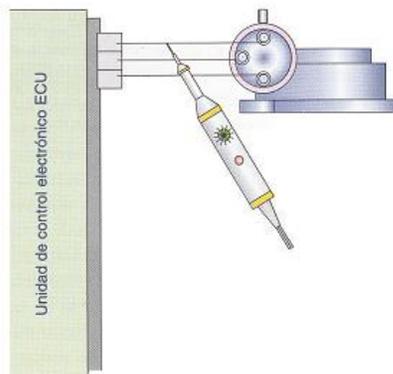
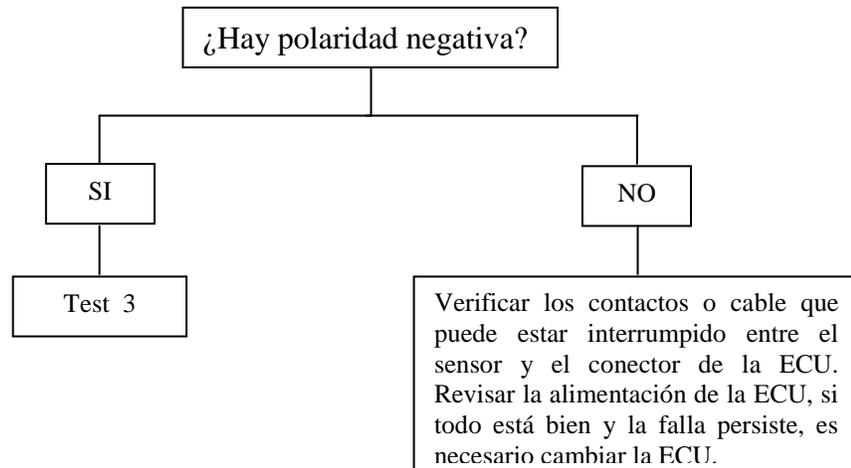


Figura 2.57.-Test 2, sensor TPS
Tomado de Manual Técnico de Fuel Injection

TEST 3: Verificación del voltaje de Retorno

- a) Conectar el multímetro midiendo el voltaje (DC) en el cable de retorno del sensor.
- b) Abrir lentamente la placa de la mariposa del acelerador.
- c) Comparar los valores de apertura por voltaje de acuerdo con la tabla. La señal debe variar entre aproximadamente 0,50 voltios (placa de la mariposa cerrada) y 4,50 voltios (placa de la mariposa abierta), sin saltos ni interrupciones.

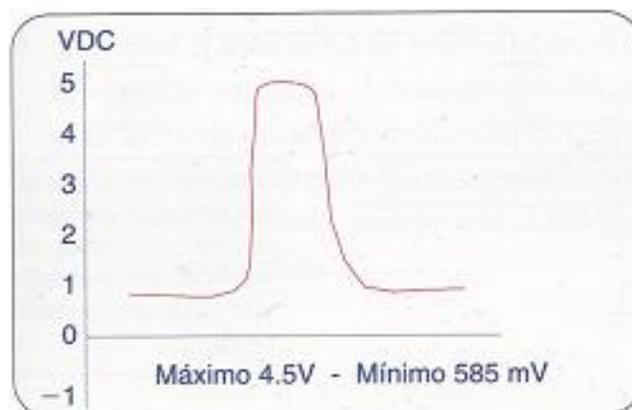
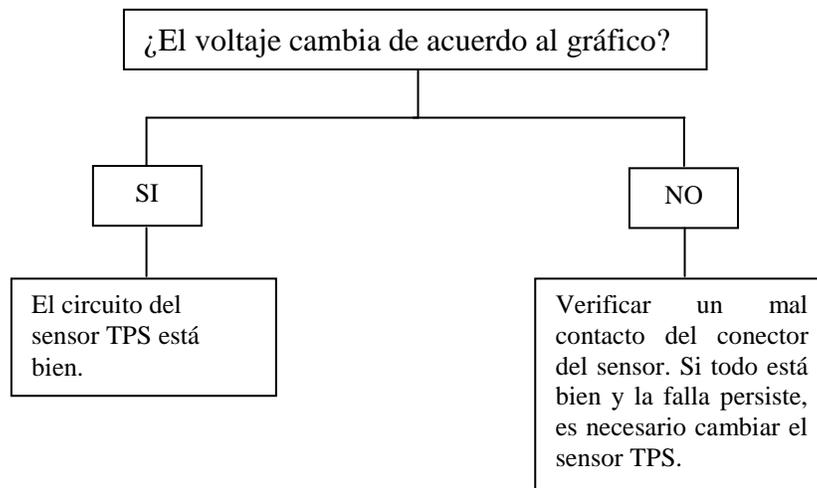
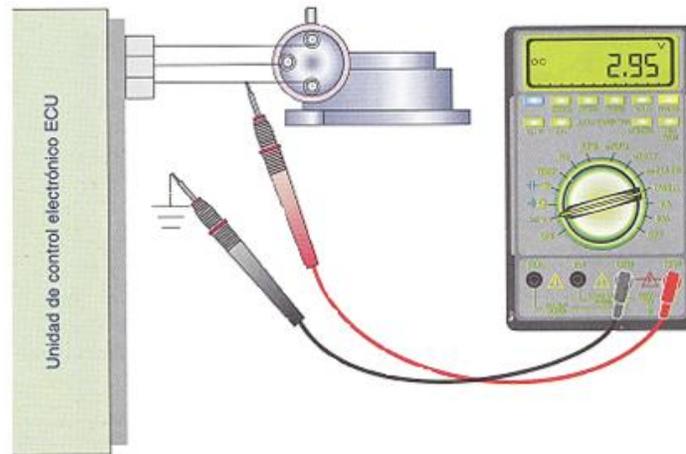
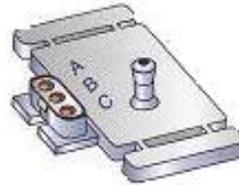


Figura 2.58.-Señal del osciloscopio, sensor TPS



*Figura 2.59.-Test 3, sensor TPS
Tomado de Manual Técnico de Fuel Injection*

2.7.4.- SENSOR DE PRESIÓN EN EL MÚLTIPLE DE ADMISIÓN (MAP)³⁷



*Figura 2.60.- Sensor MAP
Tomado de Manual Técnico de Fuel Injection*

UBICACIÓN

Se encuentra ubicado tras el depósito de refrigerante en la parte izquierda.

FUNCIÓN

Censa la diferencia de presión en la admisión con respecto a la presión atmosférica e informa a la unidad de comando la temperatura del refrigerante del motor para que este a su vez calcule la entrega de combustible y la sincronización del tiempo.

³⁷ RUEDA SANTANDER, Jesús. Manual técnico de Fuel Injection

CARACTERÍSTICAS

- Terminal positivo (voltaje de referencia) que proviene de la ECU, 5 voltios.
- Terminal de señal de información con voltaje variable a la ECU.
- Terminal de masa a la ECU.

CODIGO DE FALLA

33	Presión alta (manguera perforada)
34	Presión baja (manguera tapada)

El sensor de presión absoluta MAP (Manifold Absolute Pressure Sensor) mide las variaciones de presión en el colector de admisión, que resulta de la variación de carga y rotación del motor, y convierte este valor en salida de voltaje. La condición de la mariposa del acelerador cerrada, resultante de una desaceleración del motor, genera una salida relativamente baja en el sensor MAP, la condición de la mariposa del acelerador abierta genera una salida alta.

El valor del sensor MAP es opuesta al valor medido en un medidor de vacío, cuando la presión en el colector es alta, el vacío es bajo. El sensor de presión absoluta en el colector MAP también se utiliza para medir la presión barométrica en ciertas condiciones, lo cual permite a la ECU efectuar automáticamente las compensaciones en diversas altitudes.

La ECU envía una señal de referencia de 5 voltios al sensor MAP y a medida que se modifica la presión en el colector, también se modifica la resistencia eléctrica del sensor MAP, por medio de monitoreo del voltaje de salida del sensor, la ECU es informada de la presión del colector.

Un valor más elevado de presión, bajo vacío (**alto voltaje**) requiere mayor cantidad de combustible, mientras que una presión mas baja, vacío alto (**bajo voltaje**) requiere menor cantidad de combustible. La ECU utiliza el sensor MAP para controlar la dosificación del combustible y el punto de encendido (ángulo de avance de ignición).

En marcha mínima, con el motor caliente, la señal enviada por el sensor MAP debe estar aproximadamente entre 0,8 y 1,8 voltios (DC) a nivel del mar.

RECOVERY: Al detectar una falla en el circuito del sensor MAP, la ECU desconsidera la señal del sensor MAP y estima la presión del colector de admisión en función de la señal del sensor de posición de la mariposa TPS. Para detectar rápidamente si el sensor MAP está provocando una falla al sistema, se debe:

- Desconectar el conector eléctrico del sensor MAP (La ECU activa el recovery).
- Prender el motor y si la falla desaparece, cambie el sensor MAP.

En caso de duda, efectúe los siguientes test.

2.7.4.1.- COMPROBACIÓN DEL SENSOR (MAP)

TEST 1: Verificación del voltaje de entrada

- a) Con la llave, abrir el encendido sin prender el motor.
- b) Seleccionar el multímetro en escala de voltaje (DC).
- c) Medir el voltaje del cable de entrada del sensor MAP, el voltaje debe ser de aproximadamente 5 voltios.

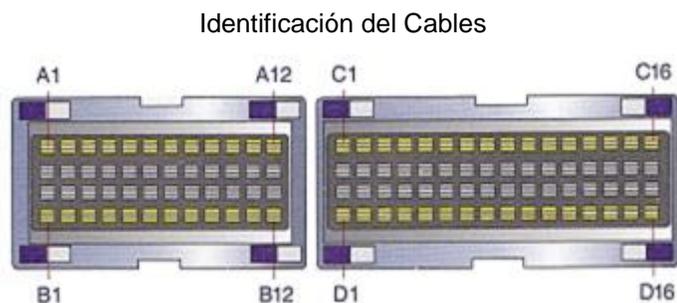


Figura 2.61.- Conector de la ECU

Cable entrada	Terminal B8 de la ECU (Cable negro-blanco)
Cable tierra	Terminal A11 de la ECU (Cable marrón)
Cable retorno	Terminal A7 de la ECU (Cable verde)

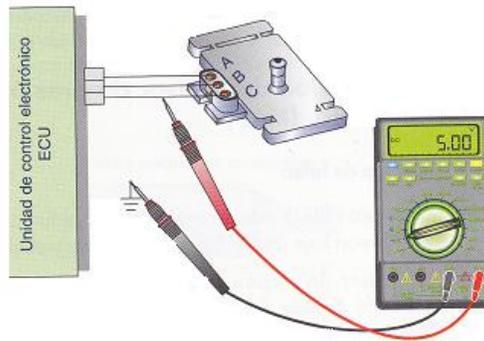
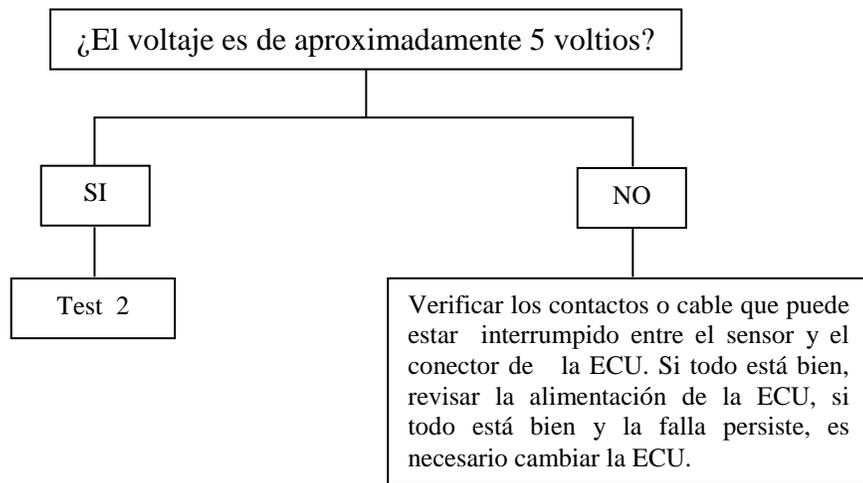


Figura 2.62.- Test 1, sensor MAP
Tomado de Manual Técnico de Fuel Injection



TEST 2: Verificación de la tierra del sensor

Conectar el analizador de polaridad en el cable de tierra del sensor, la polaridad siempre tiene que ser negativa.

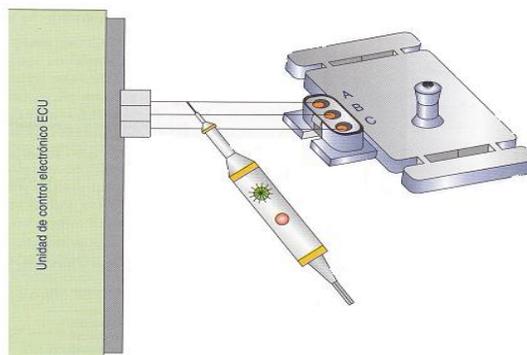
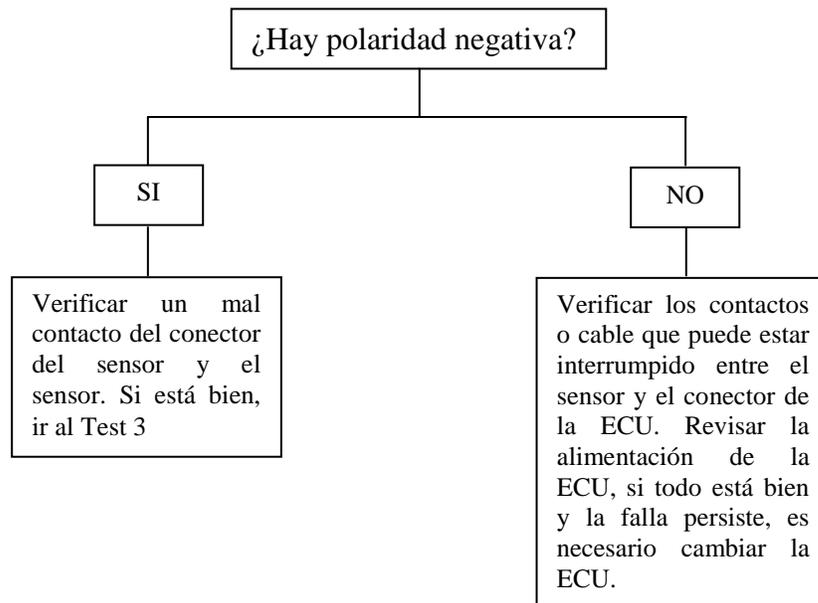
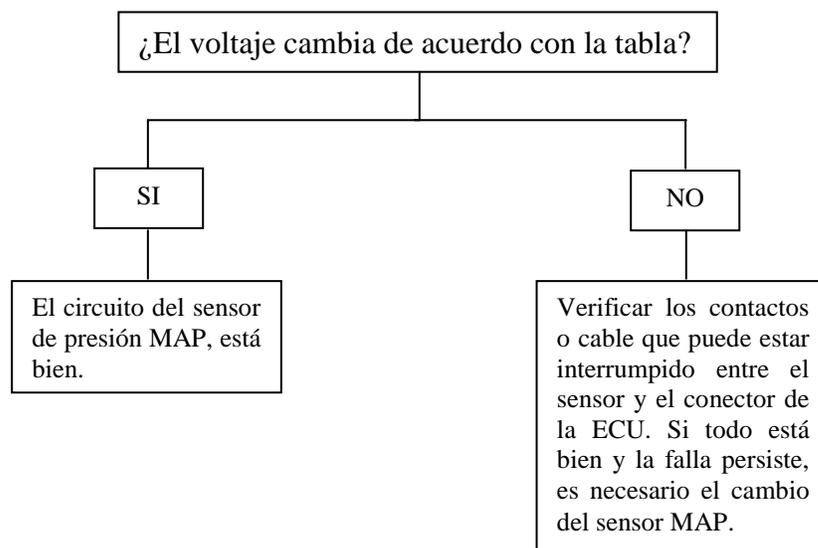


Figura 2.63.- Test 2, sensor MAP
Tomado de Manual Técnico de Fuel Injection



TEST 3: Verificación del voltaje de retorno

- a) Conectar el multímetro midiendo el voltaje (DC) en el cable de retorno.
- b) Desconectar el sensor de vacío del colector (desconectar la manguera) y conectarlo a una bomba de vacío, el voltaje de retorno debe variar en función del vacío aplicado con la bomba de vacío.



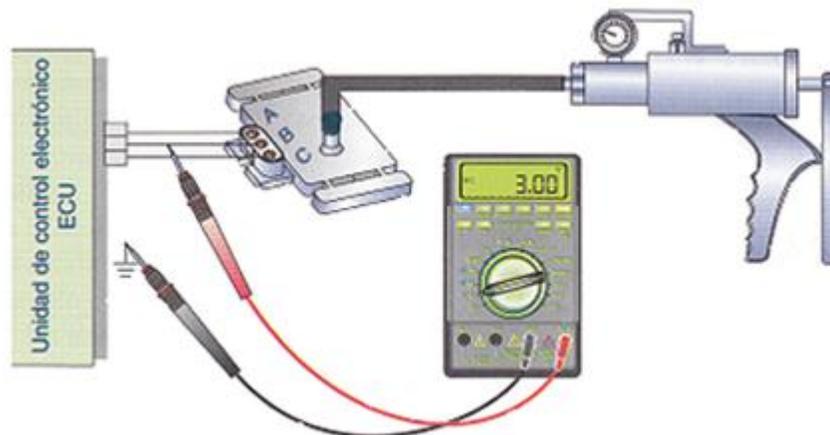


Figura 2.64.- Test 3, sensor MAP
Tomado de Manual Técnico de Fuel Injection

Tabla 2.8.- Valores del sensor MAP al nivel del mar

Vacío	0	100	200	300	400	500	600
Voltaje (vts)	4,80	4,10	3,40	2,70	2,00	1,20	0,60

Valores operacionales en marcha mínima con el motor con temperatura de operación.

La señal del sensor MAP cambia de acuerdo con la altitud, las tablas que se muestran se aplican a regiones sobre el nivel del mar; cuanto mayor sea la altitud, menor es la señal enviada por el sensor MAP a la ECU, otras variaciones de señal que puedan presentarse son:

- Entradas falsas de aire (servofreno, toma de vacío del cánister, etc.).
- Falta de sincronización de la correa dentada, calibración de las válvulas.
- Catalizador tapado.



Figura 2.65.- Señal osciloscopio, sensor MAP
Tomado de Manual Técnico de Fuel Injection

En el oscilograma anterior se puede afirmar que el sensor MAP se encuentra en buenas condiciones de funcionamiento, ya que presenta una señal estable en marcha mínima, durante la aceleración la señal aumenta (el voltaje enviado a la ECU aumenta) en cambio durante la desaceleración la señal disminuye (el voltaje enviado a la ECU disminuye).

2.7.5.- MÚLTIPLE DE ADMISIÓN³⁸



*Figura 2.66.- Múltiple de admisión
Tomado de <http://mecanicavirtual.com>*

UBICACIÓN

Se encuentra junto al cabezote, después del filtro de aire

FUNCIÓN

Su función es de permitir el ingreso de aire atmosférico y repartirlo homogéneamente en el motor.

El largo y la forma del múltiple de admisión influyen en el desempeño de un motor. La eficiencia de admisión depende en buena parte de los pasajes del múltiple. Utilizando fenómenos naturales, cuando un gas se desplaza velozmente dentro de un tubo, el múltiple de admisión termina por homogeneizar la mezcla que llega al cilindro.

Un múltiple de admisión con pasajes de poco diámetro permite generar alta potencia de motor a bajas revoluciones, en cambio, si al mismo motor se le instala un múltiple con pasajes de mayor diámetro la misma potencia se obtendrá a mayor número de revoluciones.

³⁸ <http://www.mecanicavirtual.com>

Diseño de los caños de alimentación

La intención del diseñador es disponer de la mayor superficie posible dentro del múltiple, de manera que la gasolina que se adhiere a los pasajes exponga su masa de la forma más extendida posible al flujo de aire y al calor.

Un tubo de diámetro circular presenta menos superficie interior que uno de sección cuadrada del mismo ancho y largo. Los múltiples de admisión eficientes combinan en sus ductos secciones circulares y cuadradas.

Al contrario de lo que se piensa, las superficies extremadamente lisas y pulidas no favorecen la distribución homogénea de la mezcla. La gasolina líquida se adhiere con fuerza a esta clase de superficie.

2.7.6.- CUERPO DE ACELERACIÓN³⁹



*Figura 2.67.- Cuerpo de aceleración
Tomado de Manual del Corsa*

UBICACIÓN

El cuerpo del acelerador se encuentra entre la caja de filtro de aire y el colector de admisión, y por lo general adjunto a, el sensor de masa de aire, el sensor de posición de la mariposa y la válvula de control de ralentí.

FUNCIÓN

Permitir el ingreso de aire de acuerdo a la posición del acelerador.

En los motores Fuel Injection el cuerpo de aceleración (throttle body) es una parte del sistema de admisión. Este controla la cantidad de aire que entra al motor, en respuesta al acelerador.

³⁹ JARAMA, Wilson. Manual del Corsa

La pieza más grande del cuerpo de aceleración es la válvula mariposa la cual regula el flujo del aire.

Muchos autos están equipados con un control electrónico de aceleración, en este el cable está conectado a un sensor en el cuerpo de aceleración.

El ECU (Engine control unit) determina la aceleración. En algunos autos modernos el cable del acelerador ha sido reemplazado por un sensor que mide la posición del pedal, el cual le manda la señal al ECU.

Cuando el conductor presiona el acelerador, la mariposa del cuerpo de aceleración se abre y permite la admisión de aire al múltiple de admisión. Así mismo mediante un sensor de posición de la mariposa, se envía una señal al ECU y este incrementa la cantidad de combustible a los inyectores, para mantener la relación aire/gasolina.

La pieza más grande dentro del cuerpo del acelerador es la placa del acelerador, que es una válvula de mariposa que regula el flujo de aire.

2.7.7.- FILTRO DE AIRE⁴⁰



*Figura 2.68.- Filtro de aire
Tomado de <http://mecanicavirtual.com>*

UBICACIÓN

Se encuentra en el interior del soporte de filtro de aire, antes del múltiple de admisión.

FUNCIÓN

La función es filtrar la suciedad y otras partículas extrañas en el aire, evitando que entren en el sistema y la posibilidad de dañar el motor.

⁴⁰ <http://www.mecanicavirtual.com>

Un filtro de aire es una parte importante del sistema de admisión de un coche, porque es a través del filtro de aire que el motor "respira". Un motor necesita una mezcla exacta de combustible y aire para funcionar, y todo el aire entra en el primer sistema a través del filtro de aire.

Un filtro de aire para su coche en general será bastante barato, debido al filtro de construcción simple. Un filtro de aire es generalmente un similar o fibroso material de papel, plegados de acordeón de estilo y dispuestos en un marco de plástico o metal para encajar coche de aire de su soporte del filtro. El soporte del filtro de aire es generalmente una caja de plástico o de metal en el que el filtro de aire se sienta. En general, el soporte del filtro de aire está conectado a la toma múltiple por un tubo grande de plástico por donde circula el aire.

2.8.- SUBSISTEMA DE AUTODIAGNÓSTICO

El sistema de autodiagnóstico pertenece a en la estructura de la ECU a la memoria RAM, en la cual se almacenan todos los códigos de avería, comunicándose con el usuario a través de la luz MIL (mejor conocida como CHECK ENGINE) que se encuentra ubicado en el panel de control.

2.8.1.- LUZ DE COMPROBACIÓN DEL MOTOR (MIL)⁴¹



*Figura 2.69.- Lámpara MIL
Tomado de <http://mecanicavirtual.com>*

UBICACIÓN

Se encuentra en el panel de instrumentos del vehículo.

⁴¹ RUEDA SANTANDER, Jesús. Manual técnico de Fuel Injection

FUNCIÓN

Tiene la función de informar al conductor de la existencia de una falla en el sistema de inyección electrónica de combustible.

La lámpara es controlada por la unidad de control electrónico ECU. Cuando se abre con la llave el encendido sin prender el motor, la ECU enciende la lámpara de verificación y al arrancar el motor, la lámpara se debe apagar, si con el motor en funcionamiento la lámpara de verificación permanece prendida, esta señal o sistema de autodiagnóstico de la ECU informa que detectó una falla de alguno de los sistemas monitoreados. Cuando la falla es solucionada, la lámpara de verificación debe apagarla la ECU automáticamente en cerca de 10 segundos.

2.8.1.1.- PROCEDIMIENTOS DE COMPROBACIÓN

2.8.1.1.1.- PROCEDIMIENTO DE INSPECCIÓN UTILIZANDO TABLA DE DIAGNOSTICO⁴²

Tabla 2.9- Inspección de daños por diagnóstico

PREGUNTA	PROCEDIMIENTO
Motor no enciende (tiene chispa y tiene combustible)	<ul style="list-style-type: none">• Verificar el sensor MAP.• Verificar el sensor CTS.• Verificar el inyector.• ECU (inyector abre directo cuando se da el encendido)• Problemas mecánicos del motor:<ul style="list-style-type: none">-Correa dentada fuera de punto-Motor sin compresión.• Catalizador tapado.• Filtro de aire obstruido.• ECU.
Motor no enciende (tiene chispa y no tiene combustible)	<ul style="list-style-type: none">• Verificar el circuito eléctrico de la bomba de combustible.• Falta de combustible en el tanque.• Verificar el respiradero del tanque de combustible.• Verificar la ECU.
Motor no enciende (no tiene chispa y tiene combustible)	<ul style="list-style-type: none">• Verificar el sistema de ignición DIS.• ECU (el inyector abre directo cuando se da el encendido).

⁴² RUEDA SANTANDER, Jesús. Manual técnico de Fuel Injection

<p>Motor no enciende (no tiene chispa y no tiene combustible)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Verificar el sensor CKP. • Verificar la alimentación de la ECU. • Verificar la carga de la batería. • Verificar la ECU.
<p>Motor difícil de encender</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Verificar la presión del flujo de combustible. • Verificar el sensor CKP. • Verificar el sensor MAP. • Verificar el sistema de ignición DIS. • Verificar el motor de pasos IAC. • Verificar el sensor CTS. • Verificar el sensor TPS. • Verificar la alimentación de la ECU. • Verificar inyectores. • Problemas mecánicos del motor: <ul style="list-style-type: none"> -Correa dentada fuera de punto -Motor sin compresión. • Catalizador tapado. • Filtro de aire obstruido. • ECU.
<p>Motor fallando</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Verificar la presión del flujo de combustible. • Verificar el sensor CKP. • Verificar el sensor MAP. • Verificar el sistema de ignición DIS. • Verificar el motor de pasos IAC. • Verificar el sensor CTS. • Verificar el sensor TPS. • Verificar la sonda Lambda EGO • Verificar el circuito de la Electroválvula EGR
<p>Motor fallando</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Verificar la alimentación de la ECU. • Verificar inyectores. • Problemas mecánicos del motor: <ul style="list-style-type: none"> -Correa dentada fuera de punto -Motor sin compresión. • Entradas falsas de aire en el colector de admisión. • Verificar los cables de alta. • ECU.
<p>Falta de potencia del motor</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Verificar la presión del flujo de combustible. • Verificar el sensor CKP. • Verificar el sensor MAP. • Verificar el sistema de ignición DIS. • Verificar el sensor CTS. • Verificar el sensor TPS. • Verificar el circuito de la Electroválvula EGR. • Verificar la alimentación de la ECU. • Verificar inyectores. • Problemas mecánicos del motor: <ul style="list-style-type: none"> -Correa dentada fuera de punto -Motor sin compresión. • Entradas falsas de aire en el colector de admisión. • Verificar los cables de alta.

	<ul style="list-style-type: none"> • Catalizador tapado. • Filtro de aire obstruido. • ECU.
Consumo excesivo	<ul style="list-style-type: none"> • Verificar la presión del flujo de combustible. • Verificar el sensor MAP. • Verificar la sonda Lambda EGO • Verificar el sensor CTS. • Catalizador obstruido. • Verificar inyectores. • Filtro de aire obstruido. • Entradas falsas de aire. • Cables de alta y bujías. • ECU.
Marcha mínima irregular (oscilando)	<ul style="list-style-type: none"> • Verificar el motor de pasos IAC. • Verificar el sensor TPS. • Verificar la presión de flujo de la línea de combustible. • Verificar la sonda Lambda EGO. • Verificar el sensor CTS. • Entradas falsas de aire en el colector de admisión. • ECU.
Marcha mínima alta (acelerado)	<ul style="list-style-type: none"> • Verificar el motor de pasos IAC. • Verificar el sensor CTS. • Verificar el sensor TPS. • Verificar la carga de batería. • Entradas falsas de aire en el cuerpo de la mariposa. • Entradas falsas de aire en el eje de la mariposa. • Eje de la mariposa trabado. • ECU.
Marcha mínima baja	<ul style="list-style-type: none"> • Verificar el motor de pasos IAC. • Verificar el sensor CTS. • Verificar la presión del flujo de la línea de combustible. • Entradas falsas de aire en el colector de admisión.

2.8.1.1.2.- PROCEDIMIENTO DE INSPECCIÓN UTILIZANDO CHECK ENGINE⁴³

ACCESO A LOS CÓDIGOS DE FALLA

Los códigos de falla almacenados en la memoria RAM de la unidad de comando electrónico (ECU), pueden ser accedidos por medio del conector de diagnóstico. La ECU informa los códigos de falla a través de la lámpara de verificación del motor con señales de intermitencia (encendido/apagado).

⁴³ JARAMA, Wilson. Manual del Corsa

Cada código está formado por dos dígitos (unidades y decenas).

La parte decimal del código corresponde a la primera secuencia de intermitencia y la parte unitaria del código corresponde a la segunda secuencia de intermitencia (aproximadamente 1 segundo).

Los códigos de falla son separados uno de otro, por una pausa larga (aproximadamente 3 segundos), los códigos de falla son presentados en orden ascendente.

El código 12 siempre se muestra, y cuando el sistema está bien, este aparece.

Para acceder a los códigos de falla:

- a) Retire la llave del encendido.
- b) A continuación puentee las terminales A y B del conector de diagnóstico ALDL.
- c) Con la llave abra el encendido sin prender el motor.
- d) Cuento los destellos de la lámpara de verificación del motor, de acuerdo con el siguiente ejemplo:

Tabla 2.10- Inspección de daños con lámpara de verificación

CÓDIGO	DESTELLOS DE LÁMPARA DE VERIFICACIÓN			
12		Pausa 1 segundo	 	Pausa 3 segundos
21	 	Pausa 1 segundo		Pausa 3 segundos

*  Destello de la lámpara de verificación.

Cada código es repetido tres veces en secuencia.

Para borrar o apagar los códigos de falla almacenados en la memoria RAM de la unidad de comando electrónico se hace lo siguiente:

- a) Retire la llave del encendido.
- b) Desconecte o quite el puente de los terminales A y B.
- c) Repare ó reemplace el motivo de la falla. Los códigos de falla son borrados automáticamente, después de recorrer algunos kilómetros sin reincidencia de la falla, o a su vez, desconecte los bornes de la batería por el lapso de 30 segundos y vuelva a conectarlos.

Después de este proceso el código de falla quedará borrado y aparecerá el código 12 que indica que el sistema esta funcionando bien.

2.9.- CÓDIGOS DE FALLA

Tabla 2.11.- Códigos de falla

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
12	Siempre es mostrado y significa que el sistema está bien.
13	Revisar sonda Lambda EGO – Circuito abierto
14	Revisar sensor de temperatura de agua – Tensión baja
15	Revisar sensor de temperatura de agua – Tensión alta
19	Revisar sensor de posición del cigüeñal CKP – Señal incorrecta de rpm
21	Revisar sensor de posición de la mariposa TPS – Tensión alta
22	Revisar sensor de posición de la mariposa TPS – Tensión baja
24	Revisar el circuito del sensor de velocidad
25	Revisar circuito eléctrico de inyectores – Tensión baja
28	Falla el contacto del relé de la bomba de combustible
29	Revisar circuito de la bomba de combustible – Tensión baja
31	Revisar el circuito de la electroválvula EGR
32	Revisar circuito de la bomba de combustible – Tensión alta
33	Revisar sensor de presión absoluta MAP – Tensión alta
34	Revisar sensor de presión absoluta MAP – Tensión baja

35	Revisar el circuito del motor de pasos IAC
41	Revisar el circuito eléctrico del sistema de ignición – Tensión alta línea 2 y 3
42	Revisar el circuito eléctrico del sistema de ignición – Tensión alta línea 1 y 4
44	Revisar sonda Lambda EGO – Mezcla pobre
45	Revisar sonda Lambda EGO – Mezcla rica
48	Batería con tensión baja
49	Batería con tensión alta
51	Falla de la ECU
55	Falla de la ECU
63	Revisar el circuito eléctrico del sistema de ignición – Tensión baja línea 2 y 3
64	Revisar el circuito eléctrico del sistema de ignición – Tensión baja línea 1 y 4
66	Roto tubo del sensor de posición de la mariposa TPS
69	Revisar sensor de temperatura del aire ACT – Tensión baja
71	Revisar sensor de temperatura del aire ACT – Tensión alta
81	Revisar circuito eléctrico de inyectores – Tensión alta
93	Falla de la señal Quad Drive Module 8 – QDM 8
94	Falla de la señal Quad Drive Module 9 – QDM 9

CAPITULO III. SISTEMA DE ENCENDIDO ELECTRONICO DIS

3.1.- DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SISTEMA DIS

El sistema de encendido DIS (**D**irect **I**gnition **S**ystem) también llamado: sistema de encendido sin distribuidor (**D**istributorless **I**gnition **S**ystem), se diferencia del sistema de encendido tradicional en suprimir el distribuidor, con esto se consigue eliminar los elementos mecánicos, siempre propensos a sufrir desgastes y averías. Además la utilización del sistema DIS tiene las siguientes ventajas:

- Tiene un gran control sobre la generación de la chispa ya que hay más tiempo para que la bobina genere el suficiente campo magnético para hacer saltar la chispa que inflame la mezcla. Esto reduce el número de fallos de encendido a altas revoluciones en los cilindros por no ser suficiente la calidad de la chispa que impide inflamar la mezcla.
- Las interferencias eléctricas del distribuidor son eliminadas por lo que se mejora la fiabilidad del funcionamiento del motor, las bobinas pueden ser colocadas cerca de las bujías con lo que se reduce la longitud de los cables de alta tensión.
- Existe un margen mayor para el control del encendido, por lo que se puede jugar con el avance al encendido con mayor precisión.

Los tipos de encendido DIS que existen son:

- Encendido DIS simultáneo.-Utiliza una bobina por cada dos cilindros. La bobina forma conjunto con una de las bujías y se conecta mediante un cable de alta tensión con la otra bujía.
- Encendido DIS directo.- Contiene una bobina por cada cilindro, montadas muy cerca de la culata.

En el sistema Multec Delphi original del los autos CORSA, se utiliza el encendido DIS simultáneo, por lo que nuestro estudio se profundizará exclusivamente en dicho sistema.

3.2.- SISTEMA DE ENCENDIDO DIRECTO (DIS) SIMULTÁNEO⁴⁴

El sistema Multec Delphi no posee distribuidor (rotor, tapa, etc.). Los cables de alta tensión de las bujías son conectados directamente al módulo DIS. El módulo de encendido contiene dos dispositivos semiconductores para el accionamiento de cada bobina, estos semiconductores se conectan a un circuito limitador de corriente, para reducir el consumo de potencia de las bobinas.

Para controlar el DIS, la ECU utiliza dos cables, cada cable (EST A / EST B) controla una bobina.

Si el impulso del encendido dispara EST A, la primera bobina de encendido hace generar un alto voltaje en los cilindros 1 y 4; en consecuencia, si el impulso de encendido es disparado en EST B, la segunda bobina de encendido hace generar un alto voltaje en los cilindros 2 y 3. Hay una diferencia de 180 grados entre la señal de encendido de EST A y EST B.

Cada bobina energiza una bujía de encendido, de un cilindro conteniendo la mezcla para encendido, y la otra bujía, al otro cilindro conteniendo la mezcla quemada.

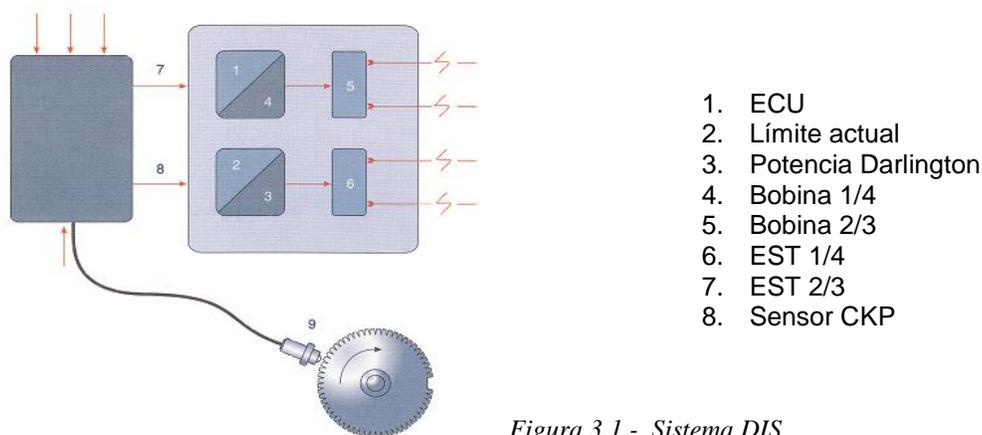


Figura 3.1.- Sistema DIS
 Tomado de Manual Técnico de Fuel Injection

⁴⁴ RUEDA SANTANDER, Jesús. Manual técnico de Fuel Injection

Franja de rpm para DIS: 30 – 8000 rpm

Señal de entrada EST

La entrada EST recibe de la ECU una señal para indicar al módulo las situaciones en que el dispositivo de salida de potencia debe ser conectado y cuando él mismo debe desconectarse.

Señal EST

La señal EST se conmuta del estado mas bajo (menos 0,5 voltios corriente inferior a 1 miliamperio) al estado alto (4,9 a 5,1 voltios), cuando la ECU completa el ciclo de avance.

Posterior al punto de avance, la señal EST se conmuta del estado alto (4,9 a 5,1 voltios) al estado bajo (inferior a 0,5 voltios). No hay superposición de puntos de avance en las dos señales EST.

Franja máxima de las señales: -1,0 a 5,1 voltios

Tabla 3.1.- Límite de conmutación de la señal EST

ESTADO SEÑAL	MÍNIMO	MÁXIMO	DESCRIPCIÓN
EST (conectado)	1,75 voltios	2,75 voltios	El valor del voltaje DC entre la señal de entrada EST y la tierra (masa) necesaria para hacer que la corriente del colector sea activada.
EST (desconectado)	1,30 voltios	2,75 voltios	El valor del voltaje DC entre la señal de entrada EST y la tierra (masa) necesaria para hacer que la corriente del colector sea desactivada.

ALGORITMO DE AVANCE DEL CONTROLADOR

El algoritmo de avance del controlador consiste en dos modos diferentes:

1. En el modo girar para el encendido, el punto de avance se basa en un determinado número de grados de rotación del motor, así como el voltaje de la batería.
2. En el modo funcionar, el punto de avance se basa en la rotación del motor y voltaje de la batería.

La transacción entre el modo girar para el arranque y el modo funcionar puede ser definido en la calibración de la ECU, esta transacción entre los dos modos, ocurre en aproximadamente 400 rpm.

La limitación de corriente es controlada por el módulo, limita la corriente de la bobina primaria a un valor especificado definido por los componentes en el módulo.

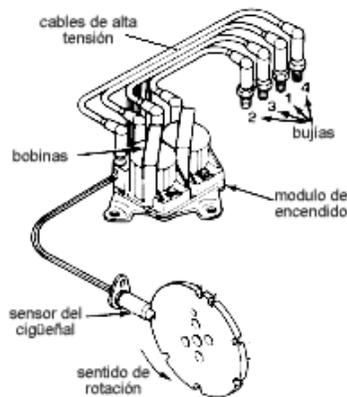
PROTECCIÓN DE VOLTAJE

El módulo de encendido DIS funciona en una franja de alimentación entre 6 y 16 voltios. El módulo puede soportar un voltaje excesivo de 24 voltios durante un periodo de 60 segundos. Cuando intervienen las terminales (negativo a positivo de la batería), el módulo electrónico conectado a las bobinas puede resistir durante un periodo de 60 segundos sin dañarse.

Tabla 3.2.- Avance en el modo girar para el arranque

Franja de avance para el voltaje de la batería	18 a 20 grados dependiente del avance por encima de 12 voltios del encendido.
Franja de avance para el voltaje de la batería	36 a 42 grados dependiendo del avance por debajo de 10 voltios del encendido.

3.3.- COMPONENTES.



1. Sensor de posición del cigüeñal CKP
2. Bobina de encendido
3. Cables de alta tensión
4. Bujías
5. Unidad de control electrónico ECU

Figura 3.2.-Componentes del sistema DIS
Tomado de <http://mecanicavirtual.com>

3.3.1.- SENSOR DE POSICIÓN DEL CIGUEÑAL

Éste sensor juega un papel mas importante en el encendido, ya que en base a la información de éste, así responderá la computadora traduciendo esas señales en información para el salto de chispa. Para el encendido solo se utiliza este sensor:

Sensor CKP (Crankshaft Position Sensor): Capta la información de la posición y ángulo del cigüeñal. En el estudio de nuestro sistema, el sensor CKP es de tipo INDUCTIVO.⁴⁵

Este sensor funciona bajo el mismo principio que el distribuidor de ese tipo, esta basado en un imán que capta la señal cada vez que se encuentra en un orificio, es un sensor común en la mayoría de vehículos con sistema DIS, este sensor tiene siempre 3 líneas:

- una positiva directa de batería
- una negativa directa
- y una línea de señal que va directamente a la computadora.

Para recibir la señal requerida, en el eje de levas se ha colocado un diente, los mismos que obligan al sensor a generar la señal cuando coincide el diente, durante su giro.

3.3.2.- BOBINA DE ENCENDIDO DIS⁴⁶



*Figura 3.3.-Bobina de encendido DIS
Tomado de Manual del Corsa*

⁴⁵ COELLO SERRANO, Efrén. Sistemas de inyección electrónica de gasolina

⁴⁶ CROUSE, William. Equipo eléctrico y electrónico del automóvil.

UBICACIÓN

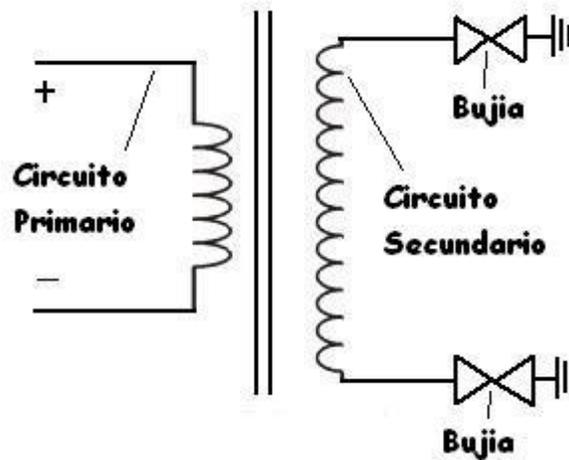
Se encuentra ubicada en la parte lateral del cabezote, encima del sensor CTS.

FUNCIÓN

Elevar el voltaje para provocar la chispa de las bujías de manera directa.

En el sistema Multec Delphi podemos encontrar el sistema de encendido DIS simultáneo (también llamado encendido DIS por chispa perdida), el cual basa su funcionamiento en la utilización de una bobina por cada dos cilindros que a diferencia del encendido DIS directo (también llamado encendido DIS independiente), utiliza una bobina por cada cilindro.

El esquema siguiente muestra las bobinas para un sistema de encendido DIS por chispa de desecho:



*Figura 3.4.-Esquema de funcionamiento del encendido DIS
Tomado de <http://mecanicavirtual.com>*

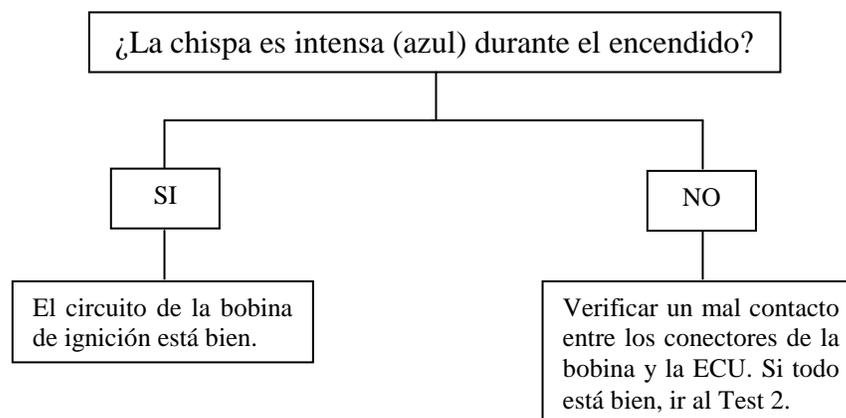
En la ilustración se puede apreciar que ahora el circuito primario está separado del secundario teniendo en medio un trozo de metal que no permite el contacto entre ellos, provocando que el voltaje de salida sea más elevado (45000 V), así como una apertura de bujías de un máximo de 0.050" para una combustión más potente y provechosa. Ese tipo de bobina tiene dos salidas, correspondientes a dos cilindros que trabajen apareados (por ejemplo el 1 y el 4), cuando la computadora

manda la señal de salto de chispa lo hace en los dos cilindros. Esto se debe a que el momento de salto de chispa los dos cilindros se encuentran en dos etapas del ciclo del motor que son Compresión y Escape, la corriente fluye con mas intensidad donde exista mayor resistencia del aire y esa condición la ofrece la carrera de Compresión, donde se producen unos 45000 V, cuando salta esa chispa inmediatamente salta la que esta en el cilindro de escape (unos 5000 V-10000 V), donde termina de inflamar la gasolina restante para ser enviada al tubo de escape, contribuyendo así al medio ambiente con la reducción de hidrocarburos contaminantes en el entorno. Esta chispa aterriza a la otra chispa que proviene de compresión, repitiendo este ciclo una y otra vez provocando mayor salto de chispa en compresión.

3.3.2.1.- COMPROBACIÓN DE LA BOBINA DE ENCENDIDO

TEST 1: Verificación general del sistema

- a) Desconectar el cable de alta del cilindro 1 y hacer contacto con una pieza metálica del motor, como se muestra en la figura.
- b) Prender el motor observando la chispa, durante el encendido la chispa debe ser intensa y de color azul.
- c) Repetir el test para los otros cilindros.



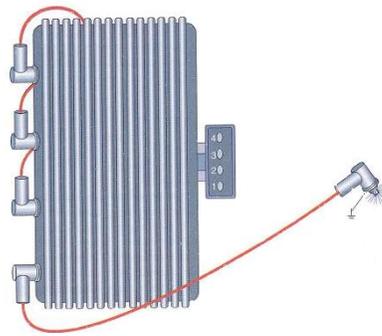


Figura 3.5.- Test 1, bobina DIS
Tomado de Manual Técnico de Fuel Injection

TEST 2: Verificación de la alimentación positiva del módulo DIS

- a) Retirar la llave del encendido.
- b) Reconectar el cable de alta al cilindro.
- c) Con la llave, abrir el encendido sin prender el motor.
- d) Conectar el analizador de polaridad al cable que va conectado a la terminal 1 de la bobina (negro). La polaridad debe ser positiva.

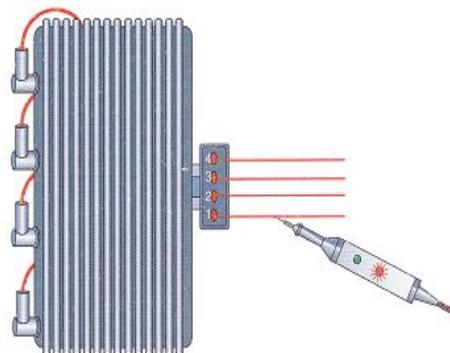
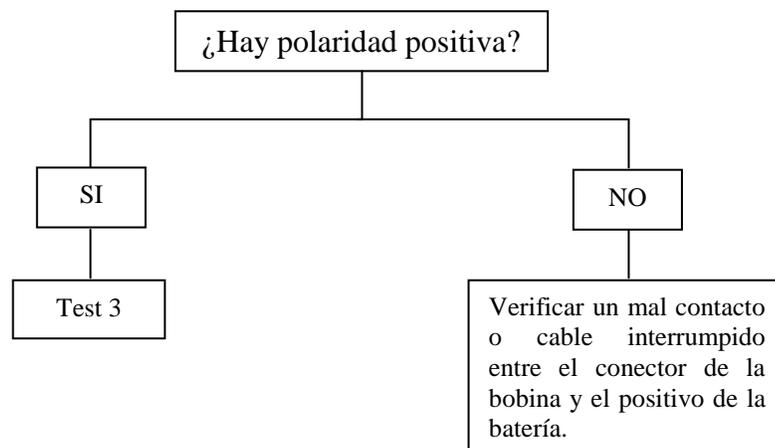
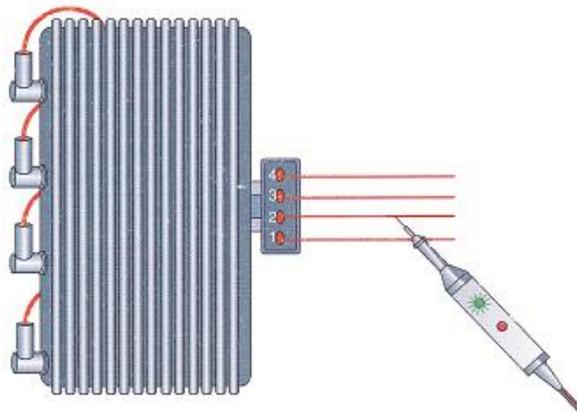
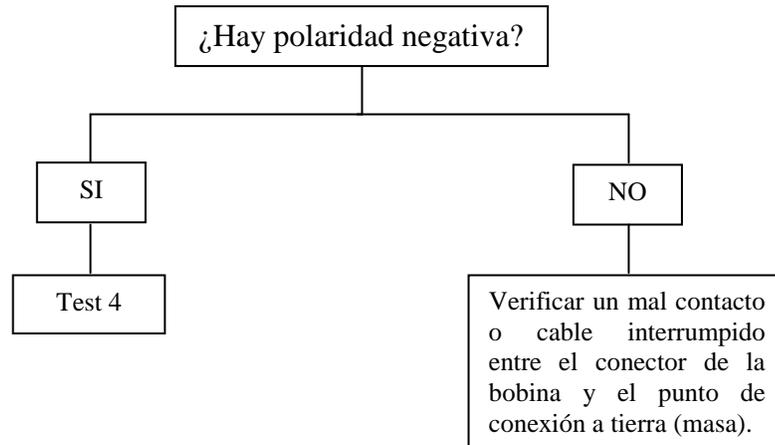


Figura 3.6.- Test 2, bobina DIS
Tomado de Manual Técnico de Fuel Injection

TEST 3: Verificación de la tierra (masa) del módulo DIS

Conectar el analizador de polaridad al cable que va conectado a la terminal 2 de la bobina (marrón). La polaridad debe ser negativa.



*Figura 3.7.- Test 3, bobina DIS
Tomado de Manual Técnico de Fuel Injection*

TEST 4: Verificación del control del módulo DIS

- Conectar el analizador de polaridad en los cables que van a las terminales 3 y 4 de la bobina.
- Prender el motor y durante el encendido, el LED rojo debe de ser intermitente rápidamente.

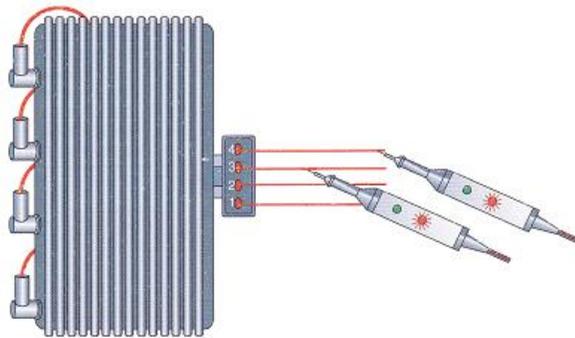
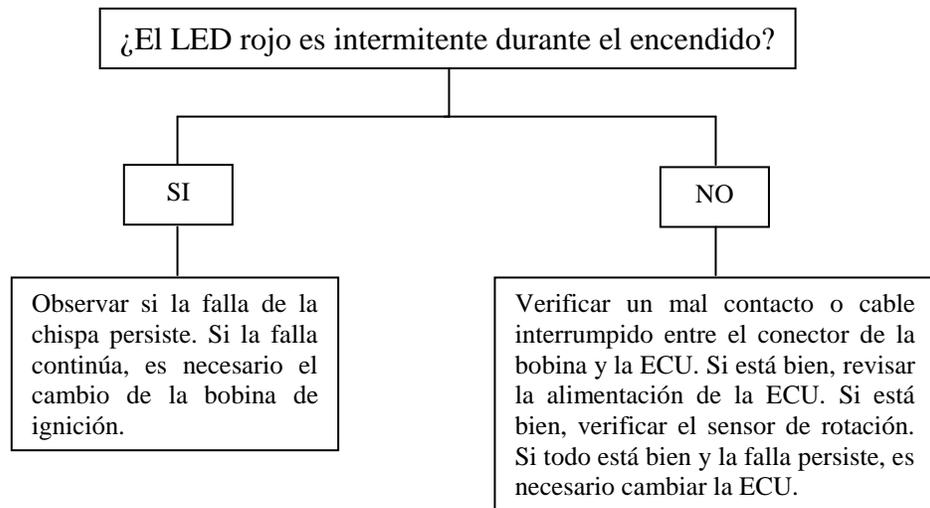
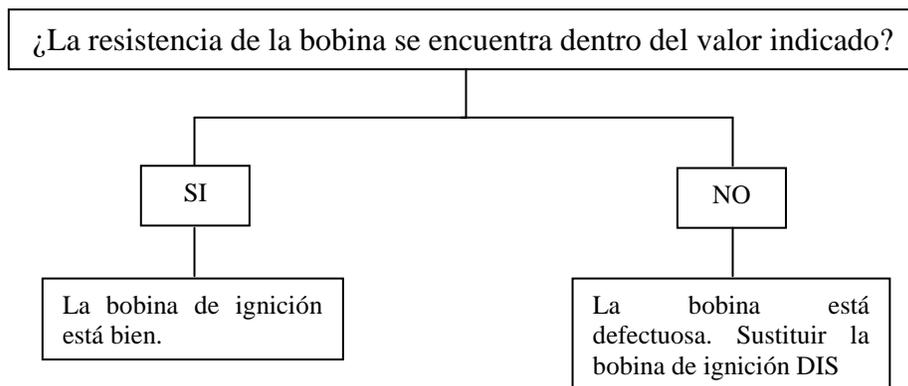
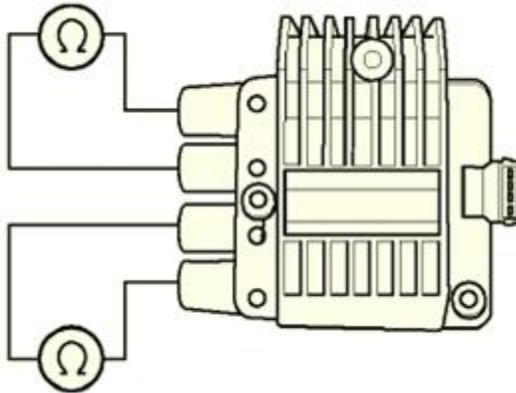


Figura 3.8.- Test 4, bobina DIS
Tomado de Manual Técnico de Fuel Injection

TEST 5: Verificación de resistencia

- Desconecte todos los cables de bujía de la bobina.
- Mida las resistencias de la bobina con los terminales indicados, la resistencia debería estar sobre 5700 ohmios.





*Figura 3.9.- Test 5, bobina DIS
Tomado de Manual del Corsa*

3.3.3.- CABLE DE ALTA TENSION⁴⁷



*Figura 3.10.- Cables de alta tensión
Tomado de Manual del Corsa*

UBICACIÓN

Se encuentran conectando la bobina de ignición con las bujías.

FUNCIÓN

Permitir el paso de corriente para provocar la chispa de las bujías en la cámara de combustión.

Para que pueda saltar la chispa que da vida al motor, la alta tensión (de hasta 50 kv) que es producida por la bobina, debe pasar primero a través del cable de encendido antes de llegar a la bujía.

⁴⁷ PÉREZ, Alonso. Técnicas del automóvil

Para que esto pueda ocurrir, los cables de bujías deben cumplir una serie de requisitos, los mas importantes son:

- Altas propiedades de aislamiento.
- Resistencia a las altas temperaturas (hasta 200°C).
- Resistencia a las vibraciones y a las variaciones de la humedad.

Estas características deben mantenerse de manera constante y fiable a largo plazo, incluso en las condiciones mas extremas.

3.3.3.1.- COMPROBACIÓN DE LOS CABLES DE ALTA TENSIÓN

Normalmente no le prestamos la debida atención a los cables de bujía del auto. Como sugerencia, cada vez que cambiemos las bujías debemos revisar el estado de los mismos. Lo primero que debemos hacer es:

- Limpiarlos con un trapo limpio para poder hacer una inspección visual del cable.
- Debemos cerciorarnos de que no tengan fisuras, quemaduras o abrasiones.

PRUEBAS DE DIAGNÓSTICO EN LOS CABLES DE ALTA TENSIÓN⁴⁸

TEST 1:

Una prueba que podemos hacer es:

- a) Arrancar el vehículo en un lugar con las luces apagadas (tener presente que haya ventilación en el lugar para evitar riesgo de asfixia por CO).
- b) Observar cada cable de bujía.
- c) En caso de que hubiera alguna fisura, seguramente veremos un arco eléctrico en la zona con problemas. De ser así, dicho cable debe ser reemplazado.

⁴⁸ PÉREZ, Alonso. Técnicas del automóvil

TEST 2:

Un método también válido pero muy efectivo para verificar el estado de los cables es:

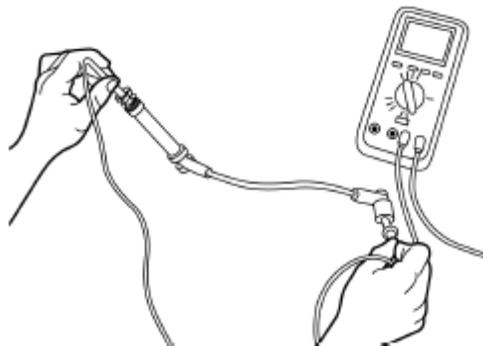
- a) Utilizar un destornillador buscapolo (el que usan los electricistas para buscar el cable vivo en 220 V) y pasar la punta de éste por todo el largo de los cables.
- b) Si vemos que se enciende el testigo del destornillador, ese cable esta teniendo problemas de aislación y debe ser sustituido.

TEST 3

Otro punto a verificar (ya habiendo desconectado los cables de bujía), es el estado de los terminales en ambos extremos del cable como así también el alojamiento del distribuidor o bonina tipo DIS. Éstos no deben tener rastros de corrosión. En caso de haberlo proceder a eliminarlo y proteger los terminales con un aerosol del tipo WD-40.

TEST 4⁴⁹

En los vehículos a Inyección Electrónica, otro punto indispensable a verificar es la resistencia óhmica de los cables.

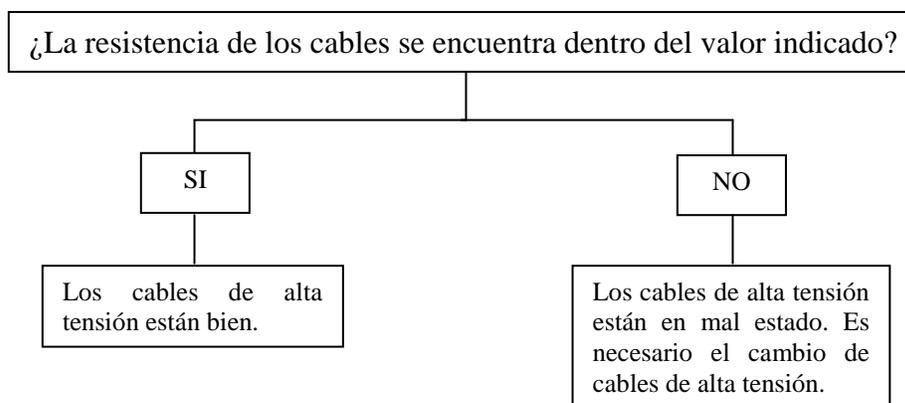


*Figura 3.11.- Comprobación de resistencia cables de alta tensión
Tomado de Manual Técnico GM*

- a) Con la ayuda de un multímetro debemos medir la resistencia de cada cable.

⁴⁹ GENERAL MOTORS. Manual técnico de reparación Corsa B

- b) Ésta debe ser aproximadamente de 10 k Ohmios / m (10,000 ohmios por metro lineal de cable medido). O sea que si estamos midiendo un cable de medio metro, éste debería medir aproximadamente 5000 ohmios. Esta medición es sólo válida en aquellos cables de bujía que tienen su resistencia interna distribuida linealmente a lo largo del cable.⁵⁰



La necesidad de que el cable de bujía tenga un valor determinado de resistencia, obedece a que la ECU del sistema de Inyección Electrónica es muy sensible a cualquier ruido eléctrico. Justamente para evitar cualquier corriente parásita que surja de la alta tensión del encendido es que se le colocan resistencias.

3.3.4.- BUJÍAS⁵¹



Figura 3.12.- Bujía de encendido
Tomado de <http://mecanicavirtual.com>

UBICACIÓN

Se encuentran en la culata del motor.

FUNCIÓN

Provocar la chispa de encendido para la combustión de la mezcla en la cámara.

⁵⁰ RUEDA SANTANDER, Jesús. Manual técnico de Fuel Injection

⁵¹ COELLO SERRANO, Efrén. Sistemas de inyección electrónica de gasolina

Este diminuto pero importantísimo dispositivo, es el encargado de generar la chispa que comenzará el encendido del combustible dentro del cilindro en el motor de gasolina, por lo que en esencia, constituye una prolongación del cable de alta tensión procedente de la bobina DIS, que atraviesa el cuerpo del motor hasta el interior del cilindro, y allí tiene otro electrodo conectado al otro polo eléctrico (generalmente tierra) y entre los cuales salta la chispa, cuando el voltaje se eleva lo necesario (hasta más de 20,000 voltios).

Este salto se produce dentro de la cámara de combustión del motor para producir el encendido de la mezcla de aire y combustible. El montaje de la bujía al motor se realiza a través de una unión roscada estanca, con el uso de una junta o empaque, o con un asiento cónico.

CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO DE UNA BUJÍA⁵²

Para que el motor pueda funcionar sin problemas, a plena potencia y respetando a la vez el medio ambiente, deben cumplirse algunas condiciones:

- Debe existir la cantidad necesaria de mezcla óptima de aire y combustible en el cilindro.
- La chispa de encendido rica en energía debe saltar entre los electrodos en el momento exacto, previamente determinado.
- Las bujías de encendido deben ofrecer las máximas prestaciones: Entre unas 500 y 3.500 veces por minuto.
- La bujía debe suministrar una potente chispa de encendido, incluso a la máxima potencia durante horas o con un tráfico de parada y arranque e incluso a $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ deben asegurar que se alcance rápidamente la temperatura de servicio.
- Las bujías de encendido de alta tecnología proporcionan un encendido poco nocivo y un aprovechamiento óptimo del combustible sin fallos de encendido.

⁵² CROUSE, William. Equipo eléctrico y electrónico del automóvil

EXIGENCIAS QUE DEBE CUMPLIR UNA BUJÍA MODERNA

Una bujía de encendido moderna debe cumplir los siguientes requisitos:

Exigencias eléctricas

- Transmisión segura de alta tensión incluso con tensiones de encendido de hasta 40.000 voltios.
- Elevada capacidad de aislamiento incluso a temperaturas de 1.000 °C, prevención de perforaciones y descargas

Exigencias mecánicas

- Cierre de la cámara de combustión estanco al gas y a la presión, resistencia frente a las presiones oscilantes de hasta 100 bar.
- Elevada resistencia mecánica para un montaje más seguro

Exigencias térmicas

- Resistencia frente a los termoshocks (gases de escape calientes – mezcla de entrada fría)
- Alta conductividad térmica del aislante y de los electrodos

Exigencias electroquímicas

- Resistencia frente a la erosión por chispas, los gases y residuos de la combustión
- Prevención de la formación de sedimentos en el aislador

ESTRUCTURA

Es un cuerpo de acero hueco roscado exteriormente en el extremo inferior y provisto de un hexágono de apriete, se coloca un aislador de cerámica (porcelana) que ocupa todo el interior y se prolonga hacia arriba cubriendo un

núcleo conductor que va desde una terminal de conexión para la bobina DIS (arriba), hasta un pequeño conductor inferior nombrado como electrodo central hecho de un material resistente a la corrosión (aleaciones de níquel) capaz de soportar la inclemencias del ambiente.

El aislador de cerámica es monolítico, y se coloca dentro del cuerpo de acero, asentado sobre una junta refractaria en el apoyo inferior en el cambio de sección a la parte roscada. Este aislador cubre todo el electrodo central, incluyendo el inserto anticorrosivo final, del cual solo sobresale una pequeña porción.

FUNCIONAMIENTO DE LA BUJÍA EN EL MOTOR

En el tiempo de compresión se inicia la combustión de la mezcla comprimida de combustible y aire, mediante una chispa eléctrica. La misión de la bujía de encendido es generar esa chispa. La chispa se produce gracias a la alta tensión generada por la bobina de encendido y salta entre los electrodos. La chispa se expande un frente de llamas por toda la cámara de combustión, hasta que se ha quemado la mezcla, produciendo así el trabajo necesario para mover los pistones desde el P.M.S. hasta el P.M.I., y así sucesivamente con cada cilindro.

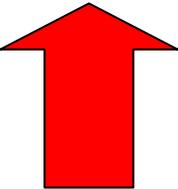
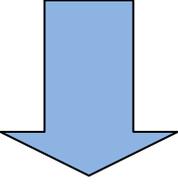
VALOR TÉRMICO DE UNA BUJÍA

El valor térmico es una medida para el dimensionamiento térmico de una bujía de encendido, indica la capacidad máxima de carga térmica que se ajusta en la bujía de encendido en equilibrio entre la admisión y la emisión de calor. Al seleccionar una bujía de encendido debe mantenerse exactamente el valor térmico exacto:

- Si el índice de grado térmico es demasiado alto (por ejemplo, 9), la bujía no puede disipar con suficiente rapidez el calor producido. Eso provoca encendidos incandescentes; es decir, no es la chispa de encendido sino la bujía excesivamente caliente lo que enciende la mezcla.
- Si el índice de grado térmico es demasiado bajo (por ejemplo, 5), con una potencia del motor reducida no se alcanza la temperatura de combustión

libre necesaria para la auto limpieza de la bujía, como consecuencia existen fallos de encendido, consumo elevado y emisiones crecientes.

Tabla 3.3.- Grado térmico de una bujía

GRADO TÉRMICO	TIPO DE BUJÍA
2	CALIENTE 
4	
5	
6	
7	
8	FRÍO 
9	
10	
11	
12	
13	

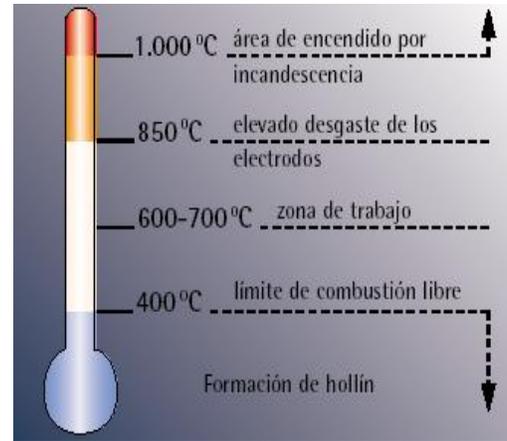
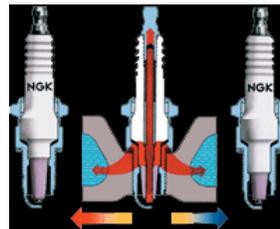


Figura 3.13.-Temperatura de la bujía
Tomado de <http://mecanicavirtual.com>

TIPOS DE BUJÍAS

Existen diferentes tipos de bujías según su tamaño y tipo de funcionamiento:

- Bujía fría o de alto grado térmico.- Este tipo de bujía conducen el calor con gran rapidez por lo que permanecen más frías.
- Bujía caliente o de bajo grado térmico.- Al contrario de las anteriores estas transmiten el calor más lentamente y por lo tanto se mantienen más calientes.



BP 5 ES Tipo caliente - BP 6 ES - BP 7 ES Tipo frío

Figura 3.14.- Comparación del grado térmico de la bujía
Tomado de <http://mecanicavirtual.com>

3.3.4.1.- COMPROBACIÓN DE BUJÍAS

La sobrecarga, un combustible deficiente, la elección de bujías inadecuadas y el tráfico de parada y arranque son sólo algunas de las influencias que pueden provocar fallos de funcionamiento en la bujía de encendido. A continuación, mediante esta prueba, verificar que la bujía este funcionando:

- Desconectar el cable de alta del cilindro 1 y conectar a él una bujía, como se muestra en la figura.
- Prender el motor observando la chispa de la bujía, durante el encendido la chispa debe ser intensa y de color azul.
- Repetir la prueba para el resto de bujías.

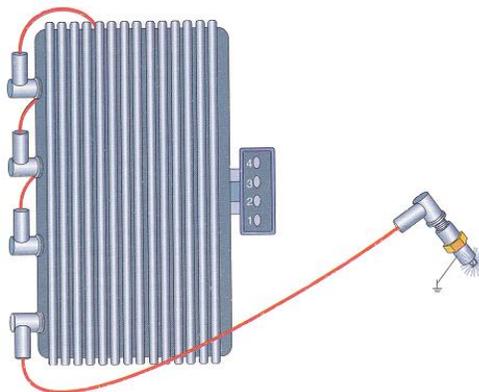
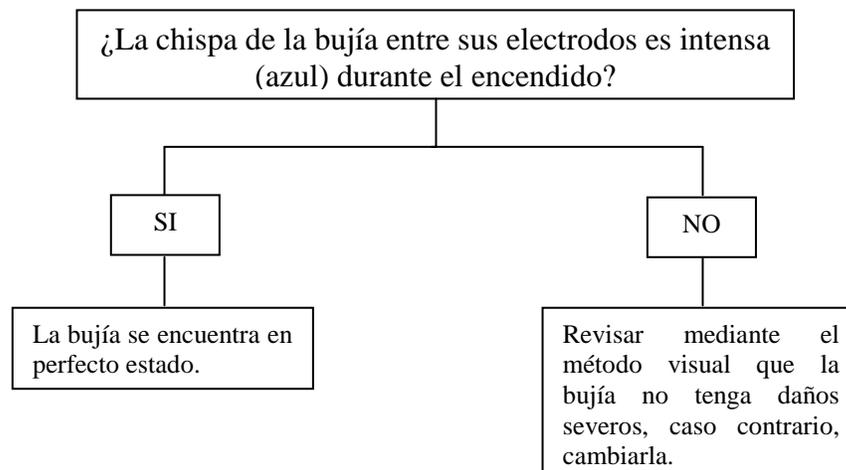


Figura 3.15.- Comprobación de la bujía
Tomado de Manual Técnico de Fuel Injection

3.3.4.2.- INSPECCIÓN Y LIMPIEZA DE BUJÍAS⁵³

Tabla 3.4.- Inspección – verificación de las bujías

NÚMERO	FOTO	ESTADO/ASPECTO DE LA BUJÍA	CAUSA/ CORRECCIÓN DE LA FALLA
1		Estado normal	
2		Estado normal	
3		Con hollín	Hay que regular mezcla, dispositivo de arranque y filtro de aire.
4		Con hollín (hay que regular mezcla, dispositivo de arranque y filtro de aire).	Hay que regular mezcla, dispositivo de arranque y filtro de aire.
5		Engrasadas	<ul style="list-style-type: none"> • Revisar motor. • Revisar combustible • Cambiar bujías.
6		Engrasadas	<ul style="list-style-type: none"> • Revisar motor. • Revisar combustible • Cambiar bujías.
7		Emplomadas	Cambiar bujías (no tiene sentido la limpieza).

⁵³ <http://www.automecanico.com>

8		Emplomadas	Cambiar bujías (no tiene sentido la limpieza).
9		Fuerte contenido en plomo	Cambiar bujías (no tiene sentido la limpieza).
10		Fuerte contenido en plomo	Cambiar bujías (no tiene sentido la limpieza).
11		Generación de cenizas.	<ul style="list-style-type: none"> • Regular motor. • Cambiar bujías. • Revisar aceite utilizado.
12		Generación de cenizas.	<ul style="list-style-type: none"> • Regular motor. • Cambiar bujías. • Revisar aceite utilizado.
13		Electrodo fundido.	<ul style="list-style-type: none"> • Revisar motor. • Encendido y sistema de mezcla. • Utilizar bujías con valor energético adecuado).
14		Electrodo fundido.	<ul style="list-style-type: none"> • Revisar motor. • Revisar sistema de encendido • Cambiar bujías).
15		Electrodo fundido.	<ul style="list-style-type: none"> • Revisar motor. • Revisar sistema de encendido • Cambiar bujías).
16		Desgaste excesivo del electrodo central (bujías nuevas).	<ul style="list-style-type: none"> • Revisar motor. • Utilizar bujías con valor energético adecuado).

17		Desgaste excesivo del electrodo de masa (bujías nuevas).	<ul style="list-style-type: none"> • Revisar sistema de encendido • Utilizar bujías con valor energético adecuado).
18		Rotura del aislante (bujías nuevas).	<ul style="list-style-type: none"> • Revisar sistema de encendido • Utilizar bujías con valor energético adecuado).

LIMPIEZA DE BUJÍAS⁵⁴

1. El primer paso en la revisión de las bujías, es quitarles las conexiones de alta tensión. Quite los capuchones de las bujías tirando siempre de ellos y no del cable.
2. Antes de destornillar las bujías limpie toda la suciedad que pueda haber a su alrededor con un pincel suave.
3. Ponga la llave verticalmente sobre la bujía. No mueva la llave porque podría quebrar el aislamiento cerámico de la pieza, que, aunque resistente, puede ceder. No es necesario hacer mucha fuerza para aflojar una bujía. Si esta sale con facilidad, lo mas probable es que haya sido apretada en exceso.



Figura 3.16.- Extracción de una bujía

4. Una vez haya sacado las bujías, límpiele los electrodos con aguarrás. Si lo cree necesario llévelas a un taller para ser limpiadas con chorro de arena.
5. La separación de los electrodos debe de ser exacta, para producir una buena chispa. Utilice un calibrador de separaciones para ajustarla a las especificaciones del manual.

⁵⁴ <http://www.mecanicavirtual.com>



Figura 3.17.- Calibración de una bujía

6. Si los electrodos tienen que ser limados para dejarlos lisos, levante el lateral con un cuchillo de hoja ancha o con la herramienta ideal.



Figura 3.18.- Limpieza de una bujía

7. Lime la cara interior del electrodo lateral con una lima plana, procurando que sea lo mas fina posible. Haga lo mismo con el otro electrodo.

SUSTITUCIÓN

En la practica, es lo mas fiable y económico pues aún con su regeneración es necesario tarde o temprano su completa sustitución.

El procedimiento es sencillo:

1º) Se procede a desmontar los capuchones de los cuatro cables que comunican las bujías al delco. Tras anotar su orden o colocación exacta (vale un dibujo de orientación) respecto de cada bujía, se deben limpiar bien por dentro esos capuchones y los cables eliminando restos de grasa y humedad, para evitar derivaciones o falsos contactos.

2º) Con una llave de bujías, se extraen una a una lentamente las 4, comprobando su estado o su índice de desgaste. A continuación se procederá a su sustitución por otras del mismo grado térmico e idénticas

características (aunque no coincida la marca). Esto es muy importante, pues hay que respetar la calidad preconizada por la casa oficial.

3º) Al introducir las bujías nuevas, les aplicaremos un poco de aceite en la rosca cuidando de comprobar la arandela, las roscaremos primero a mano y después con la llave pero sin apretar fuerte contra el bloque motor, pues produciríamos daños a la bujía o lo que es peor, al bloque. A continuación colocamos los capuchones en su correcto orden y tiraremos las viejas bujías.

3.3.5.- ECU

La computadora en este sistema juega un papel indispensable, recibe la información generada por los sensores y manda esta información, ya sea a un modulo de encendido aparte o bien directamente hacia las bobinas para producir el salto de chispa. La computadora además controla de forma sincronizada la inyección de gasolina, el tiempo y otros elementos que influyen en el rendimiento de un motor, para así adecuarse a cada una de las situaciones que se pueden brindar, como aceleración máxima, aceleración brusca, velocidad constante, velocidad de salida, etc.

Para una mayor información profundizada sobre este tema, revisar el capítulo anterior.

3.4.- FUNCIONAMIENTO

La disposición de los pistones en un motor de cuatro cilindros se realiza por parejas. De esta forma los pistones 1 y 4 se desplazan a la par y con un desfase de 180º con los pistones 2 y 3. Cada bobina doble se conecta a dos bujías. Una bobina doble corresponde con los cilindros uno y cuatro. La otra bobina doble corresponde a los cilindros dos y tres.

Cuando una bobina origina la alta tensión, la chispa salta en las dos bujías a la vez. Una chispa se utiliza para inflamar la mezcla en el cilindro que se encuentra en compresión, mientras que la otra chispa salta en el otro cilindro al finalizar la carrera de escape y empezar la de admisión.

Este funcionamiento origina una chispa principal y otra secundaria. La chispa principal tiene un alto valor de tensión al tener que producirse el arco eléctrico cuando la presión en la cámara de combustión es alta. La chispa secundaria tiene un valor de tensión menor porque necesita menos energía acumulada para que salte la chispa en una cámara de combustión con poca presión. La chispa secundaria no produce combustión porque la mezcla ha entrado al cilindro es reducida y su temperatura baja al no haberse realizado la compresión.

Esta situación se produce a la inversa cuando el cigüeñal gire 360° . Entonces el cilindro que está en compresión pasará a estar en escape, y el cilindro que está en escape pasará a estar en compresión. La chispa principal y la secundaria se intercambiarán de cilindro.

En la otra pareja de cilindros la situación se repite. A los 360° de giro de cigüeñal se produce una chispa en cada bobina. Produciéndose un salto de chispa cada 180° , al estar desfasadas las dos bobinas media vuelta de giro del cigüeñal.

SALTO DE LA CHISPA

Las conexiones internas de una bobina DIS cambian con respecto a las bobinas convencionales. El primario se sigue conectando entre el positivo directo de contacto y el negativo controlado a través de la centralita electrónica de gestión del motor. Los extremos del secundario se conectan a los electrodos positivos de cada bujía.

En los extremos de la bobina se genera una alta tensión con un polo positivo y otro negativo. La corriente eléctrica sale del polo positivo y llega hasta el electrodo de la primera bujía, pero no salta la chispa porque el circuito no está cerrado. En el otro extremo de la bobina, la tensión tiene un alto valor negativo que llega hasta el electrodo positivo de la otra bujía. Es entonces cuando la alta tensión positiva de

la primera bujía hace saltar un arco eléctrico entre el electrodo positivo y el negativo. La corriente eléctrica discurre a través de la culata y llega hasta el electrodo negativo de la otra bujía. Entonces se produce un arco eléctrico entre el electrodo negativo al positivo y así se cierra el circuito con el otro extremo de la bobina.

En una bujía el salto de la chispa siempre se produce del electrodo positivo al negativo, pero en la otra bujía el arco eléctrico se produce del electrodo negativo al positivo. Esto sucede en las dos parejas de bujías.

Partiendo de la chispa, se expande un frente de llamas por toda la cámara de combustión, hasta que se ha quemado la mezcla. El calor liberado aumenta la temperatura y la presión en el cilindro, presionando así el pistón hacia abajo.

El movimiento es transmitido por la biela al cigüeñal, el cigüeñal propulsa al vehículo a través del embrague y los semiejes.

3.5.- DIAGRAMA DE CIRCUITO

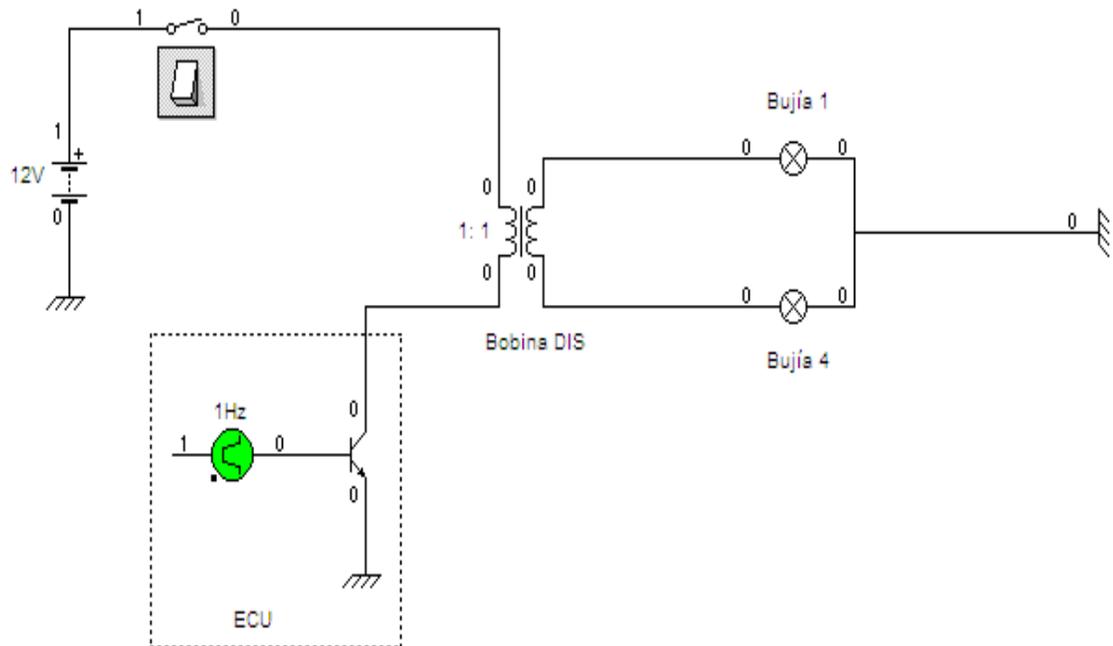


Figura 3.19.- Esquematización del encendido DIS

3.6.- DIAGNOSTICO DE AVERÍAS

Tabla 3.5.- Diagnostico de averías en el sistema de encendido

SÍNTOMA	CAUSA	POSIBLES CONSECUENCIAS
Erosión por chispas, corrosión	<ul style="list-style-type: none"> • Sobrecarga térmica • Combustible deficiente • Valor térmico inadecuado 	<ul style="list-style-type: none"> • Fusión de los electrodos • Encendido incandescente • Fallos de encendido(debido a la gran separación de electrodos)
Encendidos incandescentes	<ul style="list-style-type: none"> • Residuos en la cámara de combustión • Válvulas deficientes • Bujías con un valor térmico incorrecto • Combustible con un octanaje insuficiente 	<ul style="list-style-type: none"> • Daños en los pistones • Daños en las válvulas • Daños en las bujías
Combustión con detonaciones	<ul style="list-style-type: none"> • Combustible con octanaje insuficiente • Momento de encendido incorrecto • Compresión excesiva 	Un aumento incontrolado de la presión y la temperatura puede producir daños en los pistones y las bujías.
Fallos de encendido	Supresor de bujías: <ul style="list-style-type: none"> • Deficiente • Viejo • No estanco 	<ul style="list-style-type: none"> • Saltos de chispas en el aislador • Otros fallos de encendido.

3.7.-REGULACION DE ENCENDIDO

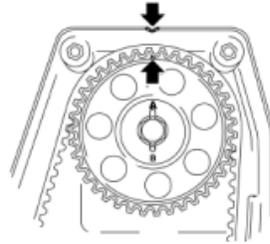
En el sistema DIS sin distribuidor, el avance viene pre ajustado de fabrica, lo controla la computadora del vehículo; por ello recuerde que la sincronización de engranes es básica, cualquier falla en la sincronización acusara fallas de encendido, y dará como consecuencia falta de fuerza o poder.

3.7.1.- COMPROBACIÓN DE SINCRONIZACIÓN MECÁNICA DEL ENCENDIDO⁵⁵

Antes de la remoción de la correa dentada, compruebe que:

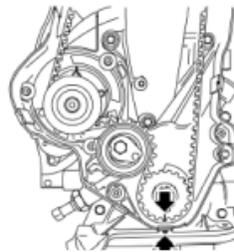
⁵⁵ GENERAL MOTORS. Manual técnico de reparación Corsa B

- a) La marca de la polea dentada del árbol de levas debe estar alineada con la marca existente en la cubierta posterior de la correa dentada (flechas).



*Figura 3.20.- Pulea dentada del árbol de levas
Tomado de Manual Técnico GM*

- b) La marca de la pulea dentada del cigüeñal debe estar alineada con la marca en la aleta de la carcasa de la bomba de aceite en el ciclo de combustión del 1º cilindro (flechas).

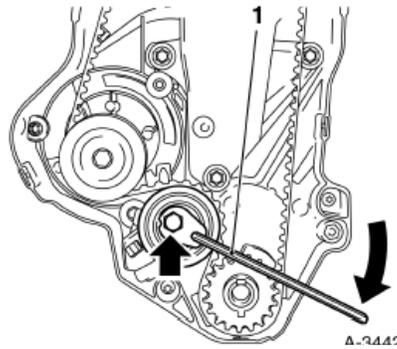


*Figura 3.21.- Pulea dentada del cigüeñal
Tomado de Manual Técnico GM*

- c) En caso de que estas alineaciones no correspondan, corríjalos girando la pulea dentada del árbol de levas, utilizando una llave de 17 mm.

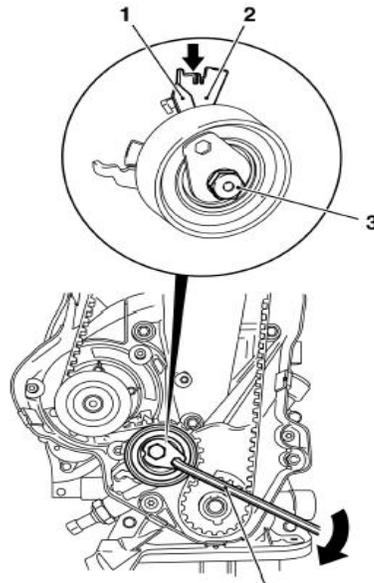
3.7.2.-CORRECCION DE SINCRONIZACIÓN MECÁNICA DEL ENCENDIDO

- a) Primero afloje el tornillo de fijación (flecha) del rodillo tensor utilizando una llave de 13 mm.
- b) Utilizando una llave allen de 6 mm (1), instálela en el rodillo tensor y gírela en el sentido horario (flecha) para aliviar la tensión en la correa, permitiendo así su remoción.



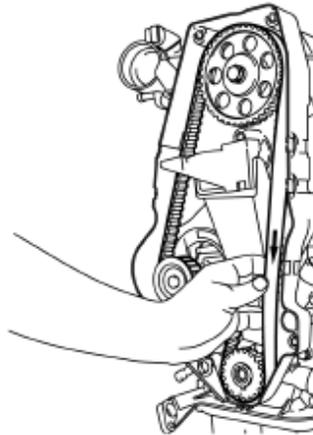
*Figura 3.22.- Remoción de correa dentada
Tomado de Manual Técnico GM*

- c) En caso de que la correa dentada se vaya a usar nuevamente, instálela en el mismo sentido de giro obedeciendo la marca efectuada con pintura antes de la remoción.
- d) Utilizando una llave allen de 6 mm (4) instale nuevamente la banda en el rodillo tensor, girándolo en el sentido horario hasta que el puntero (1) del rodillo tensor coincida con la cavidad (flecha) en la base del rodillo tensor (2) y al mismo tiempo con una llave de 13 mm apriete el tornillo de fijación del rodillo tensor (3) sin el par de apriete final.



*Figura 3.23.- Rodillo tensor
Tomado de Manual Técnico GM*

- e) Gire la polea dentada del árbol de levas dos vueltas completas en el sentido de giro del motor y compruebe si las marcas (flechas) coinciden nuevamente, en caso de que no lo confirme efectúe nuevamente el sincronismo mecánico del motor.
- f) Al ajustar el rodillo tensor, la parte ancha de la correa dentada (lado opuesto de la bomba de agua) debe estar estirada, de lo contrario, no será posible efectuar el ajuste correcto.



*Figura 3.24.- Verificación de tensión de correa dentada
Tomado de Manual Técnico GM*

- g) Gire nuevamente la polea dentada del árbol de levas dos vueltas completas en el sentido de giro del motor y compruebe si las posiciones de las poleas dentadas coinciden, en caso de que no coincidan, efectúe nuevamente el sincronismo mecánico del motor.

CAPITULO IV. CONSTRUCCIÓN Y PRUEBAS DEL MODULO DE ENTRENAMIENTO DE UN MOTOR A INYECCIÓN ELECTRÓNICA MPFI

4.1.- GENERALIDADES

Este banco de pruebas fue diseñado para facilitar la enseñanza y el aprendizaje de todo lo concerniente a la inyección electrónica, en el cual podemos encontrar los diferentes sensores y actuadores existentes en un motor de combustión interna con inyección electrónica.

El motor que fue escogido para elaborar el banco de pruebas es de un automóvil Chevrolet Corsa Wind 1.6, del año 1998 multipunto, que posee un sistema electrónico MULTEC DELPHI con encendido electrónico DIS estático, el cual cumple con las normas y exigencias en la inyección electrónica.

En cuanto se refiere al sistema mecánico del motor, este se encuentra en perfecto estado, ya que de esta única manera se garantizará el buen funcionamiento de cada uno de sus sistemas y en especial el sistema electrónico, el cual fue profundizado en capitulaciones anteriores.

El banco de pruebas consta de un tablero de conectores, en el cual se puede verificar el estado de cada uno de los componentes electrónicos del motor, sin tener la necesidad de estar conectando ó desconectando los soques de los componentes, a través de pines que facilitaran su estudio.

4.2.- CARACTERÍSTICAS DEL BANCO.

- El banco de pruebas está equipado con un motor de combustión interna, un sistema de control electrónico, un tanque de reservorio de líquido refrigerante, un tanque de combustible, una batería, una panel de

manómetros de información los cuales están en perfectas condiciones de funcionamiento, listos para su uso.

- Además consta de un tablero de pruebas, en el cual podemos poner en práctica todo lo aprendido en capitulaciones anteriores, ya que este se encuentra en una posición de fácil acceso para el operador.
- El peso total aproximado del banco de pruebas, supera los 600 Kg, por lo cual posee unas ruedas de alta resistencia al esfuerzo las cuales ayudarán a la movilidad de este cuando la situación lo amerite.
- El voltaje de funcionamiento del módulo de entrenamiento, deberá sobrepasar los 12 voltios DC; únicamente con una batería en perfectas condiciones, las pruebas que se realicen en este módulo arrojarán valores y resultados eficientes y efectivos.

4.3.- COMPONENTES

Podemos encontrar los siguientes componentes en el banco de pruebas:

Tabla 4.1.- Componentes del módulo de entrenamiento

Componentes sistema de arranque	<ul style="list-style-type: none">• Batería• Motor de arranque• Switch de encendido• Cables
Componentes sistema de carga	<ul style="list-style-type: none">• Alternador
Componentes sistema de Encendido	<ul style="list-style-type: none">• Bobina de ignición DIS• Cables de alta tensión• Bujías
Componentes sistema de refrigeración	<ul style="list-style-type: none">• Radiador• Reservorio de agua

<p>Componentes sistema de inyección electrónica</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Subsistema electrónico <ul style="list-style-type: none"> ○ Sensores <ul style="list-style-type: none"> – Sensor CTS – Sensor ACT – Sensor TPS – Sensor MAP – Sensor CKP – Sensor EGO ○ Actuadores <ul style="list-style-type: none"> – Válvula IAC – Inyectores ○ Unidad de control electrónico <ul style="list-style-type: none"> – ECU SN 16219969 GM • Subsistema de Alimentación <ul style="list-style-type: none"> ○ Bomba de combustible ○ Filtro de combustible ○ Regulador de presión ○ Riel de inyectores
<p>Componentes mecánicos del motor</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Cabezote • Block de cilindros • Carter
<p>Componentes de base de apoyo del motor</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Soporte de motor • Soporte batería – reservorio de agua de refrigerante • Soporte de tablero de pruebas • Soporte de tablero de control y encendido • Soporte y almacenamiento para ECU

4.4.- MONTAJE

Tabla 4.2.- Material, equipo y herramientas necesarias para el montaje

EQUIPO NECESARIO	<ul style="list-style-type: none">• El motor a inyección electrónica.• La ECU conjuntamente con el arnés de conexión.• El tanque y la bomba de combustible.• Una batería de 55 AH.• El radiador
MATERIAL	<ul style="list-style-type: none">• Tubo estructural de 4cm x 4cm x 1/8pul.• Platina de 1pul x 1/4pul.• Platina angular de 1pul x 1pul x 1/4pul.• Pernos de 3/4pul x 2pul• Ruedas de alta presión de Ø 14cm• Pintura• Gasolina• Tabla de madera• Silicón negro• Conectores• Manómetros de:<ul style="list-style-type: none">– Medición cantidad de gasolina– Medición de presión de aceite– Amperímetro– Cuenta revoluciones del motor
HERRAMIENTAS Y EQUIPO ESPECIAL	<ul style="list-style-type: none">• Sierra• Playo de presión• Alicates• Martillo• Calibrador• Compresor y soplete• Moladora suelda eléctrica• Taladro

PROCEDIMIENTO DEL MONTAJE DEL BANCO DE PRUEBAS

- a) Cortamos el tubo estructural, las platinas y la platina angular en las piezas necesarias y con las medidas establecidas de acuerdo al plano de diseño.
- b) Con la suelda eléctrica, procedemos a unir las piezas cortadas de acuerdo al diseño ya establecido, dando lugar a la formación de la base para el motor, soporte de la batería, soporte para el tablero y panel de control.
- c) Colocamos las ruedas en la parte inferior de la estructura para poder tener movilidad de esta cuando se la valla a utilizar.
- d) Con la moladora procedemos a retirar el material sobrante de las superficies que fueron unidas anteriormente.
- e) Colocamos la gasolina en el soplete y procedemos a pulverizar cada una de las partes del motor.
- f) A continuación se procede a colocar el motor sobre la base y la empernamos para su fijación.
- g) Se coloca la pintura en el compresor y procedemos a pintar toda la estructura.
- h) Se coloca la ECU, tanque de gasolina, reservorio de agua para el refrigerante y la batería; a continuación conectamos el cableado y encendemos el motor.
- i) Cortamos la madera de acuerdo a las dimensiones establecidas y realizamos las perforaciones necesarias para los conectores.
- j) Damos fondo a la madera y colocamos las letras de material de vinilo para designar los probadores; seguidamente colocamos una película de glass para su protección.
- k) Colocamos los paneles sobre la estructura metálica y los adherimos con silicón y esperamos su secado.

- l) Colocamos los conectores en los agujeros del panel y procedemos a cablear cada dispositivo electrónico hasta dicho panel.
- m) Unimos por medio de cables los conectores para que de esta manera cierre el circuito.
- n) Conectamos cada uno de los manómetros de medición de manera correcta.
- o) Finalmente se procede a encender el motor para comprobar su perfecto funcionamiento y realizar las guías de laboratorio.

4.5.- PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO

Tabla 4.3.- Pruebas de funcionamiento

Pruebas mecánicas	<ul style="list-style-type: none"> • Compresión del motor • Presión en el sistema de combustible
Pruebas eléctricas/electrónicas	<ul style="list-style-type: none"> • Comprobación de voltaje de la batería • Comprobación sistema de carga (alternador) • Comprobación del sistema de arranque
Pruebas visuales	<ul style="list-style-type: none"> • Verificación de nivel de refrigerante • Verificación de nivel de aceite (bayoneta) • Verificación de conexión de cables

4.6.- PRUEBAS AL SISTEMA ELECTRÓNICO

El banco se encuentra diseñado para el diagnóstico y comprobación del sistema electrónico, basándonos en valores y rangos establecidos por el fabricante, del cual podemos citar algunas pruebas posibles de realizar.

4.6.1.- SISTEMA DE ENCENDIDO

Tabla 4.4.- Pruebas al sistema de encendido

Bobina	<ul style="list-style-type: none">• Medir la tensión de alimentación a las bobinas• Medir resistencias de las bobinas primarias y secundarias de cada bobina	V= 12 voltios R= 6000 a 6100 ohmios
Cables de alta tensión	<ul style="list-style-type: none">• Medir la resistencia en los extremos de cada cable de bujía	R= 3000 a 5000 ohmios

4.6.2.- CONTROL ELECTRONICO

Tabla 4.5.- Pruebas al control electrónico, sensores

Sensor CTS	<ul style="list-style-type: none">• Medir el voltaje del sensor• Medir la resistencia del sensor a diferentes temperaturas	V= 5 voltios R= 260 a 3000 ohmios
Sensor CKP	<ul style="list-style-type: none">• Medir la resistencia del sensor• Continuidad de los cables	R= 550 ohmios
Sensor EGO	<ul style="list-style-type: none">• Medir la resistencia del calentador:• Tensión generada por el sensor	R= 3 a 3.7 ohmios Mezcla rica: 0.5 a 0.9 v Mezcla pobre: 0.1 a 0.4 v

Tabla 4.6.- Pruebas al control electrónico, actuadores

Válvula IAC	<ul style="list-style-type: none">• Medir la tensión en las bobinas• Medir la resistencia de las bobinas	V= 5 voltios R= 45 a 65 ohmios
Inyectores	<ul style="list-style-type: none">• Medir alimentación de inyector• Medir la resistencia de bobinado	V= 12 voltios R= 15 ohmios

Tabla 4.7.- Pruebas al control electrónico, ECU

Unidad de Control Electrónico	<ul style="list-style-type: none"> • Verificación de alimentación • Verificación de polaridad en tierra (masa) • Verificación de polaridad en alimentación • Verificación de lámpara de comprobación de motor 	<p>V= 12 voltios</p> <p>Polaridad negativa</p> <p>Polaridad positiva</p> <p>En funcionamiento</p>
-------------------------------	---	---

4.6.3.- SISTEMA DE AIRE

Tabla 4.8.- Pruebas al sistema de aire

Sensor MAP	<ul style="list-style-type: none"> • Medir el voltaje del sensor • Medir el voltaje de señal de acuerdo al vacío 	<p>V= 5 voltios</p> <p>V= 1.3 a 4,9 voltios</p>
Sensor ACT	<ul style="list-style-type: none"> • Medir el voltaje del sensor • Medir la resistencia del sensor a diferentes temperaturas 	<p>V= 5 voltios</p> <p>V= 1.4 a 3.4 voltios</p>
Sensor TPS	<ul style="list-style-type: none"> • Revisar la tensión del potenciómetro • Revisar la continuidad de las líneas 	<p>V= 5 voltios</p> <p>Cerrada: 1200 a 3000 Ω</p> <p>Abierta: 5000 a 10000 Ω</p>

4.6.4.- SISTEMA DE ALIMENTACIÓN

Tabla 4.9.- Pruebas al sistema de alimentación

Sistema de combustible	<ul style="list-style-type: none"> • Continuidad en terminales 30 y 87 del relé • Tensión de alimentación de la bomba 	<p>Existe continuidad</p> <p>V= 12 voltios</p>
------------------------	---	--

4.7.- GUÍAS DE LABORATORIO

**ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO - SEDE LATACUNGA
FACULTAD DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ
LABORATORIO DE MOTORES**

PRACTICA Nº: 01

NOMBRE:

TEMA: SENSOR MAP

NIVEL:

FECHA DE REALIZACIÓN:

FECHA DE ENTREGA:

GRUPO Nº:

CALIFICACIÓN:

OBJETIVO:.....
.....
.....
.....

APARATOS Y ESQUEMA:
.....
.....

	REFERENCIAS 1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9.
--	---

MARCO TEÓRICO:
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

PROCEDIMIENTO:

a) VERIFICACIÓN DEL VOLTAJE DE ENTRADA

Abrir el encendido sin prender el motor y medir con el multímetro el voltaje entre los terminales 1 y 3 del conector.

Ve: **5 voltios**

b) VERIFICACIÓN DE LA TIERRA DEL SENSOR

Conectar el analizador de polaridad en la terminal 1 del sensor

La polaridad es: **Negativa**

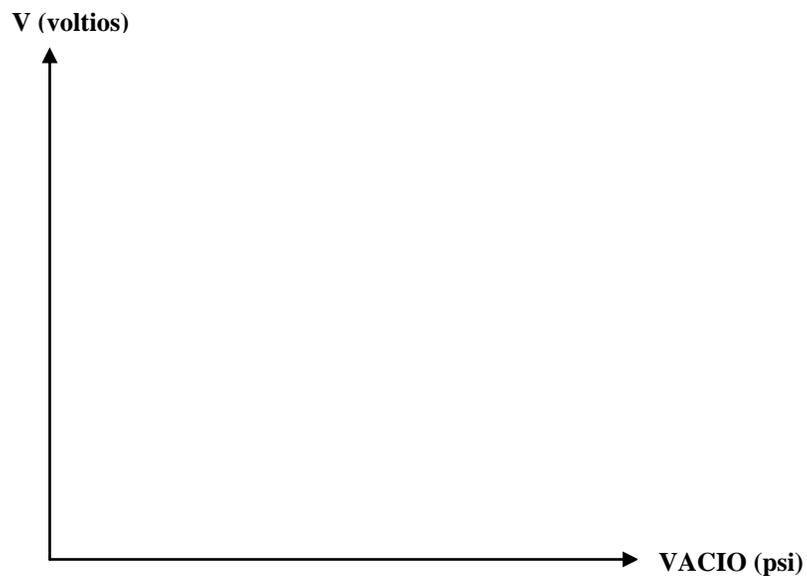
c) VERIFICACIÓN DEL VOLTAJE DE RETORNO

Desconectar la manguera del colector y conectarla a una bomba de vacío, el voltaje debe variar en función del vacío aplicado en la bomba.

VACÍO (PSI)	VOLTAJE (voltios)
0	4,80
100	4,10
200	3,40
300	2,70

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Realice el diagrama de acuerdo con los datos anteriormente obtenidos



CUESTIONARIO:

1. ¿Cuál es la función del sensor MAP?

La función del sensor MAP es medir las variaciones de presión en el colector de admisión, que resulta de la variación de carga y rotación del motor, y convierte este valor en salida de voltaje.

2. ¿Qué sucede con el valor del voltaje de retorno a conforme se va incrementando el vacío?

El valor medido en el voltaje de retorno del sensor MAP es opuesta al valor medido en una bomba de vacío, entonces mientras aumenta el vacío, el voltaje disminuye.

3. ¿Qué otra utilidad tiene el sensor MAP en el motor?

El sensor MAP también se utiliza para medir la presión barométrica en ciertas condiciones, lo cual permite a la ECU efectuar automáticamente las compensaciones en diversas altitudes.

4. ¿Para qué utiliza la ECU al sensor MAP?

La ECU utiliza el sensor MAP para controlar la dosificación del combustible y el punto de encendido (ángulo de avance de ignición).

5. ¿Cuál es el consumo de combustible que exigiría el motor, si el vacío es bajo (voltaje alto)?

A la condición de vacío bajo, el motor requiere mayor cantidad de combustible para su funcionamiento.

CONCLUSIONES:

.....
.....
.....
.....
.....

RECOMENDACIONES:

.....
.....
.....
.....
.....

BIBLIOGRAFÍA:

.....
.....

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO - SEDE LATACUNGA
FACULTAD DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ
LABORATORIO DE MOTORES

PRACTICA Nº: 02

NOMBRE:

TEMA: SENSOR TPS

NIVEL:

FECHA DE REALIZACIÓN:

FECHA DE ENTREGA:

GRUPO Nº:

CALIFICACIÓN:

OBJETIVO:.....
.....
.....
.....

APARATOS Y ESQUEMA:
.....
.....

	REFERENCIAS 1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9.
--	---

MARCO TEÓRICO:
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

PROCEDIMIENTO:

a) VERIFICACIÓN DEL VOLTAJE DE ENTRADA

Abrir el encendido sin prender el motor y medir con el multímetro el voltaje entre los terminales 1 y 3 del conector.

Ve: **4,60 y 5,20 voltios**

b) VERIFICACIÓN DE LA TIERRA DEL SENSOR

Conectar el analizador de polaridad en la terminal 1 del sensor

La polaridad es: **Negativa**

c) VERIFICACIÓN DEL VOLTAJE DE RETORNO

Medir con el multímetro entre los terminales 1 y 3, tanto abierta totalmente la mariposa como cerrada.

POSICIÓN MARIPOSA	VOLTAJE (voltios)
Abierta	4,50
Cerrada	0,50

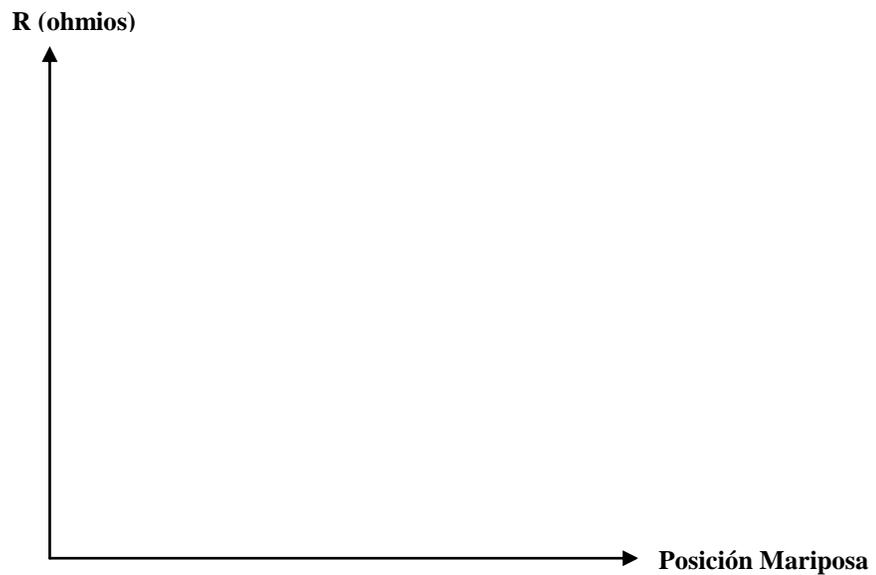
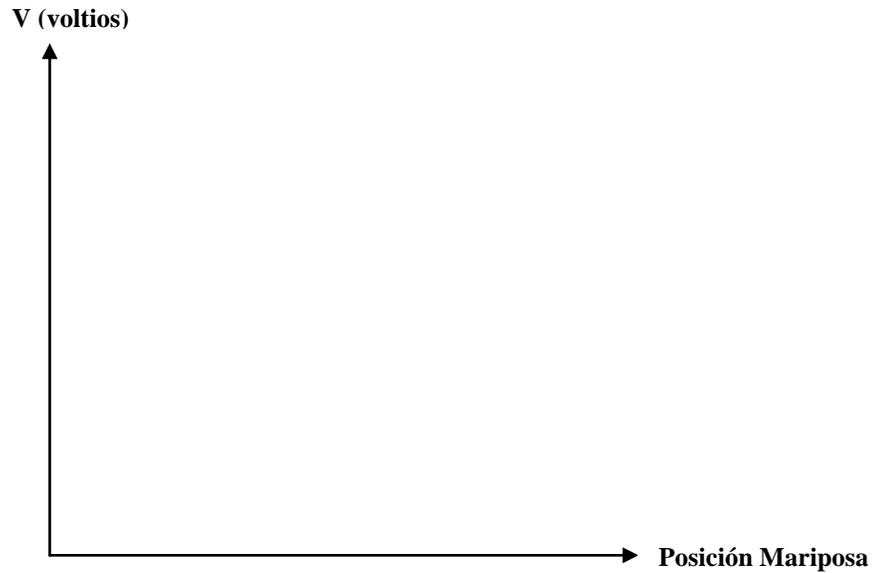
d) VERIFICACIÓN DE RESISTENCIA DEL SENSOR

Medir con el multímetro entre los terminales 1 y 3, tanto abierta totalmente la mariposa como cerrada.

POSICIÓN MARIPOSA	RESISTENCIA (ohmios)
Abierta	5000 - 10000
Cerrada	1200 - 3000

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Realice los diagramas de acuerdo con los datos anteriormente obtenidos



CUESTIONARIO:

1. Por su constitución, ¿Qué tipo es el sensor TPS?

El sensor TPS consiste en un potenciómetro conectado al eje de la placa en el cuerpo mariposa de aceleración.

2. ¿Cuál es la función principal del sensor TPS?

La principal función del sensor TPS es informar a la ECU los movimientos rápidos de la placa de la mariposa del acelerador para fines de aceleración y desaceleración.

3. ¿Qué sucedería si existe una falla detectada en el circuito del sensor TPS?

Cuando existe una falla detectada en el circuito TPS, la ECU no es capaz de ajustar la liberación de combustible con rapidez suficiente, lo cual puede ocasionar una marcha mínima incorrecta.

4. ¿Cómo la ECU identifica una falla del sensor TPS?

Con la señal que recibe la ECU del sensor TPS, la ECU compara los valores de rotación y carga del motor; si la señal está fuera del rango, la ECU identifica una falla.

5. ¿Qué interpreta usted, si el voltaje de retorno es el máximo y oscila entre los 4,5 voltios?

Cuando el voltaje de retorno está en su punto máximo, se puede decir que la mariposa de aceleración está totalmente abierta.

CONCLUSIONES:

.....
.....
.....
.....
.....
.....

RECOMENDACIONES:

.....
.....
.....
.....
.....

BIBLIOGRAFÍA:

.....
.....
.....
.....

PROCEDIMIENTO:

a) VERIFICACIÓN DE LA RESISTENCIA ELÉCTRICA DE LA BOBINA DEL SENSOR

Medir la resistencia eléctrica con el multímetro entre las terminales 1 y 2 del sensor.

R: **480 y 680 Ω**

b) VERIFICACIÓN DE LA TIERRA DEL SENSOR

Conectar el analizador de polaridad en la terminal 3 del sensor

La polaridad es: **Negativa**

c) VERIFICACIÓN DE LA DISTANCIA Y POSICIÓN ANGULAR DEL SENSOR

Con un calibrador de láminas medir la distancia existente entre el sensor y la rueda reluctora.

Distancia sensor – rueda dentada: **0,6 a 1,1 mm**

CUESTIONARIO:

1. ¿En qué consiste el sensor CKP?

El sensor CKP consiste en un colector de reluctancia variable que produce voltaje AC.

2. ¿Cuál es la función principal del sensor CKP?

La función del sensor CKP es proporcionar a la unidad de control electrónico la posición del cigüeñal y las rpm del motor.

3. ¿Qué tipo de señal produce el sensor CKP?

El sensor CKP produce una señal de corriente alterna de conformación senoidal.

4. ¿Cuándo se genera la señal del sensor CKP?

La señal se produce cuando un diente del reluctor pasa frente al sensor.

5. ¿De qué depende el voltaje generado por el sensor CKP?

Depende de la distancia de la rueda reluctora de 58 dientes con respecto al sensor CKP, que es de aproximadamente 1mm.

CONCLUSIONES:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

RECOMENDACIONES:

.....

.....

.....

.....

.....

BIBLIOGRAFÍA:

.....

.....

.....

.....

PROCEDIMIENTO:

a) VERIFICACIÓN DEL VOLTAJE DE ALIMENTACIÓN

Conectar el multímetro entre las terminales 1 y 2 del sensor

V_{1-2} : **5 voltios**

b) VERIFICACIÓN DE LA TIERRA DEL SENSOR

Conectar el analizador de polaridad al terminal 1 del conector

La polaridad es: **negativa**

c) VERIFICACIÓN DEL VOLTAJE DE RETORNO

Abrir el encendido sin prender el motor, y medir con el multímetro entre los terminales 1 y 2 del sensor.

TEMPERATURA (°C)	VOLTAJE (voltios)
0	4,80
30	2,50
60	1,30

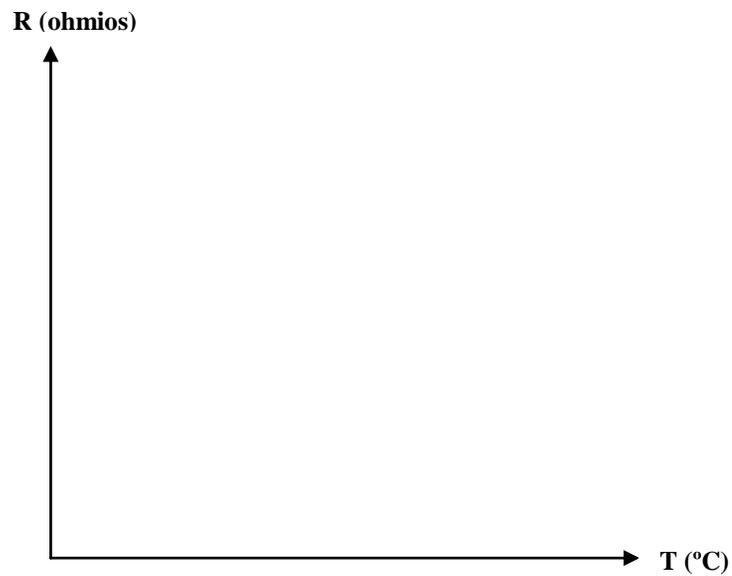
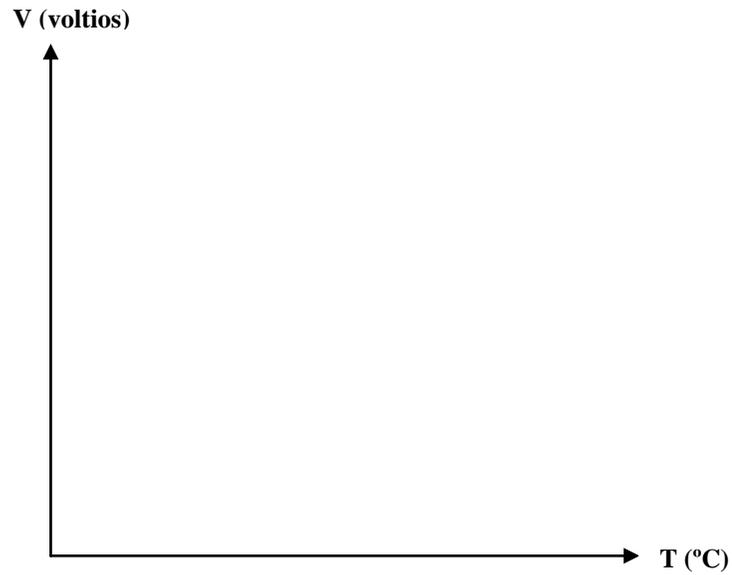
d) VERIFICACIÓN DE LA RESISTENCIA ELÉCTRICA DEL SENSOR

Desconectar los cables de los terminales del conector y del sensor, medir la resistencia eléctrica entre los terminales 1 y 2 del sensor.

TEMPERATURA (°C)	RESISTENCIA (ohmios)
0	10
30	2,5
60	0,7

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Realice los diagramas de acuerdo con los datos anteriormente obtenidos



CUESTIONARIO:

1. Por su constitución, ¿Qué tipo es el sensor TPS?

El sensor TPS consiste en un termistor que es de comportamiento NTC (coeficiente de temperatura negativo).

2. ¿Cuál es la función del sensor ACT?

La función del sensor ACT es determinar la densidad del aire y medir la temperatura del aire.

3. ¿Para qué se utiliza el termistor en el sensor ACT?
El sensor ACT utiliza un termistor para controlar el voltaje de la señal en la ECU, variando este en función inversa a la temperatura.
4. ¿Para que es utilizada la temperatura del aire de entrada?
La temperatura del aire de admisión es utilizada por la ECU para calcular la masa de aire que será admitida en el motor.
5. A su criterio, ¿Qué haría usted, si el voltaje de retorno no varía a conforme cambia la temperatura?
Se procedería al cambio del sensor, ya que no está enviando ninguna señal a la ECU.

CONCLUSIONES:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

RECOMENDACIONES:

.....

.....

.....

.....

.....

BIBLIOGRAFÍA:

.....

.....

.....

.....

PROCEDIMIENTO:

a) VERIFICACIÓN DEL VOLTAJE DE ENTRADA

Abrir el encendido sin prender el motor y medir con el multímetro el voltaje entre los terminales 1 y 3 del conector.

Ve: 0,35 y 0,45 voltios

b) VERIFICACIÓN DE LA TIERRA DEL SENSOR

Conectar el analizador de polaridad en la terminal 1 del sensor

La polaridad es: **Negativa**

c) VERIFICACIÓN DEL VOLTAJE DE RETORNO

Encender el motor hasta que alcance la temperatura normal de operación mida el voltaje en el terminal 1 y 2.

Vr: 0,1 y 0,9 voltios

d) VERIFICACIÓN DE RESISTENCIA DEL SENSOR

Conectar el multímetro entre las terminales 1 y 2 del sensor

R₁₋₂: 3 a 3,7 Ω

CUESTIONARIO:

1. ¿Cuál es la función del sensor EGO?

La función del sensor EGO es informar a la ECU las variaciones en la concentración de oxígeno en los gases de escape, permitiendo a la ECU hacer las correcciones en la mezcla de aire – combustible, manteniendo la ideal.

2. ¿A qué temperatura comienza a trabajar la sonda lambda?

La sonda lambda comienza actuar cuando alcanza una temperatura de trabajo de 360°C.

3. En caso existir una falla en la sonda Lambda, ¿qué interpreta la ECU?

Al detectar una falla en el circuito de la sonda Lambda, la ECU deja de considerar la señal de la sonda y asume un voltaje fijo de 0,450 voltios como señal.

4. ¿Cuándo se dice que la mezcla es pobre?

Se dice que la mezcla es pobre cuando el voltaje de señal está por debajo de 0,45 voltios.

5. ¿Cuándo se puede afirmar que la sonda Lambda está trabajando correctamente?

La sonda lambda está trabajando de manera eficiente cuando el voltaje de señal está oscilando desde 0,1 a 0,9 voltios.

CONCLUSIONES:

.....
.....
.....
.....
.....
.....

RECOMENDACIONES:

.....
.....
.....
.....
.....

BIBLIOGRAFÍA:

.....
.....
.....
.....

PROCEDIMIENTO:

a) VERIFICACIÓN DEL VOLTAJE DE ENTRADA DEL SENSOR

Conectar el multímetro entre las terminales 1 y 2 del sensor

V_{1-2} : **5 voltios**

b) VERIFICACIÓN DE LA TIERRA DEL SENSOR

Conectar el analizador de polaridad al terminal 1 del conector

La polaridad es: **Negativa**

c) VERIFICACIÓN DEL VOLTAJE DE RETORNO

Dar encendido al motor, y medir con el multímetro entre los terminales 1 y 2 del sensor.

TEMPERATURA	VOLTAJE (voltios)
20	2,40
30	1,80
40	1,40
50	3,60
60	3,20

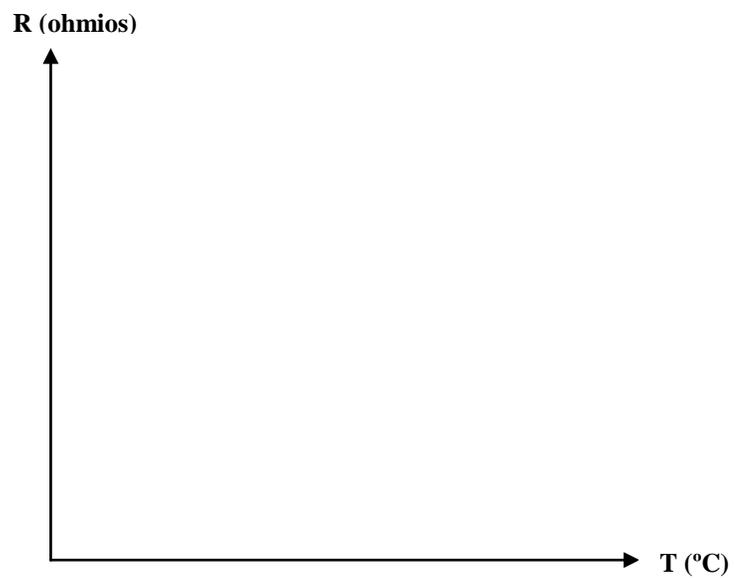
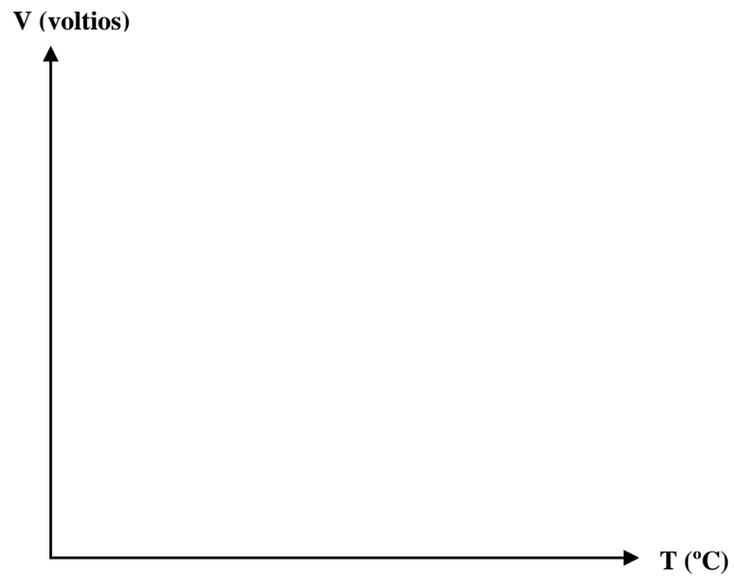
d) VERIFICACIÓN DE LA RESISTENCIA ELÉCTRICA DEL SENSOR

Desconectar los cables de los terminales del conector y del sensor, medir la resistencia eléctrica entre los terminales 1 y 2 del sensor.

TEMPERATURA	RESISTENCIA (ohmios)
20	3,5
30	2,2
40	1,4
50	0,85
60	0,62

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Realice los diagramas de acuerdo con los datos anteriormente obtenidos



CUESTIONARIO:

1. ¿Cuál es la función del sensor CTS?

La función del sensor CTS es informar a la unidad de comando la temperatura del refrigerante del motor para que este a se vez, calcule la entrega de combustible y la sincronización del tiempo

2. Por su constitución, ¿Qué tipo es el sensor CTS?
El sensor CTS consiste en un termistor armado en el flujo del líquido refrigerante que a baja temperatura del líquido da como resultado una resistencia alta y viceversa.
3. En caso existir una falla en el sensor CTS, ¿qué hace la ECU?
Cuando la ECU detecta una falla, graba el código de defecto correspondiente en la memoria, y asume los siguientes valores de temperatura del motor: 0°C en el encendido y 80°C después de 8 minutos de funcionamiento del motor.
4. ¿Cuándo el motor está frío, que voltaje tenemos?
Cuando el motor está frío se tiene un voltaje alto, y a medida que el motor se va calentando el voltaje va disminuyendo.
5. De acuerdo a los datos obtenidos ¿Por qué en el rango de temperatura de 50°C existe un cambio brusco de voltaje?
Existe un cambio brusco de voltaje en el rango de 50°C debido que el sensor indica a la ECU el punto de transición de frío a caliente.

CONCLUSIONES:

.....
.....
.....
.....
.....
.....

RECOMENDACIONES:

.....
.....
.....
.....
.....

BIBLIOGRAFÍA:

.....
.....
.....
.....

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO - SEDE LATACUNGA
FACULTAD DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ
LABORATORIO DE MOTORES

PRACTICA Nº: 07

NOMBRE:

TEMA: ACTUADOR IAC

NIVEL:

FECHA DE REALIZACIÓN:

FECHA DE ENTREGA:

GRUPO Nº:

CALIFICACIÓN:

OBJETIVO:.....
.....
.....
.....

APARATOS Y ESQUEMA:
.....
.....

	REFERENCIAS 1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9.
--	---

MARCO TEÓRICO:
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

PROCEDIMIENTO:

a) VERIFICACIÓN DE TENSIÓN DE ALIMENTACIÓN

Conectar el multímetro entre las terminales 1 – 2 y 3 -4 del actuador

V_{1-2} : **5 voltios**

V_{3-4} : **5 voltios**

b) VERIFICACIÓN DE FUNCIONAMIENTO DEL ACTUADOR

Encender el motor, conectar el analizador de polaridad al conector del actuador en:

El terminal 1 el LED es: **intermitente**

El terminal 2 el LED es: **intermitente**

El terminal 3 el LED es: **intermitente**

El terminal 4 el LED es: **intermitente**

c) VERIFICACIÓN DE LA RESISTENCIA ELÉCTRICA DEL ACTUADOR

Desconectar los cables de los terminales del conector y del sensor, medir la resistencia eléctrica entre los terminales 1 – 2 y 3 – 4 del sensor.

R_{1-2} : **40 a 60 Ω**

R_{3-4} : **40 a 60 Ω**

CUESTIONARIO:

1. ¿Cuál es la función de la válvula IAC?

La función es controlar el funcionamiento del motor en marcha mínima.

2. ¿De qué manera controla el funcionamiento del motor en marcha mínima?

La válvula IAC altera la rotación de la marcha mínima e impide que el motor se apague, ajustando la derivación de aire, de tal modo que compense las variaciones de carga del motor.

3. ¿En que lugar se encuentra la válvula IAC?

La válvula IAC se encuentra instalada en el cuerpo mariposa y el colector de admisión.

4. ¿Qué sucede si la rotación en marcha mínima es excesivamente baja?

Si la rotación en marcha mínima es muy baja, indica que hay mayor cantidad de aire alrededor de la mariposa del acelerador.

5. ¿La válvula IAC trabaja con voltajes de entrada y salida con la ECU? Explique

No, ya que la ECU graba en la memoria las informaciones sobre la posición comandada del motor de pasos, cumpliendo únicamente los valores enviados por la ECU.

CONCLUSIONES:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

RECOMENDACIONES:

.....

.....

.....

.....

.....

BIBLIOGRAFÍA:

.....

.....

.....

.....

PROCEDIMIENTO:

a) VERIFICACIÓN DE LA RESISTENCIA ELÉCTRICA DEL ACTUADOR

Desconectar los cables de los terminales del conector y del sensor, medir la resistencia eléctrica entre los terminales 1 y 2 del actuador de cada cilindro.

CILINDRO	TERMINAL	RESISTENCIA (ohmios)
1	1 y 2	2
2	1 y 2	3
3	1 y 2	2
4	1 y 2	3

b) VERIFICACIÓN DE LA ALIMENTACIÓN POSITIVA

Abrir el encendido sin prender el motor y conectar el multímetro en los terminales 1 y 2 del actuador.

CILINDRO	TERMINAL	VOLTAJE (voltios)
1	1 y 2	12
2	1 y 2	12
3	1 y 2	12
4	1 y 2	12

c) VERIFICACIÓN DE FUNCIONAMIENTO DEL INYECTOR

Desconectar el conector entre el cable 1 y A, colocar el analizador de polaridad.

CILINDRO	TERMINAL	INTERMITENCIA
1	1 y A	SI
2	1 y A	SI
3	1 y A	SI
4	1 y A	SI

d) 1VERIFICACIÓN DEL CIRCUITO ELÉCTRICO DE LOS INYECTORES

Retirar la llave del encendido, mida la resistencia eléctrica entre las terminales C11 y C15 de la ECU.

$$R_{C11 - C15} = 2 \text{ y } 3 \ \Omega$$

CUESTIONARIO:

1. ¿Qué es un inyector?

Un inyector consiste en un dispositivo accionado por un solenoide y controlado por la ECU.

2. ¿Cuál es la función del inyector?

La función del inyector es de pulverizar el combustible a la presión del sistema de alimentación generado por la bomba y regulado por el regulador de presión.

3. ¿En que lugar se encuentran los inyectores?

Los inyectores se encuentran en el riel de inyección, junto al regulador de presión.

4. ¿Qué puede ocasionar un inyector trabado?

Un inyector trabado, parcialmente abierto causa la pérdida de presión después de apagado el motor, derivando en la necesidad de largos periodos de accionamiento del motor para el arranque.

5. ¿Qué haría usted si un inyector no marcara 12 voltios como los demás?

Revisar la conexión eléctrica que antecede al inyector y de igual manera comprobar el estado del inyector para de esta manera cambiarlo si fuese necesario.

CONCLUSIONES:

.....
.....
.....
.....
.....
.....

RECOMENDACIONES:

.....
.....
.....
.....
.....

BIBLIOGRAFÍA:

.....
.....

PROCEDIMIENTO:

a) VERIFICACIÓN DE POLARIDAD POSITIVA

Retirar el conector del relé y colocar el analizador de polaridad en la terminal 30

La polaridad es: **Positiva**

Abrir el encendido sin prender el motor y colocar el analizador de polaridad en el terminal 86 del relé de la bomba

La polaridad es: **Positiva**

Colocar el analizador de polaridad en el terminal 87 del relé y encender el motor.

La polaridad es: **Positiva**

b) VERIFICACIÓN DE POLARIDAD NEGATIVA

Apagar el motor, colocar el analizador de polaridad en la terminal 85, encender el motor.

La polaridad es: **Negativa**

c) VERIFICACIÓN DEL CIRCUITO ELÉCTRICO DE LA BOMBA DE COMBUSTIBLE

Colocar el multímetro en las terminales 1 y 2 de la bomba y medir el voltaje entre estas terminales.

$V_{1-2} = 12$ voltios

CUESTIONARIO:

1. ¿Dónde se encuentra la bomba de combustible?
La bomba de combustible se encuentra sumergida en el tanque de combustible.
2. ¿Cuál es la función de la bomba de combustible?
La función es enviar combustible hacia los inyectores con un flujo de combustible constante bajo cualquier condición de marcha a una presión determinada.
3. ¿Cuál es la función del relé de la bomba?
La función del relé de la bomba es de proteger el circuito de la misma.
4. ¿Cuál es la presión de trabajo de la bomba de combustible?
La presión de trabajo de la bomba de combustible es de 4 a 5 bar.
5. ¿Los 12 v de alimentación de la bomba es enviada directamente de la batería? Explique
No, la batería alimenta con 12 v a la ECU y esta envía la señal de alimentación para el funcionamiento de la bomba de combustible.

CONCLUSIONES:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

RECOMENDACIONES:

.....

.....

.....

.....

.....

BIBLIOGRAFÍA:

.....

.....

.....

.....

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO - SEDE LATACUNGA
FACULTAD DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ
LABORATORIO DE MOTORES

PRACTICA Nº: 10

NOMBRE:

TEMA: BOBINA DE IGNICIÓN

NIVEL:

FECHA DE REALIZACIÓN:

FECHA DE ENTREGA:

GRUPO Nº:

CALIFICACIÓN:

OBJETIVO:.....
.....
.....
.....

APARATOS Y ESQUEMA:
.....
.....

	REFERENCIAS 1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9.
--	---

MARCO TEÓRICO:
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

PROCEDIMIENTO:

a) VERIFICACIÓN DE ALIMENTACIÓN DE LA BOBINA

Conectar el multímetro entre los terminales 1 y 2 del conector de la bobina

V_{1-2} : **12 voltios**

b) VERIFICACIÓN GENERAL DEL SISTEMA

Desconectar el cable de alta tensión del cilindro 1 y conectar a él una bujía, prender el motor y observar.

CILINDRO	CHISPA	COLOR
1	SI	Azul
2	SI	Azul
3	SI	Azul
4	SI	Azul

c) VERIFICACIÓN DE ALIMENTACIÓN POSITIVA

Apagar el motor, colocar el analizador de polaridad en la terminal 1 de la bobina, encender el motor.

La polaridad es: **Positiva**

d) VERIFICACIÓN DE LA TIERRA

Conectar el analizador de polaridad en el terminal 2 de la bobina, encender el motor.

La polaridad es: **Negativa**

e) VERIFICACIÓN DEL CONTROL DEL MODULO DIS

Colocar el analizador en las terminales 3 y 4 de la bobina y encender el motor. Describir lo que sucede.

El led rojo se enciende de forma intermitente.

f) VERIFICACIÓN DE LAS RESISTENCIAS DE LAS BOBINAS PRIMARIAS Y SECUNDARIAS DE CADA BOBINA

Conectar el multímetro en las terminales 1 – 4 y 2 – 3 de la bobina secundaria en la salida hacia las bujías

R_{1-4} : **6000 a 6100 Ω**

R_{2-3} : **6000 a 6100 Ω**

g) VERIFICACIÓN DE LA RESISTENCIA DE LOS CABLES DE ALTA TENSIÓN

Medir la resistencia en los extremos de cada cable de bujía:

R: **3000 a 5000 Ω**

CUESTIONARIO:

1. ¿Por qué se denomina encendido DIS?

Se llama encendido DIS por sus siglas que significan Sistema de Ignición Directa debido a que no necesitan distribuidor para encender el motor.

2. ¿Cuál es la función de la bobina DIS?

La función es provocar una alta tensión, que será transmitida por medio de los cables que conectan a las bujías, provocando así la chispa de encendido en cada cilindro.

3. ¿Cuál es la franja de alimentación del modulo DIS?

El modulo de encendido DIS funciona en una franja de alimentación entre 6 y 16 voltios.

4. En caso de sobre voltaje al módulo DIS, ¿Esté se sufriría daños? Explique

No, siempre y cuando se corrija el error de inmediato, ya que el módulo puede soportar un voltaje excesivo de 24 voltios durante un periodo no mayor de 60 segundos.

5. ¿Qué pasaría si se invierte la polaridad de la batería al modulo DIS?

Cuando se invierten las terminales negativo a positivo de la batería, el módulo electrónico conectado a las bobinas puede resistir durante un periodo de 60 segundos sin dañarse.

CONCLUSIONES:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

RECOMENDACIONES:

.....

.....

.....

.....

.....

BIBLIOGRAFÍA:

.....

.....

.....

.....

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO - SEDE LATACUNGA
FACULTAD DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ
LABORATORIO DE MOTORES

PRACTICA Nº: 11

NOMBRE:

TEMA: UNIDAD DE CONTROL DE MOTOR

NIVEL:

FECHA DE REALIZACIÓN:

FECHA DE ENTREGA:

GRUPO Nº:

CALIFICACIÓN:

OBJETIVO:.....
.....
.....
.....

APARATOS Y ESQUEMA:
.....
.....

	REFERENCIAS 1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9.
--	---

MARCO TEÓRICO:
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

PROCEDIMIENTO:

a) VERIFICACIÓN DE TENSIÓN DE ALIMENTACIÓN

Conectar el multímetro entre las terminales C16 y D1 de la ECU

V: 12 voltios

b) VERIFICACIÓN DE LA ALIMENTACIÓN POSITIVA

Desconectar el conector eléctrico de la ECU, con la llave abrir el encendido sin prender el motor y conectar el analizador de polaridad en las terminales:

Polaridad en C4: **Positiva**

Polaridad en B1: **Positiva**

Polaridad en C16: **Positiva**

c) VERIFICACIÓN DE ALIMENTACIÓN NEGATIVA

Conectar el analizador de polaridad en los conectores:

Polaridad en A12: **Negativa**

Polaridad en B10: **Negativa**

Polaridad en D1: **Negativa**

CUESTIONARIO:

1. ¿Cuál es la función de la ECU?

La función de la ECU es recibir todas las magnitudes eléctricas enviadas de los sensores, comparar y comandar a los actuadores (el tiempo de abertura de los inyectores, adelanto o retraso de la chispa, el ralentí, la activación de la bomba de combustible).

2. ¿Cómo ajusta la ECU el tiempo exacto de inyección?

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

3. ¿Qué hace la ECU en el caso de que un sensor esté dañado y no envíe información?

La ECU está preparada para ignorar los sensores cuando hay una avería de algunos de ellos, o están dando señales fuera del rango normal, y continuar con el programa

básico, para permitir el funcionamiento del motor hasta llegar al taller de reparaciones.

4. ¿Cuáles son los 3 procesadores fundamentales en una ECU?

Los tres procesadores fundamentales en una ECU son la memoria ROM, la memoria RAM y la memoria EEPROM.

5. ¿Explique rápidamente el funcionamiento de la ECU en el motor?

La Unidad de Control Electrónico ECU (*Electronic Control Unit*) es un dispositivo electrónico normalmente conectado a una serie de sensores que le proporcionan información y actuadores que ejecutan sus comandos.

CONCLUSIONES:

.....
.....
.....
.....
.....
.....

RECOMENDACIONES:

.....
.....
.....
.....
.....

BIBLIOGRAFÍA:

.....
.....
.....
.....

4.8.- MANTENIMIENTO

BATERÍA

Se debe revisar que mantenga el margen de electrolito en cada una de sus celdas. Es aconsejable revisar el voltaje que se encuentre en un margen aceptable (11.9 a 12.4 voltios), de lo contrario recargarla.

LUBRICANTES

Cambie el aceite cuando este negro, quemado, etc. Recuerde, que un mal funcionamiento del motor, origina mezcla rica; los residuos consecuente de esta mezcla rica, cae dentro del cárter mezclándose, con el aceite en estos casos el aceite se adelgaza y se pone negro con rapidez, de tal manera; que si no soluciona el problema de la mezcla rica, deberá cambiar de aceite constantemente; a fin de mantener, protegido los demás componentes del motor. Se recomienda cambiar el aceite de motor cada 6 meses de uso para este banco de pruebas.

FILTRO DE GASOLINA

Se lo debe cambiar mas o menos una vez al año, ya que estas impurezas pueden ocasionar el taponamiento de las cañerías y hasta el daño de la bomba de gasolina. Este motor de CORSA WIND 1.6, lleva un filtro adjunto a la bomba; al cambiar bomba de gasolina, también debe cambiar el filtro.

FILTRO DE ACEITE

Cuando realice el cambio de aceite del motor, debe realizar el cambio de filtro de aceite, esto es a los 6 meses.

CABLES DE BUJÍAS

Se considera que un cable esta mal; cuando, se encuentra bastante dócil, o sea que puede envolver su dedo con facilidad; o cuando esta tostado; en este caso al querer doblarlo se quiebra; por lo regular, los cables de bujía se recomienda cambiarlos cada 2500 horas de uso (aproximadamente 8 meses).

RADIADOR

Hay que darle un servicio de limpieza interior, cada doce meses. Cuando le ponga agua al radiador, tenga en cuenta lo siguiente: El coolant es un anticongelante, y al mismo tiempo un preservativo para la corrosión. Por lo tanto si usted esta en un lugar frío, en cuanto al clima, es necesario que no lo combine con agua, o sea, úselo puro; pero si esta en un lugar con un clima mas caliente, combínelo mitad, mitad, con agua. Se recomienda cambiar el agua de radiador cada 3 meses por lo que el motor no está en constante actividad.

CORREA DE DISTRIBUCIÓN

Sustituir la correa de distribución y el rodamiento respectivo cada 3 años para este banco de pruebas. Si se rompe la correa, mida la compresión de cada cilindro ya que al romperse la misma, causa torceduras en las válvulas.

COMBUSTIBLE

Revisar cada vez que se valla a utilizar el banco de pruebas.

TANQUE DE COMBUSTIBLE

Extraer el combustible, sacar la bomba y lavar con abundante agua, esto se realiza por las impurezas que se van acumulando en este. Es aconsejable realizar este mantenimiento cada dos años.

CONCLUSIONES

Al realizar el diseño y construcción del modulo de entrenamiento de un motor a inyección electrónica, se comprobó el funcionamiento de cada componente electrónico que forma parte del sistema, por medio de la implementación de un panel de control que le permite al motor trabajar consecuentemente a los parámetros que el operador va utilizando de acuerdo a su necesidad.

Los problemas o fallas que pueden presentarse en los sistemas de inyección electrónica, frecuentemente tienen que ver con el circuito de referencia y señal que esta interactuando permanentemente con la unidad de Control Electrónico, causando la no continuidad de corriente que provoca el malfuncionamiento de dicho componente, induciendo así, el funcionamiento erróneo del motor

El estudio profundo del sistema Multec Delphi, perteneciente al motor escogido para la implementación del modulo de entrenamiento, permitió el escogitamiento de materiales exclusivos y adecuados para las conexiones pertinentes de cada componente electrónico, eléctrico y mecánico del motor que se incorpora en el banco de pruebas, permitiendo así el excelente desempeño de motor.

Mediante la elaboración de este proyecto de grado, se concluye que hubo éxito total, mediante los conocimientos adquiridos en el análisis, desarrollo y experimentación, realizado, en el motor a inyección electrónica perteneciente al Corsa Wind MPFI, ya que se comprobó que esta acorde a las exigencias tecnológicas de actualidad.

RECOMENDACIONES

Es imprescindible que las medidas de seguridad e indicaciones especificadas a lo largo del trabajo realizado, sean puestas en práctica, para que de esta manera el módulo de entrenamiento tenga una vida prolongada y sea de mucha utilidad en la formación de profesionales que optan por especializarse en la mejor profesión que es la de Ingeniero Automotriz.

La construcción de este módulo de pruebas fue desarrollado gracias a la investigación exhaustiva y minuciosa de cada elemento que componen a dicho trabajo; por lo que recomiendo a futuras generaciones de estudiantes e instructores, que antes de la utilización del banco de pruebas, se revise los capítulos dedicados con profundidad al tema, para de esta manera evitar cualquier daño a éste.

ANEXOS

ANEXOS A

PROCEDIMIENTOS DE UTILIZACIÓN DEL MÓDULO DE ENTRENAMIENTO.

Al momento de utilizar el banco de pruebas de inyección electrónica, se deben tomar en cuenta los siguientes aspectos:

a) Antes de utilizar el modulo de entrenamiento:

- Revisar que exista la cantidad suficiente de gasolina que abastezca el módulo durante todo su funcionamiento.
- Verificar el estado de la carga de la batería, caso contrario se va a tener errores en las mediciones de sus elementos electrónicos.
- Revisar el nivel de aceite y agua refrigerante que se encuentra en el motor y de ser necesario completarlo para el buen funcionamiento del módulo.
- Comprobar que se encuentren conectados los conectores adecuadamente en el panel de pruebas como los conectores principales en la ECU.

b) Durante la realización de las practicas en el modulo de entrenamiento:

- Antes de encender el módulo de pruebas, es necesario tener bien claro el trabajo que se va a realizar en este, por lo que hay que investigar sobre el tema de la práctica.
- Para realizar las prácticas de una manera correcta, se debe seguir los pasos que existen en las hojas guías de cada laboratorio.
- Al momento de comenzar a realizar las prácticas en el módulo, tener mucho cuidado cuando se trabaje con los conectores en el

tablero, ya que una mala forma de hacerlo, puede dañar el modulo.

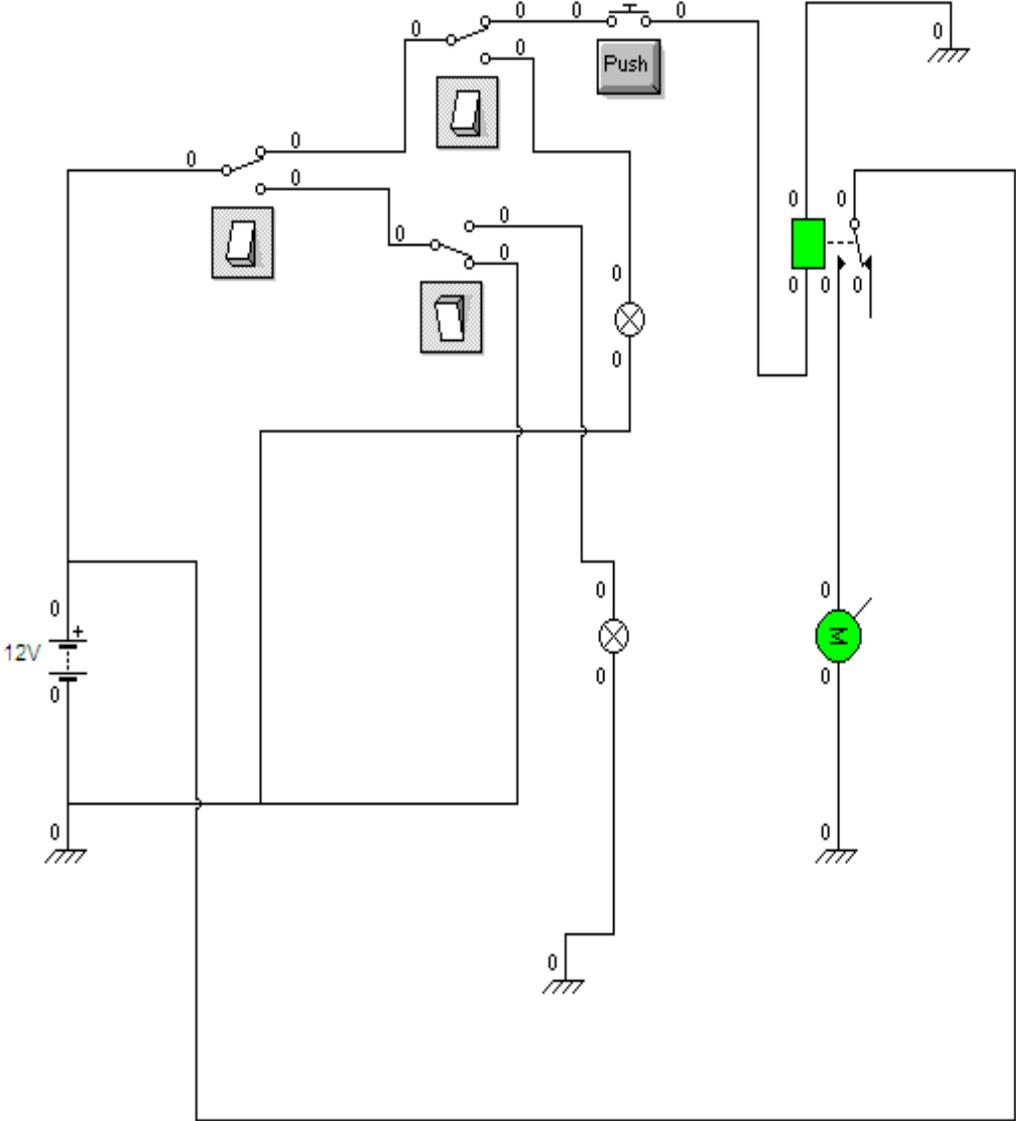
c) Después de la utilización del módulo de entrenamiento:

- Observar que todos los conectores del panel de pruebas queden en sus respectivos lugares.
- Verificar que el módulo esté completamente apagado y para esto, se debe extraer la llave de encendido.
- En caso de que el módulo no valla a ser utilizado por mucho tiempo, es necesario retirar los bornes de la batería.

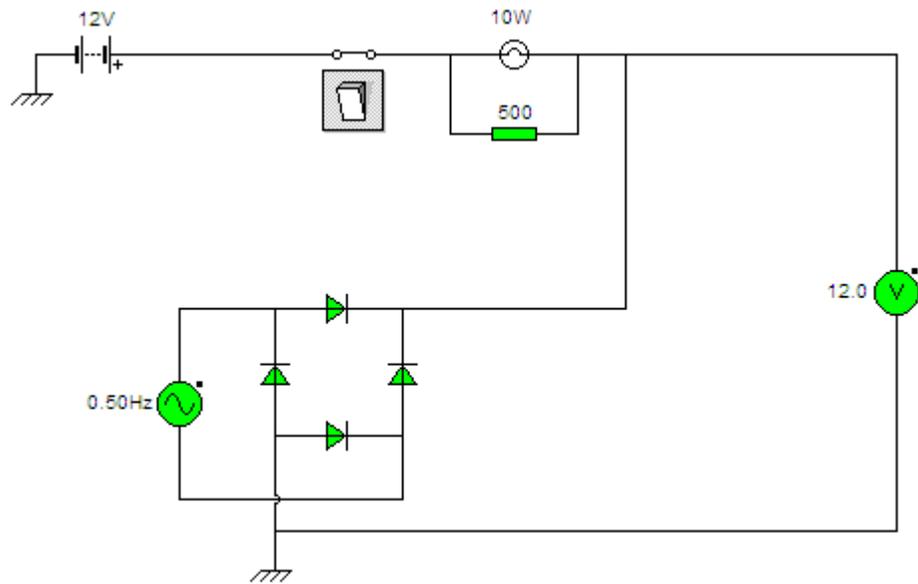
ANEXOS B

DIAGRAMAS DE INSTALACIÓN Y LOCALIZACIÓN.

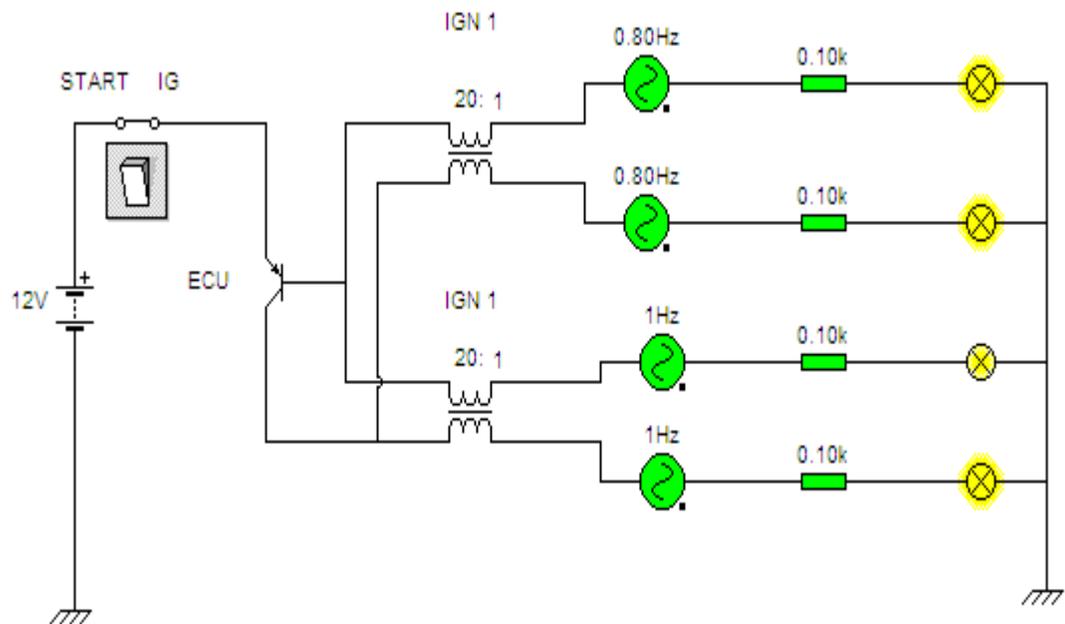
SISTEMA DE ARRANQUE



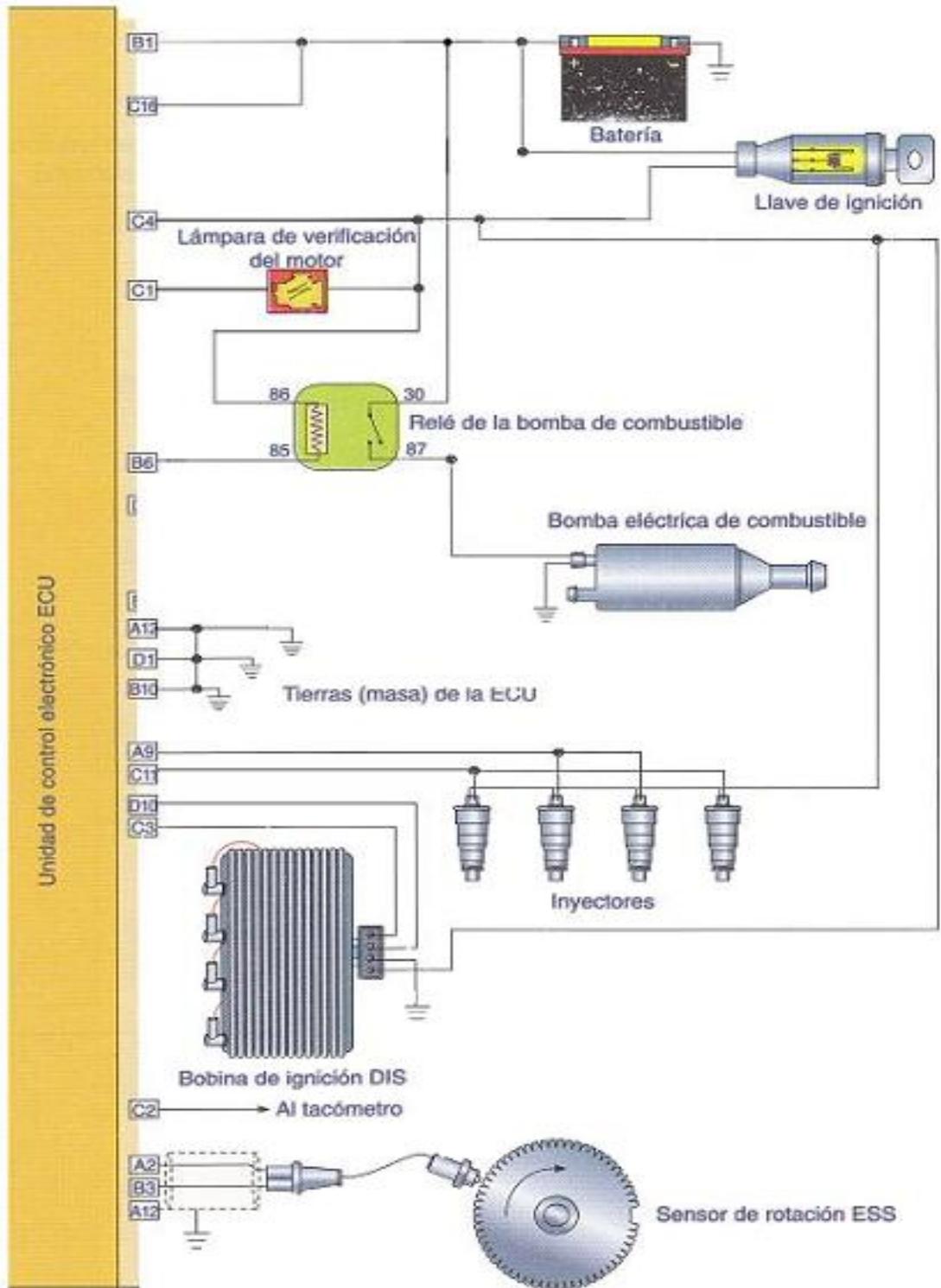
SISTEMA DE CARGA

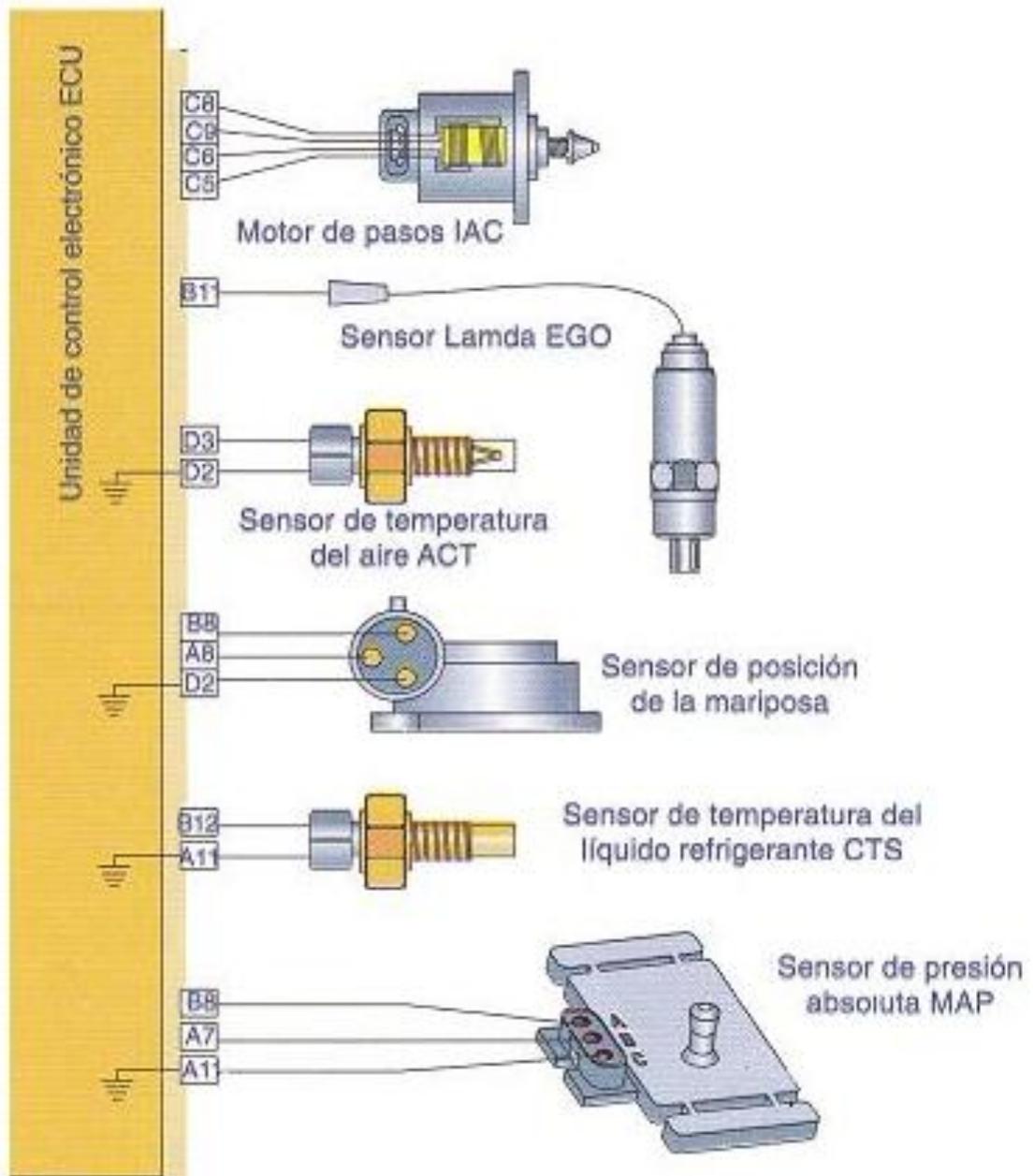


SISTEMA DE ENCENDIDO



SISTEMA ELECTRÓNICO





ANEXOS C

PRECAUCIONES Y NORMAS DE SEGURIDAD.

DEL LUGAR DE TRABAJO

- Los locales de trabajo deberán tener salidas que por su construcción, número y, situación que posibiliten el abandono de los locales en caso de peligro de explosión.
- Mantener limpio el puesto de trabajo, evitando que se acumule suciedad, polvo o restos metálicos, especialmente en los alrededores de las máquinas con órganos móviles. Asimismo, los suelos deben permanecer limpios y libres de vertidos para evitar resbalones.

DE LA ROPA DE TRABAJO

- Antes de realizar cualquier práctica es este modulo es necesario la utilización de mandiles u overol si fuese necesario

DE LAS HERRAMIENTAS DE TRABAJO

- Antes de la realización de cada práctica, es necesario la utilización de herramientas e instrumentos adecuados, que serán dotados por parte del instructor.

FUMAR EN LOS LUGARES DE TRABAJO

- No se permite fumar en zonas de trabajo en las que puedan desprenderse gases combustibles o vapores combustibles.
- Estas zonas de trabajo se indicaran mediante el correspondiente letrero de prohibición de fumar.

EXTINTORES Y DISPOSITIVOS DE EXTINCIÓN DE INCENDIOS

- Se dispondrá y mantendrán utilizables extintores apropiados en lugares fácilmente accesibles y bien visibles.
- Para apagar ropas que estén ardiendo se tendrán preparadas mantas extintoras y otros dispositivos de extinción apropiados, como por ejemplo aspersores.

EVACUACIÓN DE GASES

- Los gases y vapores, combustibles, tóxicos o perjudiciales para la salud, deberán evacuarse de los locales de trabajo.
- Cuando se pongan en marcha motores de combustión interna en los locales de trabajo, deberán conducirse al exterior los gases de escape.

DERRAMES Y FUGAS DE LÍQUIDOS Y LUBRICANTES COMBUSTIBLES

- Si existe el peligro de que durante el trabajo se derramen líquidos combustibles (gasolina, disolventes), deberán retirarse antes de comenzar el trabajo todas las fuentes de ignición que pueden inflamar los vapores combustibles.
- Los lubricantes derramados pueden provocar caídas y por lo tanto deben recogerse inmediatamente.

PRECAUCIONES EN EL TALLER

Las principales precauciones que se deberían tomar son:

- Evitar el abuso de herramientas para efectuar cualquier tipo de operación.
- No utilizar herramientas inadecuadas, defectuosas, de mala calidad o mal diseñadas.
- No fomentar el uso de herramientas de forma incorrecta.

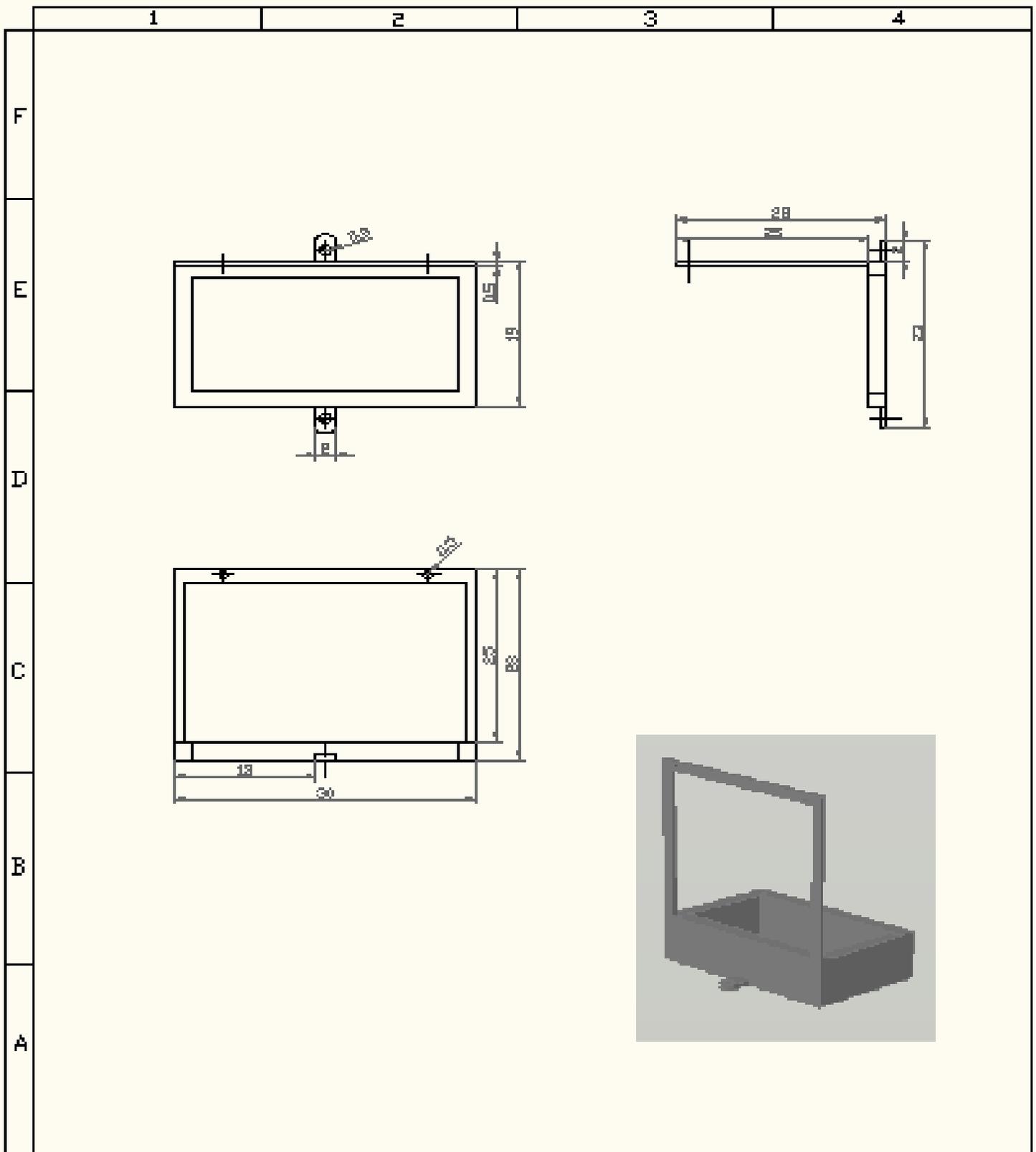
- Dejar herramientas abandonadas en lugares peligrosos.
- Llevar herramientas transportadas de forma peligrosa.
- Tener las herramientas mal conservadas.

PRECAUCIONES DE USO DEL MODULO DE ENTRENAMIENTO

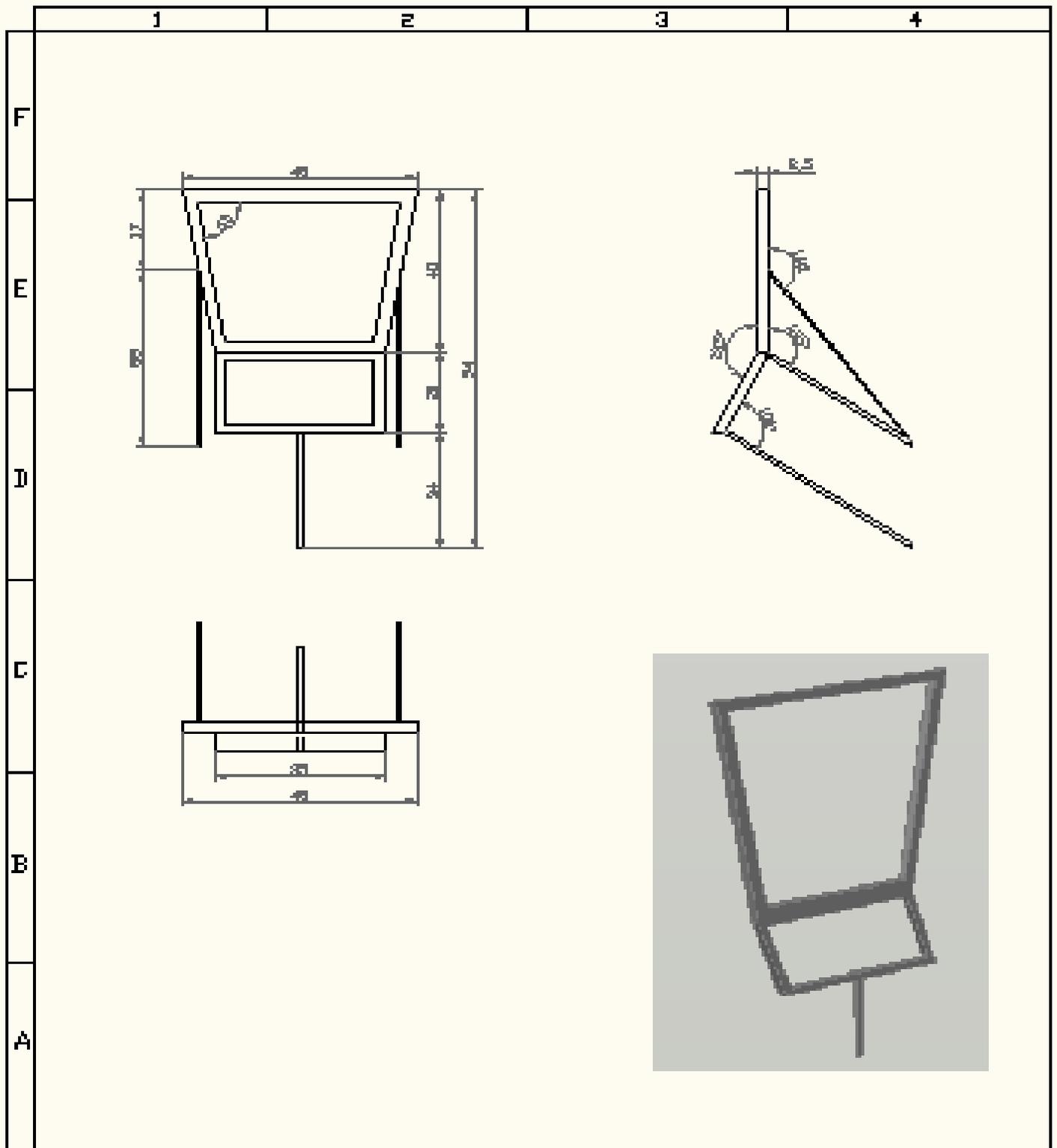
- Las etapas de pruebas en las cuales los contactos de los conectores de los mazos de conductores eléctricos o de dispositivos de mando se deberán conectar con la masa o con la tensión de la batería (+12 V), se deberán ejecutar con el máximo cuidado y concentración. Un contacto incorrecto seleccionado por error, puede ocasionar la destrucción de circuitos internos en la unidad de control electrónico.
- Al diagnosticar sistemas eléctricos / electrónicos, la batería se deberá encontrar en buen estado y suficientemente cargada.
- Durante las operaciones en el sistema de alimentación, mantenga las fuentes de encendido distantes. Evite chispas.
- Nunca desconecte o conecte el enchufe del mazo de conductores eléctricos en los módulos de control con el encendido conectado.
- En trabajos en los cuales exista riesgo de cortocircuito eléctrico, el cable masa se deberá desconectar de la batería.
- Al desconectar los conectores de los mazos de conductores eléctricos, no tirar de los cables. Soltar cuidadosamente los bloques de los conectores.
- Antes de utilizar adhesivos, agentes selladores, fijadores químicos o aditamentos, fíjese en sus plazos de validez. Nunca utilice productos cuyo plazo de validez esté vencido.

ANEXOS D

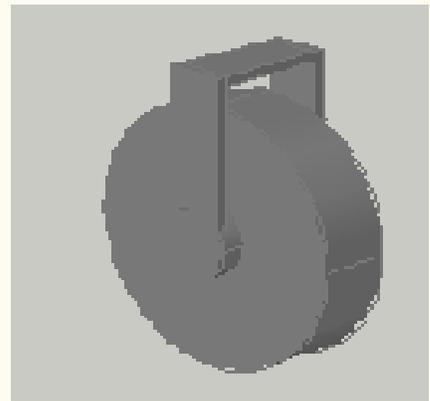
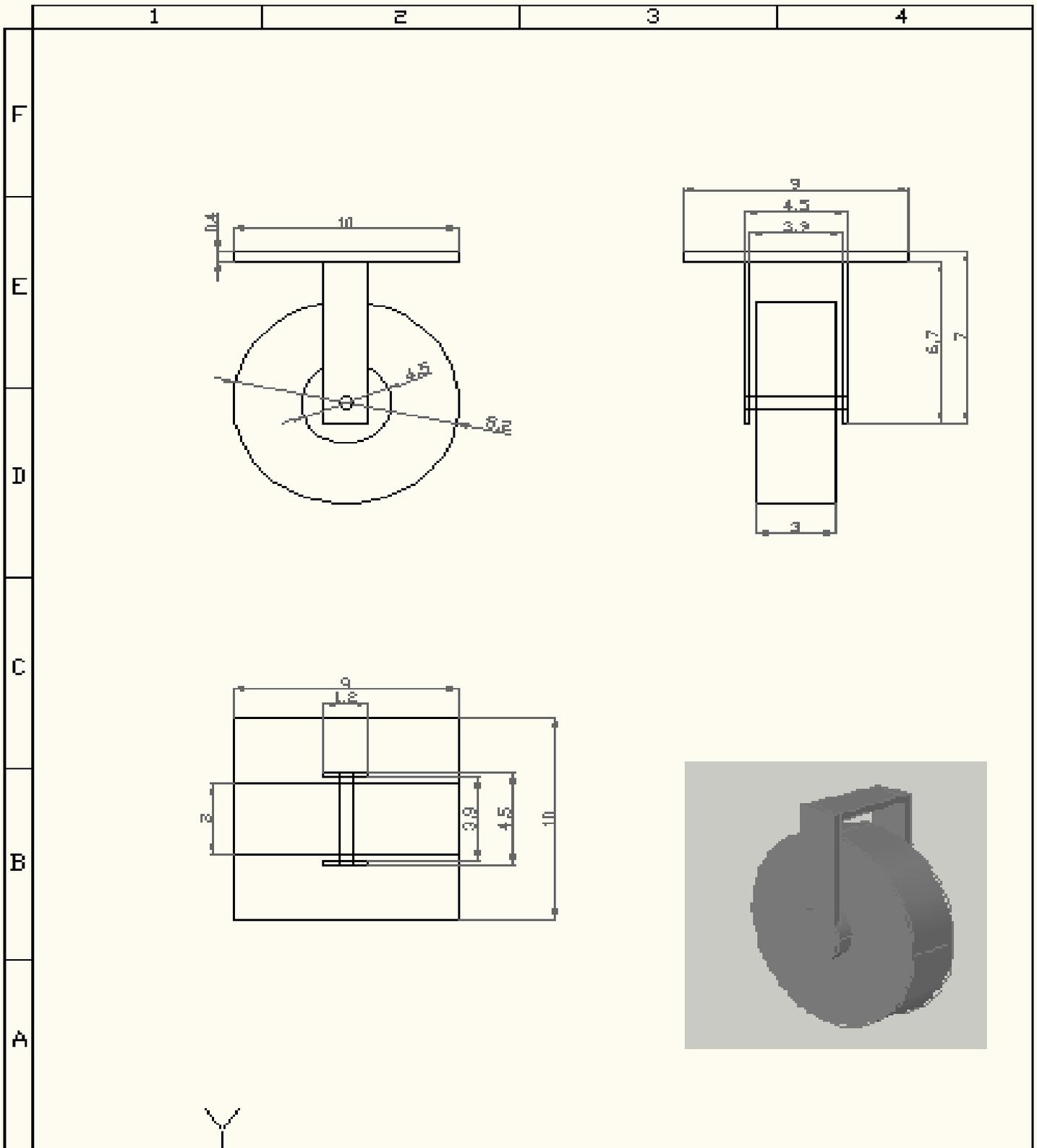
LAMINAS DE DISEÑO DEL SOPORTE



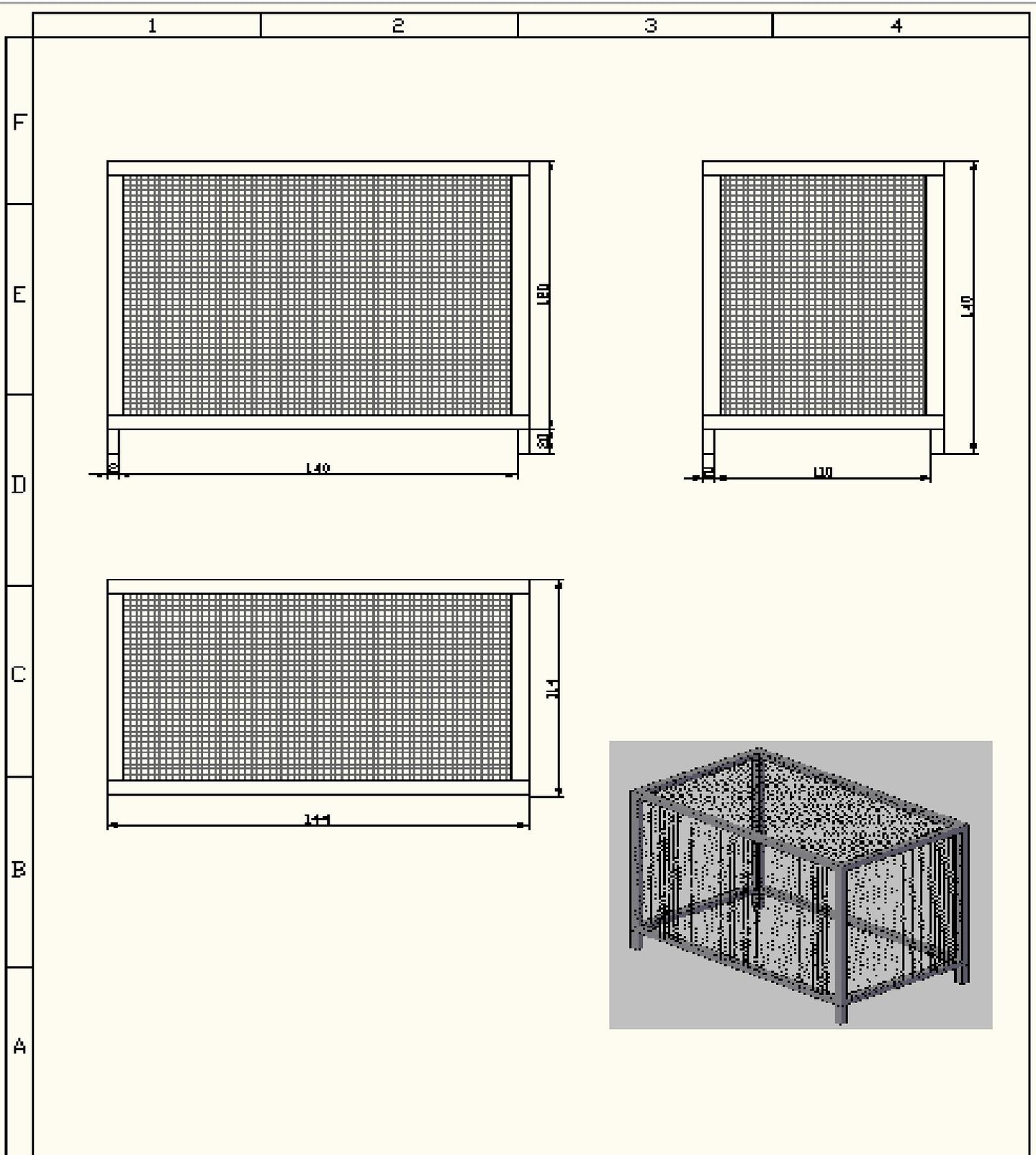
				Tolerancias	Peso 5 KG	ASTM A992 - AISI 1020	
						PROYECTO DE GRADO	Escala: 1:1
				Fecha	Nombre		
				Dib. Rev. 01/2020	Parámetros C Dip. Nono Ing. Nono		
				Apr. 01/2020	Ing. Nono	SOPORTE BATERIA - AGUA	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	ESPE-L AUTOMOTRIZ			



				Tolerancias	Peso LE KG	ASTM A912 - AISI 1020	
						PROYECTO DE GRABO	Escala 1:1
				Fecha	Nombre		
				Dib.	Paredes G		
				Rev.	Imp. Hmo		
				Appo.	Imp. Hmo	SOPORTE TABLERO	
				ESPE-L AUTOMOTRIZ		H-05	
Cal- cám			Nombre				



				Tolerancias	Peso 4 KG	NYLON - ABS	
						PROYECTO DE GRADO	Escuela: 11
				Fecha	Nombre		
				Dib.	Paradas C		
				Rev.	Ing. Henz		
				Apro.	Ing. Henz		
				ESPE-L AUTOMOBILIZ		RUEDAS SOPORTE MOTOR	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			N-06	



				Tolerancias	Peso 30 KG	ASTM A500		
				Dib.	Fecha	Nombre	PROYECTO DE GRADO	
				Rev.	02/01/10	Ing. Hans		
				Apr.	02/01/10	Ing. Hans		
				ESPE-L AUTOMOTRIZ			PROTECTOR DEL MODULO	Escalera 11
Bit	Modificación	Fecha	Nombre				N-08	

BIBLIOGRAFÍA

1. **COELLO SERRANO**, Efrén. Sistemas de inyección electrónica de gasolina. ediciones AMÉRICA, 2005.
2. **CROUSE**, William. Equipo eléctrico y electrónico del automóvil. Editorial ALFA OMEGA. 1992.
3. **GENERAL MOTORS**. Manual técnico de reparación Corsa B. 1998.
4. **GRANDA MOSQUERA**, Luis. Sistemas electrónicos de inyección a gasolina. Ediciones CORPOSUPER, 2007.
5. **JARAMA**, Wilson. Manual del Corsa. Ediciones AMÉRICA. Edición 2006.
6. **MOTT**, Robert. Diseño de elementos de máquinas. Ediciones PEARSON. Cuarta edición, 2008.
7. **PÉREZ**, Alonso. Técnicas del automóvil. Edición 2002.
8. **RUEDA SANTANDER**, Jesús. Manual técnico de Fuel Injection. Ediciones DISELI. Cuarta edición, 2010.
9. <http://www.automecanico.com>
10. <http://www.cise.com>
11. <http://www.mecanicavirtual.com>

GLOSARIO TÉCNICO

- **MPFI:** Inyección de Gasolina Multipunto
- **CTS:** (Coolant Temperature Sensor) Sensor de Temperatura del líquido Refrigerante
- **NTC:** Coeficiente de Temperatura Negativo.
- **PTC:** Coeficiente de Temperatura Positivo.
- **DC:** Corriente Directa.
- **AC:** Corriente Alterna
- **CKP:** (Crankshaft Position Sensor) Sensor de Posición del Cigüeñal
- **EGO:** (Exhaust Gas Oxygen Sensor) Sensor de Oxígeno
- **ECU:** (Electronic Control Unit) Unidad de Control Electrónico
- **RAM:** (Random Access Memory) Memoria de Acceso Aleatorio
- **ROM:** (Read only memory) Memoria Sólo de Lectura
- **EPROM:** (Erasable Programmable Read Only Memory) Memoria Programable – Borrable sólo de Lectura.
- **EEPROM:** (Electrically-Erasable Programmable Read-Only Memory) Memoria Programable – Borrable Electricamente solo de Lectura.
- **QDM:** (Quad Drive Module) Módulo de Accionamiento Quad
- **IAC:** (Inlet Air Control) Válvula de Control de Aire en Ralentí
- **ACT:** (Air Change Temperature Sensor) Sensor de Temperatura del Aire de Admisión.
- **TPS:** (Throttle Position Sensor) Sensor de posición de la Mariposa.
- **MAP:** (Manifold Absolute Pressure Sensor) Sensor de Presión Absoluta en el múltiple de Admisión.
- **MIL:** Lámpara de Comprobación de Motor.
- **DIS:** (Direct ignition System) Sistema de Encendido Directo

Latacunga, Enero del 2011

EL AUTOR:

Cristian Alejandro Paredes Gordillo

EL DIRECTOR DE CARRERA:

Ing. Juan Castro Clavijo

UNIDAD DE ADMISIÓN Y REGISTRO:

Dr. Eduardo Vásquez Alcázar