



UNIVERSIDAD NACIONAL "SIGLO XX"
AREA: TECNOLOGIA
CARRERA: ING. MECANICA AUTOMOTRIZ



"TOYOTA, MOTOR: 5E-FE"

DOCENTE: Ing. Manuel Oscar Aguilar Bustamante

ASIGNATURA: Tecnologías Avanzadas del Automóvil II

UNIVERSITARIO: Apaza Carbajal Daniel

Inca Colque Esteban

Murillo Gomez Roberth Alvaro

Saavedra Colque Sebastián

Sandi Vigabriel Abdel Gerónimo

FECHA: 5 de Mayo de 2017

1. Resumen

El motor de la serie 5E, fabricado por la marca “TOYOTA” es un motor lineal de 4 cilindros, de 1.5L; tiene 16 válvulas, 4 válvulas por cilindro (2 de admisión, 2 de escape). El motor 5E-FE utiliza bloque de cilindros acero aleado con aluminio del tipo de disposición lineal y eje de levas DOHC.

Este tipo de motor es equipado en varios modelos, como ser:

- Toyota Paseo
- Toyota Sera
- Toyota Tercel
- Toyota Raum
- Toyota Corolla
- Toyota Corsa
- Toyota Caldina
- Toyota Corolla II
- Toyota Cynos
- Toyota Vios

A. Objetivo general

El objetivo general de nuestra investigación es investigar y explicar las tecnologías implementadas en el motor 5E-FE de la marca TOYOTA

B. Objetivos específicos

- Obtener información científica, respecto a los sistemas que componen el motor 5E-FE
- Recabar datos, tanto teóricos como empíricos para brindar una mejor profundización y explicación de los sistemas del motor.

2. Fundamentación teórica

Motor 5E-FE “Toyota”

Toyota fabrica motores de la serie E, los cuales con el pasar de los años y el desarrollo de nuevas tecnologías y mejoras de diferentes sistemas del motor, fueron evolucionando desde la 1E, 2E, 3E, 4E hasta el más moderno y con mejores resultados fue el 5E. La Serie 5E no es mas que la evolución de la serie 4E, con las diferencias que explicaremos a lo largo del desarrollo del tema. En la serie 5E, a lo largo de la década de los 90'se incorporaron nuevos sensores y sistemas, de lo cual surgieron 2 generaciones:

- Los motores 5E-FE de la primera generación fueron puestos en producción desde el año 1992 a 1995; es un motor de 1,5L (1479 cc.) lineal con el ciclo convencional “Otto”; tiene un tipo de distribución DOHC, dispone de 16 válvulas, 4 por cada cilindro (2 de escape, 2 de admisión).
Los motores 5E-FE de la primera generación tiene las siguientes características: Produce 100 HP de Fuerza a 6400 rpm y el torque máximo entregado es de: 91 lb*ft. @ 3200 rpm; también tenían un Diámetro de Cilindro de 77mm y carrera de 77,4, su relación de compresión es de 9,4:1 y su cámara de combustión de 39cc; otra de sus características era que llevaba en el sistema de encendido un Distribuidor integral.
- Los Motores 5E-Fe de la segunda generación fueron puestos en producción desde 1995 a 1998; tiene las siguientes características: Produce una fuerza de 94HP de fuerza a un menor régimen 5400 rpm; el torque aumento a 100 lb*ft @ 3400 rpm; TOYOTA modifico el sistema de encendido, por uno de tipo “Distributerless”, como también es esta generación ya se utiliza la tecnología del “Knock Sensor”, se implementó este sensor a los motores 5E-Fe de segunda generación. En 1997, TOYOTA completo el rediseño del motor, quitando la válvula de EGR y su sustitución por un sistema avanzado de filtro de carbón activo, sin comprometer las normas de emisión, como también modificaron el sistema de combustible para ser uno del tipo “Sin retorno”

A continuación, en el presente trabajo explicaremos los sistemas más importantes que destacaron en su tecnología que dispone el motor 5E-FE.

Sistema de control del motor

En esta sección veremos el sistema de control del motor 5E-FE, que en sí, son los componentes del sistema de inyección, y son siguientes sistemas:

- Sistema de Inducción de aire
- Sistema de Encendido
- Sistema de Combustible
- Sistemas auxiliares

Sistema de inducción de aire

GENERALIDADES

El aire proveniente del purificador de aire que se introduce del ambiente, este pasa por los conductos de admisión de aire hasta llegar al obturador de aire donde limita la cantidad de aire que requiere el motor.

El aire es tan necesario para los motores de combustión interna, como es el combustible. La forma en que se utiliza el aire en un motor puede hacer mucha diferencia en los costos de operación. Todos los motores de combustión interna utilizan aire, y todos ellos pueden sufrir daños por su uso incorrecto. Los costos de funcionamiento será menores; ahorrarás en los costos de combustible y reparación, y tu motor funcionará mejor si tomas previsiones para que tu motor tenga un volumen suficiente de aire limpio a la temperatura correcta

FINALIDAD: La finalidad del sistema de inducción de aire proveniente del medio ambiente es hacer llegar a lo cilindros.



PURIFICADOR DE AIRE

Este purificador de aire puede retener hasta 10 micras de partículas de tamaño, El polvo y suciedad es el peor enemigo del motor. Se ha demostrado muchas veces que para reducir reparaciones de tu motor, al papel corrugado debes mantener limpio tu sistema de admisión. Todo el aire contiene pequeñas partículas de suciedad y materiales abrasivos. Aire



sucio siempre está presente pero no siempre visible. En algunos sitios de trabajo, el aire puede ser tan sucio que usted arruinara un motor en un período corto de tiempo. Debe tomar medidas apropiadas para limpiar el aire.

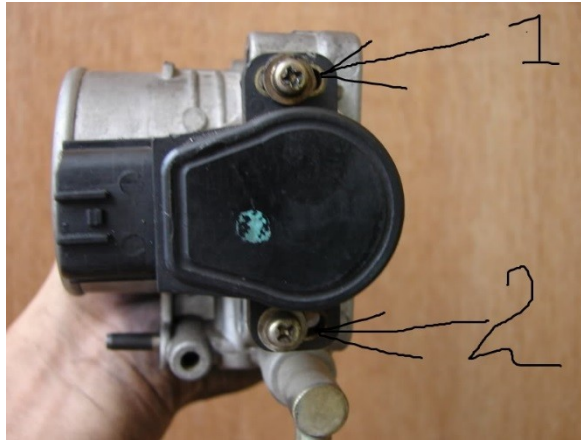
CONDUCTOS



Los tubos de inducción

de aire son de material de plástico que estos trabajan en conjunto con filtro de aire para llevar aire a su motor, es importante que todas las articulaciones (mangueras) son debidamente sellada y libre de pérdidas. Un filtro de aire es totalmente ineficaz si se producen pérdidas en la tubería entre el filtro de aire y el motor. Suciedad es la causa fundamental del desgaste de pistones, anillos, fundas y válvulas. Uno de los lugares más probables para la introducción de suciedad en un motor es a través de una abertura en la tubería de inducción de aire.

SENSOR DE POSICION DE LA VALVULA DE OBTURACION

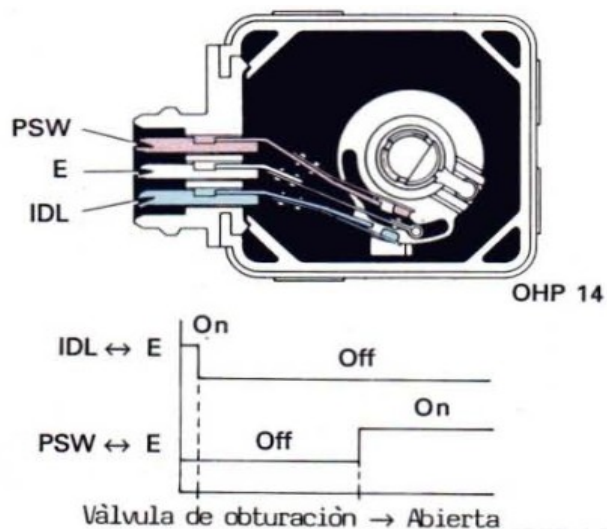


El sensor de posición de la válvula de obturación está montado en el cuerpo de la válvula de obturación. Este sensor convierte el Angulo de abertura de la válvula de obturación en una tensión y la envía a la ECU del Motor como señal de la angula de abertura de la válvula de obturación. La señal IDL se utiliza principalmente en el control del corte de combustible y en las correcciones de la distribución de encendido y la señal VTA o la señal PSW se utilizan principalmente para incrementar el volumen de inyección del combustible para aumentar de esta forma la potencia de salida del motor.

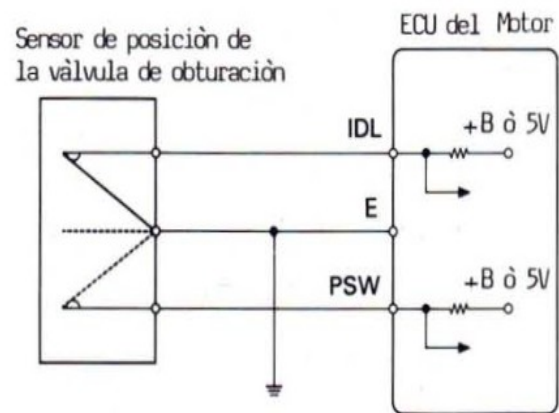
Tipo de activación – desactivación

Este tipo de sensor de posición de la válvula de obturación detecta si el motor está marchando en ralentí o. Está marchando bajo una carga pesada por medio del contacto de ralentí (IDL) o el contacto (PSW).

Otros terminales o contactos también pueden ser utilizados para efectuar otras funciones, dependiendo del modelo del motor. Estos incluyen el contacto (LSW) interruptor de combustión de mezcla pobre para la conexión de una combustión de mezcla pobre ; los terminales LI, L2 y L3 para el control de la ECT, terminales ACC1 y ACC2 para la detección de la aceleración , etc. Tipo de 2 contactos



CIRCUITO ELECTRICO (TIPO DE 2 CONTACTOS)

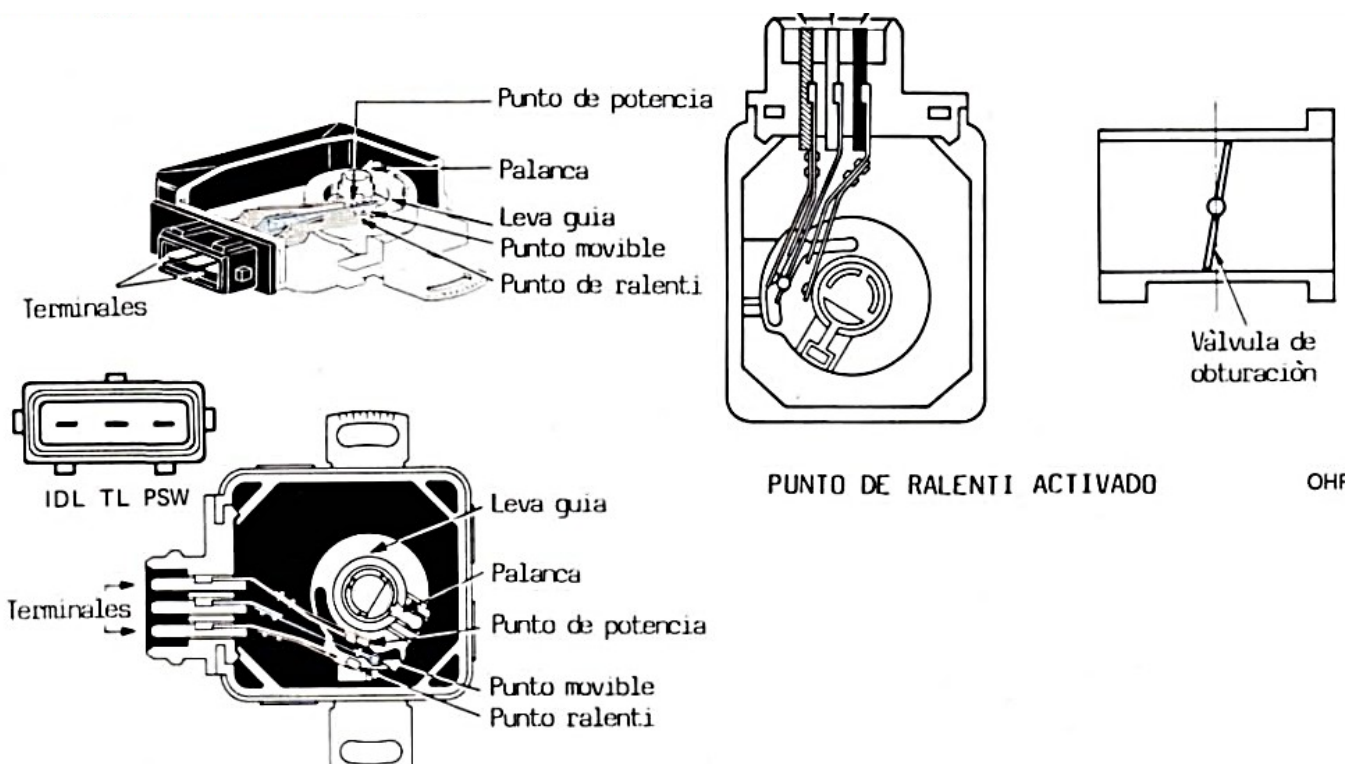


El sensor de posición del obturador de aire está montado en el cuerpo del obturador. Este sensor convierte el Angulo de abertura del obturador en una tensión y la envía a la ecu como señal del ángulo de abertura.

El sensor de posición del obturador envía dos señales a la ECU: la señal del IDL y la señal de PSW. La señal de IDL se utiliza principalmente en el control de corte de combustible y la señal de PSW se utiliza principalmente para aumentar el volumen de inyección de combustible y la salida del motor.

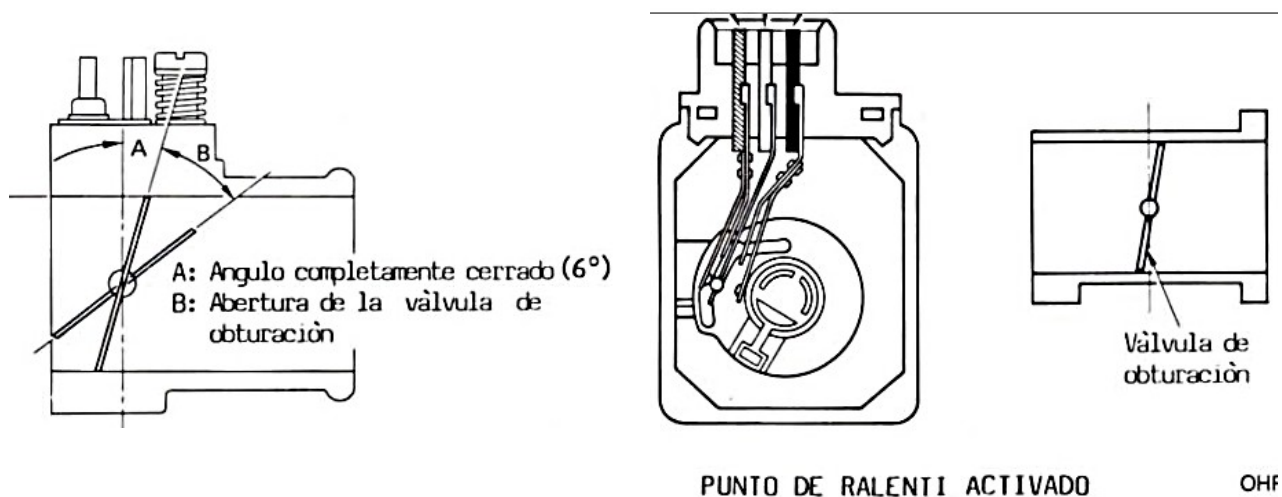
Construcción

- ✚ Palanca (asegurada con el mismo eje de la valvula de obturación)
- ✚ Leva guía (operada por la palanca)
- ✚ Puntos de contactos movibles (se mueve a lo largo de la ranura de la leva guía)
- ✚ punto de ralentí y punto de potencia (terminales de potencia de salida)



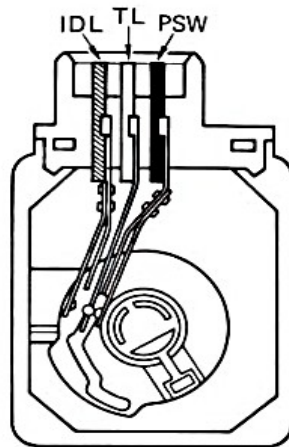
Funcionamiento en punto de ralenti

Cuando la válvula de obturación está en la posición serrada (menos de 1.5° de la posición completamente cerrada), el punto movable y el punto de ralenti hacen contacto, informando a la ECU que el motor está girando. Esta señal es también utilizado para el corte de combustible durante la desaceleración.

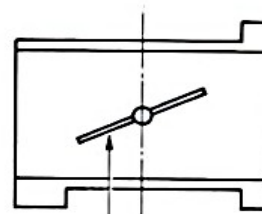


Punto de potencia

Cuando la válvula de obturación esta abierta alrededor de 50° a 60° (dependiendo del motor) desde la posición cerrada el punto móvil y el punto de potencia hacen el contacto y la condición de carga plena es detectada.



PUNTO DE POTENCIA ACTIVADO



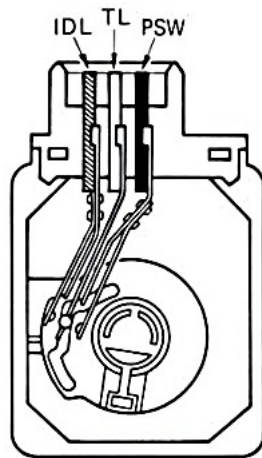
Válvula de obturación

OHP 54

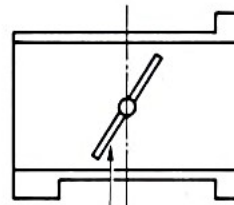
No punto de

contacto

En todos los otros momentos no existe punto de contacto.



NO PUNTO DE CONTACTO



Válvula de obturación

OHP 54

Circuito electrónico del sensor de posición del obturador

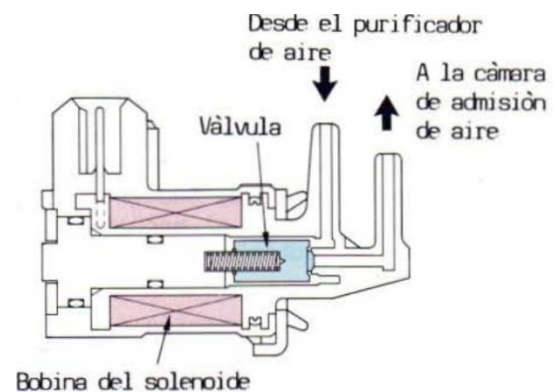
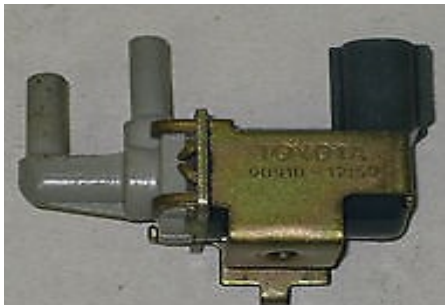
CONTROL DE LA VELOCIDAD DE RALENTI (ISC)

Utiliza un control de la velocidad de ralentí tipo VSV de control de activación-desactivación (tipo de conmutación de vacío)

El sistema ISC controla la velocidad de ralentí por medio de la válvula ISC, cambia el volumen de aire que está circulando a través de la derivación de la válvula de obturación de acuerdo con las señales procedentes de la ECU.

Tipo VSV

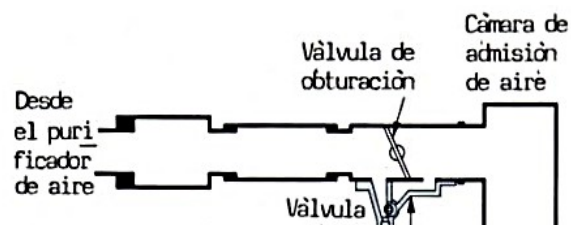
La construcción de este tipo de válvula ISC es como se muestra en la figura las señales procedentes de la ECU del motor causan que la corriente circule hacia la bobina para que fluya más aire en la cámara de admisión esto es para que el arranque sea más fácil después de arrancar el motor la ECU manda corriente aproximadamente durante 10 segundos esto para estabilizar la velocidad de ralentí, esto excita la bobina, la cual abre la válvula, aumentando la velocidad de ralentí aproximadamente en 100 rpm (**la velocidad de ralentí rápido es controlado usando una válvula de aire**)



tipo de solenoide giratorio

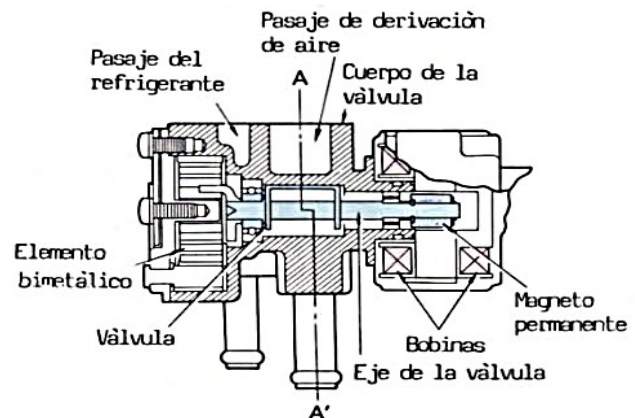
La válvula ISC está montada en el cuerpo de la válvula de obturación y el aire de admisión que se deriva de la válvula de obturación pasa a través de esta.

La válvula ISC opera de acuerdo a las señales procedentes de la ECU del motor y controla la cantidad del aire de admisión que se permite que pase a la válvula de obturación.





La valvula ISC es una valvula pequeña, de tipo solenoide giratorio liviano. Debido a que la capacidad de flujo de aire de la valvula ISC tipo de solenoide giratorio es alta, también se usa para controlar la velocidad de ralenti rapido. No es necesario utilizar en combinacion con una valvula de aire .



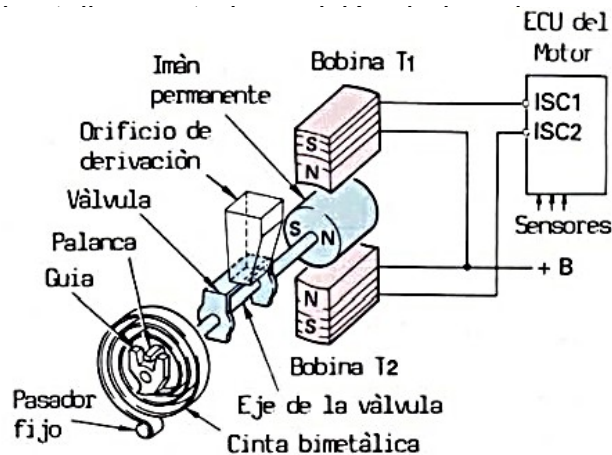
Magneto permanente. Esta ubicado en el extremo del eje de la valvula, el magneto permanente cilindrico gira cuando sus dos polos son repelidos mediante el magnetismo ejercido por las bobinas 1 y 2.

Valvula. Esta fijada en la seccion media del eje de la valvula, la valvula controla la cantidad de aire que pasa a traves del orificio de derivacion, haciendo girar el eje junto con el magneto permanente.

Bobinas (T1 y T2). Estan opuestas entre si y rodean al magneto permanente las dos bobinas actuan como electroimanes que ejercen una fuerza magnetica de polaridad norte en las capas que estan dirigidas hacia el magneto permanente cuando la ECU genera una señal de operación. De este modo la ECU causa que el magneto permanente gire, controlando la intensidad magnetica del campo producido por las bobinas.

Conjunt.o de la cinta bimetalica. la cinta bimetalica, es similar a la cinta que se encuentra en el conjunto del carburador, detecta los cambios en la temperatura del

refrigerante mediante el cuerpo de la válvula. El protector acoplado a uno de los extremos de la cinta que esta en la muesca bimetalica mientras el mecanismo actua con a velocidades excessi circuito electrico del si



el eje de la válvula
operación de la cinta
s decir, mientras la
del protector. Este
le e l motor marche
a un defecto en el

SISTEMA DE COMBUSTIBLE

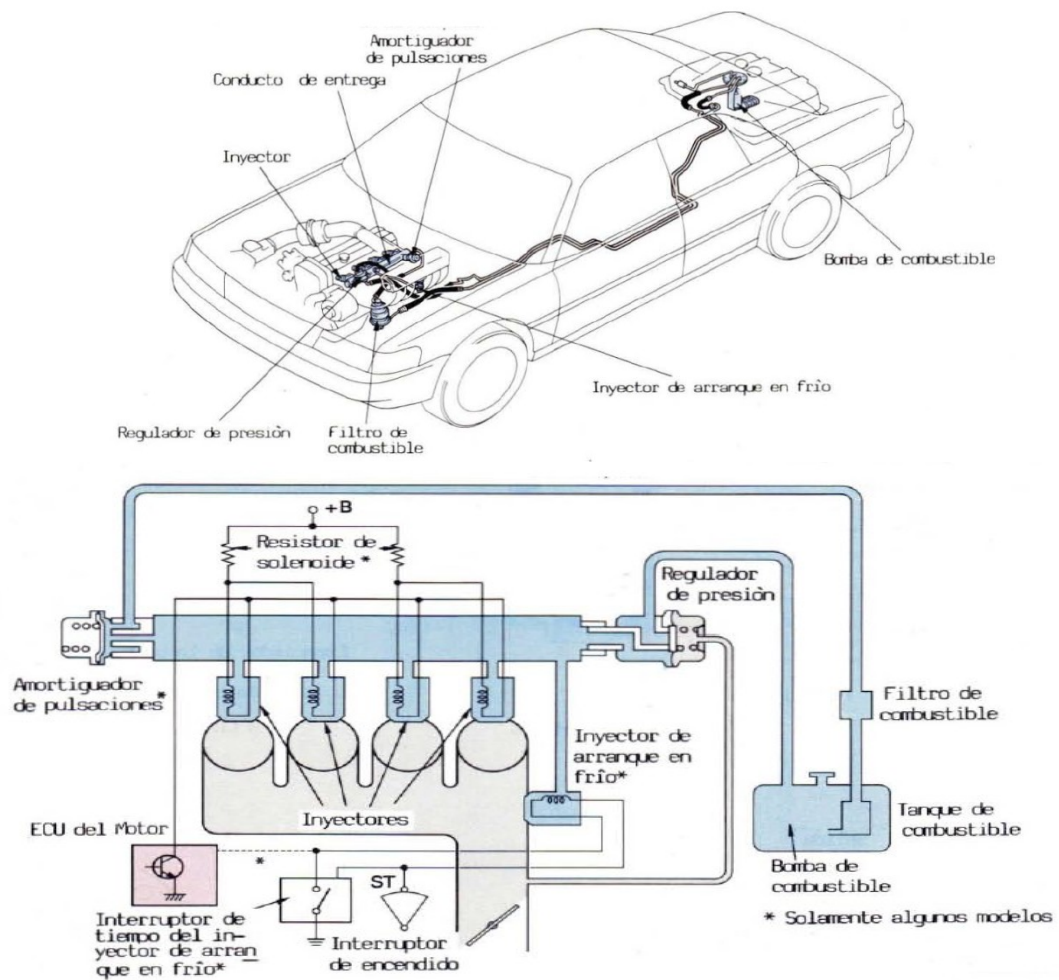
El combustible es aspirado del tanque de combustible por la bomba de combustible y es envidado con presión a través del filtro de combustible a los inyectores e inyector de arranque en frio.

El regulador de presión controla la presión de la bomba de combustible (lado de alta presión). El exceso de combustible es devuelto al tanque de combustible a través del conducto de retorno.

El amortiguador de pulsaciones actúa para absorber las leves fluctuaciones en la presión de combustible que aparece debido a la inyección de combustible.

Los Inyectores Inyectan el combustible en el múltiple de admisión de acuerdo con las señales de inyección de la computadora.

El inyector de arranque en frio está provisto para mejorar el arranque inyectando combustible solamente cuando la temperatura del refrigerante es baja.



Depósito de combustible o tanque de combustible

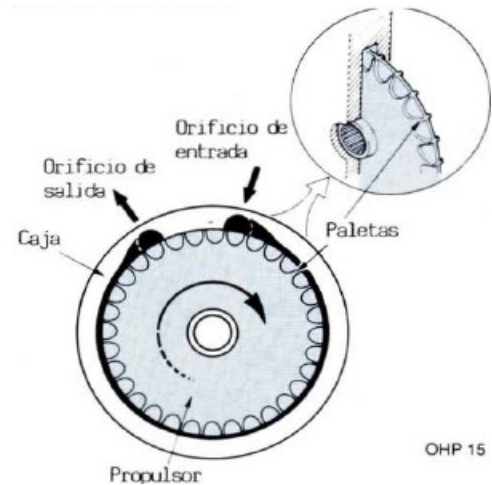
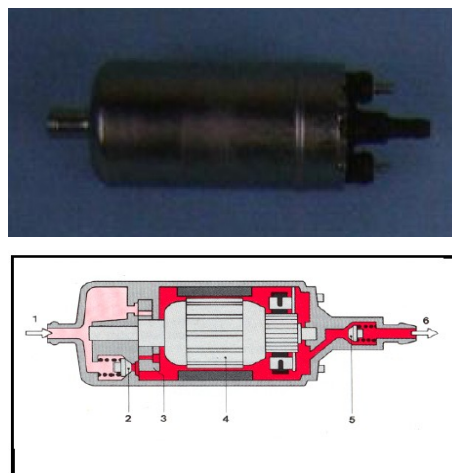
El propósito del elemento es la almacena el combustible del motor de dicho automotor, donde este mismo se caracteriza por almacenar la cantidad suficiente para mantener en funcionamiento al motorizado. Esta elaborado de metal, ya que está ubicado en la parta inferior del vehículo, y tiende a soportar las exigencias del medio ambiente, (lluvia, tierra, golpes, etc.).



Las dimensiones están en función a la cilindrada del vehículo, ya según en función al consumo del mismo está el almacenamiento del mismo.

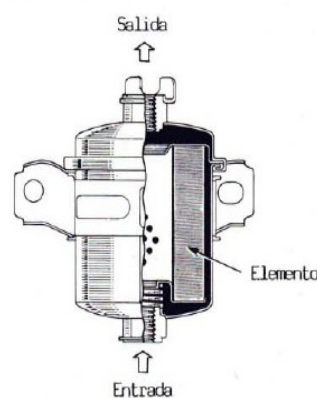
Bomba de combustible

Se trata de una electrobomba de rodillos, situada normalmente en las inmediaciones del depósito o incluso dentro de él. La bomba y el motor van dentro de una carcasa metálica, y son bañados por el combustible, lo cual favorece la lubricación y la refrigeración. La bomba impulsa más combustible del necesario, para evitar que haya variaciones en el circuito al abrirse los inyectores o actuar el regulador



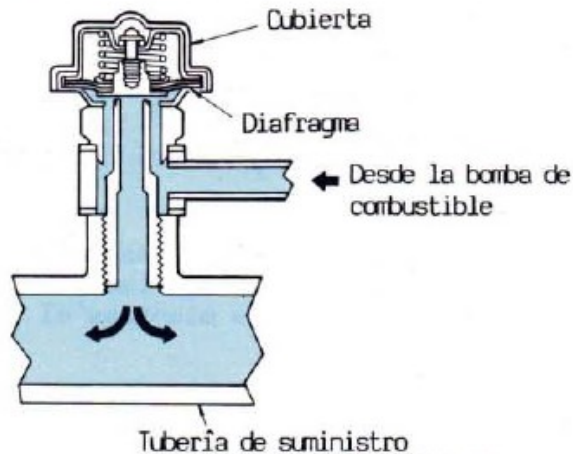
Filtro de combustible

La misión de este elemento es retener las impurezas que lleva el combustible, evitando que lleguen a los inyectores. El filtro está compuesto por un elemento de papel, y detrás hay una rejilla fina para retener posibles trozos del papel que se desprendan. Por este motivo hay que respetar la dirección de montaje que indica.



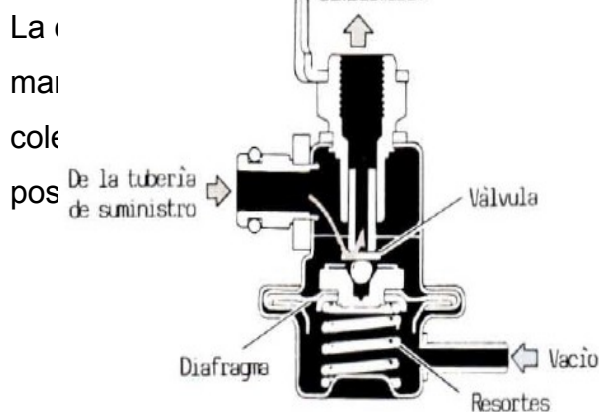
Amortiguador de pulsaciones

La presión de combustible es mantenerla a 2.55 o 2.9 kg/cm² (36.3 o 41.2 psi o 250 a 284.4 kPa) entre la relación con el vacío del múltiple, mediante la acción del regulador de presión. Sin embargo, existe una ligera Variación en la línea de presión debido a la inyección. El amortiguador de pulsaciones actúa para absorber esta variación mediante la acción del diafragma.



Regulador de presión

Se encuentra al final del tubo distribuidor y su cometido es hacer que la presión en el sistema se mantenga dentro de unos límites, que serían, dependiendo del sistema, de 2,5 3 bares. Consiste en una membrana que divide la cápsula en dos. Por una cara tenemos un muelle calibrado para que presione la membrana, y por la otra tenemos el combustible a presión. Cuando se supera la presión prolongada, la membrana vence el muelle y abre una válvula, que deja pasar el combustible sobrante, va sin presión, al depósito.

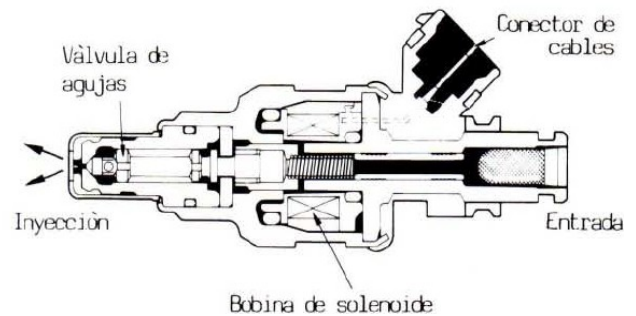
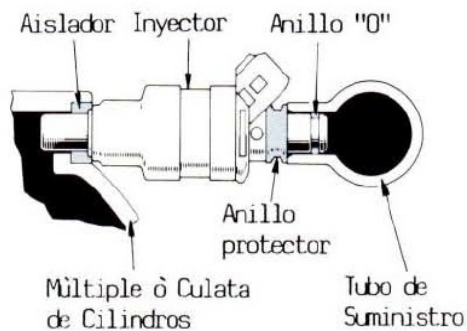


Inyectores

La misión de los inyectores consiste en pulverizar o inyectar la cantidad precisa de combustible que necesita cada cilindro delante de las válvulas de admisión. Estos inyectores son de funcionamiento electromagnético, de forma que abren o cierran según los pulsos que reciben de la unidad de control.

El inyector consiste en un cuerpo de válvula que contiene la aguja del inyector con un inducido magnético superpuesto. El cuerpo de válvula contiene un devanado conductor.

Cuando el devanado no está excitado, un muelle mantiene la aguja contra su asiento. Al excitar el devanado con un pulso de tensión la aguja se levanta aprox. 0,1 mm de su asiento, permitiendo la salida de combustible gracias a la presión que hay en el circuito. El tiempo de duración de los pulsos oscila entre 1 mseg. y 1,5 mseg.



INYECTOR DE ARRANQUE EN FRIO

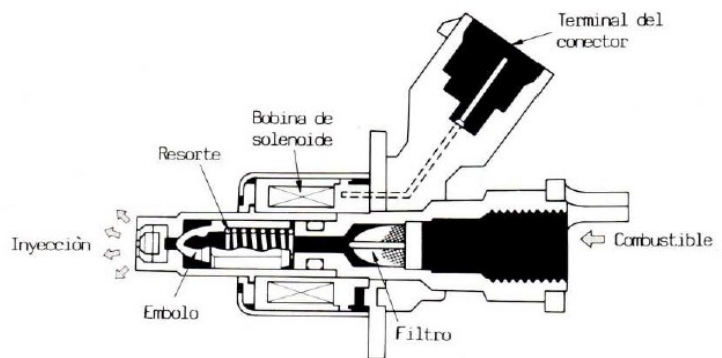
El inyector de arranque en frío, el cual está instalado en la parte central de la cámara de admisión de aire, funciona para mejorar el arranque del motor en frío.

CONSTRUCCION y FUNCIONAMIENTO

el inyector funciona solamente durante el arranque, cuando la temperatura del refrigerante es baja.

Adicionalmente, la duración de la inyección máxima queda limitada por el interruptor de tiempo del inyector de arranque para evitar la inundación (bujías -mojadas) resultante de la inyección continua provocada por el inyector de arranque en frío. Se ha utilizado un diseño especial para la punta del inyector, el cual permite mejorar el efecto de rociado.

Los diseños varían dependiendo del modelo. Cuando el interruptor de encendido se coloca en la posición "start" la corriente circula a la bobina de solenoide y se tira del embolo contra la tensión del resorte. De este modo la válvula se abrirá y el combustible fluirá sobre el embolo y a través de la punta del inyector.



SISTEMA

1. INTRODUCCIÓN

El sistema de encendido DIS (**Direct Ignition System**) también llamado sistema de encendido sin distribuidor (**Distributorless Ignition System**), 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.

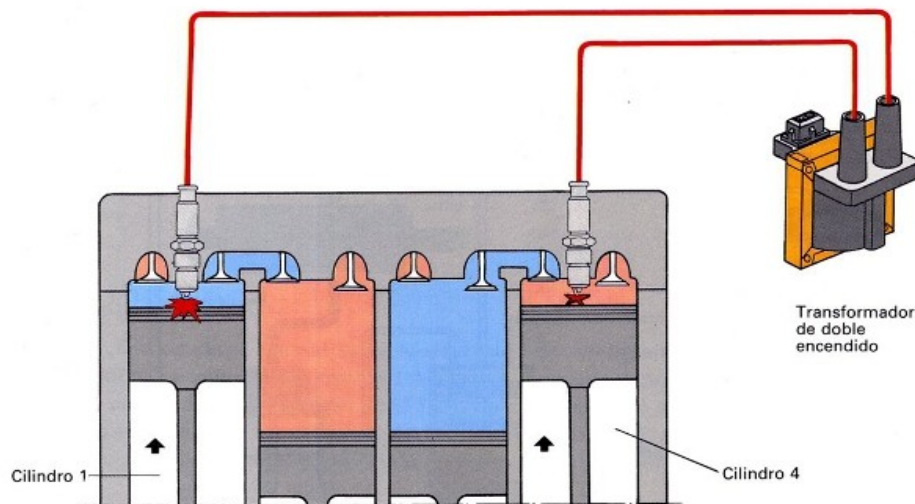
Las ventajas del sistema DIS frente al sistema convencional son las siguientes: Mayor tiempo para que la bobina genere el suficiente campo magnético para hacer saltar la chispa que inflame la mezcla, lo que reduce el número de fallos de encendido a altas revoluciones en los cilindros por no ser suficiente la calidad de la

chispa que impide inflamar la mezcla. Menor interferencias eléctricas del distribuidor 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.

A este sistema de encendido se le denomina también de "**chispa perdida**" debido a que salta la chispa en dos cilindros a la vez, como ser en un motor de 4 cilindros saltaría la chispa en el cilindro nº 1 y 4 a la vez o nº 2 y 3 a la vez.

Al producirse la chispa en dos cilindros a la vez, solo una de las chispas será aprovechada para provocar la combustión de la mezcla, y será la que coincide con el cilindro que está en la carrera de final de "compresión", mientras que la otra chispa no se aprovecha debido a que se produce en el cilindro que se encuentra en la carrera de final de "escape".

2.



FUNCIONAMIENTO

Al cerrar el circuito primario, circula corriente por la bobina del primario desde el borne positivo al negativo a través del dispositivo de apertura y cierre del circuito, que en el caso de la ilustración, para simplificar se ha representado con un ruptor mecánico, pero en la práctica esto se realiza mediante un transistor de potencia. Mientras circula corriente por el primario la energía se acumula en forma magnética. En el momento de apertura del circuito deja de circular corriente por el primario pero la energía magnética se transfiere a la bobina del secundario donde buscará salir para cerrar el circuito, y como la bobina del secundario es de muchas espiras y por

tanto la relación de transformación elevada saldrá una tensión de varios kilovoltios (miles de voltios). La alta tensión tenderá a saltar con mucha tensión en el cilindro donde haya mucha presión de gases: el cilindro en compresión, mientras que necesitará solo unos centenares de voltios en el cilindro que has depresión, es decir el que está en escape. De este modo el sistema “sabe” donde se requiere la alta tensión que prenda la mezcla. Durante el ciclo siguiente, cuando los cilindros cambien de estado la alta tensión saltará de nuevo en el cilindro que se halle en compresión.

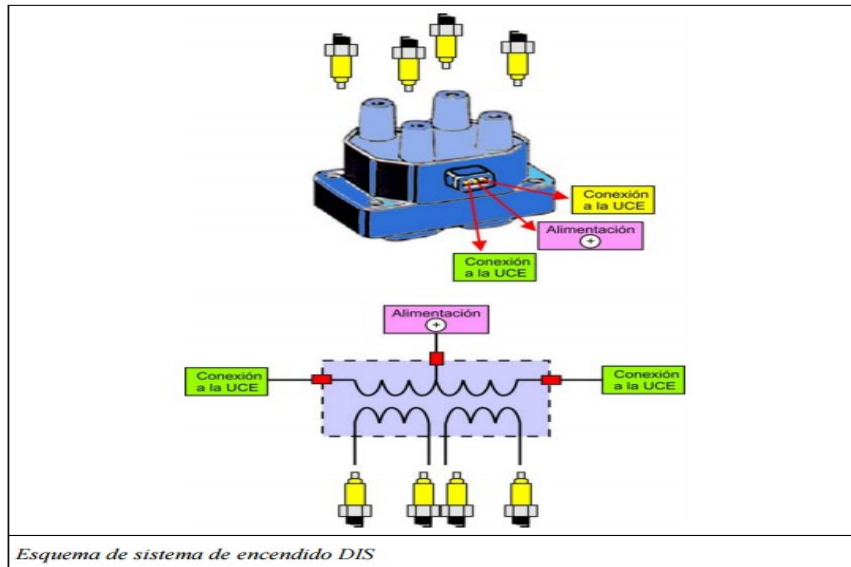
3. TENSIONES Y PRESIONES

El voltaje necesario para que salte la chispa entre los electrodos de la bujía depende de la separación de los electrodos y de la presión reinante en el interior de los cilindros. Si la separación de los electrodos esta reglada igual para todas las bujías entonces el voltaje será proporcional a la presión reinante en los

La alta

en la
dividirá
en
presión

El
que se



cilindros.
tensión de
encendido
generada
bobina se
teniendo
cuenta la
de los
cilindros.
cilindro
encuentra

en compresión necesitará más tensión para que salte la chispa que el cilindro que se encuentra en la carrera de escape. Esto es debido a que el cilindro que se encuentra en la carrera de escape está sometido a la presión atmosférica por lo que necesita menos tensión para que salte la chispa.

4. DESCRIPCIÓN DE LAS PARTES DEL SISTEMA DE ENCENDIDO DIS

4.1. SENSOR CKP

Se instala cercano a la rueda volante de inercia, los dientes de la cinta del volante de inercia pasan muy cerca del sensor inductivo y por cada diente se genera un pulso de corriente alterna; es decir si la cinta dentada tuviera 300 dientes, por ejemplo en cada vuelta completa del eje cigüeñal se inducirían 300 pulsos en el sensor.

Tiene la función de proporcionar a la ECU la posición del cigüeñal, velocidad del motor, punto de encendido y momento de la inyección.

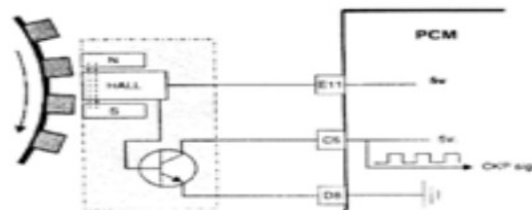
Es un sensor de efecto hall.



El sensor de cigüeñal de tipo hall genera una sola onda cuadrada con tantas señales como cilindros tenga el motor, monitorea la posición del cigüeñal, y envía la señal al módulo de encendido indicando el momento exacto en que cada pistón alcanza el máximo de su recorrido.

3 cables: (Efecto hall)

- ✓ Alimentación: 12v.
- ✓ Masa.
- ✓ Señal.



4.2. SENSOR CMP

El CMP por su parte indica a la ECU la posición del árbol de levas para que determine la secuencia adecuada del punto de encendido y de la inyección.

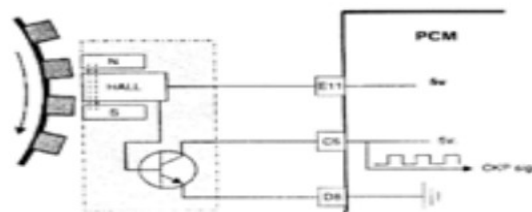
Usualmente se encuentra del lado de la distribución frente a la polea del árbol de levas, cuyo funcionamiento es muy similar al sensor CKP ya que este sensor también es del tipo de efecto hall.



Opera como un hall-efecto switch, esto permite que la bobina de encendido genere la chispa de alta tensión. Este sensor remplace la función del distribuidor. La forma de onda de la señal puede ser o una onda magnética senoidal (alterna) o una onda tipo cuadrada.

3 cables: (Efecto hall)

- ✓ Alimentación: 12v.
- ✓ Masa.
- ✓ Señal.



4.3. UNIDAD DE CONTROL

Es el encargado de recibir la señal del emisor para proceder al corte de corriente [-] a la bobina, reemplazando de esta manera al tradicional platino (puntos) y condensador.

Entre otras fallas del módulo, nos hemos encontrado, con casos en que hay chispa, pero al acelerar el motor se sienta; como si le faltara gasolina [esto sucede, cuando el circuito interior del módulo, empieza a pegarse debido al excesivo calor, al que se encuentra expuesto.

4.4. BOBINA DE ENCENDIDO DOBLE

Las bobinas de encendido de chispa doble generan una tensión de encendido óptima en diferentes cilindros para cada dos bujías y dos cilindros. La tensión se distribuye de forma que:

- La mezcla de aire-combustible de un cilindro se enciende en el extremo de una carrera de compresión –tiempo de encendido– (chispas primarias, chispa de gran alcance).
- La chispa del otro cilindro salta en la carrera de escape (chispas secundarias, energía baja).

Las bobinas de encendido de chispa doble generan dos chispas por cada giro del cigüeñal (chispa primaria y secundaria).

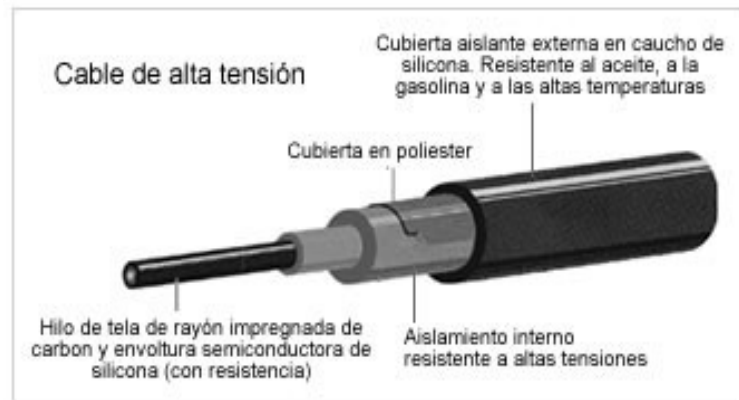


4.5. CABLES DE ALTA TENSIÓN

El Cable de la bujía es un componente básico pero fundamental para el funcionamiento del motor. Lleva alta tensión, que va desde 30k a 50K voltios, producido por la bobina de encendido a la bujía. Para que el motor funcione de manera adecuada, es necesario que los cables de la bujía no tengan fugas de corriente y se evite al máximo la emisión de ruidos y la estática, por esto, se recomienda hacer una revisión periódica, por lo menos una vez al año, de toda la instalación eléctrica, con esto garantizamos que no se presenten daños o deterioro en la instalación que puedan generar problemas y fallas en el vehículo.

El deterioro tanto de los cables y capuchones de la bujía, pueden ser causados por el desgaste, la vibración del motor, derrames de líquidos de frenos, ácido de la batería o por una mala instalación durante una

reparación, este deterioro se refleja en la reducción de la conducción entre la bobina y la bujía. Para estar seguros que los cables de las bujías se encuentran en buen estado, se debe encender el motor en un lugar con baja luminosidad y estar atentos a la presencia de pequeñas descargas eléctricas cerca a los cables o a un ruido similar a un crujido. Si se presentan alguno de estos dos indicios, se está presentando una fuga de corriente eléctrica de alto voltaje.



4.6. BUJIAS

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. Partiendo de la chispa, se expande un frente de llamas por toda la cámara de combustión, hasta que se ha quemado la mezcla.

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 térmicas

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

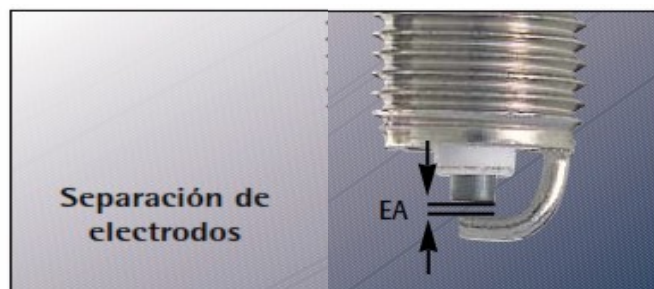
Materiales

Las aleaciones especiales a base de níquel así como los electrodos de núcleo de cobre, se caracterizan por una buena disipación del calor y una elevada resistencia a la corrosión. La plata presenta una conductividad térmica aún mayor. El platino ofrece resistencia óptima a la quemadura y prolonga con ello los intervalos de cambio.

Separación de electrodos

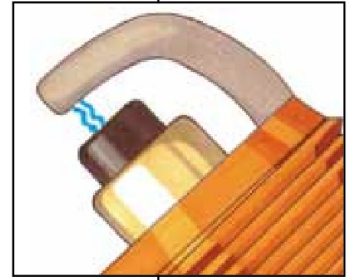
La distancia más corta entre electrodo central y electrodo de masa de la bujía se denomina separación de electrodos. Aquí es donde debe saltar la chispa de encendido. La separación de electrodos óptima en cada caso se establece dependiendo, entre otras cosas, del motor y en estrecha colaboración con el fabricante del motor o del vehículo. Es importante la máxima precisión en el cumplimiento de la separación de electrodos, pues una separación incorrecta puede empeorar considerablemente la función de la bujía y con ella el rendimiento del motor.

- Si la separación entre electrodos es insuficiente, puede tener como consecuencia una inflamación insuficiente, un ralentí irregular y unos valores deficientes en los gases de escape.
- Si la distancia entre electrodos es excesiva, puede provocar fallos de encendido.



POSICIÓN DE LA CHISPA Y TRAYECTO DE CHISPA

Dos factores esenciales influyen sobre la función de la bujía de encendido en la cámara de combustión: la posición de la chispa y el trayecto de chispa. Se denomina posición de la chispa a la geometría determinada por los diseñadores de motores sobre la medida en que el trayecto de la chispa entra en la cámara de combustión.



Trayecto de la chispa aérea: El recorrido que sigue la chispa entre los electrodos para encender la mezcla de combustible y aire en la cámara de combustión.

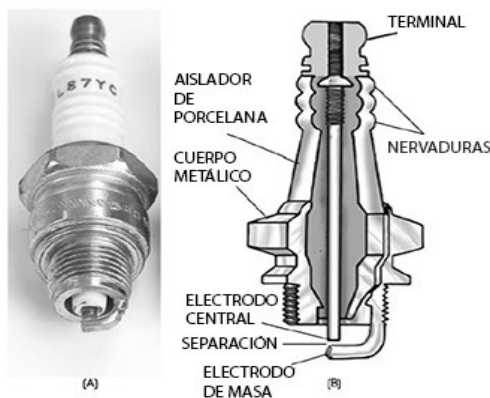
¿Cuántas chispas de encendido necesita un motor?

$$\text{Número de chispas } F = \frac{rpm \times \text{número de cilindros}}{2}$$

Si un motor de 4 cilindros y 4 carreras a una velocidad de 3.000 rpm entonces tendremos el siguiente cálculo:

$$F = \frac{3.000rpm \times 4}{2} = 6.000 \frac{\text{chispas}}{\text{minuto}}$$

PARTES DE UNA BUJIA

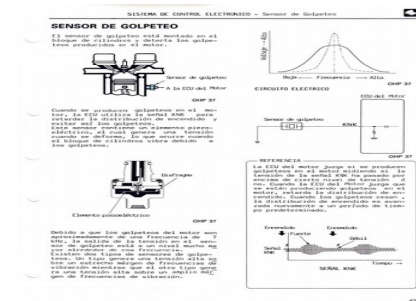
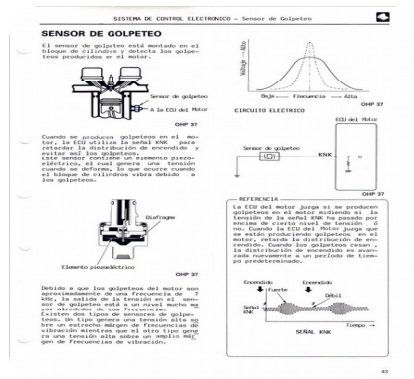


COMPONENTES AXILIARES

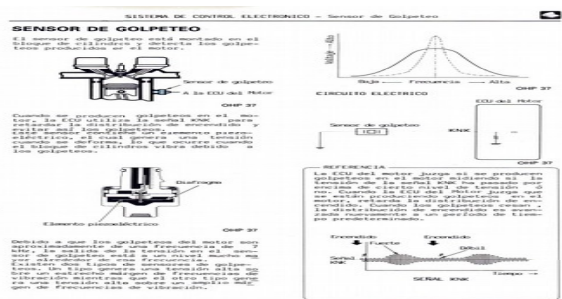
- Sensor de detonación
- Sensor de oxígeno
- Válvula EGR

SENSOR DE DETONACIÓN

El sensor de golpeteo está montado en el bloque de cilindros y detecta los golpeteos producidos en el motor. Cuando se producen golpeteos en el motor, la ECU utiliza la señal KNK para retardar la distribución de encendido y evitar así los golpeteos. Este sensor contiene un elemento piezo eléctrico, el cual genera una tensión cuando se deforma, lo que ocurre cuando el bloque de cilindros vibra debido a los golpeteos.



La ECU del motor juzga si se producen golpeteos en el motor midiendo si la tensión de la señal KNK ha pasado por encima de cierto nivel de tensión o no. Cuando la ECU del Motor juzga que se están produciendo golpeteos en el motor, retarda la distribución de encendido. Cuando los golpeteos cesan, la distribución de encendido es avanzada nuevamente a un periodo de tiempo predefinido.



SENSOR DE OXIGENO

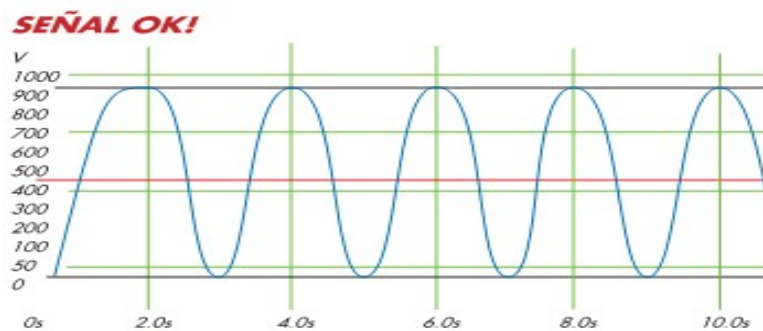
El sensor de oxígeno detecta si la relación aire-combustible es más rica o más pobre que la relación de aire combustible teórica. Está ubicado en el múltiple de escape de tubo de escape delantero.

Comprobación

A. Esta prueba deberá realizarse con el motor a una temperatura normal de trabajo (esperar a que el ventilador accione una vez) y mantener el motor a una aceleración aproximada de 2500 RPM.

B. Verifique la señal entre los cables Negro (señal) y Gris (masa) del sensor de oxígeno con un multímetro en escala de corriente directa.

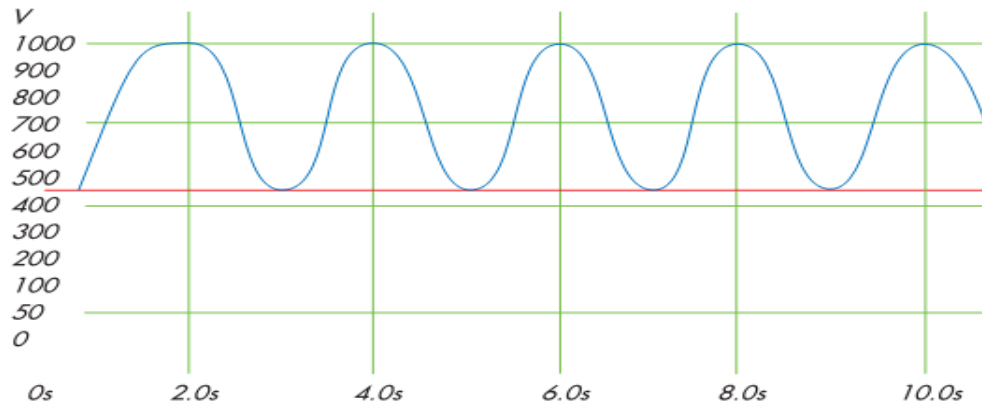
C. Los valores medidos deberán continuamente oscilar entre 50 y 900mV.



oscilar
entre

Superior de 450Mv es mezcla rica, esto significa que hay mucho combustible y poco oxígeno.

MEZCLA RICA

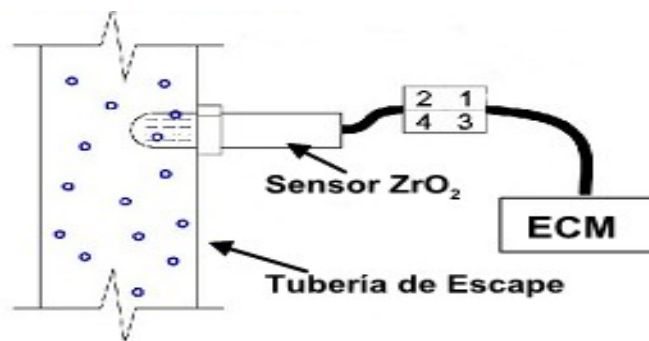
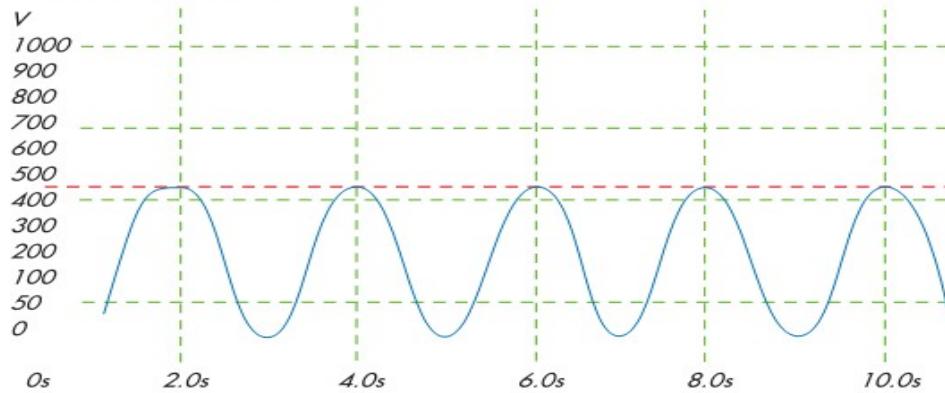


Verificar:

- Regulador de presión de combustible
- Inyectores abiertos
- Bujías de encendido
- Cables de bujía

Inferior de 450mV es mezcla pobre, esto significa que hay poco combustible y mucho oxígeno.

MEZCLA POBRE



Condición Pobre:

Alto número de moléculas de oxígeno

○ = Moléculas de Oxígeno

Verificar:

- Baja presión de combustible
- Inyectores tapados
- Mangueras e vacío rotas
- Múltiple de admisión con fisuras

SOLENOIDE DE CONTROL DE LA EGR (EXHAUST GAS RECIRCULATION)

La válvula EGR dosifica el caudal de gases de escape reciclados. El sistema está instalado en el colector de gases de escape o en el sector de aspiración o también puede ir ubicado en un tubo termo resistente que conecta el colector de escape con el colector de admisión.

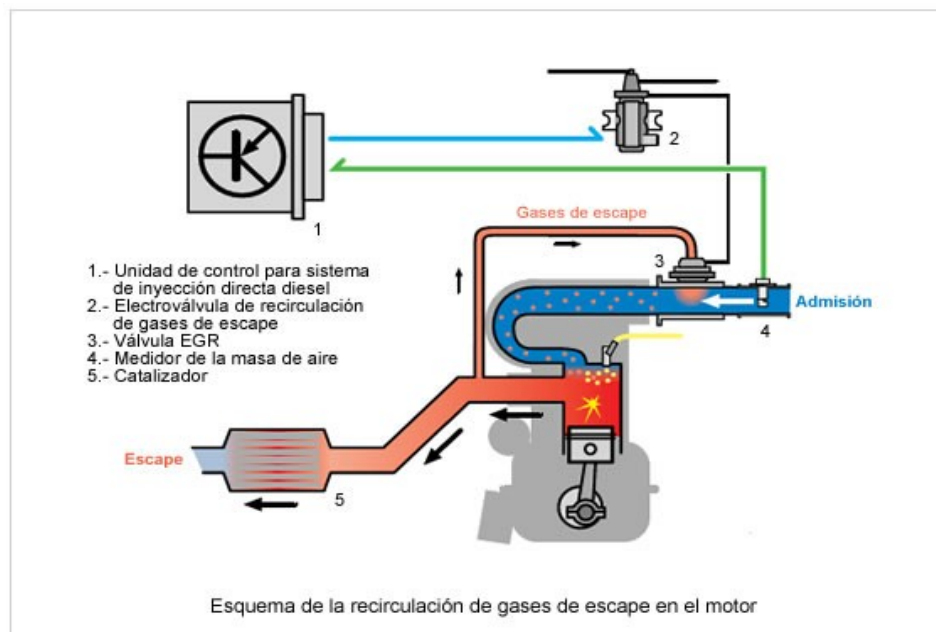
La válvula EGR puede ser

- neumáticas
- eléctricas

La válvula neumática EGR se activa mediante vacío a través de la válvula electromagnética la electroválvula en los sistemas sencillos que utilizan electroválvulas para la activación, la válvula EGR cumple solamente la función de abrir y cerrar. El vacío es captado en el tubo de aspiración o generado por una bomba de vacío.

Cuando debe activarse el sistema EGR y cuál es la cantidad de gases de escape que deben ser enviados al colector de admisión, y calculada por la ECU teniendo en cuenta.

- El régimen motor R.P.M
- El caudal de combustible inyectado
- El caudal de aire de aspiración
- La temperatura del motor
- La presión atmosférica reinante.



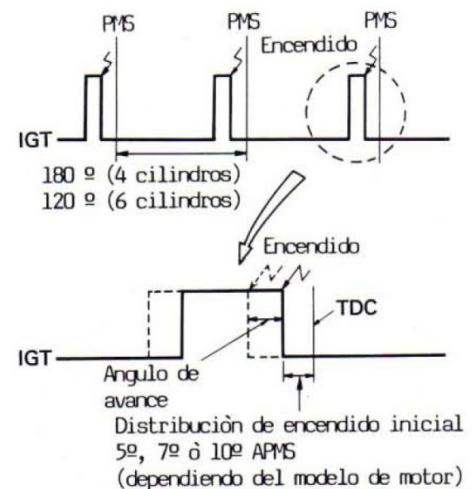
ESA (Avance Electrónico de Chispa)

El sistema ESA (Electronic Spark Advance) “Avance Electrónico de Chispa” es un sistema en el cual la ECM controla la distribución de encendido del sistema de encendido.

Señal IGT: es la señal de distribución de encendido, que es enviada desde la ECM basándose en las señales procedentes de cada sensor del motor de manera que se obtenga la óptima distribución de encendido. Esta señal IGT se activa justo antes de la distribución de encendido calculada por la microcomputadora, luego se desactiva la bujía, se descarga la chispa en el punto en que la señal se desactiva.

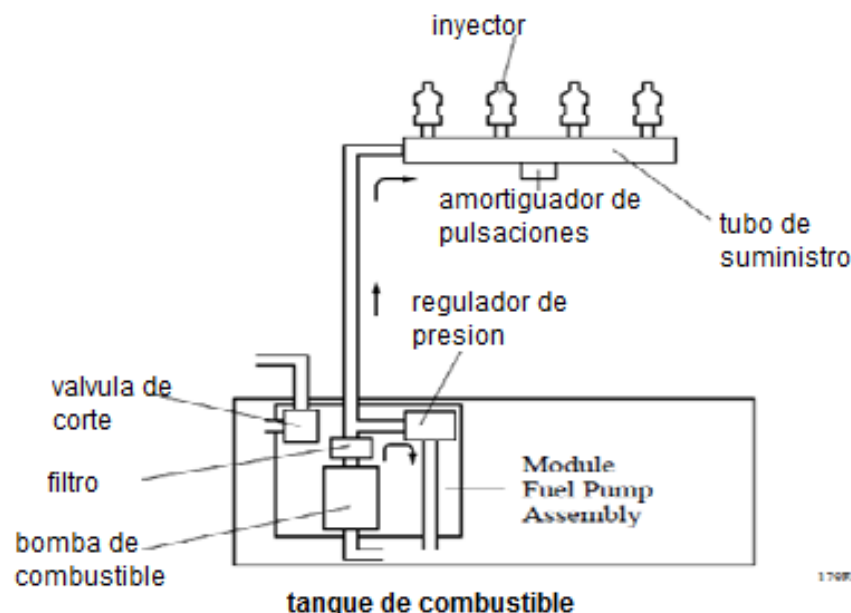
Señal IGF: la fuerza contra electromotriz que se genera cuando se interrumpe la corriente primaria causa que este circuito envíe una señal de IGF a la ECM, el cual es detectado por la señal si el encendido ha ocurrido ó no. Esta señal es usada para el diagnóstico y la función de aumento de protección.

El funcionamiento de estas dos señales las podemos apreciar mejor en las figura sgt.



Sistema de combustible sin retorno

Se utiliza este sistema para reducir las emisiones evaporativas. Como se muestra a continuación, se integra el filtro de combustible, regulador de presión, indicador emisor de combustible, y la válvula de corte de combustible con el conjunto del módulo de la bomba de

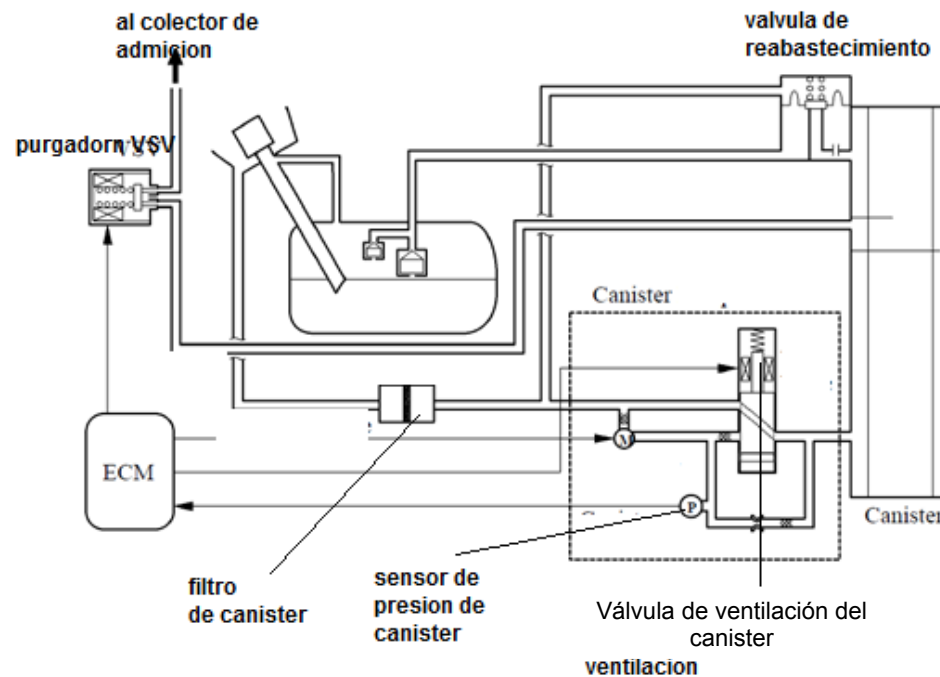


combustible, permite interrumpir el retorno de combustible desde el área del motor y evitar el aumento de temperatura en el interior del depósito de combustible.

Sistema de control de emisiones por evaporación (EVAP)

- El sistema de control de emisiones por evaporación impide que el vapor de gasolina que se crea en el depósito de combustible sea liberado directamente a la atmósfera.
- El canister (depósito de carbón) almacena el vapor de gasolina que se ha creado en el tanque de combustible.
- El ECM controla el VSV de purga de acuerdo con las condiciones de conducción con el fin de dirigir el vapor de gasolina al motor, donde se quema.
- Este sistema consiste en la purga de VSV, canister, válvula de reabastecimiento de combustible, módulo de la bomba del Canister, y el ECM.

Diagrama del sistema EVAP



4.5.1. de componentes principales

Función los

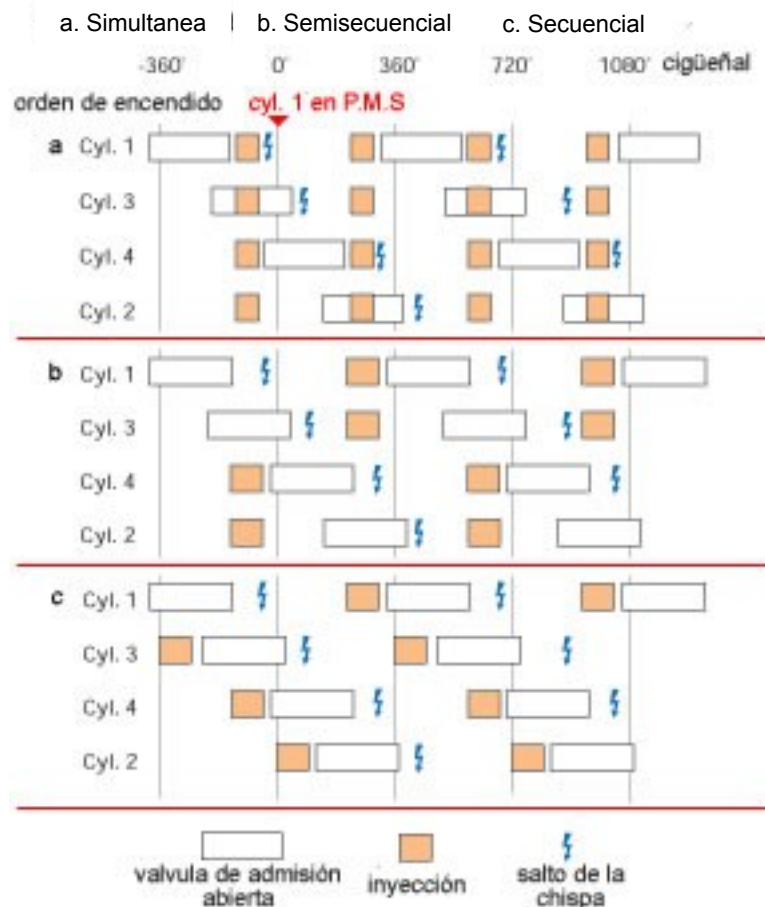
- **Canister:** Contiene bote de carbón activado para absorber el gas de vapor que se crea en el depósito de combustible.
- **Válvula de reabastecimiento de combustible:** Controla la velocidad de flujo del gas de vapor desde el depósito de combustible al recipiente cuando el sistema está purgando o durante el repostaje.
- **Línea de aire fresco:** el aire fresco entra en el recipiente y el aire de drenaje limpio sale a la atmósfera.
- **Purga VSV:** se abre de acuerdo con las señales del ECM cuando el sistema se purga, con el fin de enviar el vapor de Gasolina que fue absorbido por el deposito (canister) en el colector de admisión.
- **Filtro del canister:** Evita que el polvo y los escombros en el aire fresco entre en el sistema.
- **ECM:** controla el módulo de la bomba del frasco y purgar VSV de acuerdo con las señales procedentes de diversos sensores, con el fin de conseguir un volumen de purga que se adapte a las condiciones de conducción.

4.5.2. Sistema de inyección secuencial

La inyección secuencial, es uno de los tipos de inyección intermitente, en la actualidad los sistemas de inyección intermitente, son los más aplicados en los motores a gasolina. La inyección de combustible secuencial, consiste en que la ECM, determine a los inyectores, que inyecten el combustible a cada cilindro por separado (a diferencia de la inyección continua, se puede disminuir, aumentar o parar de suministrar combustible en caso de que el motor no lo requiera); esto gracias al control exhaustivo por parte de la ECM, apelando así a la pura eficiencia.

A continuación observaremos una figura, en la cual podremos apreciar una comparación del sistema de inyección Simultánea – Semisecuencial – Secuencial

Comparación de los tipos de inyección



Sistemas auxiliares

Sensor de temperatura de refrigerante (ECT)

El sensor de temperatura del refrigerante es una pieza importante en el motor, también se denomina ECT. Se encarga de medir la temperatura del refrigerante del motor a través de una resistencia, que provoca la caída de voltaje a la computadora para que ajuste la mezcla *aire /combustible* y la duración del pulso de los inyectores. Además este sensor envía información a la computadora para la activación de la moto ventilador.

- **Sensor ECT funcionamiento**

El sensor ECT es un termistor (una resistencia que cambia con respecto a la temperatura). Entre más se calienta el sensor menor es su resistencia. El sensor ECT está enroscado dentro del bloque del motor, en el múltiple de la toma inferior o en el cabezal del cilindro para proveer un contacto directo con el refrigerante.

Nota: Cuando el motor tiene una temperatura de 20o C el voltaje es de 3 a 4V y cuando el motor alcanza su temperatura normal de operación (de 85o C a 90o C) el voltaje es de 0.5 a 0.8V

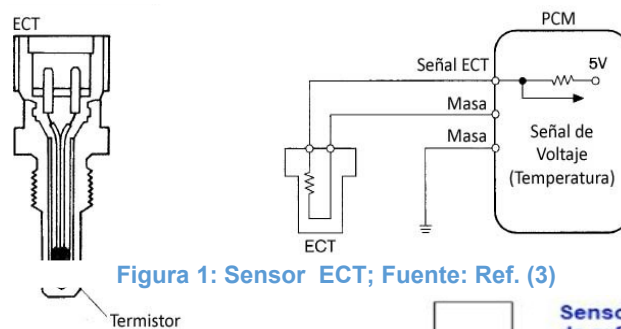


Figura 1: Sensor ECT; Fuente: Ref. (3)

Valores

resistivos de este sensor para verificar el funcionamiento correcto del sensor:

- La resistencia entre c y a es unos 2.5 kΩ para 20 grados Celsius de temperatura del refrigerante y se usa como señal de control para el sistema de inyección.

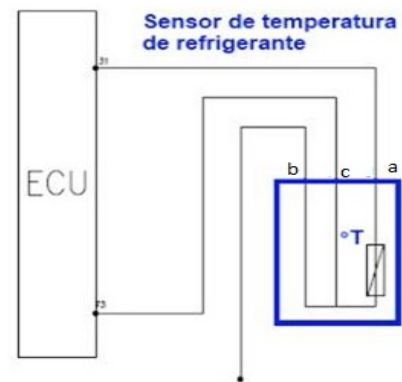


Figura 2: Diagrama del sensor ECT; Fuente: ref. (4)

- La resistencia entre c y a es de unos 0.05 k Ω para 80 grados Celsius del refrigerante y se usa como señal de instrumentación en el panel de instrumentos.

➤ **Problemas asociados a un sensor de temperatura de refrigerante**

Recordemos no confundir el sensor de temperatura del motor, el sensor de temperatura de refrigerante de motor y el termo-switch pues son tres dispositivos diferentes. Algunos de los problemas que se asocian a fallos en el sensor de temperatura del refrigerante son:

- Consumo excesivo de combustible.
- Problemas para encender el auto en frio.
- Problemas con la activación de los abanicos eléctricos de refrigeración.

4.6.1. Sensor de oxígeno

Los sensores de oxígeno, también conocidos como sensores Lambda o sensores de O₂ en algunos fabricantes de automóviles, miden la cantidad de oxígeno en los gases de escape y envía una señal de voltaje (de 0.1 a 0.9V) a la ECM la cual ajusta la mezcla aire-combustible a un nivel óptimo. Si existe demasiado oxígeno en los gases de escape, significa una mezcla pobre (de 0.65 a 0.9V). Si existe poco oxígeno en la salida de los gases de escape, significa una mezcla rica (de 0.1 a 0.45V).

Se debe dar mantenimiento al sensor de oxígeno a los 40,000 Km o antes en caso necesario, limpiándolo con gasolina blanca o líquido presurizado para limpiar carburadores.

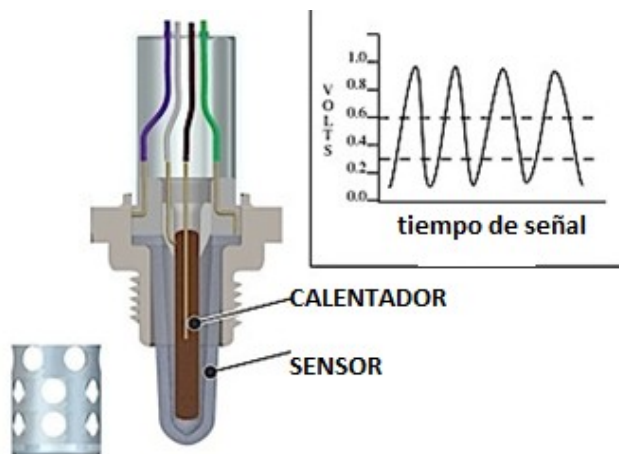


Figura 3: Sensor de oxígeno; Fuente: Ref. (5)

Descripción del sensor de oxígeno

El sensor de oxígeno es un pequeño generador de reacción química que informa a la computadora la calidad de los gases de escape. La computadora utiliza esta información para ajustar la mezcla de aire-combustible.

El sensor de oxígeno Descripción de los cables de un sensor de oxígeno:

1. Negro o púrpura Señal a la ECM
2. Tierra Negro Señal a la computadora
3. Blanco Calentador Blanco Calentador
4. Gris Tierra Blanco Calentador Blanco Calentador

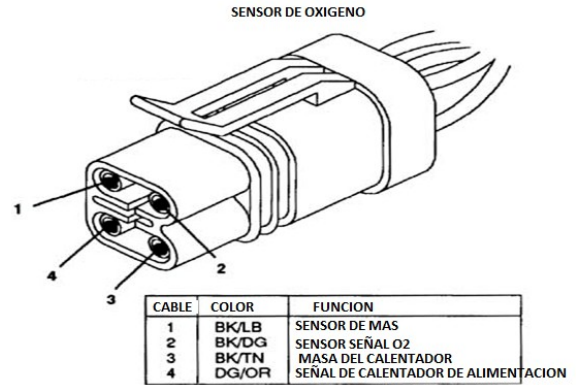
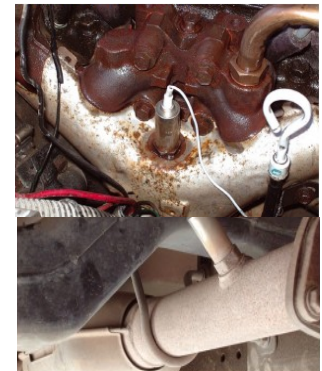
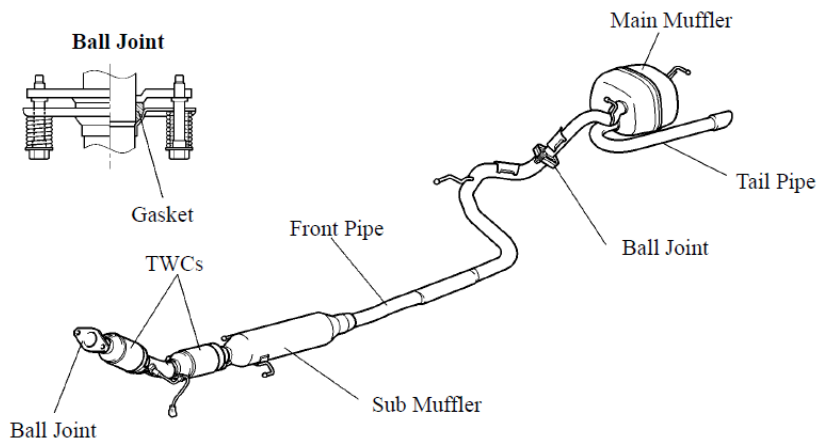


Figura 4: Conexión del Sensor de oxígeno;
Fuente: Ref. (5)

Localización típica

El sensor de oxígeno se localiza en el múltiple de escape antes del convertidor catalítico OBD I.

En los sistemas OBD II se encuentra uno antes y uno después del convertidor catalítico.



00REG08Y

Síntomas de falla

Cuando el sensor de oxígeno falla, provoca lo siguiente:

- Prende la luz Check Engine.
- Alto consumo de combustible.
- Emisión alta de gas contaminante.

Sensor de detonación (KNK)

El sensor de golpeteo (KS) es una pieza de material piezoeléctrico montado en un armazón de metal y se ubica en la parte baja del pleno de admisión reportando el nivel de cascabeleo del motor. Si existe mucho cascabeleo es dañino al motor ya que indica que el tiempo está muy adelantado. Es importante que el avance sea retardado hasta que desaparezca el cascabeleo para que el motor funcione lo mejor posible y sin daños mecánicos. En este motor 1NZ-FE tiene un conector de dos cable.

Dos tipos de sensores de detonación:

- Sensores de tipo KN: Estos sensores, no resonantes, poseen una amplia banda de trabajo entre 5 y 15 kHz. Pueden ser aplicados en varios tipos de motores y su frecuencia de detonación es determinada durante la calibración del motor.
- Sensores de tipo KR: Son sensores resonantes con señal generada en una frecuencia específica de trabajo. Dado a esta característica, los sensores del tipo KR son desarrollados específicamente para cada tipo de motor.

Descripción del sensor KNK

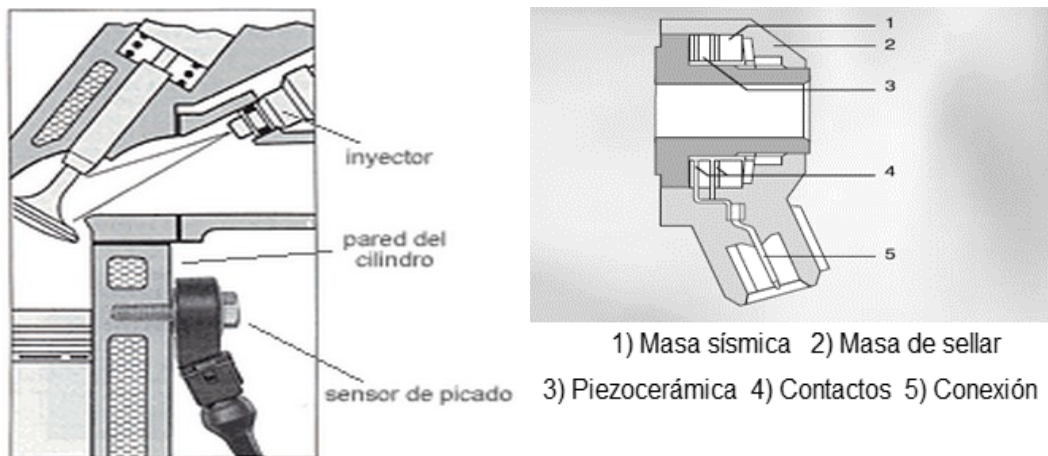


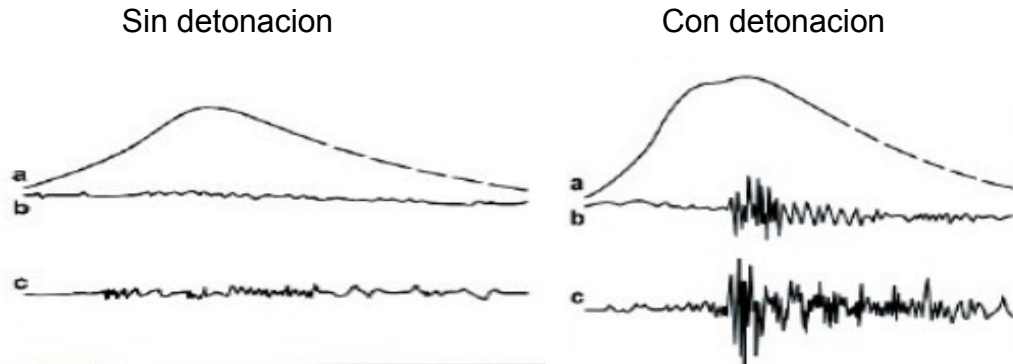
Figura 5: Ubicación y partes del Sensor KNK: fuente; ref (8)

El sensor KNK sirve para detectar la explosión o detonación que existe en la cámara de combustión, enviando una señal a la computadora para ajustar el tiempo de encendido.

Síntomas de falla Cuando el sensor KNK falla, provoca lo siguiente:

- Explosiones al acelerar
- Marcha mínima inestable
- Pérdida de potencia
- Cascabeleo
- Prende la luz Check del Motor
- Alto consumo de combustible

Señales del sensor KNK



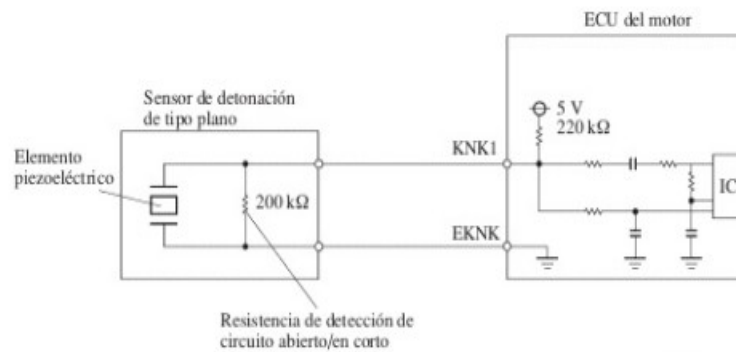
Prueba del sensor KS

- Con un probador de sensores Conecta las puntas del probador de sensores en el sensor KS.
- Coloca el selector de RANGE en LOW.
- Coloca el selector de función en voltios.
- Golpea suavemente la superficie del sensor KS con un objeto metálico y observa que la luz de TEST centellee para verificar que el sensor está en buen estado, en caso contrario el sensor está en mal estado y lo debes reemplazar.

Resistencia de detección del circuito abierto

Durante el periodo durante el encendido está activado, la resistencia de detección de circuito abierto / en corto del sensor de detonación y la resistencia de la ECU del motor mantiene la tensión constante en el terminal KNK1 de la ECU del motor.

El IC (circuito integrado) de la ECU siempre controla la tensión del terminal KNK1. Si se produce la condición de circuito abierto/ en corto entre el sensor de detonación de la ECU del motor la tensión del terminal KNK1 cambiara y la ECU del motor detectara el estado abierto/ en corto almacenando el DTC (código de diagnóstico de averías).

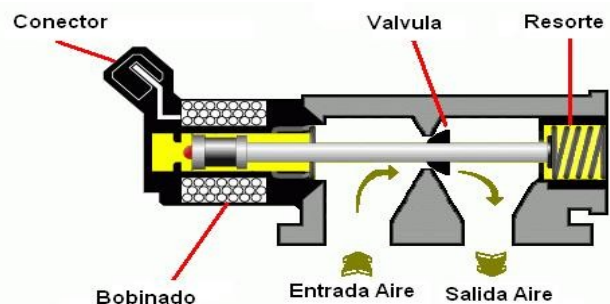


ISC (control de velocidad de ralentí): El sistema ISC controla la velocidad de ralentí por medio de la válvula ISC, cambia el volumen de aire que está circulando a través de la válvula de obturación de acuerdo con las señales procedentes de la ECU. Hay 4 tipos de válvulas ISC y son las siguientes:

- Tipo de motor de velocidad gradual
- Tipo de solenoide giratorio
- Tipo ACV de control de operación (válvula de control de aire)
- Tipo VSV de control de activación – desactivación (tipo de válvula de conmutación de vacío)

El ECM controla el volumen del flujo de aire ralentí y al ralentí para llevar a cabo el control de velocidad de ralentí (ISC). El ECM determina que el sistema está funcionando mal, se aplican las siguientes condiciones:

- El volumen de flujo de aire de ralentí aprendido se mantiene en el volumen máximo o mínimo, cinco veces o más durante un ciclo de conducción.
- Después de conducir a 6,25 millas por hora o más, la velocidad real del motor en ralentí varía desde el ralentí objetivo por entre 100 y 200 rpm, cinco veces o más durante un ciclo de conducción.
- Si la velocidad real de ralentí varía de la velocidad de ralentí objetivo en más de 200 rpm cinco veces o más durante un ciclo de conducción, el ECM ilumina el molino y establece el DTC.

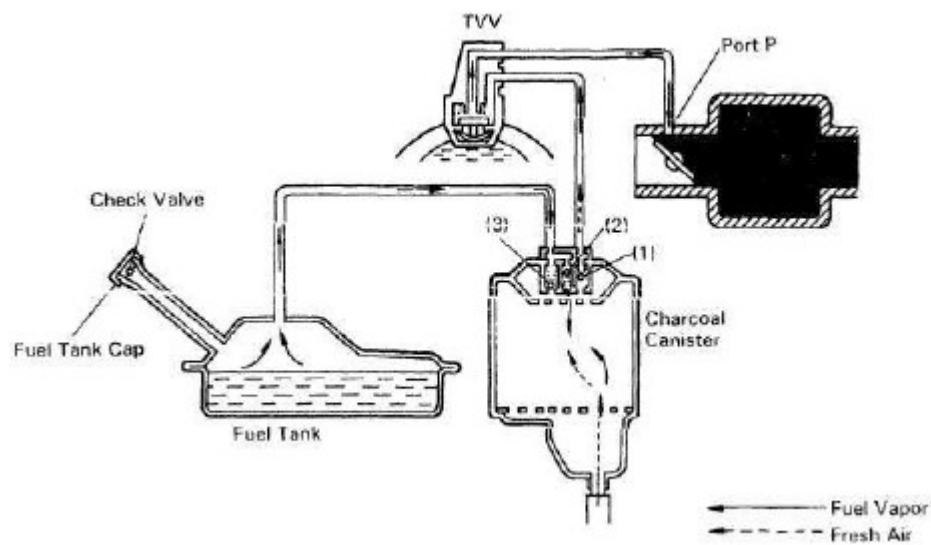
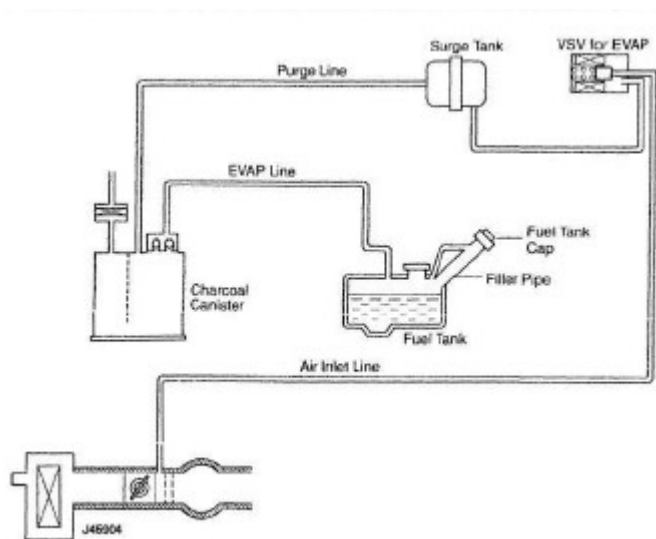


3. Recomendaciones

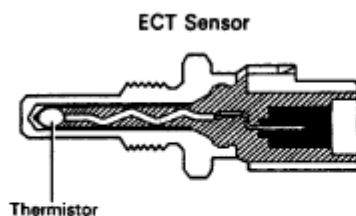
Como estudiantes de la carrera Ingeniería Mecánica Automotriz, recomendamos a los usuarios (choferes, dueños de vehículos) que dispongan de un vehículo con este tipo de motor “5E-FE”, los siguientes aspectos:

- Realizar la revisión correspondiente según el kilometraje y las horas de trabajo (Mantenimiento Programado) para así garantizar el tiempo de vida útil de su motorizado.
- Es recomendable que a la hora de conducir el vehículo, lo haga con las precauciones necesarias, y con la respectiva revisión antes de la utilización del vehículo.
- Es recomendable no sobrepasar los parámetros que nos dan en el manual de usuario de este motor, ya que podríamos causar daños irreversibles en nuestro motorizado, ya sea, afectando el medio ambiente, afectando la salud de los pasajeros.
- Se recomienda, que al momento de comprar un motorizado con el motor “5E-FE” se tenga en cuenta que el motor este en buenas condiciones, y por preferencia es mejor elegir un motorizado, con lo sistemas ETCS-i, DIS, EVAP, etc., debido a que con esto sistemas, en el vehículo desarrolla una mejor eficiencia de trabajo, ahorro de combustible, además de expulsar gases menos contaminantes al medio ambiente, y de esa manera poder contribuir a la preservación del medio ambiente.

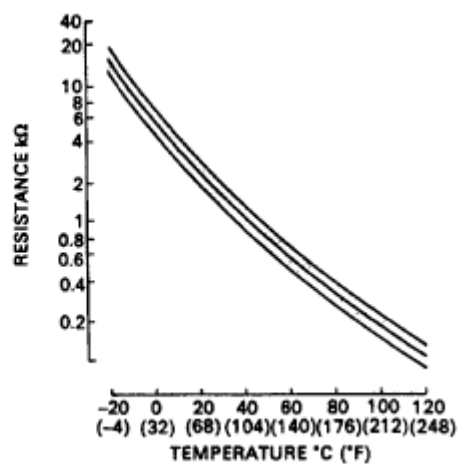
4. Anexos

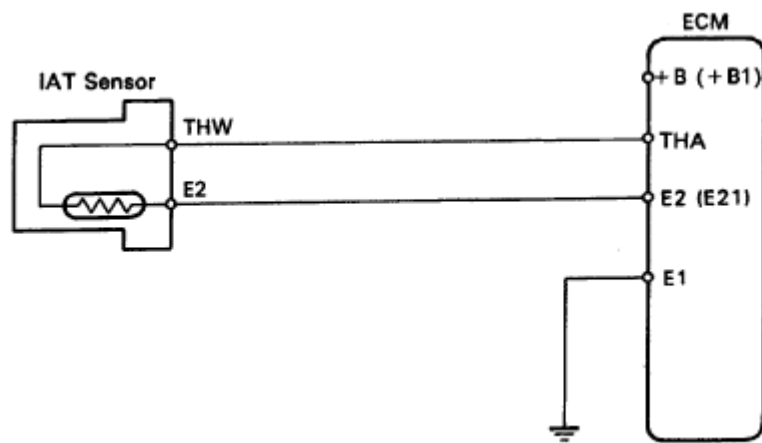


No.	Terminals	STD voltage (V)	Condition		See page
1	+B - E1 +B1	9-14	IG SW ON		EG-139
2	BATT - E1	9-14	-		EG-140
3	IDL-E2	9-14	IG SW ON	Throttle valve open	EG-141
	VCC - E2	4.5-5.5		-	
	VTA - E2	0.8-0.8		Throttle valve fully closed	
		3.2-4.9		Throttle valve fully open	
4	No. 10 - E01 No. 20 - E02	9-14	IG SW ON		EG-143
5	W - E1	9-14	No trouble ("CHECK" engine warning light off) and engine running		EG-144
6	PIM-E2	3.3-3.9	IG SW ON		EG-145
	VCC - E2	4.5-5.5			
7	THA - E2	0.5-3.4	IG SW ON	Intake air temperature 20°C (68°F)	EG-146
8	THW - E2	6 or more	IG SW ON	Coolant temperature 80°C (176°F)	EG-147
9	STA - E1	6 or more	Cranking		EG-148
10	IGT - E1	0.7-1.0	Idling		EG-149
11	A/C - E1	9-14	IG SW ON	Air conditioning ON	EG-150



F10828 F10709





P12037

Z10277

