

CAPITULO II

SENSORES:

(Tipos, Ubicación, Función y Diagnóstico)

2 SENSORES DEL SISTEMA DE INYECCIÓN A GASOLINA

2.1 FUNCION

- Son elementos que envían señales eléctricas a la Unidad de Control respecto al funcionamiento del motor.
- Los sensores transforman cantidades físicas (temperatura, RPM, presión, etc.) en señales eléctricas. **(Fig.2.1)**

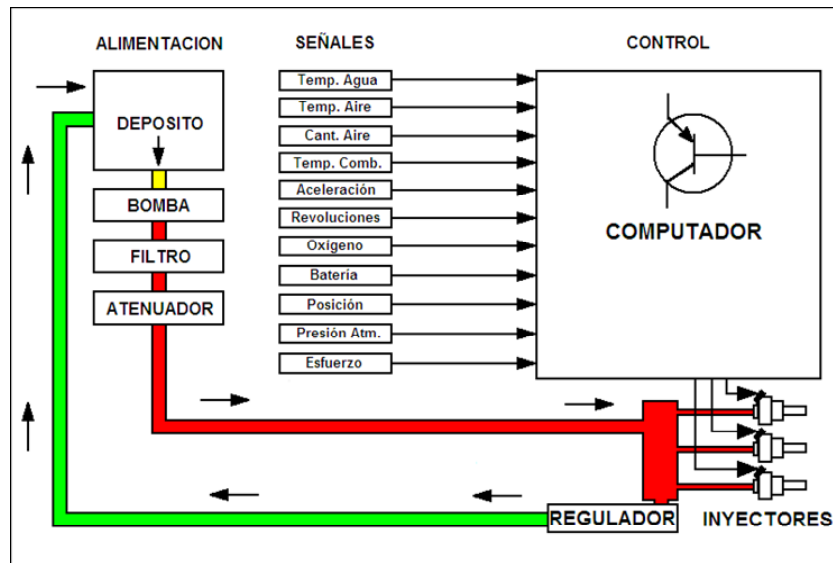


Figura 2.1

Entre los sensores más frecuentes en un motor de inyección a gasolina se tiene:

- Sensor de temperatura de refrigerante – (TW, ECT)
- Sensor de temperatura de aire – (TA / IAT)
- Sensor de presión del múltiple - MAP
- Sensor de presión barométrica - BARO
- Sensor de velocidad del vehículo - SPEED SENSOR (VSS)
- Sensor de mariposa - TPS
- Sensor de flujo másico de aire - MAF
- Sensor de flujo volumétrico de aire - VAF
- Sensores de giro del motor y/o posición de cigüeñal - CKP
- Sensor de detonación - KS
- Sensor de oxígeno en escape - EGO, HEGO

2.2 TIPOS

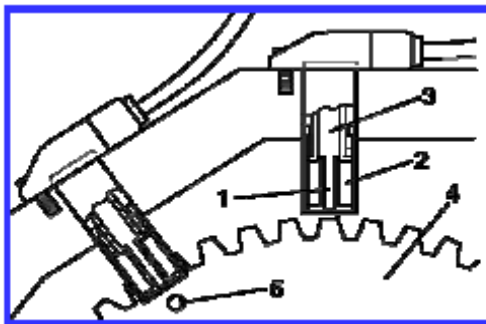
2.2.1 Sensores de rotación, fase y velocidad del vehículo

FUNCION

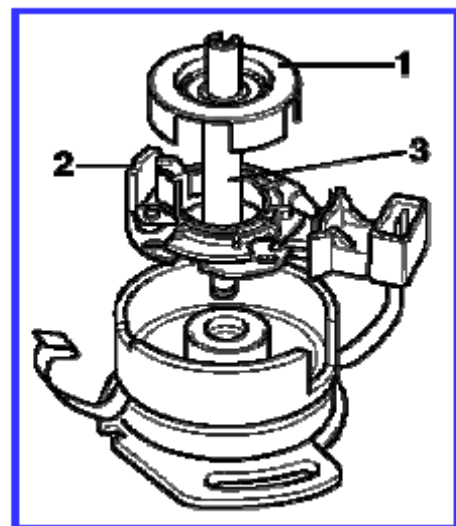
- **Miden o relevan:**
 - Posición relativa de cigüeñal (CKP)
 - Fase o posición relativa del árbol de levas (CMP)
 - RPM (VSS)

TIPOS FUNDAMENTALES

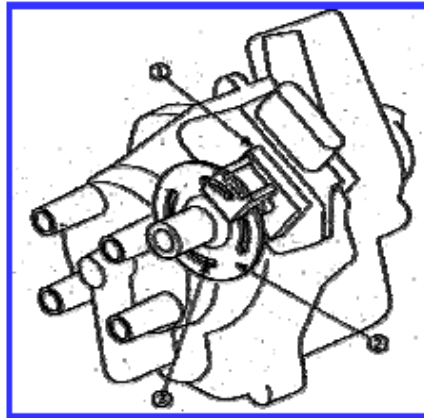
- Inductivos (Fig.2.2)
- Hall (Fig.2.3)
- Ópticos (Fig.2.4)



Tipo inductivo
Figura 2.2



Tipo Hall en distribuidor
Figura 2.3



Tipo óptico en distribuidor

Figura 2.4

2.2.1.1 Sensores inductivos

a) Sensor inductivo de posición del cigüeñal (CKP). (Fig.2.5)

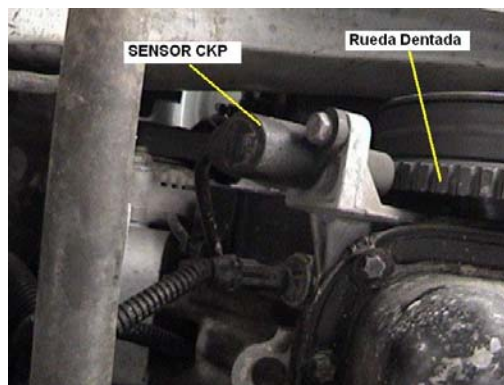


Figura 2.5 (Foto: Ubicación de un sensor inductivo de posición del cigüeñal CKP
Vehículo Chevrolet Corsa Wind)

Los sensores inductivos constan de una bobina, un imán permanente y una rueda dentada. (Fig.2.6)

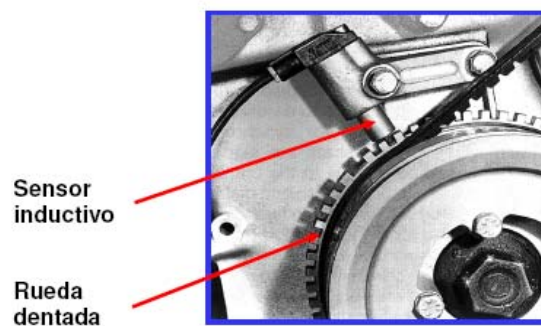


Figura 2.6

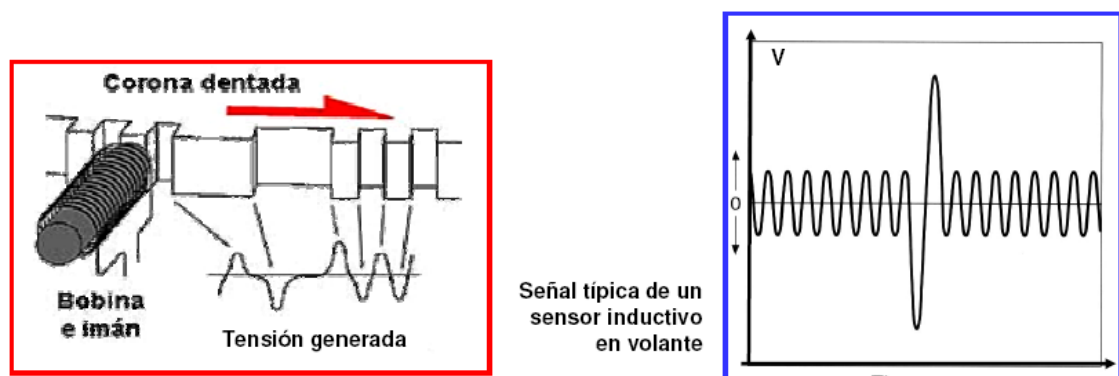


Figura 2.7 (Funcionamiento y señal de tensión generada por un sensor inductivo)

Los sensores inductivos colocados en el volante del motor o en árbol de levas están formados básicamente por una bobina sobre un imán permanente.

- El campo magnético del imán permanente es alterado por el paso de los dientes de la rueda, tal como se indica (**Fig.2.7**): cuando frente al imán hay un diente el flujo magnético es máximo y cuando hay un espacio vacío el flujo magnético es mínimo.
- Esta circunstancia genera una onda alternada entre los terminales eléctricos del bobinado del sensor.
- Muchas ruedas dentadas tienen un faltante de uno o dos dientes a los efectos de reconocer la posición del cilindro número 1.
- En otras ocasiones, al no tener nada que identifique al PMS y fase del cilindro 1, se hace necesario la ayuda de otro sensor, dando lugar así a los esquemas con sensores en el árbol de levas.

b) Fase o posición relativa del árbol de levas (CMP) (Fig.2.8)

- Ejemplo de Sensor inductivo con 4 dientes

El circuito típico de un sensor inductivo es muy simple, consta de una bobina y dos terminales que van a la central de control. A la bobina llegan dos conductores que llevan la señal a la central de control.

Los mismos están revestidos de una malla metálica o película de blindaje para evitar interferencias.

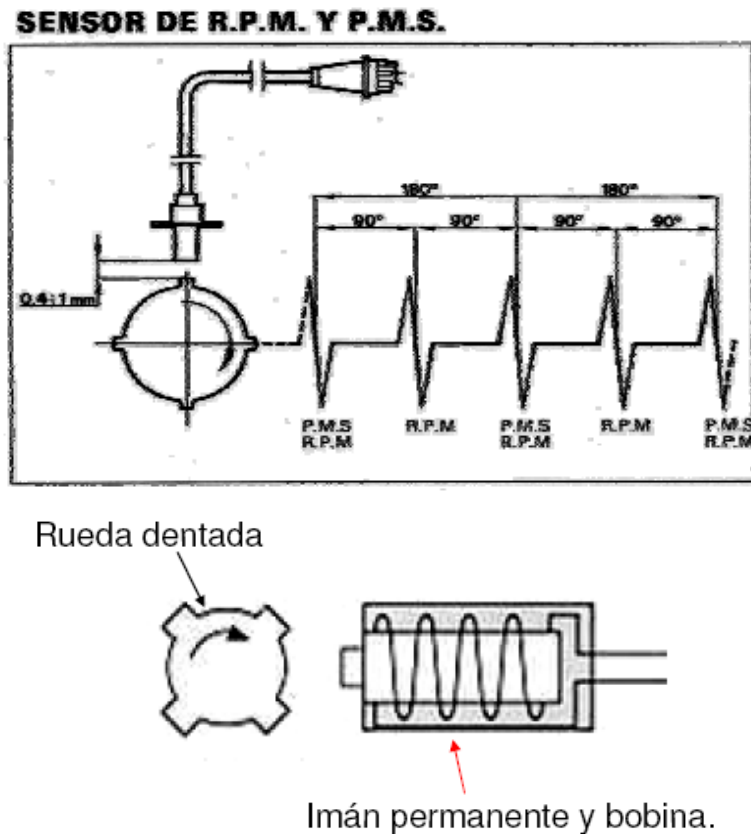
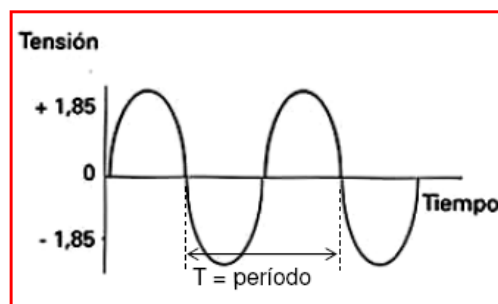


Figura 2.8 (Funcionamiento y señal de tensión generada por un sensor inductivo de cuatro puntas de r.p.m / fase)

- Como se observa, la misma es una señal de onda alternada. Pasa por un máximo y decrece para hacerse nula. Luego de eso se hace negativa y crece hasta hacerse nula nuevamente. En este punto se repite el ciclo.
- La cantidad de veces que esta onda se repite en un segundo se llama frecuencia f y se mide en Hertz (Hz.). A mayor velocidad de la rueda dentada, mayor cantidad de pulsos de la onda y mayor frecuencia.
- El periodo T es el tiempo medido en segundos en que tarda la onda en repetirse. (**Fig.2.9**)

De lo dicho anteriormente se desprende que a menor T tenemos mayor frecuencia f .

Figura 2.9



2.2.1.2 Sensor de Tipo Hall

Principio de funcionamiento del sensor Hall

Este sensor se compone de:

- Un semiconductor
- Un imán o campo magnético B que incide en el semiconductor
- Una corriente eléctrica I_H perpendicular al campo, que es generada por una fuente externa.

La interrupción alternativa del campo magnético genera una señal de onda cuadrada V .

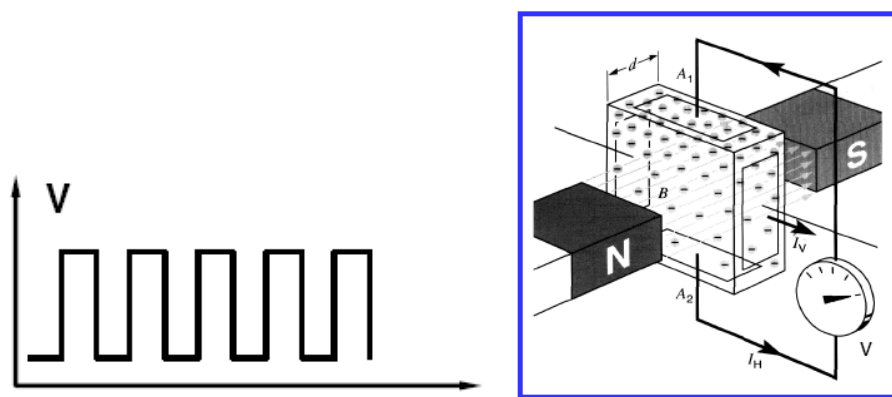


Figura 2.10 (Señal de salida tipo onda cuadrada y principio de funcionamiento de un sensor tipo HALL)

El sensor tipo Hall tiene un principio de funcionamiento muy diferente al sensor tipo inductivo. La señal emitida por él es de onda cuadrada. (**Fig.2.10**)

Un elemento Hall, que es un semiconductor recibe el campo magnético de un imán permanente cuando entre ambos sólo hay una ventana. Cuando una de las placas del rotor se interpone no recibe este campo y emite una señal cuadrada de tensión.

Un cableado de este tipo de sensor tiene tres conductores. Uno de ellos tiene recibe polarización de la central o de la red del vehículo (5 V ó 12V), otro es masa y el tercero emite la señal del sensor. A diferencia de los sensores inductivos, este sistema de generación de pulsos necesita de una polarización para poder generar una señal.

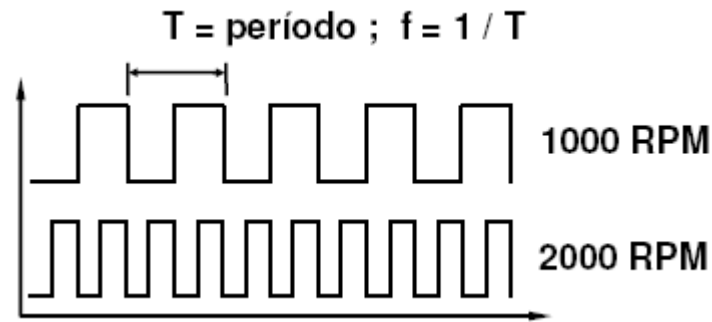


Figura 2.11 (Variación de la frecuencia en función de las r.p.m para un sensor HALL)

Los sensores de efecto hall reales funcionan con un esquema como el siguiente:

- Una pastilla de semiconductor es sometida a un campo magnético externo. La pastilla genera una señal que polariza la base de un transistor. La señal recogida por el voltímetro es de máxima en este caso.
- En esta situación el transistor se hace conductor por lo que circula corriente y pone el colector a masa. La señal recogida en este momento por el voltímetro es de mínima. (**Fig.2.12**)

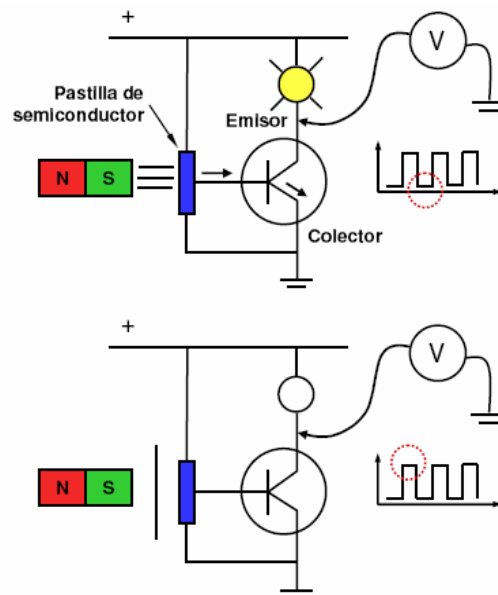


Figura 2.12 Principio de funcionamiento en el interior de un sensor Hall

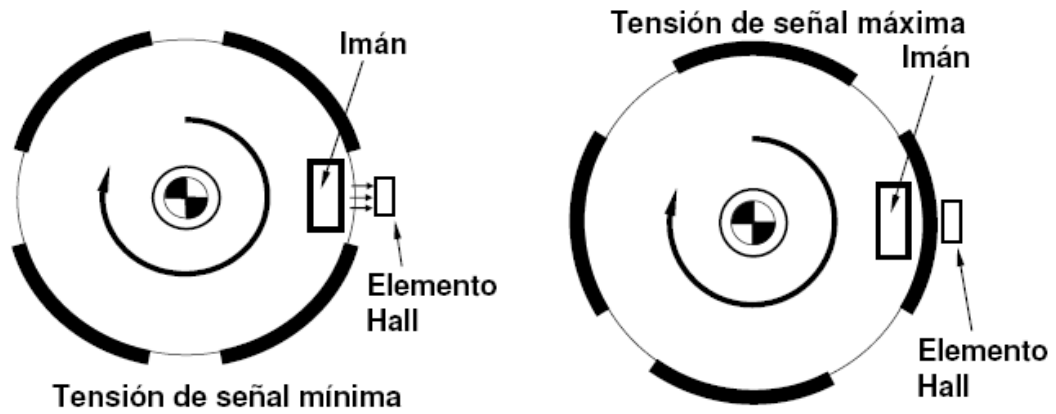


Figura 2.13 (Aplicación del sensor hall en un distribuidor de encendido)

2.2.1.3 Sensor de Tipo Óptico

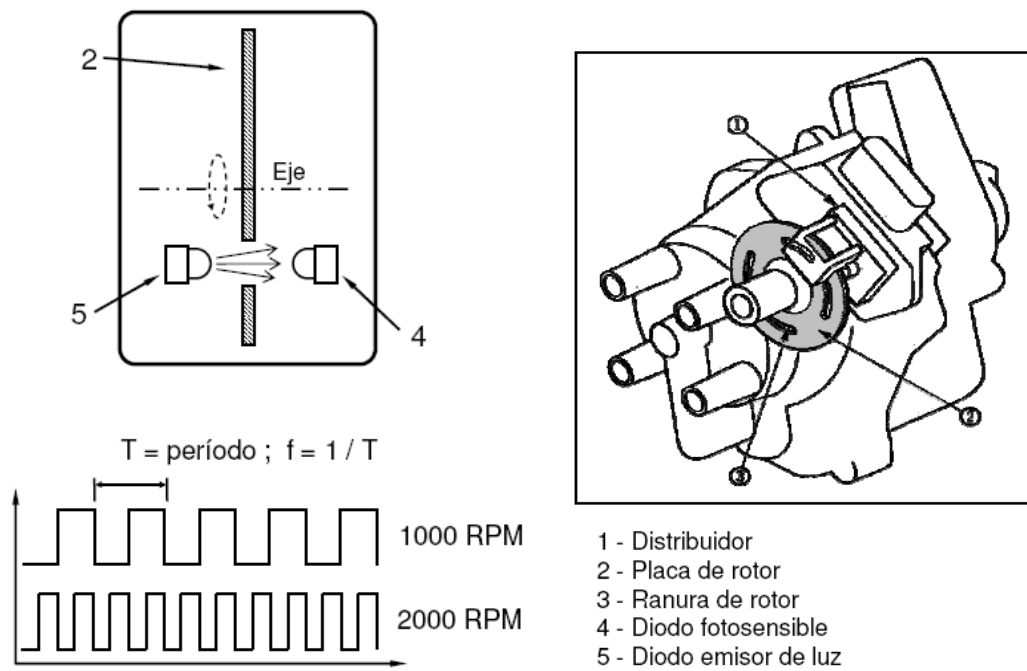


Figura 2.14 (Aplicación del sensor óptico en un distribuidor de encendido electrónico)

2.2.2 Sensores de presión/depresión

Estos sensores son muy utilizados en sistemas de Inyección de gasolina para tomar diversas señales de magnitudes como:

- Depresión en conducto de admisión
- Presión barométrica

- Presiones de descarga de turbocompresor
- Presiones de combustible y/o depósito.
- Presiones de lubricante y otros usos.

Existen dos tipos básicos de sensores de presión:

- Analógicos – actúan según el principio de cristales piezoeléctricos
- Digitales

a) Sensores de presión tipo analógico

➤ **SENSORES PIEZOELECTRICOS**

Sensores activos

Ciertos cristales naturales (cuarzos) o sintéticos poseen una disposición atómica tal que al sufrir una presión se produce un cambio en su estructura y las cargas eléctricas (electrones y protones) se desplazan en sentidos opuestos. Como resultado pierden su equilibrio natural, lo que a su vez provoca una diferencia de tensión entre sus lados. Un sensor piezoeléctrico obtenido de esta forma es un sensor activo que permite el desarrollo de aparatos capaces de medir fuerzas de presión, vibración y aceleración.

Producen una diferencia de tensión entre caras

Sensores Pasivos

Producen una variación de resistencia

Otro tipo de sensor es la piezorresistencia. Se trata de un sensor pasivo basado en los cambios que sufre la resistencia de un compuesto de silicio (material semiconductor) aplicado en forma de película delgada sobre una superficie de óxido. Cuando el sensor sufre una deformación de su geometría, se modifica también la disposición de sus átomos y se produce una variación del recorrido de los electrones libres; como resultado se produce una variación de su resistencia eléctrica.

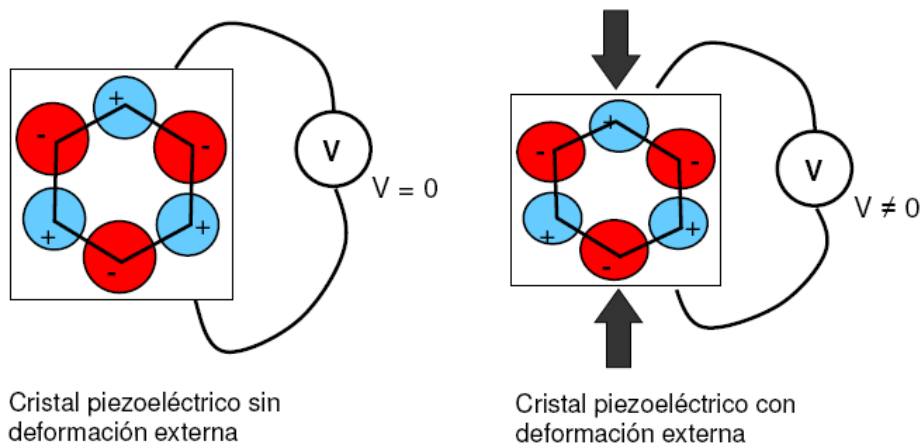


Figura 2.15 (Variación de voltaje obtenido en un cristal piezoeléctrico sin y con aplicación de una deformación externa)

Transmisor de presión del colector de admisión

Se trata de un sensor pasivo que convierte la diferencia de presión en el colector de admisión en una diferencia de tensión con la ayuda de un resistor de drenaje formado por varias resistencias. Consta de una cámara donde va dispuesta una membrana que reacciona a la presión absoluta del colector. Por encima de la membrana van dispuestas las resistencias de material piezorresistivo que forman parte de un circuito de medición.

Cuando la membrana se deforma por la acción de la presión reinante en el colector, el transmisor envía un valor de tensión directamente proporcional a la fase de presión existente en ese momento (carga del motor). Esta información la utiliza la unidad electrónica de gestión para determinar los parámetros de funcionamiento del motor.

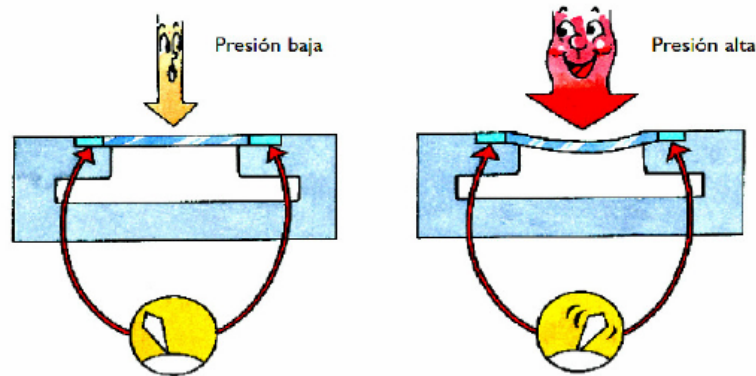


Figura 2.16 (Variación de voltaje obtenido en un transmisor de presión utilizado en un colector de admisión)

Principio de funcionamiento

Una placa de material sensible a los cambios de presión emite una señal analógica.

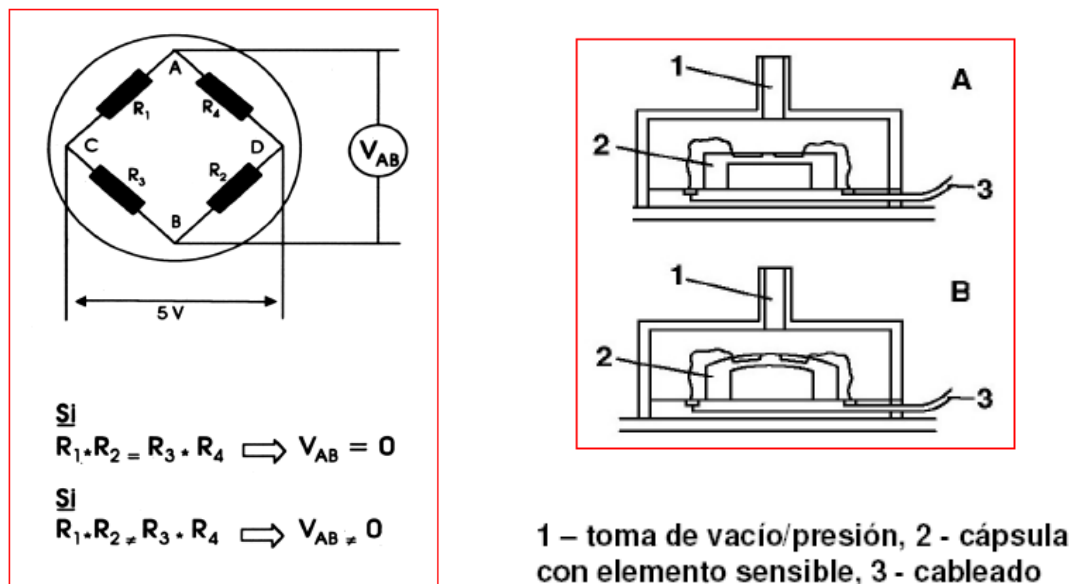


Figura 2.17 (Izquierda: Elemento electrónico tipo puente de Wheatstone aplicado para sensar la deformación mecánica. Derecha: Esquema de un medidor de presión o de vacío)

Cualquier deformación del elemento trae aparejado una variación de la resistencia eléctrica.

- En estado de equilibrio la señal recogida entre los bornes A y B es nula. En ese caso se cumple la condición siguiente:

$$R1 \times R2 = R3 \times R4$$

- La señal no es nula cuando a todo el conjunto se lo somete a una deformación. En ese caso la ecuación anterior no se cumple pues una o mas resistencias han variado su valor.

$$R1 \times R2 \neq R3 \times R4$$

En este caso el puente está en desequilibrio. La central recoge la señal que provoca este desequilibrio. Se los llama extensómetros y por lo general se los fabrica impresos en una delgada película deformable.

b) Sensores de presión – tipo digital

Este tipo de sensores de presión incluyen un condensador en un circuito oscilante interno. La variación de distancia entre las capas del condensador provoca una variación de la **capacitancia C** del mismo. La variación de **capacitancia C** se transforma en una onda cuadrada gracias a la acción del circuito eléctrico. (Fig.2.18)

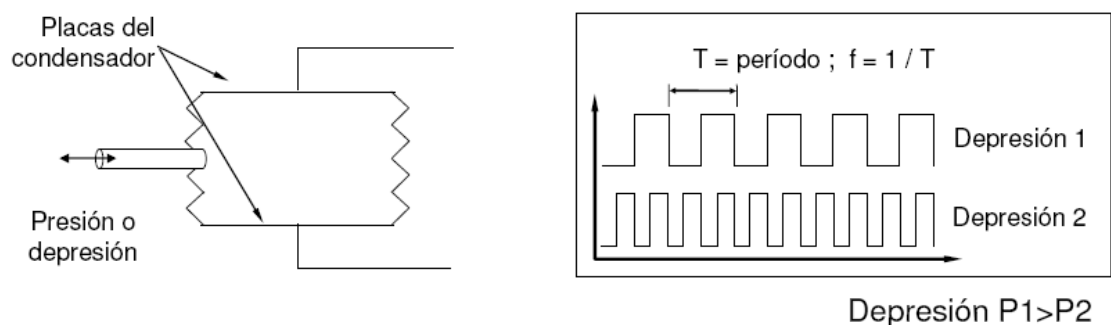


Figura 2.18 (Esquema de un sensor de presión digital y variación del periodo de la señal de onda cuadrada en función de la depresión medida)

2.2.2.1 Sensor MAP

Se utiliza para medir la depresión del múltiple de admisión, para las correcciones por altitud y densidad del ambiente, y algunos sistemas para el avance de ignición pues la carga del motor es indicativa del avance necesario junto con las RPM. (Fig.2.19)

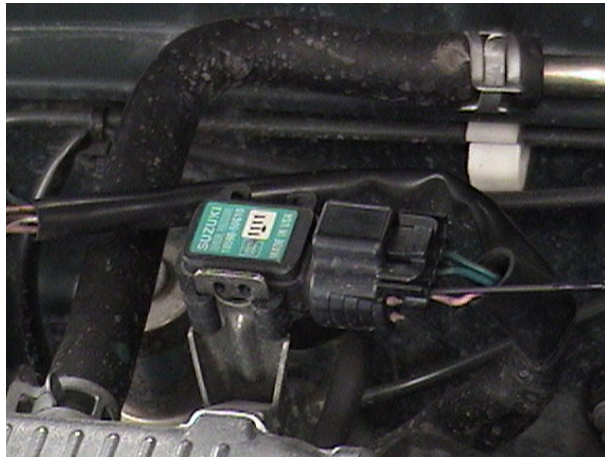
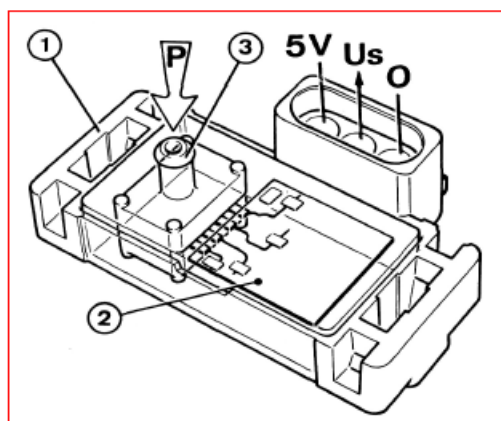


Figura 2.19 (Fotografía de un sensor MAP. Vehículo Chevrolet Steem)



- 1 – Cuerpo del sensor
- 2 – Placa electrónica
- 3 – conexión de vacío o presión
- 5V – polarización +5 Volt
- Us – salida de señal
- O – Masa eléctrica

Curva de tensión de un sensor MAP analógico

US = tensión de salida en Volts
kPa = presión medida en Kilo Pascal
mbar = presión medida en milibares

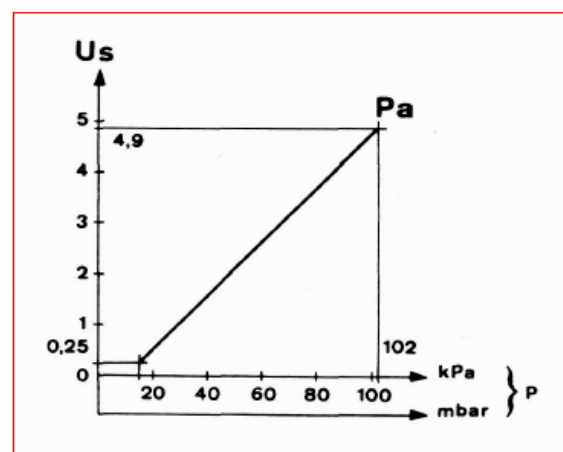


Figura 2.20 (Estructura física de un sensor MAP y curva de tensión de la señal de salida)

2.2.2.2 Sensor BARO o BAROMETRICO

Son utilizados para **medir la presión ambiental**. Muchas veces están incluidos dentro de la central de control del sistema.

También se los usa para medir presión de combustible.

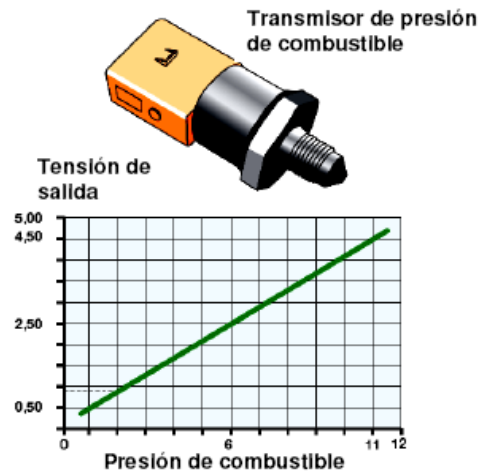
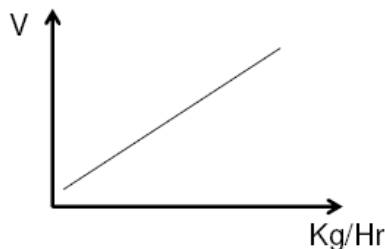
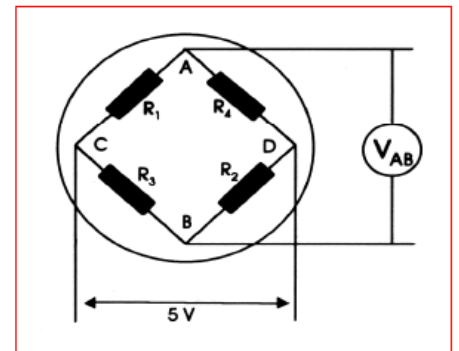


Figura 2.21 (Sensor de presión de combustible y curva de tensión de la señal de salida)

2.2.2.3 Sensores tipo hilo caliente o placa caliente (MAF)

- Llamados sensores másicos pues su señal es proporcional a la masa de aire (Kg. /hora) que ingresa al motor.
- Funcionan igual que los puentes de Wheatstone vistos anteriormente. Una resistencia de formas variadas está puesta en la corriente de aire. El calor extraído a la misma por el aire hace que varíe el valor de su resistencia.

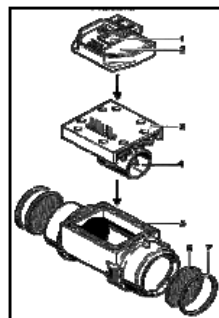
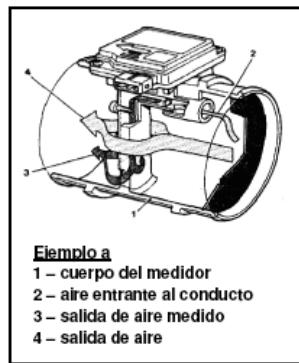


Curva de señal de un sensor MAF

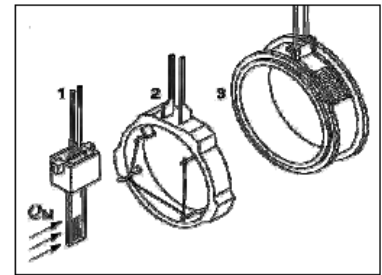
$$\bullet R_1 \times R_2 = R_3 \times R_4 \rightarrow V_{AB} = 0$$

$$\bullet R_1 \times R_2 \neq R_3 \times R_4 \rightarrow V_{AB} \neq 0$$

Figura 2.22 (Sensor MAF y curva de tensión (V) de la señal de salida proporcional a la masa de aire de ingreso medida en kg. /hr)



Ejemplo b
 1 - sensor de temperatura, 2 - aro con hilo caliente,



Ejemplo D - topo placa caliente
 a - soporte, b - sensor placa caliente, 1 - soporte cerámico, 2 - corte, 5 - soporte del sensor

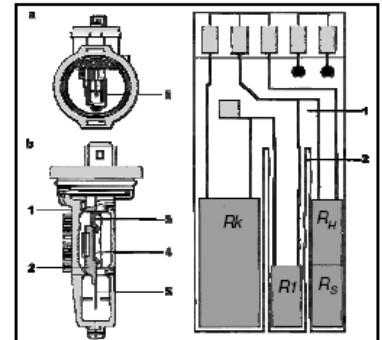


Figura 2.23. Diferentes tipos de Sensor másico de aire (MAF)

2.2.2.4 Sensor másico de aire tipo Reflujo

Durante el funcionamiento normal del motor se producen ondas de presión en el tubo de admisión, que restan exactitud a la medición de los sensores másicos. El sensor de reflujo corrige esta circunstancia teniendo en cuenta la cantidad de aire de reflujo para una medición muy exacta.

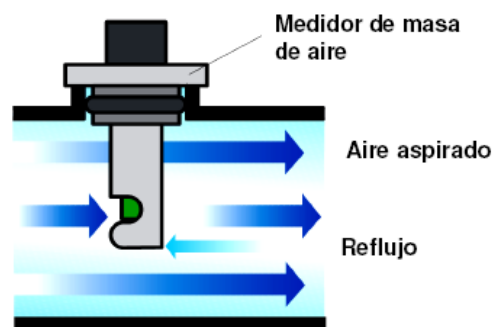
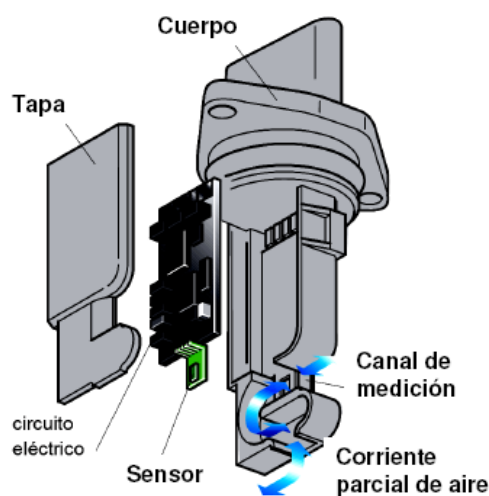


Figura 2.24. Estructura de un Sensor másico de aire tipo Reflujo

La forma en que el sensor de medición capta el aire de reflujo está sintetizado en la (Fig.2.25).

Dos resistencias de medición captan la difusión de calor de una placa calefactora central.

Durante el flujo de admisión normal la temperatura de la primera resistencia es menor, como se muestra.

Lo inverso sucede cuando existe un reflujo de aire.

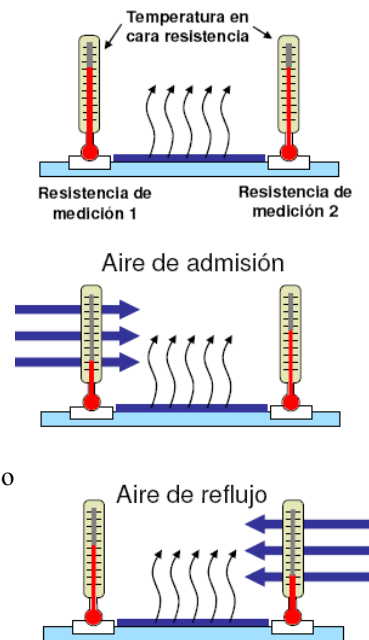


Figura 2.25. Forma de medición del aire de reflujo

2.2.3 Sensores resistivos tipo potenciómetro

Estos sensores tienen la capacidad de variar su resistencia en función de una posición determinada. Entre las aplicaciones se destacan:

- ❖ Sensores de posición de mariposa (TPS)
- ❖ Sensores de pedal de acelerador
- ❖ Sensores de accionamiento de válvula EGR
- ❖ Otros sensores de posición de diversos elementos rotativos o incluso lineales.

Pueden ser de los siguientes tipos

- Pista potenciométrica simple
- Doble pista
- Con o sin interruptores de máximo-mínimo

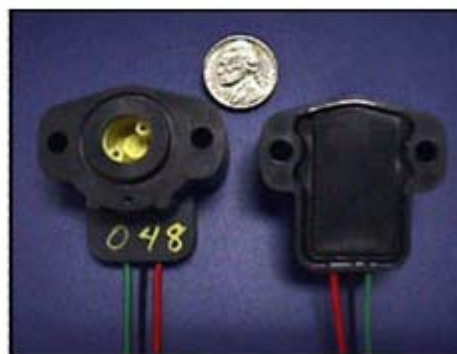


Figura 2.26 Vista general del sensor TPS.

2.2.3.1 Sensor de mariposa o TPS

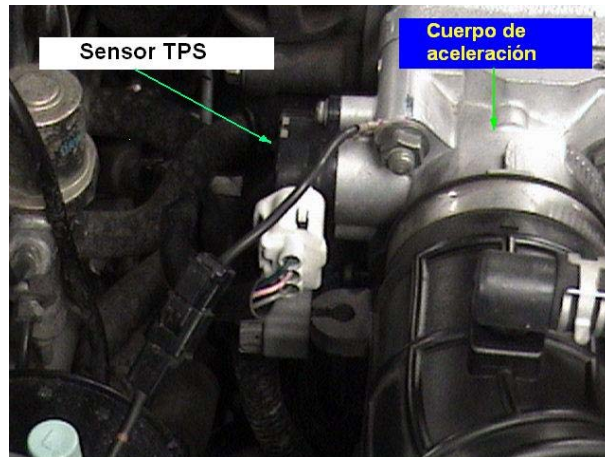


Figura 2.27. Ubicación del sensor TPS en un motor. Vehículo Chevrolet Steem

Su función es la de enviar una señal de tensión proporcional al ángulo de apertura de la mariposa de aceleración. También para informar de situaciones como aceleración rápida o aceleración gradual. En los sistemas que no usan sensor de presión absoluta se usa la posición de mariposa para determinar el ángulo de avance de ignición.

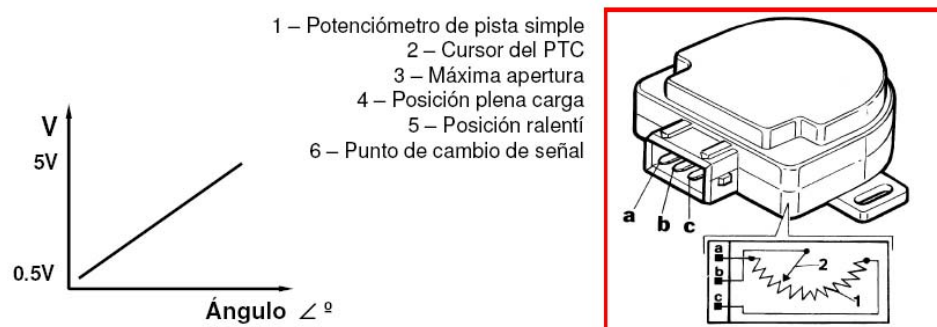


Figura 2.28 (Estructura del Sensor TPS y curva de tensión de la señal de salida en función del ángulo de la mariposa de aceleración (°))

2.2.3.2 Sensor de mariposa o TPS de dos pistas

Permite una mayor sensibilidad y exactitud en aperturas parciales entre 0° y 24°. Después de esa apertura la primera pista mantiene su salida de señal constante. A partir de los 18° la segunda pista entrega una señal creciente pero con menor pendiente que la primera pista. Como se observa (**Fig.2.29**) en el circuito ambas pistas están conectadas en paralelo.

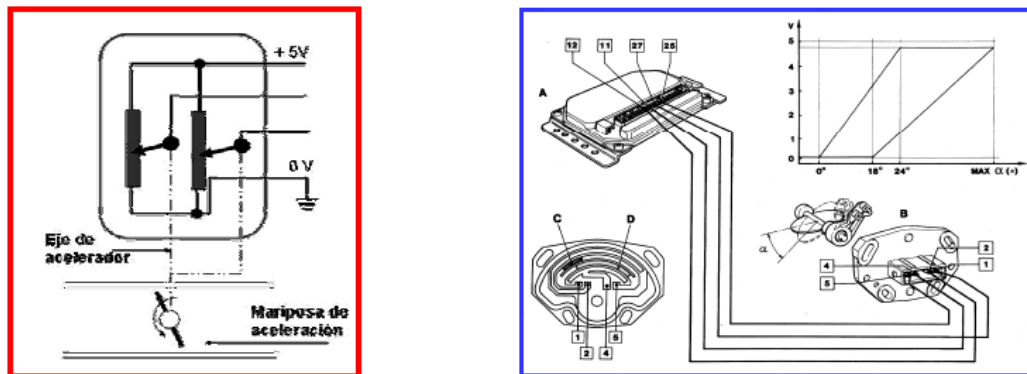
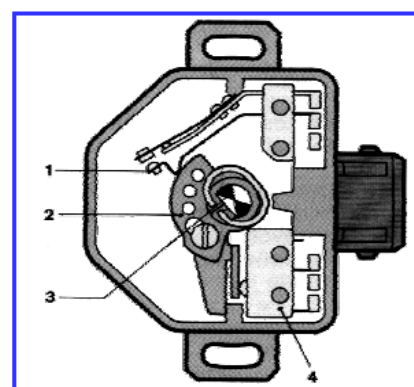
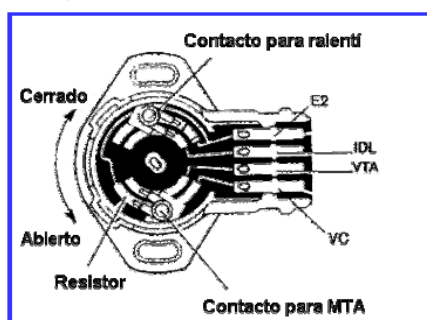


Figura 2.29 (Estructura del Sensor TPS de dos pistas y a la izquierda circuito de conexión eléctrica interna)

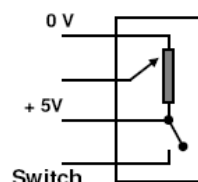
2.2.3.3 Contactos o interruptores de mariposa

Indican posiciones extremas de la mariposa a la Central de control, por lo general el punto de mínimo.

Aspecto gral. de un TPS de simple pista con switch y circuito



Aspecto general de un interruptor externo y conector de cableado



Conexión de un switch de mínima y máxima

Figura 2.29 (Estructura de un interruptor TPS de máxima y mínima)

Acelerador electrónico

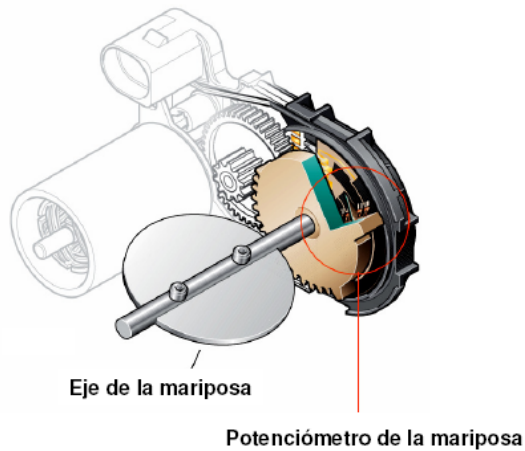
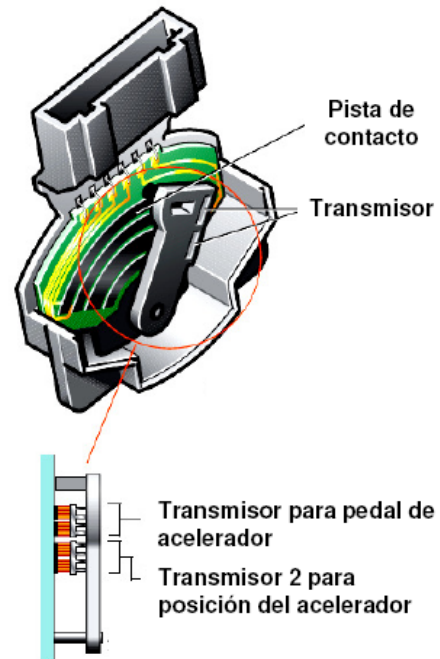


Figura 2.30 (TPS aplicado a un acelerador de tipo electrónico)

Potenciómetros en el pedal de aceleración



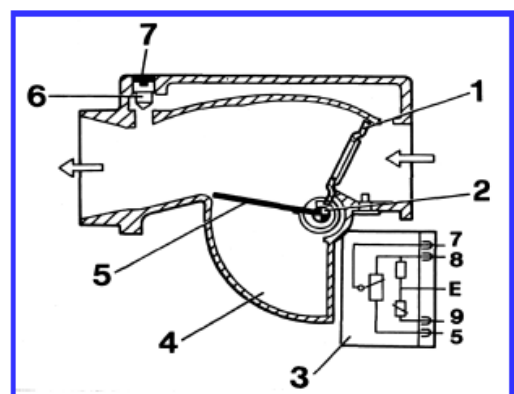
2.2.3.4 Sensor volumétrico de aire o aleta sonda

El volumen de aire que entra es proporcional giro de la aleta sonda. También se lo llama caudalímetro.

La medida del ángulo que gira la aleta es proporcional al flujo de aire admitido. La aleta es solidaria a un resorte de retorno y a un potenciómetro (**Fig.2.30**). El potenciómetro indica la posición de la aleta en cada momento para que la central de control pueda calcular el volumen básico de inyección. (**Fig.2.31**)

Caudalímetro

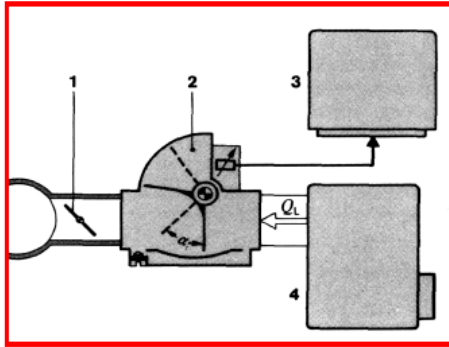
1. Aleta sonda
2. Muelle de retorno
3. Potenciómetro
4. Cámara de amortiguación
5. Aleta de compensación
6. Tornillo de regulación de CO
7. Tapón de sellado



Bornes:

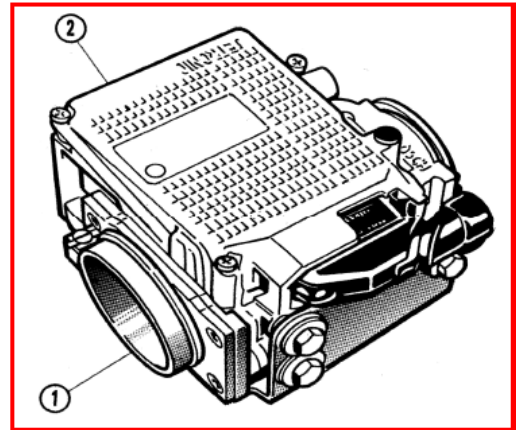
- 5, 7, 8 Potenciómetro
 9 Sensor de temperatura
 E Para regulación en fábrica

Figura 2.30 (Potenciómetro aplicado en la estructura interna de un caudalímetro de aire tipo aleta sonda)



Sensor volumétrico en corte

1. Mariposa de aceleración
2. Sensor volumétrico de aire
3. Central de inyección
4. Sistema de admisión/filtro de aire.



Sensor volumétrico con central incorporada

1. Medidor de caudal de aire
2. Central electrónica de inyección

Figura 2.31 (Componentes de un caudalímetro o sensor de aire tipo aleta sonda)

2.2.4 Sensores de temperatura o Termistores

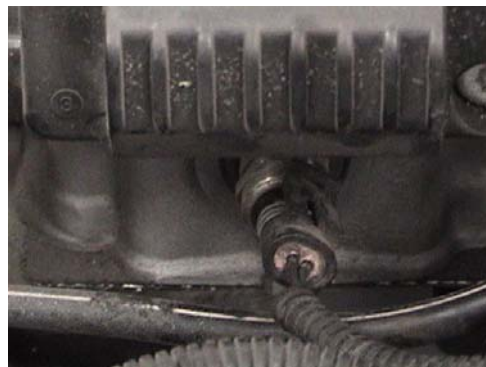


Figura 2.32. Ubicación del sensor de temperatura de refrigerante en un motor.
(Vehículo Chevrolet Corsa Wind)

Función: Son elementos que cambian su resistencia eléctrica en función del cambio de temperatura. Estos envían información a la unidad de control electrónica EUC respecto a las temperaturas de refrigerante de motor y aire de admisión. Esta información es de suma importancia para el cálculo del tiempo de inyección de combustible.

También es importante la señal de estos sensores para:

- 1 - Estrategia de funcionamiento de motor frío
- 2 - Corte de combustible en desaceleración
- 3 - Control de válvula EGR
- 4 - Control de inyección adicional de aire (en frío para reducir HC y CO)
- 5 - Estrategia de Comando de electroventiladores
- 6 - Cálculo de la densidad de aire

Corte de un sensor de temperatura

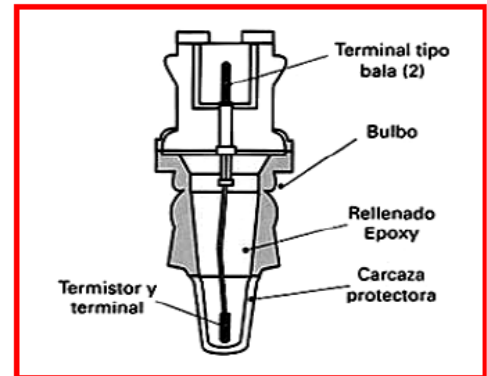


Figura 2.33. Estructura interna de un sensor de temperatura

Existen dos tipos de sensores de temperatura, en función de la variación de resistencia con el cambio de temperatura (**Fig.2.34**). Su principio de funcionamiento es el de los termistores, como se explicó anteriormente.

2.2.4.1 Tipo NTC: Coeficiente de temperatura negativo - la resistencia del mismo disminuye a medida que la temperatura aumenta. La mayor parte de los sensores de temperatura son de este tipo.

2.2.4.2 Tipo PTC: Se comportan de manera exactamente inversa al NTC.

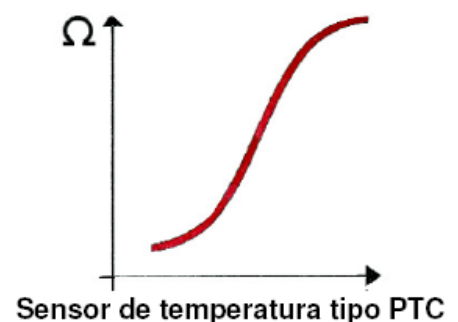
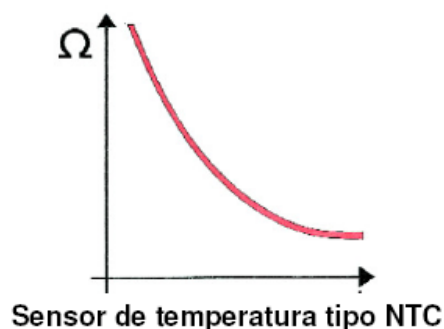


Figura 2.34. Comparación de los tipos de sensores de temperatura y su variación de la resistencia interna en función de la temperatura

2.2.5 Sensor volumétrico tipo VORTEX KARMAN

Función: Mide el flujo de aire entrante al motor. Este sistema usa los vórtices o remolinos formados en una corriente fluida para emitir una señal digital (Fig.2.35 y 2.36).

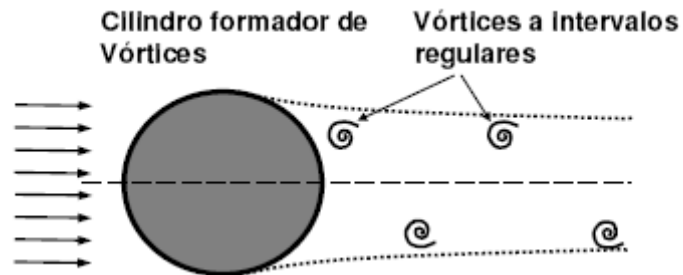


Figura 2.35. Principio de funcionamiento de un sensor volumétrico tipo VORTEX KARMAN

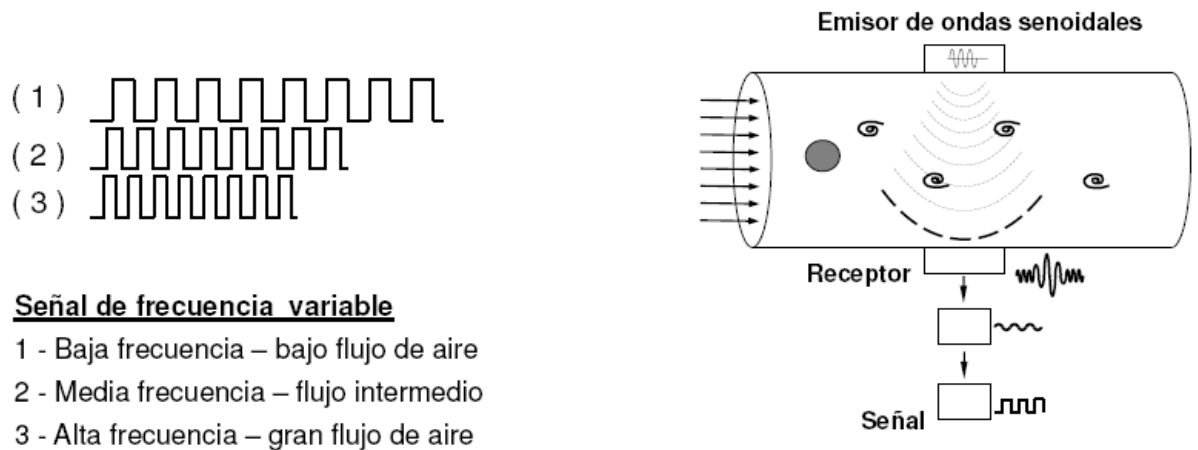


Figura 2.36. Esquema de funcionamiento y señales de salida (frecuencia variable) de un sensor volumétrico tipo VORTEX KARMAN

2.2.6 Sensores de detonación o picado (KNOCK SENSOR)

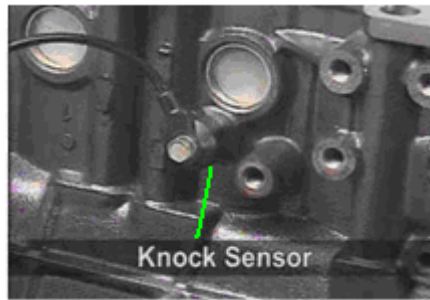
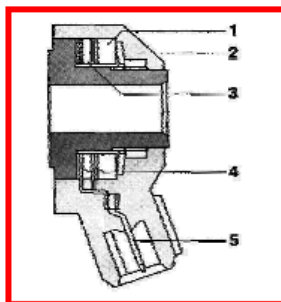
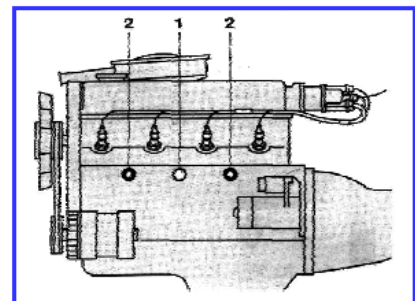


Figura 2.37. Ubicación de un sensor de detonación en el block

- Construidos con materiales piezoeléctricos para detectar la detonación.



1. Masa vibratoria
2. Cuerpo moldeado
3. Cerámica piezoeléctrica
4. Contactos eléctricos
5. Conexión eléctrica



- Ubicación de los sensores en block
1. Sensor único entre cil 2-3
 2. Sensor doble entre cil 1-2, y 3-4

- a - Señal de presión en el cilindro
b - Señal del sensor filtrada
c - Señal del sensor de detonación sin filtrar

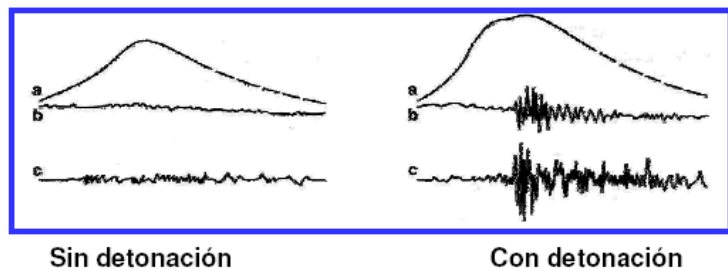


Figura 2.38. Estructura interna y señal originada por un sensor de detonación

2.2.7 Sensores de Oxígeno o Sonda Lambda



Figura 2.39. Ubicación de una sonda Lambda en el múltiple de escape de un motor. (Vehículo Chevrolet Corsa Wind)

Existen varios tipos de sondas Lambda, siendo la más usada la de tipo Zirconio. Los vehículos que funcionan con mezclas pobres usan los tipos de sonda de banda Ancha o Sensores Universales de Oxígeno.

TIPOS:

- Sonda Lambda de Zirconio
- Sonda Lambda de Titanio
- Sensor de Oxígeno Universal
- Sonda Lambda de Banda Ancha

2.2.7.1 Sonda Lambda de Zirconio

Es muy utilizada actualmente; la Sonda Lambda cambia su señal en forma brusca al pasar de mezcla rica a pobre (**Fig.2.40**). Esta circunstancia es aprovechada por la central para detectar cambio en la relación aire-combustible.

$$\lambda = \frac{\text{CANTIDAD DE AIRE ASPIRADO}}{\text{CANTIDAD DE AIRE TEÓRICO QUE SIRVE PARA QUEMAR EL COMBUSTIBLE}}$$

$\lambda = 1$ mezcla ideal
 $\lambda \geq 1$ mezcla pobre
 $\lambda \leq 1$ mezcla rica

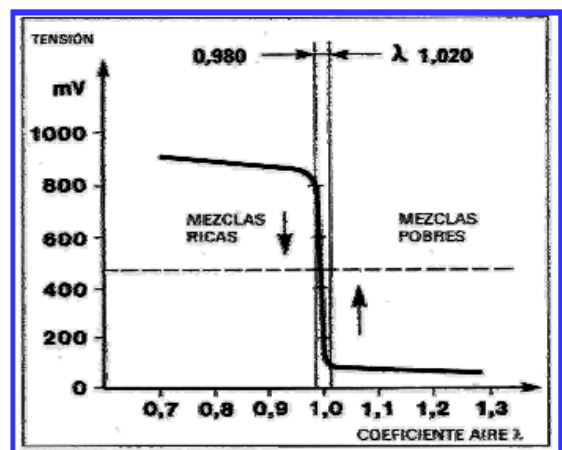


Figura 2.40. Señal de tensión (mV) de una sonda Lambda en función del coeficiente de aire (λ).

Podemos observar que esta sonda (tipo Zirconio) solo puede indicar si la mezcla es rica o pobre en las cercanías de $\lambda=1$

FUNCIONAMIENTO: Durante el funcionamiento de motor en Lazo cerrado, la sonda de oxígeno envía una señal, ver (Fig.2.41). La misma se obtiene en un osciloscopio, tomando tensión de su cable de emisión de señal.

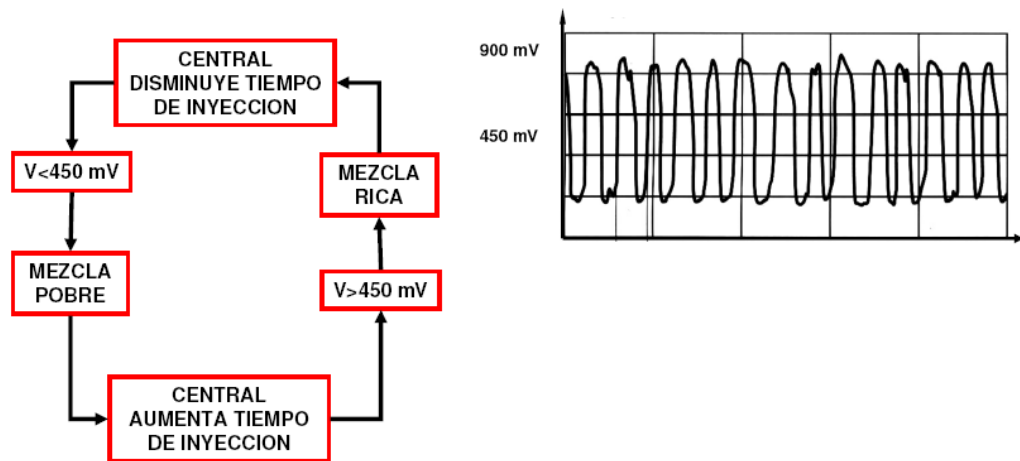


Figura 2.41. Señal de tensión (mV) de una sonda Lambda generada en el osciloscopio

Funcionamiento en frío: El sistema permanece en lazo abierto hasta que la sonda alcance un valor de temperatura adecuado ($\approx 400^{\circ}\text{C}$).

En este caso la unidad de control asume valores de (0 - 0,45V).

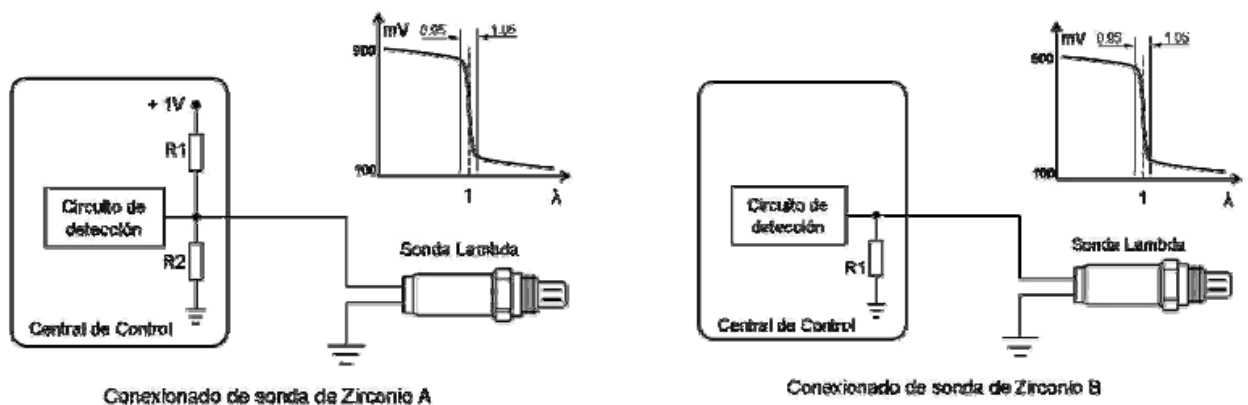


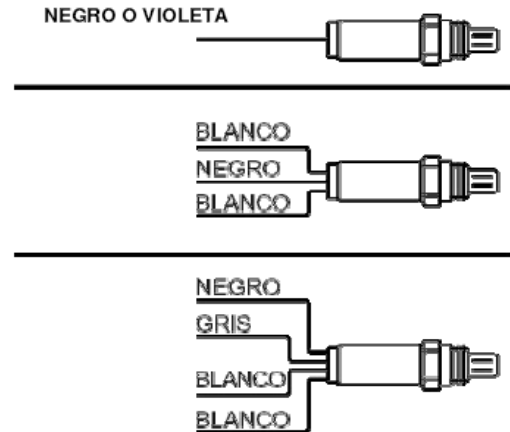
Figura 2.42. Formas de conexonado de una sonda Lambda de Zirconio.

Cableado de la Sonda Lambda de Zirconio

La cantidad de cables que puede tener esta sonda es de:

- 1 cable – señal
- 3 cables – señal y dos cables para calefacción de sonda
- 4 cables – dos para señal y masa de señal, dos para calefacción de sonda

- Negro o violeta – señal
- Blanco – 12 v de calefacción o masa de calefacción
- Gris – masa de señal



2.2.7.2 Sonda Lambda de Titanio – Sonda Resistiva

Posee un comportamiento menos exacto que la sonda de Zirconio y acusa mayor fragilidad.

No es un generador de tensión, como la sonda anterior, se la denomina “sonda resistiva” debido a que varía su resistencia en función de la concentración de Oxígeno en el escape.

Está formada por **óxido de titanio** depositado sobre un soporte de cerámica. No necesita referencia de oxígeno para funcionar correctamente.

- **Mezcla pobre - resistencia inferior a 1 k Ω**
- **Mezcla rica - resistencia superior a 20 k Ω**

La variación de resistencia es muy brusca en las cercanías de $\lambda=1$, como la sonda de Zirconio. El gráfico de variación puede ser idéntico a la sonda de Zirconio o inverso, según como sea la conexión de la sonda a la central de control.

Funcionamiento: La unidad de control polariza la sonda con una tensión generalmente de (1V o hasta 5 V). En este caso la variación de señal es de 0-5V cuando es directa ó 5V -0 cuando es inversa.

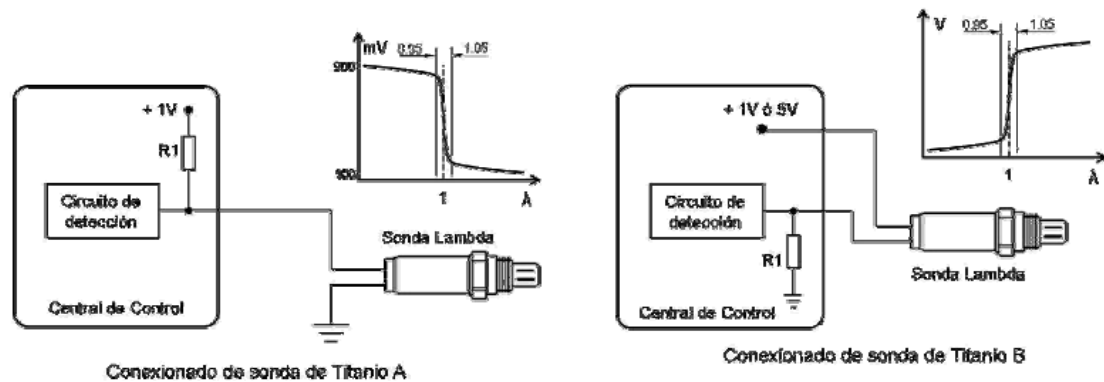
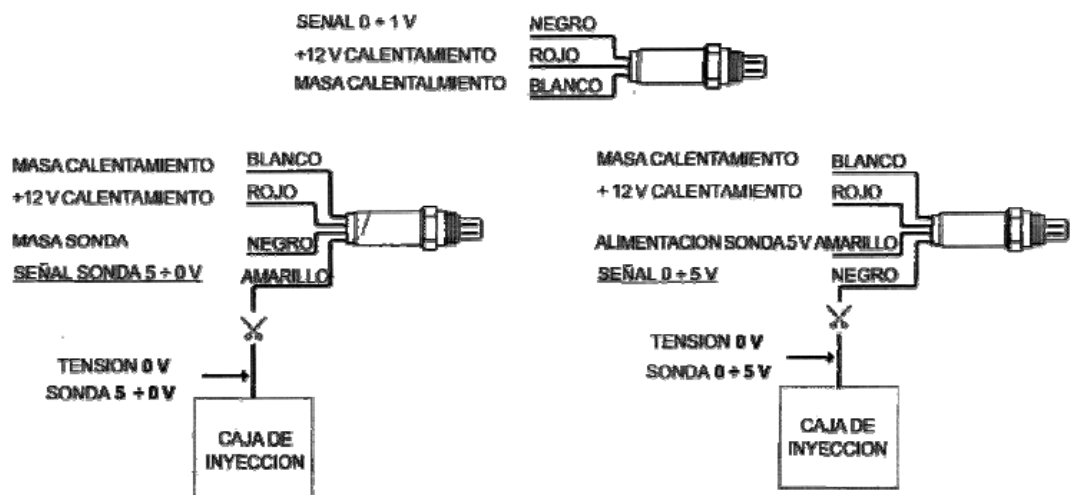


Figura 2.43. Formas de conexión de una sonda Lambda de Titanio.

Las posibles formas de cableado de este tipo de sonda se ven en la figura inferior.



2.2.7.3 Sonda Lambda de banda ancha

Las sondas de Zirconio o de Titanio son sondas del tipo llamado “a saltos” debido a su variación muy brusca alrededor de $\lambda = 1$ (**Fig.2.44**). Cuando la relación A/C se aleja de esa relación las sondas de este tipo no pueden dar información del valor A/C.

- Los motores que trabajan con relaciones de mezcla A/C pobre o muy pobre necesitan una sonda capaz de leer contenidos de O₂ en condiciones muy diferentes.

- Las sondas de **banda ancha** pueden leer O₂ en condiciones de mezcla A/C muy pobre y son adecuadas aun en el caso de mediciones en escapes de motores Diesel

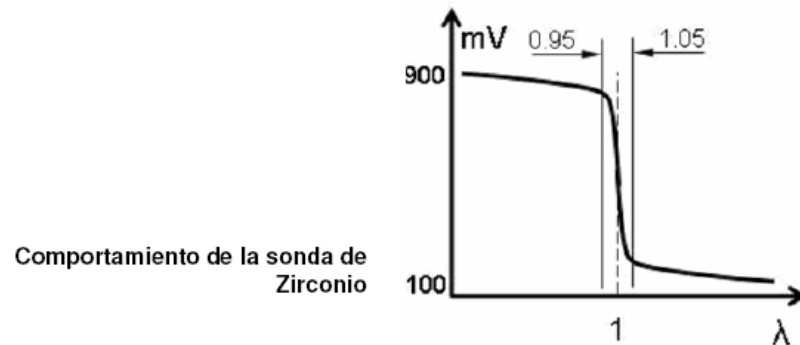


Figura 2.44.

La Sonda de banda ancha – LSU (sensor Lambda Universal)

Esta sonda posee una característica de variación de corriente, ver (Fig.2.45) (en lugar de variación de tensión como la sonda de Zirconio)

Puede medir entre rangos muy variados, desde $\lambda=0,7$ hasta $\lambda=4$. Por lo general se la usa como sonda antes del catalizador o del precatalizador de combustión.

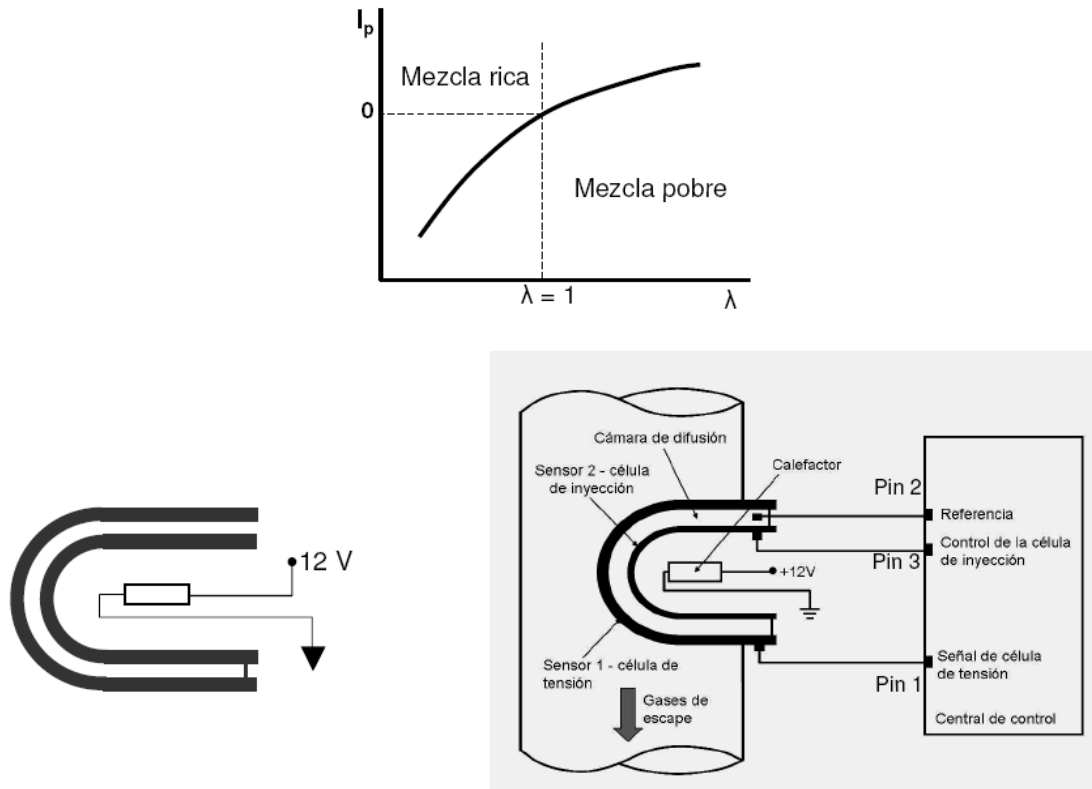


Figura 2.45. Comportamiento y conexionado de una Sonda de Banda Ancha

2.3 DIAGNOSTICO DE LOS SENSORES

Medición de estado de carga de batería

- Conectar los terminales como se muestra
- Colocar el selector en DC (corriente continua)
- Conectar luces por un minuto y apagarlas
- Leer el multímetro y comparar con la tabla

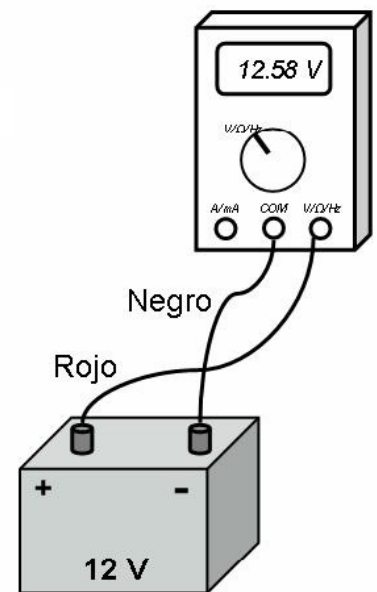


Figura 2.46.

La tabla siguiente nos muestra la relación entre la tensión leída en el instrumento y el estado de carga de la Batería.

Tabla 2.1

Voltaje	% Carga
12,60	100
12,45	75
12,30	50
12,15	25

Importante: Este examen indica el estado de carga y no la condición de la batería (Fig.2.46).

Medición de resistencia

Forma de medir resistencia del elemento.

Nunca medir resistencia con la central conectada al cableado.

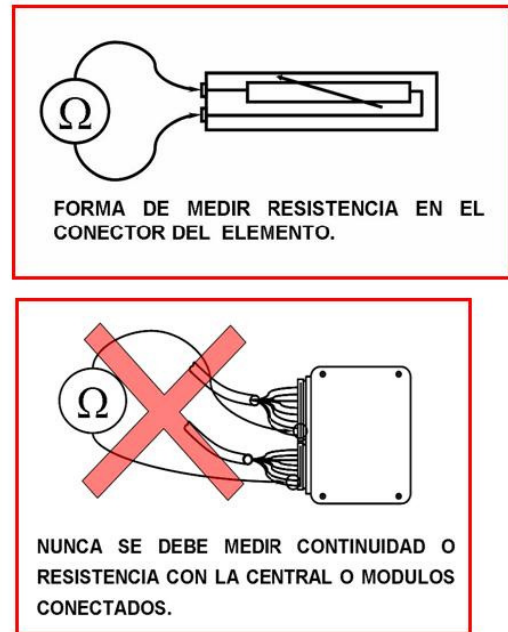


Figura 2.47

Medición de resistencia eléctrica

El elemento a medir se debe desconectar del circuito o cableado. De ninguna manera debemos medir resistencia con la central conectada al cableado, tal como se muestra **(Fig.2.47)** inferior.

La forma correcta es como se muestra en **(Fig.2.47)** superior. Los elementos que pueden ser verificados por medición de resistencia son:

- Sensores de temperatura
- Sensores TPS
- Sensores de giro/PMS tipo inductivos
- Inyectores
- Válvulas de ralentí
- Interruptores
- Primario y secundario de bobinas de ignición que no tengan módulo incorporado
- Es importante verificar la continuidad y resistencia del cableado entre un sensor y la central para descartar interrupciones del mismo por roce con la carrocería o cortes, contactos sulfatados, etc.

Verificación de masa

- Verificar la conexión de masa de la central de control tal como se muestra. Un valor óptimo está cercano a 1 Ω . Hacer lo mismo con masa de motor, etc.
- También se puede verificar la buena masa con el multímetro en tensión, verificando que la lectura no sea mayor que 150 mV.

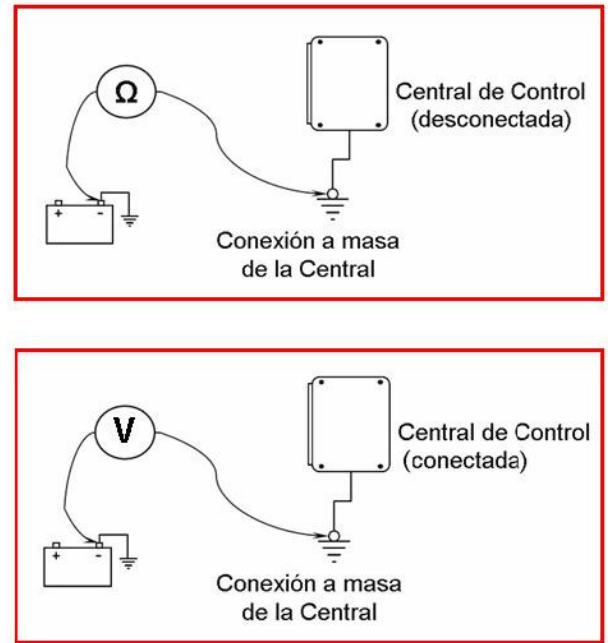


Figura 2.48

Una medida muy importante a tomar en cuenta es la verificación de masa de la central de control y la masa de cada elemento. Una mala conexión a masa ocasiona fallas no siempre fáciles de encontrar (**Fig.2.48**).

Para verificar la misma podemos medir con el multímetro en resistencia tal como se muestra, que la resistencia no sea mucho mayor de 1 Ω en la conexión de masa de motor, central, etc.

Otra forma igualmente efectiva es verificar la caída de tensión entre masas, no debiendo ser esta mayor de 150 mV como criterio general para todos los casos. Este método se muestra en la figura superior. Este es el método recomendado para controlar la masa correcta de los sensores de los sistemas de inyección. Si encontramos una caída mayor, entonces convendrá verificar la conexión por sulfato, óxido, suciedad o falso contacto.

- Sensores inductivos

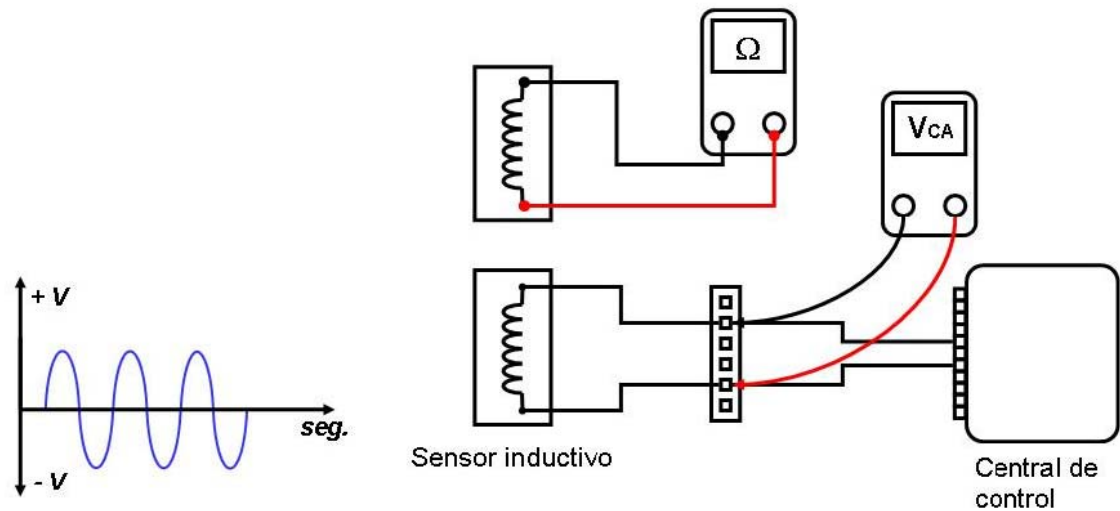


Figura 2.49

Sensores inductivos: recordemos que los sensores inductivos son bobinas colocadas sobre un núcleo de imán permanente.

Una primera forma de inspeccionar el sensor es verificar la resistencia del bobinado, como se muestra, con el mismo desconectado.

Con el multímetro en VCA verificar que el motor al girar genere una señal de tensión alterna definida (recordar el tipo de señal que genera el sensor de tipo inductivo) (Fig.2.49).

Algunos valores típicos de resistencia de sensores inductivos son:

Tabla 2.2

Sistema	Valor de resistencia
G7	578 Ω a 482 Ω
IAW - P8	578 Ω a 482 Ω
Motronic M1.5.4, M1.5.2	400 Ω a 800 Ω

- Sensor Hall

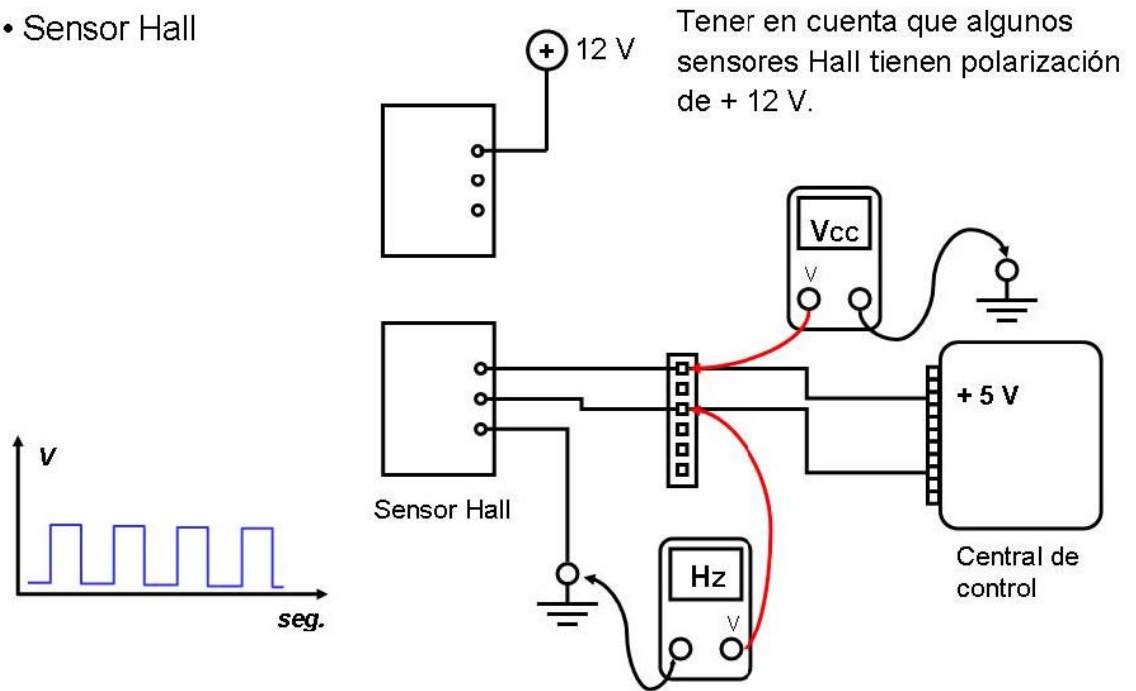


Figura 2.50

Sensor de tipo Efecto Hall

El Sensor Hall genera una onda de señal cuadrada. Para verificar el funcionamiento del mismo debemos:

- Con el multímetro en Vcc verificar la llegada de tensión de alimentación (+5V ó +12V en algunos casos). Poner el switch de contacto del vehículo en ON.
- Con el multímetro en frecuencia (Hz) verificar la salida de señal como se muestra (**Fig.2.50**), haciendo girar el motor. A medida que aumenta la velocidad de giro debe aumentar la frecuencia medida con el multímetro.

Como referencia los valores de frecuencia típicos para algunos sistemas son:

Tabla 2.3

Sistema	Condición	Valor en Hz
4 ventanas	Arranque	8 a 12 Hz
4 ventanas	Ralentí	25 a 35 Hz
6 ventanas	Arranque	12 a 20 Hz
6 ventanas	Ralentí	40 a 50 Hz

- Sensor tipo óptico o fototransistor

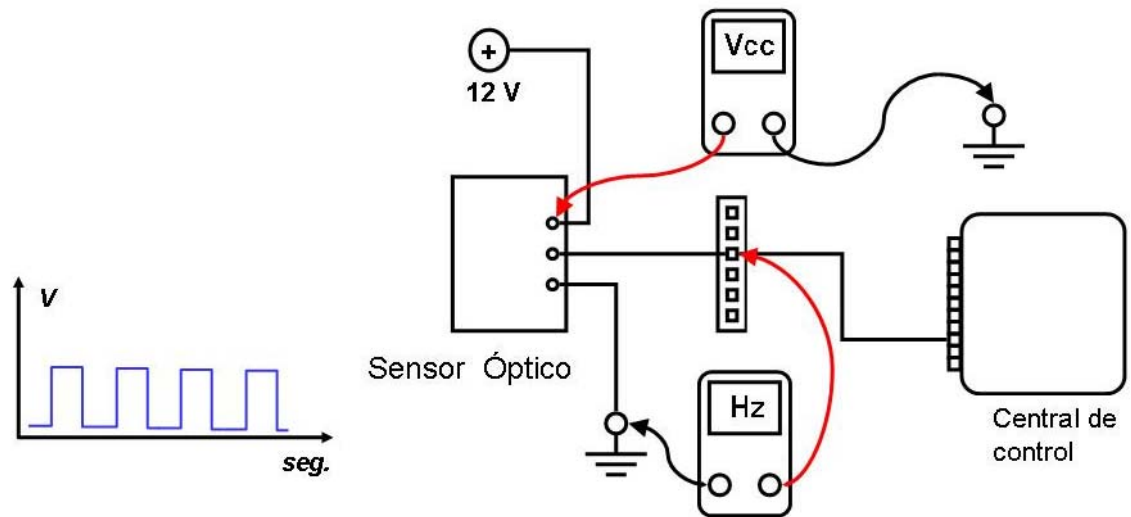


Figura 2.51

El Sensor tipo óptico genera una onda de señal cuadrada muy similar a la que genera un sensor de tipo Hall.

Para verificar el funcionamiento del mismo debemos:

- Con el multímetro en Vcc verificar la llegada de tensión de alimentación (+12V). Poner el switch de contacto del vehículo en ON.
- Con el multímetro en frecuencia (Hz) verificar la salida de señal como se muestra (**Fig.2.51**), haciendo girar el motor. A medida que aumenta la velocidad de giro debe aumentar la frecuencia medida con el multímetro.

- Sensor MAP analógico

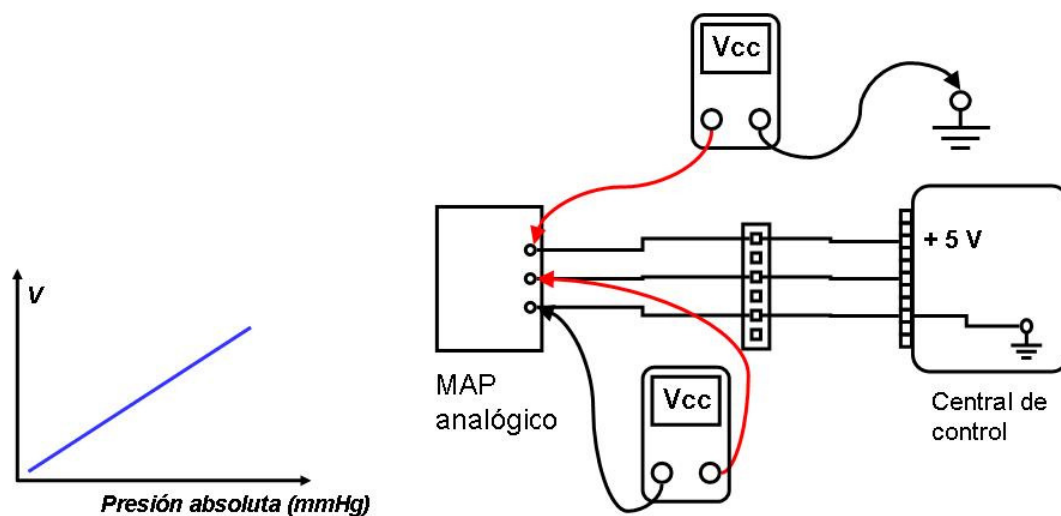


Figura 2.52

- Constatar la llegada de +5V de alimentación al sensor con el multímetro en Vcc con el switch de contacto en ON.
- Hacer girar el motor para producir vacío en el múltiple de admisión. Constatar la salida de señal con el multímetro en Vcc como se muestra en **(Fig.2.52)**. (variable entre 0.05 V y 4,5 V aproximadamente).
- También se puede conectar el tubo de conexión a una bomba de vacío manual y verificar la salida de tensión continua

Ejemplo de valores de sensores MAP analógicos

Tabla 2.4

Presión absoluta (mmHg)	Depresión (mm Hg)	Tensión (Vcc)
160	600	0.05
260	500	0.75
360	400	1.42
460	300	2.10
560	200	2.79
660	100	3.50
760	0	4.18

- Sensor MAP digital

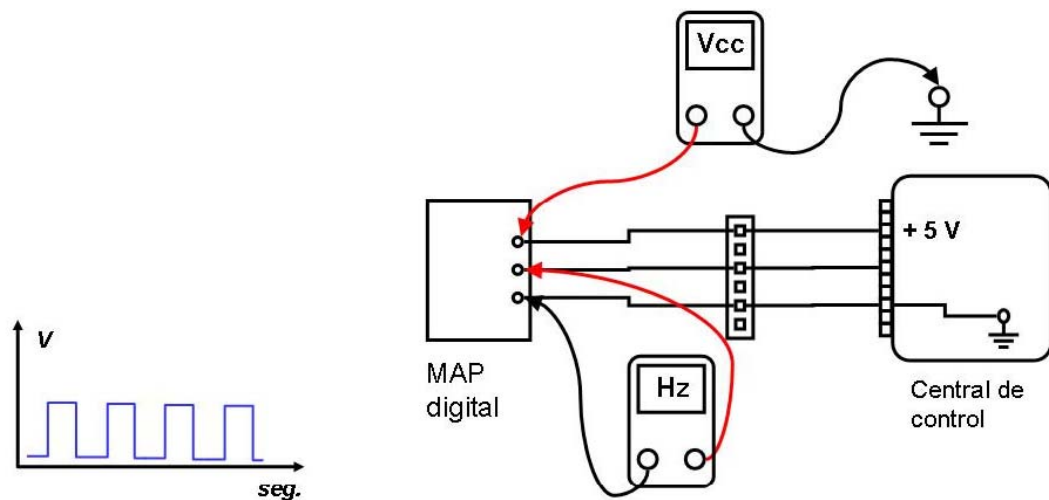


Figura 2.53

Sensor MAP digital

- Constatar la llegada de +5V de alimentación al sensor con el multímetro en Vcc. con el switch de contacto en ON.
- Hacer girar el motor para producir vacío en el múltiple de admisión.
- Constatar la salida de señal con el multímetro en frecuencia (Hz) como se muestra en la (**Fig.2.53**). También se puede conectar el tubo de conexión a una bomba de vacío manual y verificar la salida de señal en frecuencia (Hz).

Ejemplo de valores de sensores MAP digital

Tabla 2.5

Presión absoluta (mmHg)	Depresión (mm Hg)	Frecuencia (Hz)
160	600	96
260	500	105
360	400	115
460	300	125,5
560	200	136
660	100	146
760	0	159

- Sensor másico o de hilo caliente

Los sensores de tipo placa caliente se verifican de igual manera y su esquema eléctrico es similar.

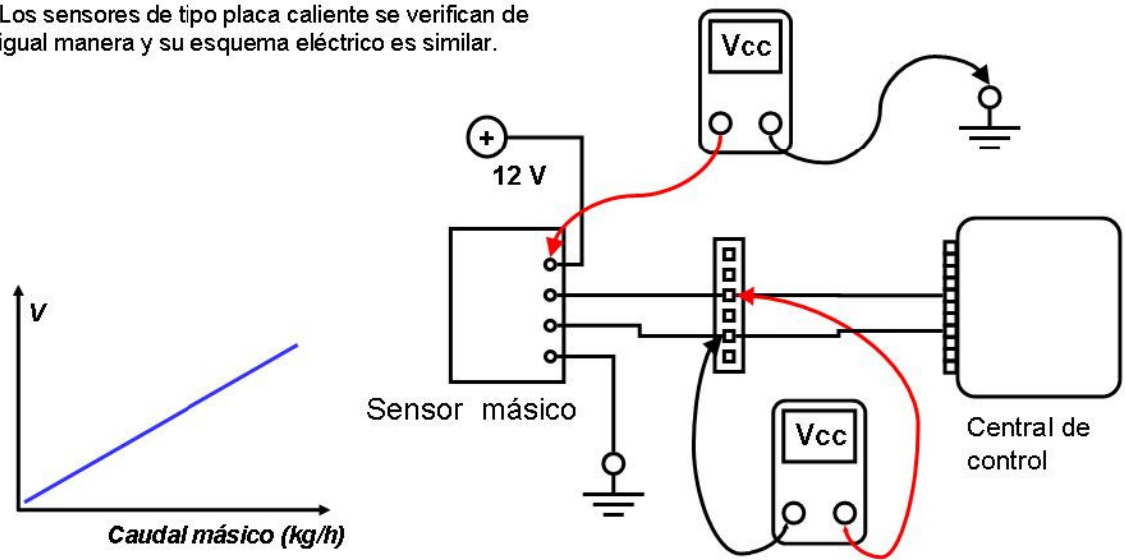


Figura 2.54

Sensor másico o hilo caliente

La verificación del sensor MAF la debemos hacer de la siguiente manera:

- Constatar la llegada de +12V de alimentación al sensor con el multímetro en Vcc con el switch de contacto en ON.
- Hacer girar el motor para constatar la salida de señal con el multímetro en Vcc. La salida de señal se comporta como se muestra en la curva, ver (Fig.2.54).
- Se puede constatar la salida de señal con el vehículo en marcha en quinta velocidad (los siguientes son valores promedio)

Tabla 2.6

Velocidad (Km./h)	Tensión (Vcc)
32	1.1V
64	1.7V
96	2.1V

- Sensor de temperatura

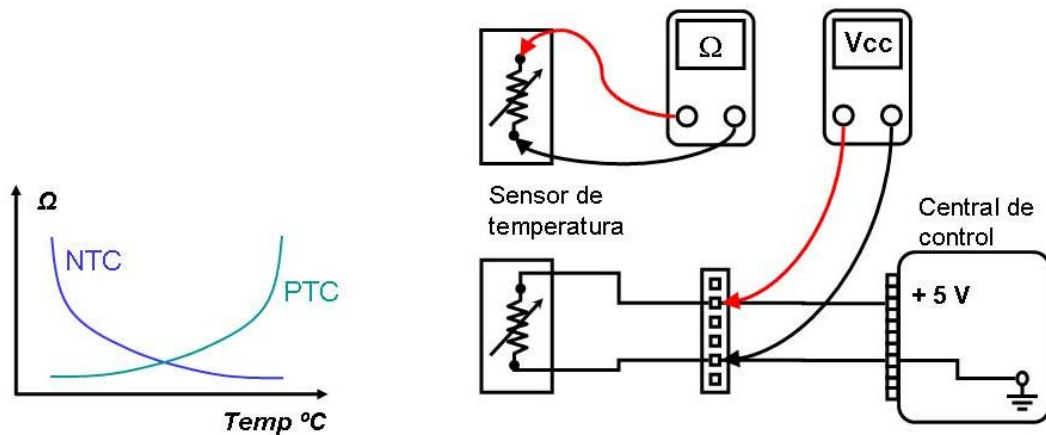


Figura 2.55

- Verificar en primer lugar la resistencia del sensor desconectado del cableado como se muestra. Recordar que la resistencia del sensor varía de acuerdo a la temperatura del medio en el que se encuentra.
- Se puede medir la resistencia del mismo extrayendo al mismo y colocándolo en un baño de agua a diferentes temperaturas y constatar la variación de la resistencia.
- En los NTC la resistencia disminuye al aumentar la temperatura. En los PTC es al revés.
- Si es difícil extraer el sensor se puede verificar la salida de tensión V_{cc} como se muestra (**Fig.2.55**).
- La misma debe disminuir a medida que el sensor aumenta su temperatura en el caso del sensor tipo NTC.
- En el caso del sensor tipo PTC debe aumentar la tensión a medida que el sensor aumenta su temperatura.

Ejemplo de valores de sensores NTC (solo es orientativo, diferentes marcas tienen diferentes valores)

Tabla 2.7

Valores típicos para el sensor NTC		
Temperatura (°C)	Resistencia (Ω)	Tensión (V)
20	3700	3
40	1600	2,10
60	750	1,35
80	370	0,80
100	210	0,47
120	120	0,28

- Sensor de posición de mariposa o TPS (3 hilos)

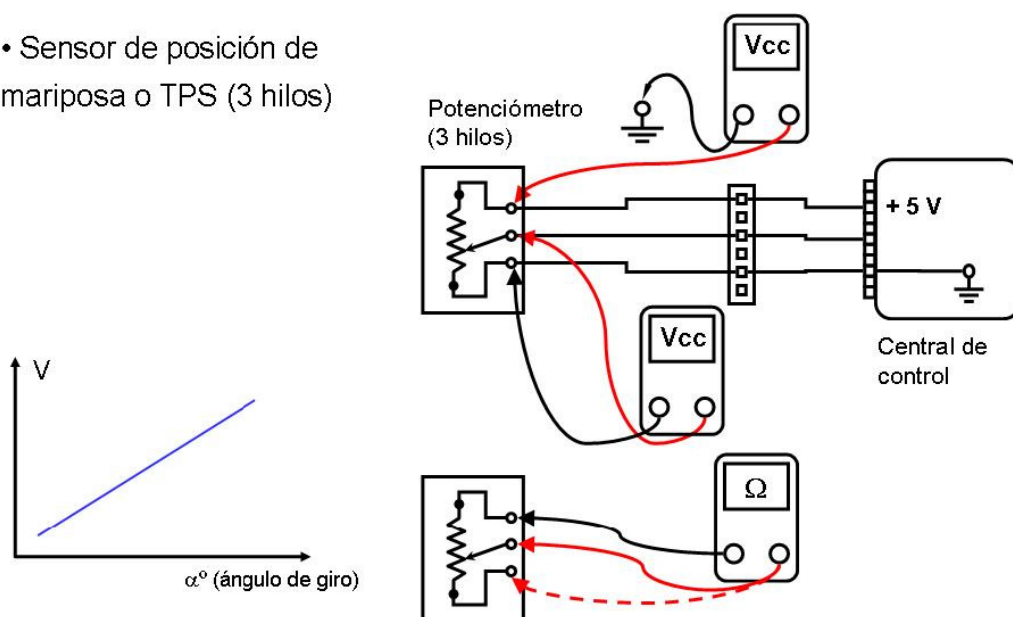


Figura 2.56

Sensor de mariposa o TPS de 3 hilos

- Colocar el switch de contacto en ON. Verificar en primer lugar la llegada de tensión de alimentación al sensor (+5V) , ver **(Fig.2.56)**.
- A continuación verificar la salida de señal en Vcc. conectando el multímetro como en el esquema. Girar suavemente la mariposa de aceleración y constatar que la salida de señal crece sin saltos (ver **(Fig.2.)**). Con estos dos pasos se verifica el TPS mediante la salida de señal.
- Otra alternativa es medir por resistencia como se indica en la **(Fig.2.56)**. inferior, recordando siempre que esta medición se debe hacer con el sensor desconectado.

Tabla 2.8

Valores típicos para el sensor TPS		
Angulo en grados (°)	Abertura de mariposa	Tensión (V)
0	0	0,65
21	$\frac{1}{4}$	1,60
42	$\frac{1}{2}$	2,60
63	$\frac{3}{4}$	3,55
84	1	4,54

Sensor de mariposa de 4 hilos

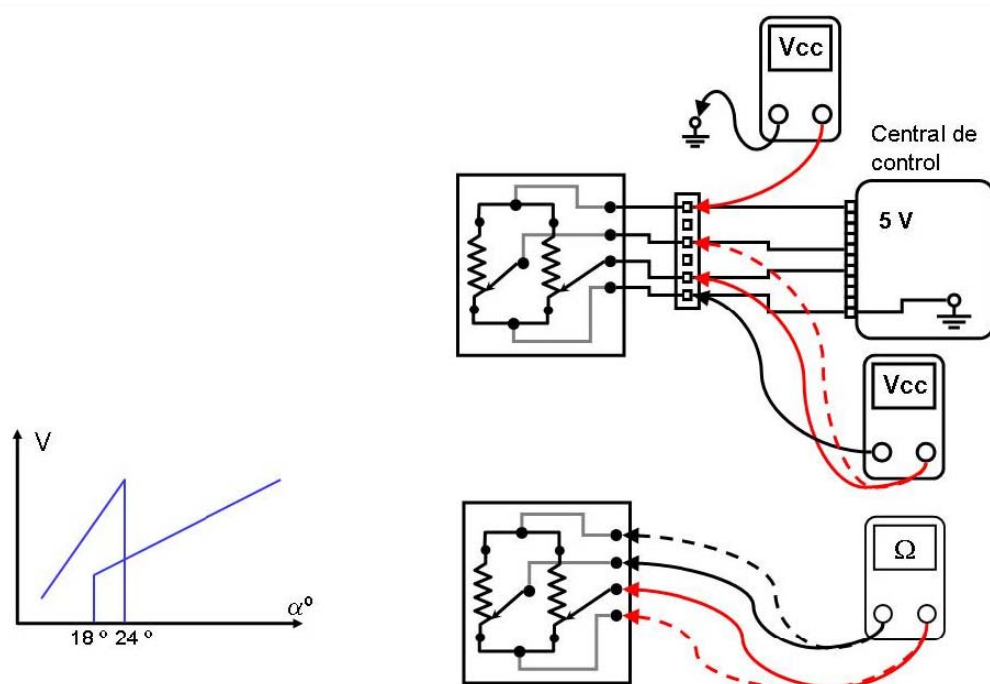


Figura 2.57

Sensor de mariposa de 4 hilos

El criterio de examen es similar al anterior, solo que debemos tener en cuenta que ahora existen dos conductores que emiten señal (Fig.2.57).

Siguiendo los esquemas superiores se puede verificar este sensor por salida de señal (Vcc) o por resistencia como el caso anterior.

Tabla 2.8

Valores típicos para el sensor TPS 4 hilos		
Angulo en grados (°)	Abertura de mariposa	Tensión (V)
0	0	0,65
21	$\frac{1}{4}$	1,60
42	$\frac{1}{2}$	2,60
63	$\frac{3}{4}$	3,55
84	1	4,54

Sonda de oxígeno

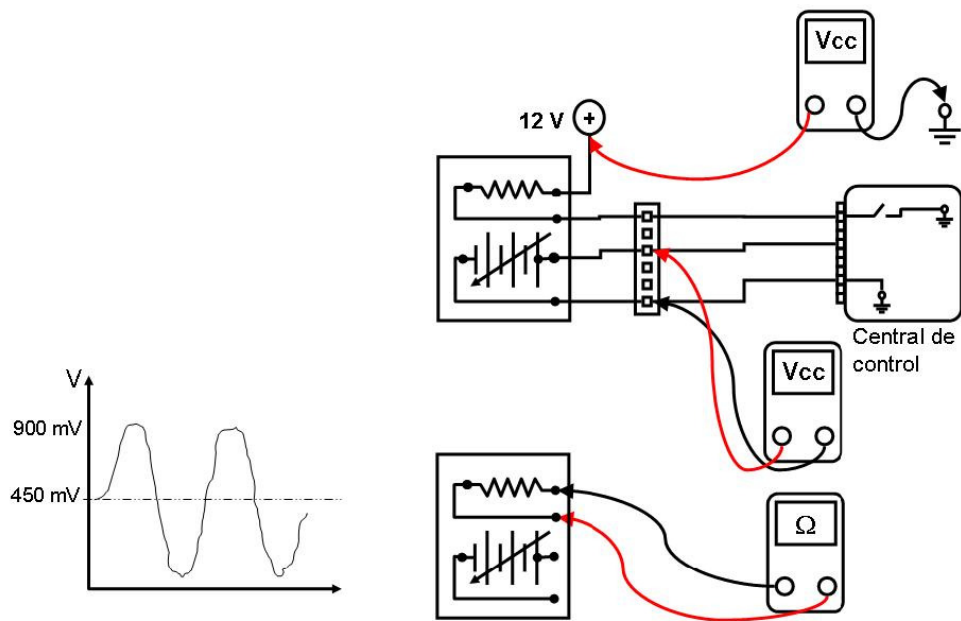


Figura 2.58

Sonda de oxígeno

- Verificar la llegada de +12 V al calefactor de la sonda. Verificar también que el calefactor de la sonda no este cortado o tenga una resistencia inadecuada (debe estar entre 4Ω y 6Ω), ver (**Fig.2.58**) inferior.
- Verificar la salida de señal de la sonda con el multímetro en Vcc como se muestra (**Fig.2.58**) superior (motor estable a 1500 rpm). Si el motor está en régimen y la sonda tiene la temperatura adecuada la lectura debe ser variable entre 100 mV y 900 mV (ver gráfico de señal de la sonda).
- Si esta última lectura no se verifica no descartar la sonda por malfuncionamiento pues la sonda puede estar en buenas condiciones y existir otro problema que causa la mala lectura. Ejemplo: entrada indebida de aire, inyector goteando, etc.

Para asegurar que la sonda funciona correctamente hacer lo siguiente:

1. Desconectar alguna manguera de vacío (mientras el motor gira a 1500 – 2000 RPM) para provocar una entrada de aire indebida y desconectar la sonda del cableado. Medir la señal con el multímetro como se muestra en el esquema. La sonda inmediatamente deberá marcar una señal correspondiente a mezcla pobre.
2. Mientras el motor gira a 1500 – 2000 RPM inyectar una muy pequeña cantidad de combustible por la mariposa de aceleración (por ejemplo con una jeringa) y comprobar que la sonda de inmediato detecta mezcla rica. Si estas dos comprobaciones se cumplen correctamente el problema no está en la sonda de oxígeno.

• Sensor de detonación

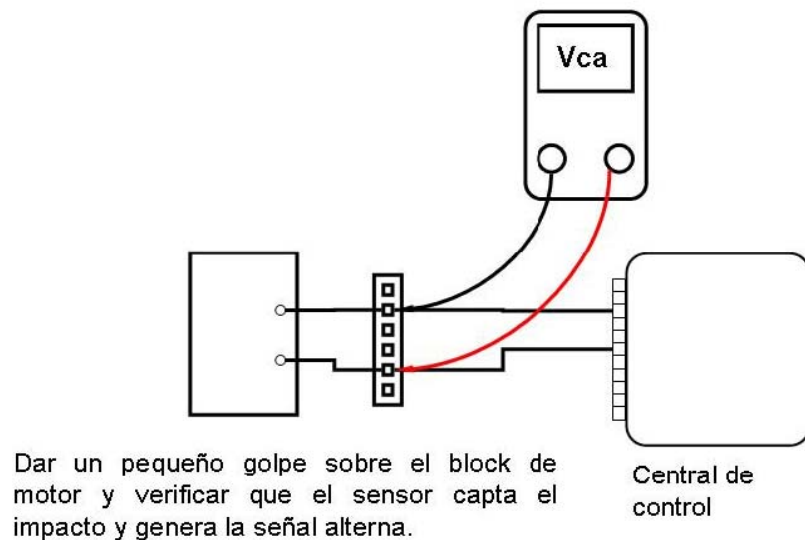


Figura 2.59

Sensor de detonación

- Verificar el estado de cable, conector, limpieza de superficie de contacto entre block de motor y sensor (**Fig.2.59**).
- Verificar el torque de montaje.
- La mejor manera de inspeccionar el sensor de detonación es mediante un osciloscopio. Sin embargo una manera de hacerlo con multímetro es dar un pequeño golpe (con mucho cuidado simulando el sonido que produce la detonación) y constatar si el multímetro en VCA capta la señal de corriente alterna.

