

**DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UN BANCO DE SENSORIMETRIA  
AUTOMOTRIZ**

**POR:**

**SEBASTIAN RODRIGUEZ CORREA**

**HECTOR IVAN BUITRAGO LOAIZA**

**ASESOR:**

**CARLOS ELEAZAR MAYA MONTOYA**

**TECNOLOGIA EN MECANICA AUTOMOTRIZ**

**INSTITUCION UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO**

**MAYO DE 2013**

## TABLA DE CONTENIDO

	<b>Página</b>
<b>1. INTRODUCCION</b>	3
<b>2. DESCRIPCION DEL PROBLEMA</b>	3
<b>3. JUSTIFICACION</b>	4
<b>4. OBJETIVOS</b>	5
<b>5. ESTADO DEL ARTE</b>	6
5.1 Sistemas de gestión mecánicos	6
5.2 Sistema de gestión electrónica	11
<b>6. REFERENTES TEORICOS</b>	29
6.1. ¿Qué es un sensor?	29
6.2. Señal digital	29
6.3. Señal análoga	30
6.4. Sensor de temperatura	30
6.5. Sensor de efecto hall	33
6.6. Sensor piezoeléctrico	39
6.7. Sensor piezoresistivo de presión	41
<b>7. DESCRIPCION TECNICA DEL PROYECTO</b>	43
<b>8. METODOLOGIA</b>	44
8.1 Manual de Funcionamiento.	46
8.1.1 Partes del banco de prueba.	46
8.1.2 Montaje del banco de prueba y funcionamiento de la caja de control.	47
8.1.3 Como iniciar una práctica en el banco de prueba.	48
<b>9. RECURSOS</b>	50
<b>10. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES</b>	51
<b>11. BIBLIOGRAFIA</b>	51

## **1. INTRODUCCIÓN**

En el continuo desarrollo de los motores de combustión interna se busco la manera de brindar no solo mayor potencia si no también menor consumo de combustible dando como resultado en 1957 por parte de GM (General Motors) el lanzamiento del primer motor para producción masiva asistido por computador.

Debido a la necesidad de controlar las emisiones de gases de escape de los motores de combustión interna en 1981GM desarrolla OBD (On Board Diagnostics) diagnostico a bordo, su función es monitorear las emisiones de gases de escape y detectar posibles fallas en el funcionamiento del motor gracias a los sensores con los cuales está equipado.

Se obtuvieron tan buenos resultados que en 1986 en California (USA) se ordeno que todos los vehículos que fueran vendidos allí estuvieran equipados con OBD, pero aun se contaban con falencias ya que este solo monitoreaba los gases de escape sin tener en cuenta un contaminante como los vapores del tanque de combustible otra razón era que cada fabricante disponía de distintos protocolos de comunicación para el OBD.

En 1994 los controles a este sistema aumentaron dando como resultado la estandarización de los protocolos de comunicación con mas 400 códigos de fallas que quedan almacenados en la ECM (Modulo de Control Electrónico) cuando uno o varios de estos se presentan para su posterior lectura a lo que hoy conocemos como OBD II.

## **2. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.**

La Institución Universitaria Pascual Bravo cuenta con amplia gama de programas académicos, entre los cuales se encuentra la Tecnología en Mecánica Automotriz. Este programa cuenta con una malla curricular enfocada en abordar cada uno de los temas de interés en este campo, no obstante, se presentan algunas falencias en la profundización práctica de temas claves para cualquier estudiante de este programa.

En el caso específico de este proyecto, se hará gran enfoque en las falencias presentadas en la asignatura de Autotronica, dichas falencias son de carácter totalmente práctico, debido que solo se abarca teóricamente. Las principales son:

Falta de material práctico para dictar la clase

Falta de práctica de los estudiantes con sensores automotrices.

### **3. JUSTIFICACIÓN**

La Institución Universitaria Pascual Bravo en su continuo esfuerzo por mejorar cuenta con un gran material didáctico para la enseñanza de la electrónica automotriz pero ninguno de estos se ha especializado en lo más básico, el tema del funcionamiento de los sensores como por ejemplo el de temperatura, presión, Posición mecánica y velocidad de giro.

Muchas veces se da la teoría acerca del funcionamiento los sensores en clase pero no se aprecia el funcionamiento de cada uno, y cuando se van apreciar el funcionamiento se hace de una vez en un motor encendido sin tener la certeza del trabajo que realiza cada uno, sin poder observar los cambios en su resistencia, voltaje o Frecuencias.

## **4. OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL**

Diseñar e implementar un banco con sensores automotrices para los estudiantes del Tecnológico Pascual Bravo con el fin de mejorar el aprendizaje.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

1. Diseñar un banco didáctico con el fin de hacer más fácil el aprendizaje.
2. Implementar el banco para una mejor observación del funcionamiento de los sensores.
3. Evaluar el prototipo final con el fin de comprobar el impacto en el aprendizaje de los estudiantes.

## 5. ESTADO DEL ARTE

### 5.1 Sistemas de gestión mecánicos

La gestión del motor se puede hacer de diversas formas. Antes de la llegada de la electrónica al mundo del automóvil, la gestión, la decisión de cuanta cantidad de combustible y cuando tiene que saltar la chispa, se decidía mediante dispositivos mecánicos. Las diferentes condiciones de uso al que está sometido el motor hacen que estos mecanismos sean complejos y además sea muy importante una correcta puesta a punto de los mismos.

Esta complejidad de construcción hace que estos dispositivos tengan un importante coste a nivel de fabricación, cuestión muy crítica en automoción. A continuación se expondrá de forma breve el funcionamiento general de estos dispositivos mecánicos.

La alimentación mediante un dispositivo mecánico se realiza con el carburador (Fig.1).



Fig. 1 Carburador.

El **carburador** es el encargado de realizar la mezcla de aire y combustible en las diferentes condiciones de marcha a las que se somete el motor. Debido a esta variabilidad de condiciones, el carburador dispone de diferentes dispositivos para adaptarse a las condiciones de funcionamiento.

**Dispositivo de flotador** (Fig. 2) compuesto por el flotador y la válvula de aguja, regula la aportación de combustible a la cámara o cubeta del flotador y mantiene constante en el carburador el nivel de combustible necesario para asegurar la presión correcta de funcionamiento.

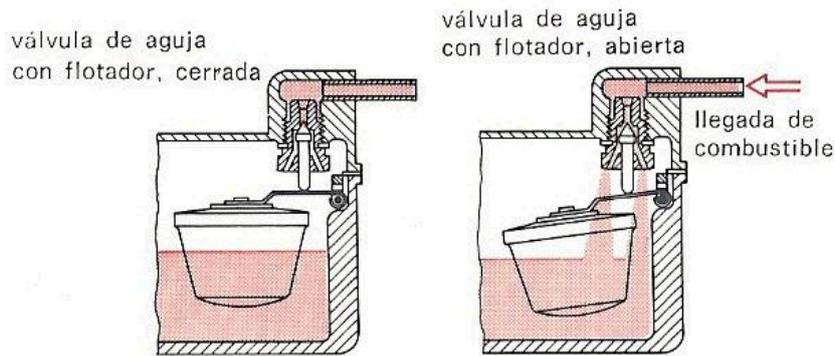
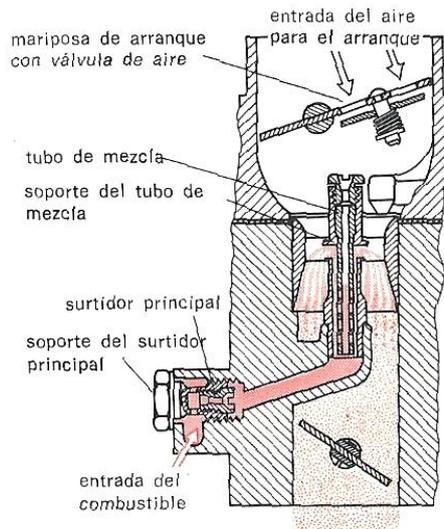


Fig. 2 Dispositivo de flotador.

**Dispositivo de arranque en frío** que pueden ser de diferente naturaleza, varillas de regulación del flotador, mariposas de arranque o de starter (Choke), y carburadores de starter (Fig. 3) o carburadores arrancadores con registro giratorio. La existencia de este dispositivo se debe a que en el arranque de motores fríos se separa de la mezcla una gran parte del combustible y se deposita en las paredes del conducto de admisión, por tanto es necesario un mayor aporte de combustible llegando a formarse mezclas muy ricas de aproximadamente una relación aire/combustible 3:1.

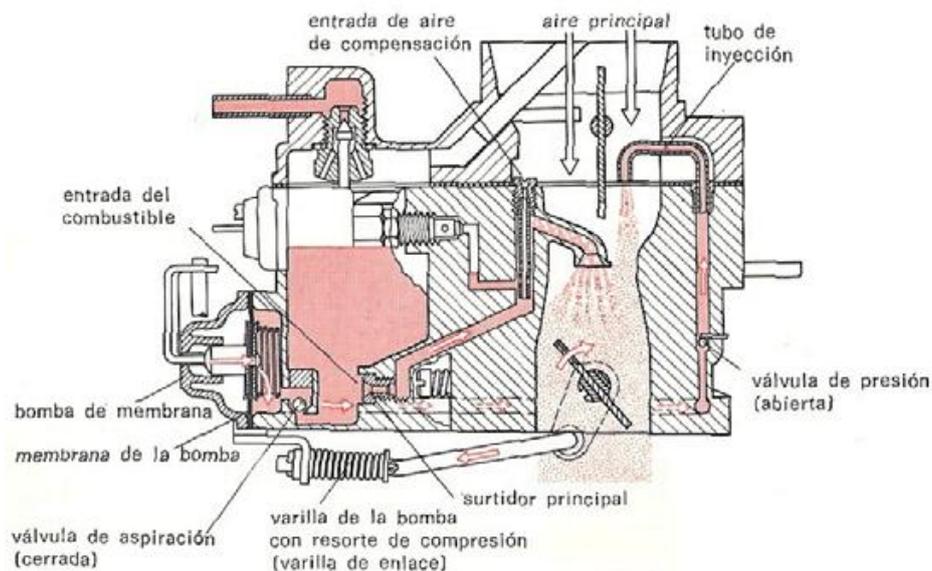


(Fig. 3) carburadores de starter.

**Sistema de marcha en vacío** prepara, mediante la tobera de aire, una mezcla para la marcha en vacío. Este sistema compensa la velocidad del aire que es demasiado pequeña para aspirar combustible de la boca del surtidor principal. El sistema consiste en un canal de combustible que desemboca detrás de la válvula de mariposa de control del grado de carga.

**Dispositivo de aceleración** (Fig. 4) que en el caso de una repentina aceleración tiene que suministrar al motor adicionalmente combustible para una mezcla más rica.

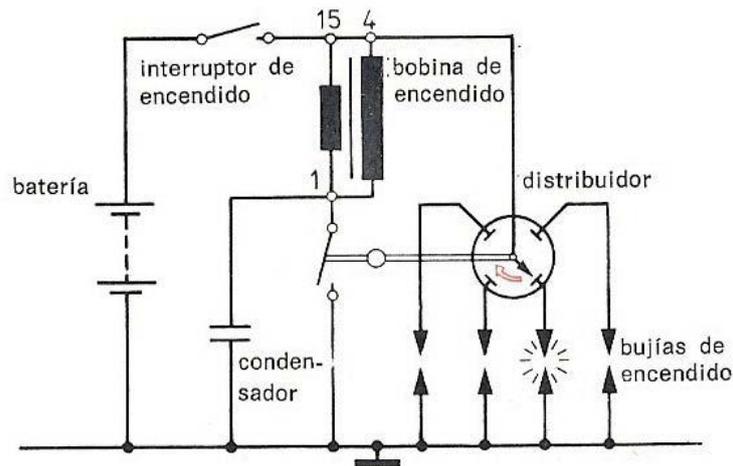
Como con un número de revoluciones creciente el aire es acelerado más rápidamente que el combustible, que es de mayor densidad, a los canales del carburador, hará falta para esto una bomba aceleradora. En el caso de una repentina apertura de la mariposa, la bomba, que puede ser de membrana o de émbolo, tiene que suministrar el combustible suplementario que baste para compensar el tiempo necesario para que se establezca el funcionamiento del sistema propio del surtidor principal.



(Fig. 4) Dispositivo de aceleración.

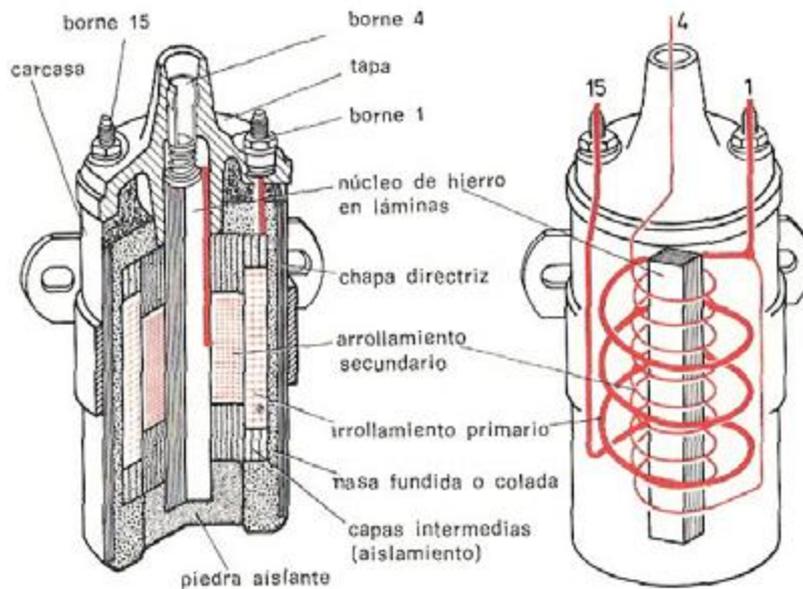
**Dispositivo de enriquecimiento** permite aportar a la mezcla combustible / aire combustible adicional para un estado de plena carga o de elevadas revoluciones. El combustible adicional se consigue mediante un tubo de enriquecimiento o con una bomba aceleradora.

En los motores de ciclo Otto es necesario un encendido provocado. El encendido se realiza mediante la aportación de una chispa eléctrica. El encendido mediante un dispositivo mecánico hace necesario la sincronización de forma física del salto de chispa con el cigüeñal. La energía eléctrica necesaria para la creación de la chispa se obtiene de la batería y la bobina de encendido. Las partes que componen la instalación (Fig. 5) de encendido son:



(Fig. 5) Esquema circuito de encendido.

**Bobina de encendido** (Fig. 6) que es un transformador. La corriente de la batería cortada por el interruptor circula a lo largo del circuito primario. Tanto al cerrar los contactos como al abrirlos se forman en el circuito primario y secundario tensiones inducidas.

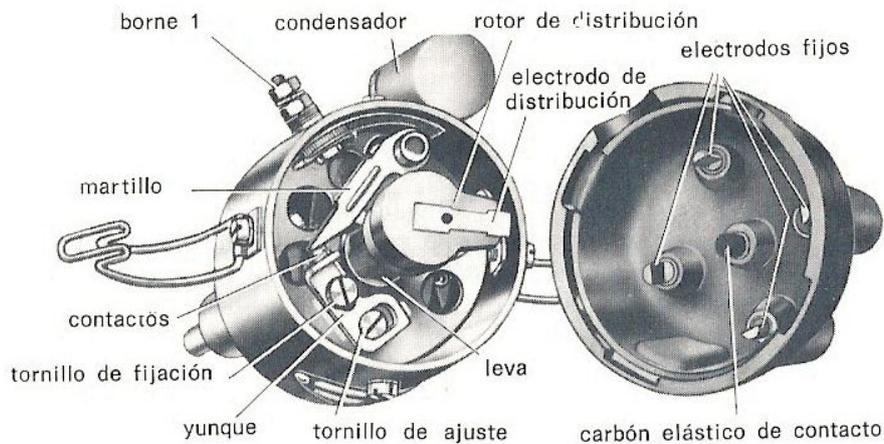


(Fig. 6) Bobina de encendido.

**Condensador** empleado en la instalación de encendido absorbe los electrones puestos en movimiento por la tensión de autoinducción y queda cargado. El interruptor, puesto en paralelo, puede abrirse sin, prácticamente, formación de chispas.

**Distribuidor de chispa (delco)** (Fig. 7) consta del platillo del ruptor con las conexiones para las conducciones de alta tensión, y el rotor de distribución que

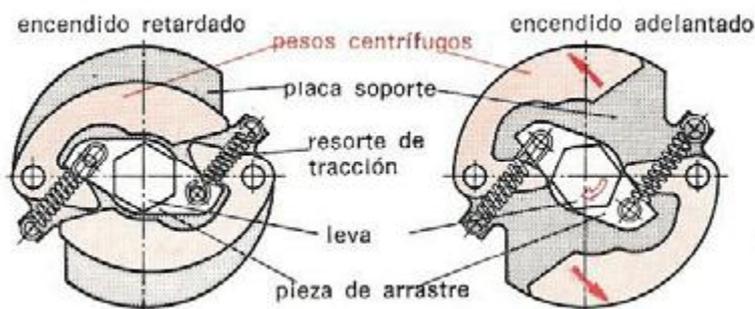
está colocado sobre la leva de ruptura. La alimentación de la alta tensión al rotor del distribuidor se realiza a través de una escobilla de carbón montada elásticamente y la conducción por medio de salto de chispas.



(Fig. 7) Distribuidor de chispa (delco).

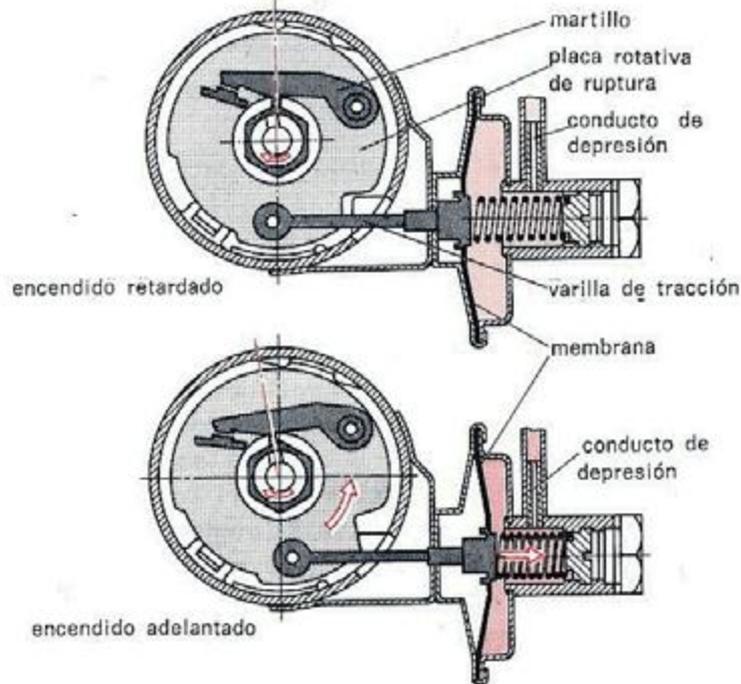
En el distribuidor de encendido están comprendidos el ruptor y el regulador de avance de encendido. El ruptor consta de la palanca del ruptor, el yunque y la leva. La palanca del ruptor y el yunque llevan los contactos que son generalmente de tungsteno. Si la palanca del ruptor apoya con presión el resorte sobre el yunque quedará cerrado el circuito de corriente de la bobina primaria. La leva es accionada en los motores de cuatro tiempos con un número de revoluciones mitad de los que realiza el cigüeñal y en los motores de dos tiempos con el mismo número de revoluciones del cigüeñal. La leva separa la palanca del ruptor en el instante preciso de su apoyo sobre el yunque y produce de este modo la chispa de encendido. El número de elevaciones sobre la leva corresponde al número de cilindros. El **regulador de encendido** se ocupa automáticamente del correcto ajuste del punto de encendido (avance de encendido).

El regulador puede ser por fuerza centrífuga o de depresión. El regulador de encendido por fuerza centrífuga (Fig. 8) hace girar la leva, soportada de modo movable sobre el árbol del distribuidor, en el sentido de rotación con ayuda de pesos centrífugos.



(Fig. 4.8) Regulador de encendido por fuerza centrífuga.

El regulador de depresión (*Fig. 9*) ajusta el punto de encendido de modo dependiente de la carga con ayuda de la depresión reinante en el tubo de aspiración.

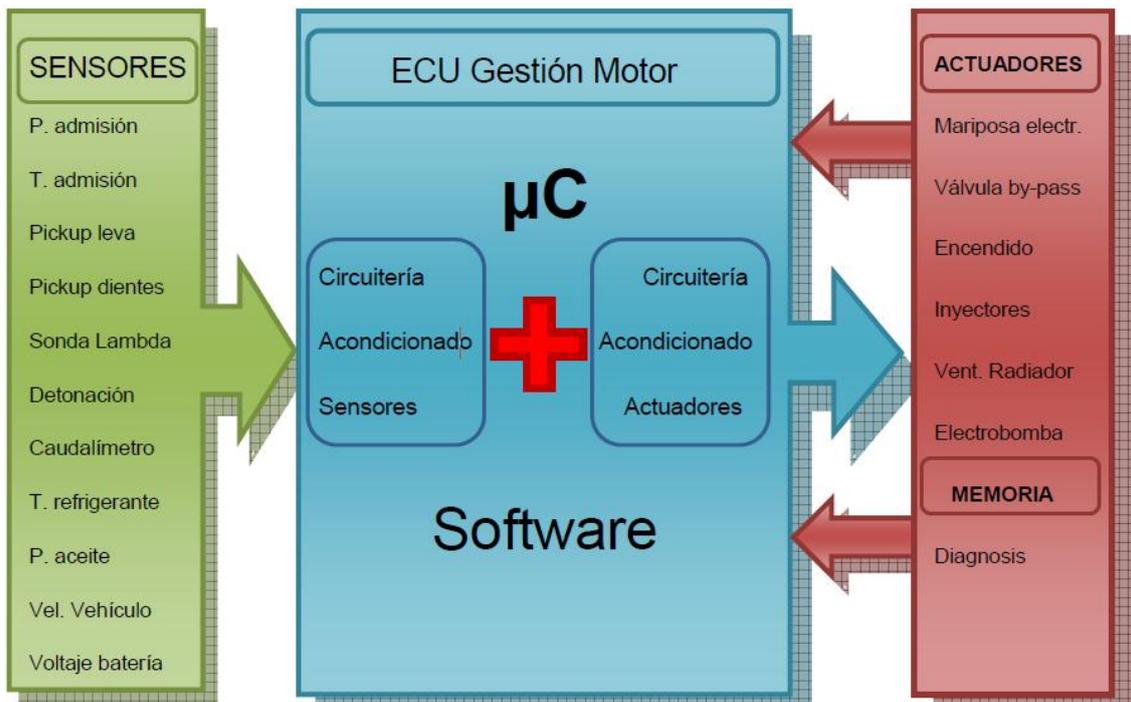


(*Fig. 9*) Regulador de depresión.

## 5.2 Sistema de gestión electrónica.

Una parte básica del equipo de gestión del motor es la Unidad Electrónica de Control (ECU), ya que recibe todas las informaciones de los captadores y sondas, y se encarga de su tratamiento para dar órdenes precisas para una correcta dosificación de la mezcla.

En la *Fig. 10* se representa de forma esquemática la arquitectura de una ECU genérica para la gestión del motor así como las interacciones con las diferentes señales tanto de entrada como de salida.



(Fig. 10) Arquitectura genérica de una ECU (Unidad de Control Electrónico) para la gestión del motor.

La ECU toma sus decisiones mediante la información llegada de los sensores y la información que tiene su memoria interna y envía sus señales de gestión a los diferentes actuadores. Estos actuadores se amoldan a los diferentes requerimientos del motor de forma más o menos adecuada sin necesidad de una puesta punto mecánica ya que los ajustes a las diferentes necesidades lo comanda la ECU.

### Señales de entrada para el sistemas de gestión electrónica

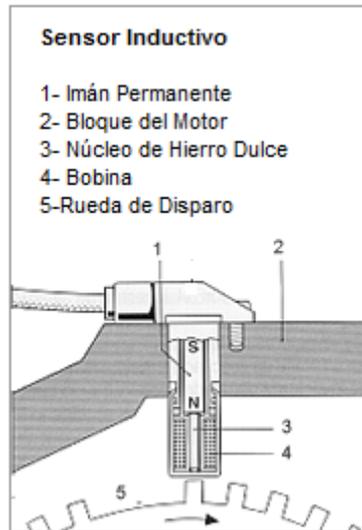
En la gestión de un motor, en la actualidad, se utilizan tanto señales analógicas como digitales. Estas señales se obtienen mediante sensores. Los sensores pueden ser sin alimentación (generadores) o con alimentación externa (moduladores). Los requisitos que han de cumplir los sensores en el sector automotriz son variados: han de ser fiables, robustos, baratos, ligeros, pequeños y de bajo consumo.

### Sensores posición / velocidad

Se utilizan tanto para detectar la posición del cigüeñal y la sincronía de éste con el árbol de levas como para determinar la velocidad del motor. Se utilizan dos tipos de sensores, los inductivos y los de efecto hall.

Los Sensores Inductivos (Sensores de reluctancia variable) (Fig. 11) no requieren una conexión de alimentación independiente. Tienen dos cables de conexión apantallados para la bobina de imán fijo. Se inducen pequeñas tensiones de señal cuando los dientes de una rueda de disparo pasan a través

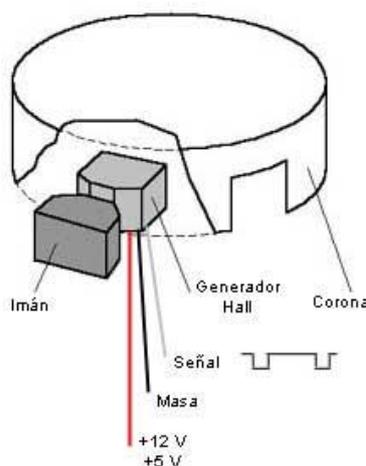
del campo magnético de este imán fijo y la bobina. La rueda de disparo es de un acero de baja reluctancia magnética.



(Fig. 11) Sensor Inductivo.

El sensor de posición del cigüeñal (CKP), el sensor antibloqueo de frenos (ABS) y el sensor de velocidad del vehículo son ejemplos de sensores de reluctancia variable, la tensión de salida y la frecuencia varían en función de la velocidad del vehículo.

En los sensores de efecto hall (Fig. 12), se hace pasar una corriente a través de un semiconductor que está situado en las proximidades de un campo magnético variable. Estas variaciones pueden ser producidas por el giro de un cigüeñal o la rotación de un eje de levas.



(Fig. 12) Sensor efecto Hall.

La amplitud de la señal de salida es constante; la frecuencia cambia cuando varían las RPM.

### **Caudalímetro**

Para el cálculo de la cantidad de aire que está entrando en cada momento en el motor se puede utilizar diferentes sistemas aunque en la actualidad el más utilizado es el caudalímetro másico. Los otros sistemas se explican brevemente:

**Potenciómetro de posición de mariposa:** Mide el caudal de forma indirecta. A partir de la sección y de las r.p.m. se deduce aproximadamente la presión del colector. Se realiza la hipótesis que el motor se comporta como una bomba volumétrica y a partir de ahí deduce la masa total que pasa por la mariposa partiendo de la calibración que se ha efectuado en un banco de flujo y del que se ha obtenido una correlación experimental del caudal volumétrico en función del ángulo de mariposa; y del caudal másico de aire en función del ángulo de mariposa y de la temperatura de aire.

**Sensor de presión:** A diferencia del sistema anterior, éste no ha de deducir la presión en el colector ya que la obtiene directamente. Con el valor de la presión y con datos guardados en una cartografía, deduce la masa de aire que pasa por el colector.

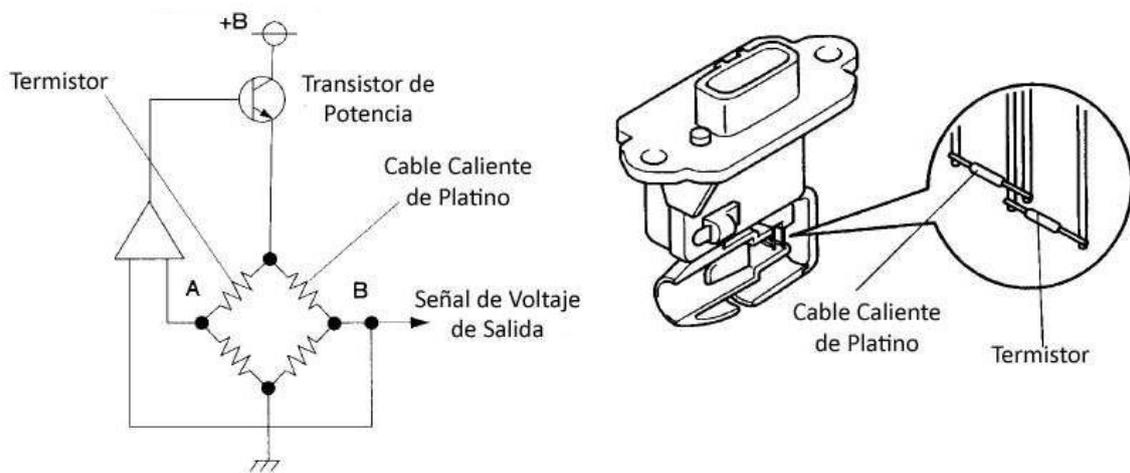
**Caudalímetro de velocidad:** Se obtiene el valor de la velocidad del aire dentro del colector. Con este valor de la velocidad, y conociendo la sección y la densidad del aire se deduce el caudal másico. Este tipo de caudalímetros sólo se utilizan en experimentos de laboratorio.

**Caudalímetros másicos** hay de dos tipos: de aleta sonda y de hilo caliente. El caudalímetro de aleta sonda está en desuso, su funcionamiento es el siguiente: El flujo de aire mueve una compuerta que obstaculiza su paso. La posición de esta compuerta refleja el caudal másico de aire que circula.

El caudalímetro de aire de hilo caliente (Fig. 13) trabaja según el principio de temperatura constante. El hilo caliente forma parte de un circuito de puente de Wheatstone, cuya tensión diagonal en bornes es regulada a cero variando la corriente de calentamiento. Si aumenta el caudal de aire, el hilo se enfría y, por tanto, disminuye su resistencia, lo cual provoca un desequilibrio de la tensión en bornes del puente, que es corregido inmediatamente por el circuito de regulación, elevando la corriente de calefacción.



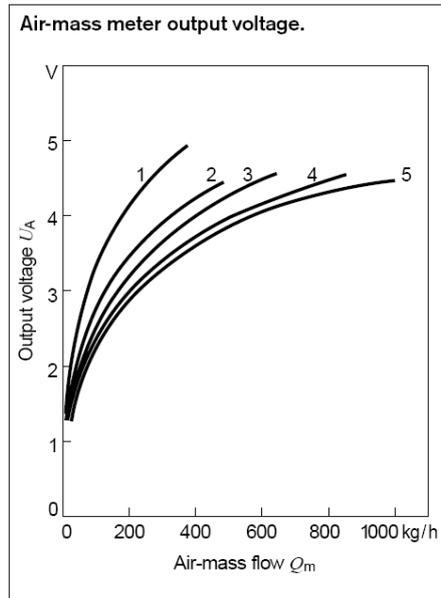
(Fig. 13a) Caudalímetro de aire de hilo caliente.



(Fig. 13b) Esquema caudalímetro.

El aumento de corriente está determinado de tal forma que el hilo recupere su temperatura inicial, con lo que se consigue una relación directa entre el flujo de aire y la corriente calefactora. Así pues, el valor de esta corriente representa la medida de la masa de aire aspirada por el motor. La señal que envía el caudalímetro es del tipo analógica con un rango de actuación que empieza aproximadamente en los 1,5 V y llega hasta los 5 V. (Fig. 14).

La ECU calcula con este valor de voltaje y con parámetros de presión de admisión, revoluciones y temperatura, la proporción de la mezcla.



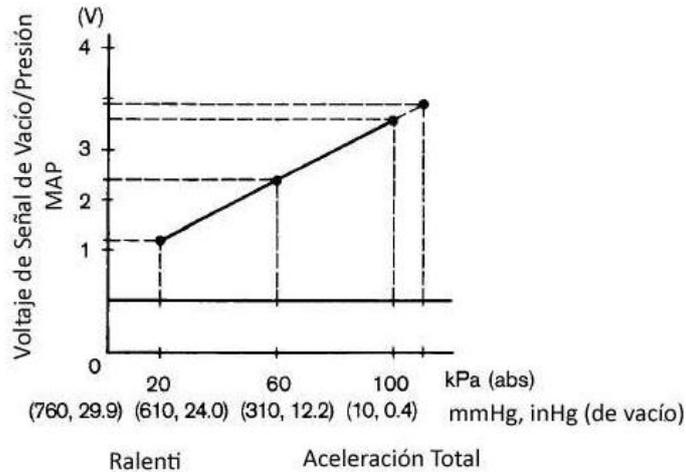
(Fig. 14) Diferentes relaciones masa aire / voltaje.

### Sensor de presión (MAP)

El sensor de presión (Fig. 15), Manifold Absolute Pressure (MAP), mide la presión del aire en la admisión. Es el primer sensor micro mecanizado utilizado en el sector automotriz. Está compuesto de un chip de silicio con dos partes, un transductor de presión (membrana) y la electrónica de acondicionamiento. La membrana del sensor tiene cuatro piezo-resistores (resistencias que varían cuando se les somete a un esfuerzo) que forman un puente de Wheatstone. La señal de salida del puente de Wheatstone, es del orden de los 100 mV, se hace pasar por un amplificador de ganancia elevada. La señal que sale del sensor es del tipo analógica con un rango de 0,5 a 4,5 V (Fig. 16).



(Fig. 15) Sensor de presión MAP.



(Fig. 16) Diferentes relaciones presión / voltaje.

### Sensor de temperatura

Los sensores de temperatura se utilizan para medir la temperatura de refrigerante, aceite, aire admisión, combustible, gases de escape... Hay dos tipos de sensores de temperatura, los termistores y los termopares.

Los **termistores** son resistencias basadas en semiconductores, estos pueden ser NTC (Negative Temperature Coefficient) o PTC (Positive Temperature Coefficient):

**NTC** (Fig. 17) varía su resistencia, de forma no lineal, inversamente a la variación de la temperatura, por eso se les llama de coeficiente negativo.



(Fig. 17) Sensor de temperatura NTC.

PTC se utiliza como fusibles reseteables. Estos termistores aumentan su resistencia si aumenta la temperatura, por eso se les llama de coeficiente positivo.

Su zona de funcionamiento se considera lineal. Debido a su inercia térmica son de acción lenta.

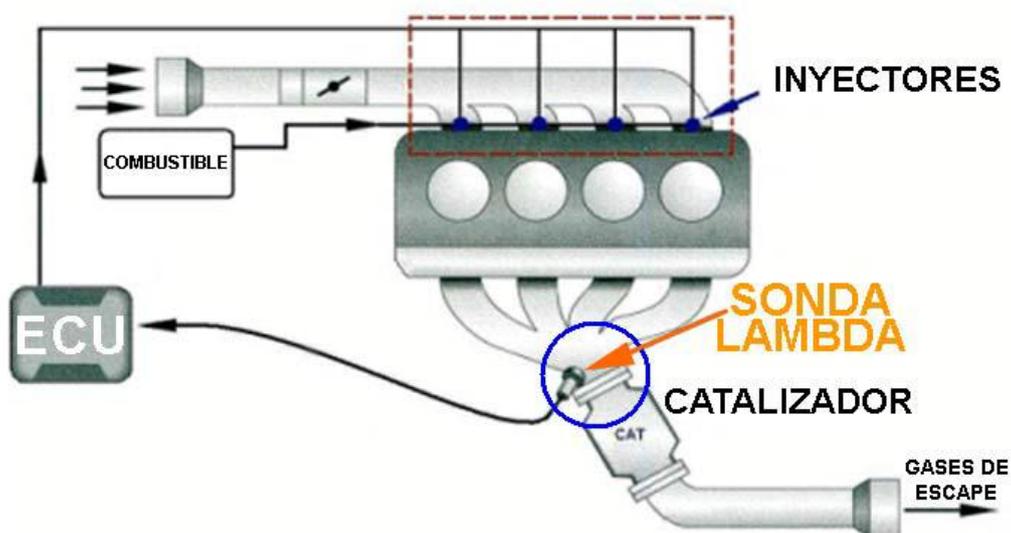
Los **termopares** también llamados sondas, se utilizan para medir temperaturas en el escape. Hay diferentes tipos de sondas, K, N, J, R, S, W. Las más utilizadas son las sondas tipo K. Las sondas K (Fig. 18) son sensores activos (generadores) que funcionan por efecto seebeck, esto es, cuando dos metales distintos unidos se calientan por uno de los extremos, circula una corriente. Estos dos metales en las sondas K son cromo y níquel (Cr-Ni).



(Fig. 18) Sondas K.

### Sensor de gases de escape

Una gestión en lazo cerrado hace necesario el control de los gases de escape para comparar los valores de la señal enviada por la ECU a los inyectores con los valores de los gases de esa inyección después de haber combusionado para poder modificar las futuras inyecciones. La medida de los gases de escape se obtiene mediante la sonda lambda. En la Fig. 19 se observa la localización de dicha sonda.



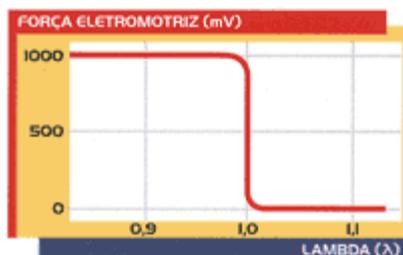
(Fig. 19) Ubicación de la sonda lambda en el lazo cerrado.

La sonda lambda capta los excesos o defectos de oxígeno de los gases de escape. Esta sonda está compuesta por un cuerpo de cerámica compuesto de dióxido de zirconio y sus superficies internas y externas están provistas de electrodos revestidos de una capa fina de platino, permeable a los gases. La zona externa está recubierta de una capa cerámica porosa que protege la superficie del electrodo contra la suciedad proveniente de los residuos de combustión. A partir de 300 °C, la cerámica se vuelve conductora para los iones de oxígeno, estableciéndose una tensión eléctrica en los bornes de la sonda.

Existen básicamente dos tipos de sondas lambda, las de escalón y las proporcionales.



(Fig. 20) Sonda lambda EGO.



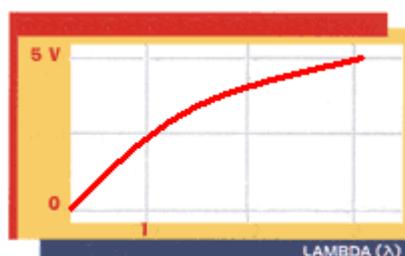
(Fig. 21) Señal salida sonda lambda EGO.

Las de escalón llamadas **EGO** (Fig. 20) (Exhaust Gas Oxygen sensor) proporcionan un valor de lambda (Fig. 21) que para una relación de la mezcla estequiométrica lambda tiene el valor de  $\lambda=1$ ; si la mezcla ha sido pobre  $\lambda>1$ ; y para una mezcla rica  $\lambda<1$ . Por tanto la señal es tratada en la ECU y convertida en una señal digital, en el conversor análogo-digital, que interpreta 0 para una mezcla pobre y 1 para una mezcla rica.

Las sondas proporcionales **UEGO** (Fig. 22) (Universal EGO) se caracterizan por dar una señal analógica (Fig. 23), como su nombre indica, proporcional al contenido de O<sub>2</sub> de los gases de escape. Esto es posible ya que las sondas UEGO utilizan una electrónica auxiliar que permite definir correctamente la señal analógica que entrega la sonda en toda su gama de trabajo.



(Fig. 22) Sonda UEGO



(Fig. 23) Señal de salida sonda lambda UEGO

Debido a que las sondas de gases de escape funcionan a partir de una cierta temperatura, hay que esperar que el motor se caliente para que proporcionen valores correctos de medida. Para evitar este tiempo de demora, existen las sondas **HEGO** (Heated EGO) que son sondas con una resistencia eléctrica interna que calienta la sonda mientras los gases de escape no sean capaces de calentarla.

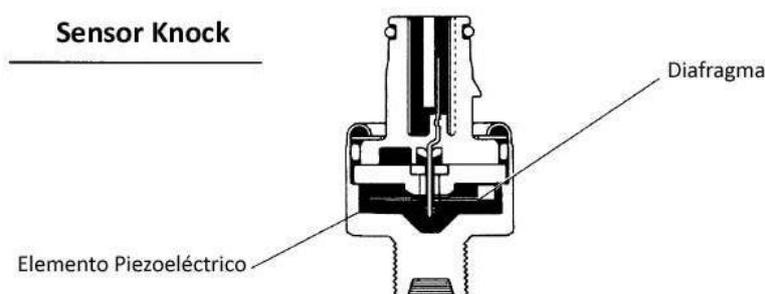
### Sensor detonación

La detonación se produce debido a que cuando salta la chispa y al aumentar la presión en la cámara, se produce otro foco de ignición. Esta detonación se traduce en una vibración que puede llegar a destruir el motor. Este picado se puede solucionar reduciendo el avance de encendido, por tanto este parámetro utilizado en lazo cerrado se utiliza para regular el avance de encendido.



(Fig. 24) Sensor de detonación.

El sensor de detonación (Fig. 24) es un piezoeléctrico que mediante un tornillo se fija al bloque motor. Los elementos que integran este sensor se pueden observar en la Fig. 25. Debido a que tipo de motor tienen una frecuencia de detonación propia, se puede detectar cuando se produce el picado. Para transformar el voltaje transmitido por el sensor de detonación a la ECU, se hace pasar por un filtro pasa bandas programable a la frecuencia de cada motor. Este circuito ASIC (Application Specific Integrated Circuit), como puede ser el circuito Bosch CC195, envía a la ECU una señal analógica que expresa el nivel de detonación.



(Fig. 25) Esquema sensor de detonación.

### Procesamiento de datos

La forma habitual de realizar el procesamiento de los datos, tanto a nivel de software como de hardware, no es el elegido para la realización de este proyecto pero ha parecido necesario hacer una breve explicación de las diferentes unidades que conforman la ECU.

Los datos que llegan de los sensores se envían en forma analógica o digital a su correspondiente ECU. La ECU (Fig. 26) es un micro computador que está

compuesto por tres unidades básicas. La CPU, la memoria y el subsistema de entradas y salidas.



(Fig. 26) ECU gestión motor.

Los computadores para los sistemas de gestión de motor suelen ser de 16 bits, son del tipo RISC (Reduced Instruction Set Controller). Se utiliza este tipo de CPU por:

- Número reducido de instrucciones.
- Instrucciones sencillas en lenguaje ensamblador.
- Tamaño reducido, menor coste, menor consumo, menor tiempo de diseño.
- Una instrucción en cada ciclo.

Las **memorias** utilizadas pueden ser de diferente naturaleza y algunas pueden coexistir en una misma ECU:

- EEPROM: Los micro controladores suelen tener pequeñas cantidades de esta memoria que permite almacenar un limitado número de parámetros que cambian poco.

Esta memoria es lenta y tiene un número de ciclos lectura/escritura limitado.

- FLASH: Mejor solución que la EEPROM cuando se requieren grandes cantidades de memoria no volátil. Más rápida, mayor número de ciclos/escritura.

- RAM (estática con batería): Mucho más rápida y sin limitación de ciclos lectura / escritura. Capaz de almacenar grandes cantidades de memoria no volátil de acceso rápido.

ROM: Contiene el programa de funcionamiento y operación de la ECU. Es la memoria que analiza las señales de entrada y dice: “Cuando vea ocurrir esto, debo hacer que ocurra aquello”.

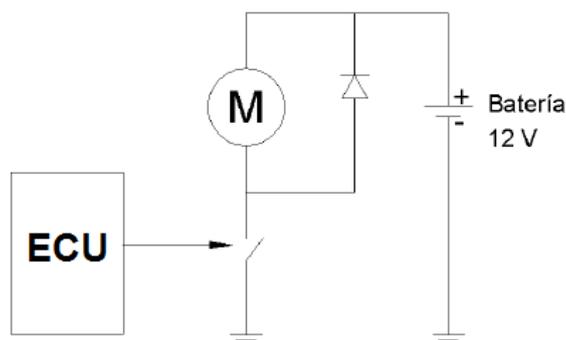
La ROM es una memoria no volátil, es decir cuando se le suprime la alimentación de energía, retiene su programación y memoria.

### Señal de salida.

Los datos elaborados en el interior de la ECU se envían al exterior a través de las etapas de salida después de pasar por una electrónica de potencia, controlar motores de corriente continua, paso a paso o los transistores de la etapa de potencia de inyección o encendido. Cualquier ajuste o modificación externo de la inyección estará asociado al control electrónico interno de la inyección del motor (a menos que se desconecte). La unidad electrónica de control del motor intenta en todo momento regular la inyección de combustible a través de los sensores y actuadores para tener una combustión lo más estequiométrica en algunos regímenes estacionarios. Así, también la ECU actúa sobre el cuadro de mando donde muestra las posibles indicaciones de avería así como los niveles de combustible y los parámetros del motor.

### Mariposa motorizada

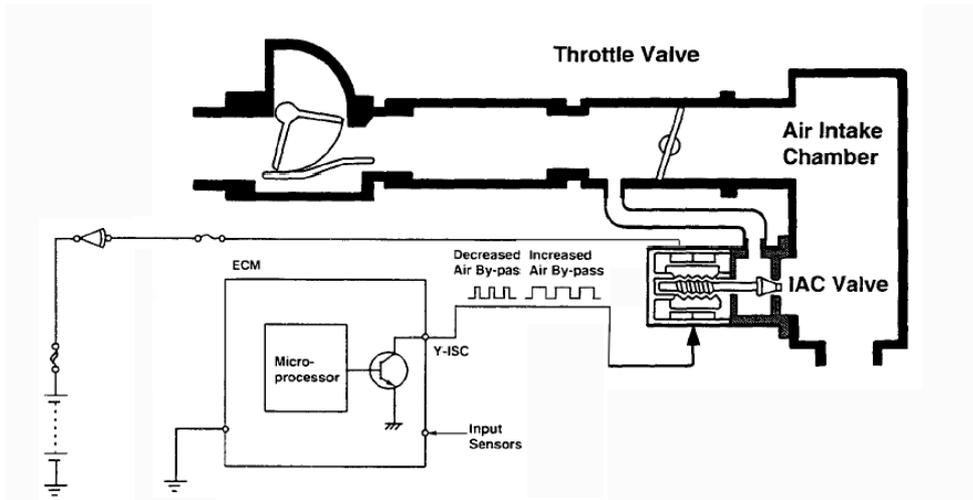
La mariposa motorizada puede estar controlada por un motor paso a paso o por un motor de CC (Corriente continua). En el caso del motor de CC. Éste puede ser de un único sentido de giro (Fig. 27) y por tanto la mariposa retorna a su posición de reposo mediante un muelle, así no es necesario la utilización de un puente de transistores para que el motor pueda girar en ambas direcciones.



(Fig. 27) Esquema funcionamiento motor mariposa

### Válvula estabilizadora de ralentí

La válvula estabilizadora de ralentí (IAC), también llamada válvula by Pass (Fig. 28), regula el número de revoluciones en marcha mínima del motor. El motor paso a paso está montado directamente en el sistema de aspiración. Con ayuda de una varilla reguladora cónica, abre y cierra una derivación hacia la válvula de la mariposa. De este modo, el número de revoluciones en ralentí se mantiene constante independientemente de la carga del motor aunque se conecte o desconecte un accesorio (aire acondicionado...)



(Fig. 28) Esquema válvula estabilizadora de ralentí

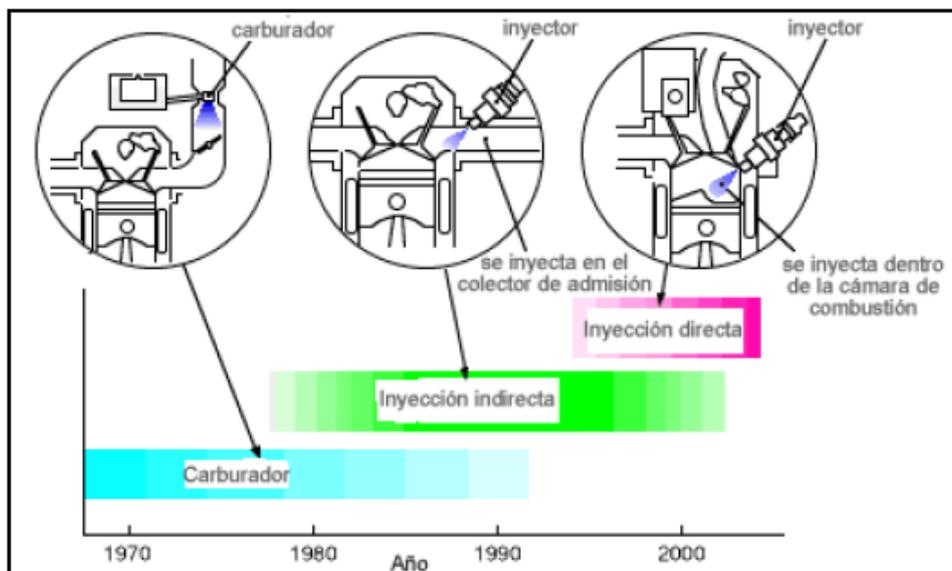
### Clasificación de los sistemas de inyección

Se pueden clasificar en función de tres características distintas:

- Según el lugar donde inyectan.
- Según el número de inyectores.
- Según el número de inyecciones

#### a. Según el lugar donde inyectan:

Inyección Directa (Fig. 29). El inyector introduce el combustible directamente en la cámara de combustión. Este sistema de alimentación es el más novedoso y se está empezando a utilizar ahora en los motores de inyección gasolina.

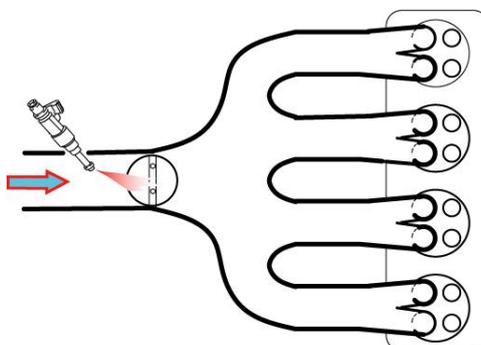


(Fig. 29) Lugar de inyección.

Inyección Indirecta (Fig.29). El inyector introduce el combustible en el colector de admisión, encima de la válvula de admisión, que no tiene por qué estar necesariamente abierta.

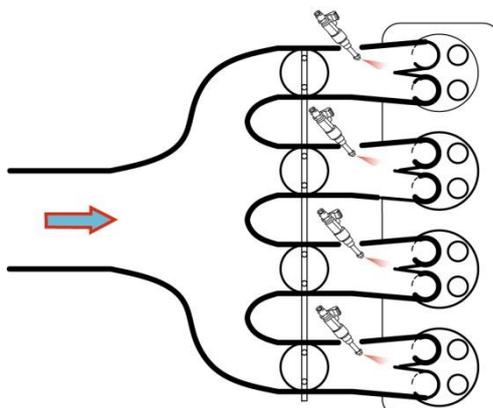
**b. Según el número de inyectores:**

Inyección Mono punto (Fig.30). Hay solamente un inyector, que introduce el combustible en el colector de admisión, después de la mariposa de gases. Es la más usada en vehículos turismo de baja cilindrada que cumplen normas de anti contaminación.



(Fig.30) Inyección Mono Punto.

Inyección Multipunto (Fig. 31). Hay un inyector por cilindro, pudiendo ser del tipo "inyección directa o indirecta". Es la que se usa en vehículos de media y alta cilindrada, con antipolución o sin ella.



(Fig. 31) Inyección Multipunto.

**c. Según el número de inyecciones:**

Inyección Continua.- Los inyectores introducen el combustible de forma continua en los colectores de admisión, previamente dosificada y a presión, la cual puede ser constante o variable.

**La Inyección intermitente**

Con un sistema de inyección intermitente, el inyector abre y cierra cada ciclo y el combustible es inyectado en sincronización con las carreras del motor.

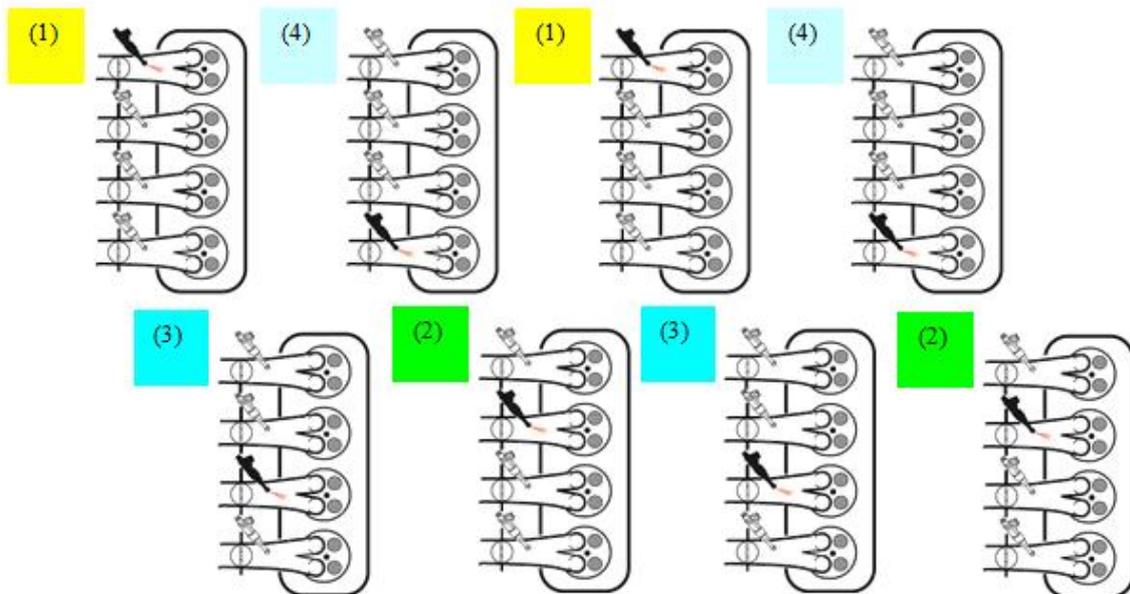
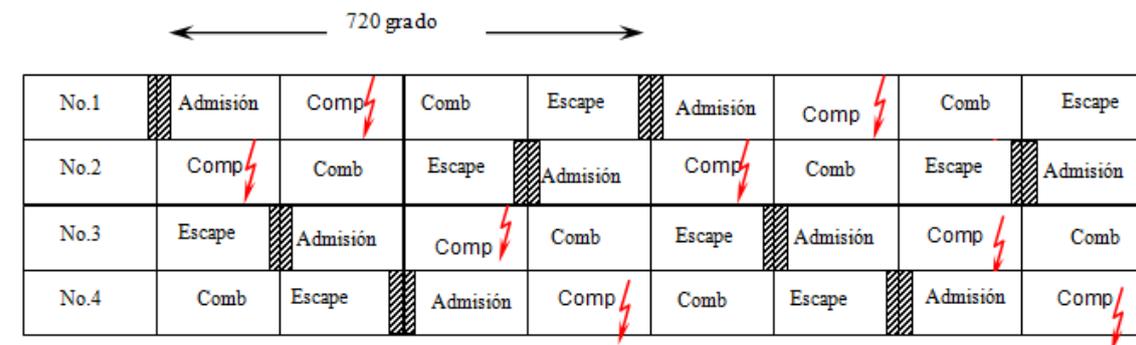
Hay tres tipos para la sincronización.

En un tipo, todos los inyectores inyectan al mismo tiempo. En otro tipo, los inyectores están divididos en dos o tres grupos, según la secuencia de la

combustión e inyectan el combustible simultáneamente a cada grupo. En el último tipo, cada inyector inyecta el combustible independientemente según la secuencia de la combustión.

### Inyección Independiente (inyección secuencial)

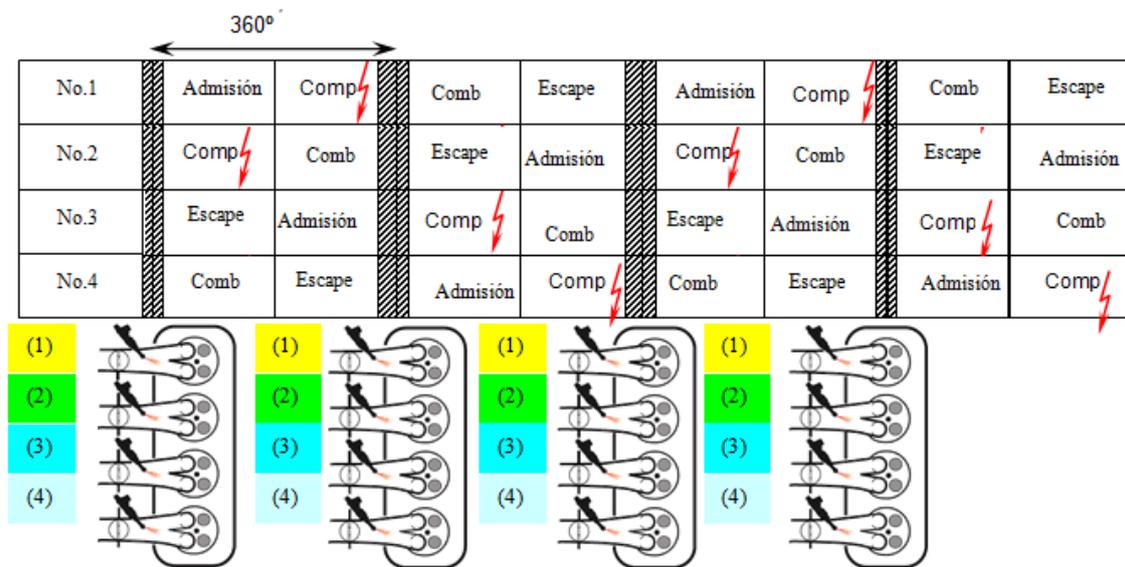
Con la inyección independiente (Fig. 32) el combustible puede inyectarse en el volumen y tiempo más conveniente para cada cilindro, como es requerido en cada ciclo. La relación aire combustible se controla tan óptimo como sea posible y como resultado, el rendimiento, el consumo de combustible y las emisiones se mejorarán. Este sistema requiere un sistema de identificación de los cilindros y un completo control de los inyectores. Esto incrementa los factores de control y el número de partes.



(Fig. 32) Inyección independiente

### La Inyección simultánea de cada revolución

En la inyección simultánea (Fig. 33) no se requiere identificación del cilindro, en este sistema, sólo un circuito conductor del inyector puede manejar todos los inyectores de los cilindros. Este sistema es simple y el costo es bajo. Pero en este sistema el inyector necesita inyectar dos veces en un ciclo de 720 grados. A altas velocidades del motor es difícil, con este sistema, tener suficiente tiempo de cierre de la inyección.

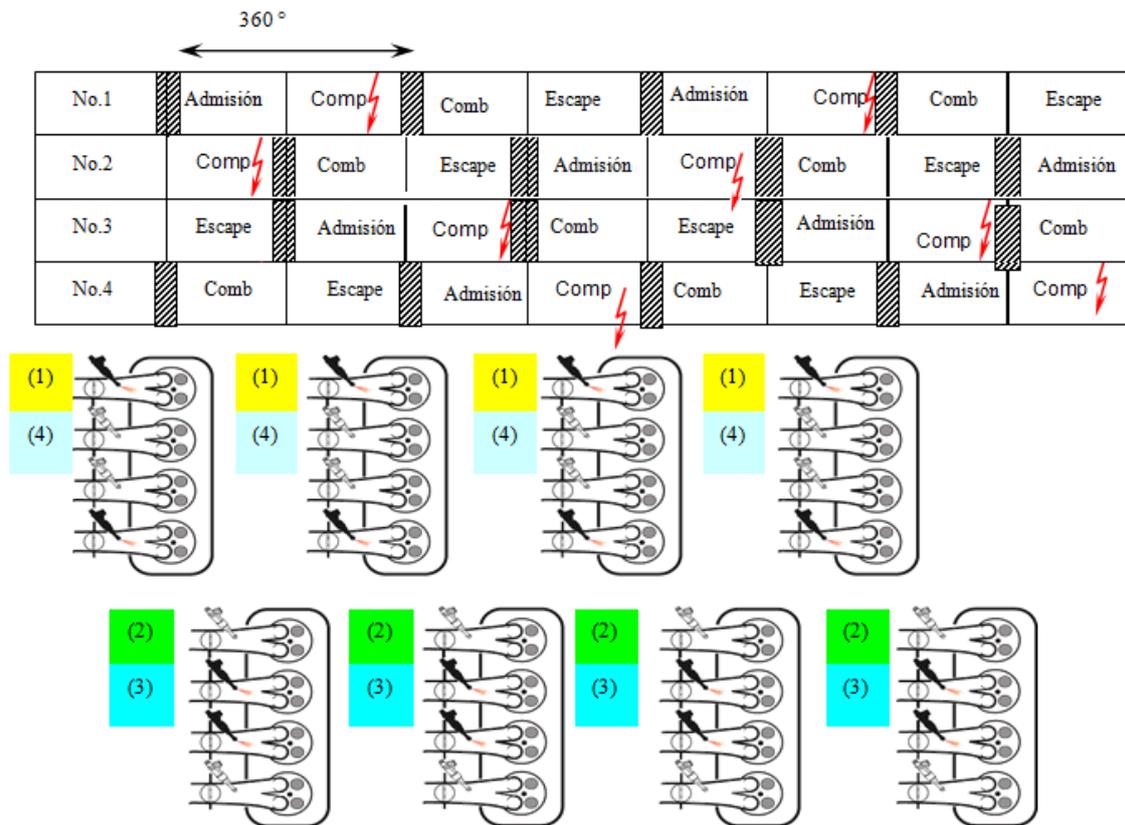


(Fig. 33) Inyección simultánea

### La Inyección de grupo

Con el sistema de inyección de grupo (Fig. 34), se requiere identificación del cilindro, pero el circuito conductor del inyector es la mitad, comparado con la inyección independiente.

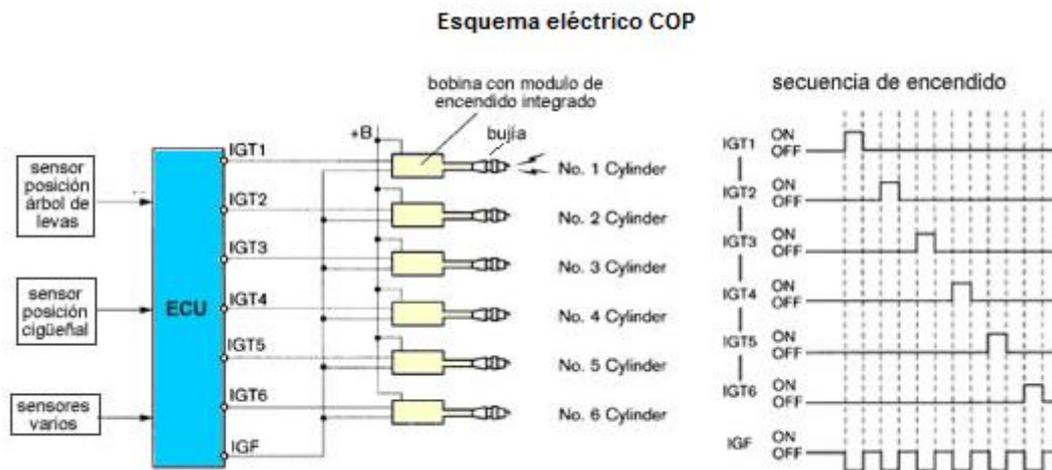
Además, el nivel de control no es el mismo que el de la inyección independiente, pero es mejor que el de la inyección simultánea. A altas velocidades del motor es difícil, con este sistema, tener suficiente tiempo de cierre de la inyección.



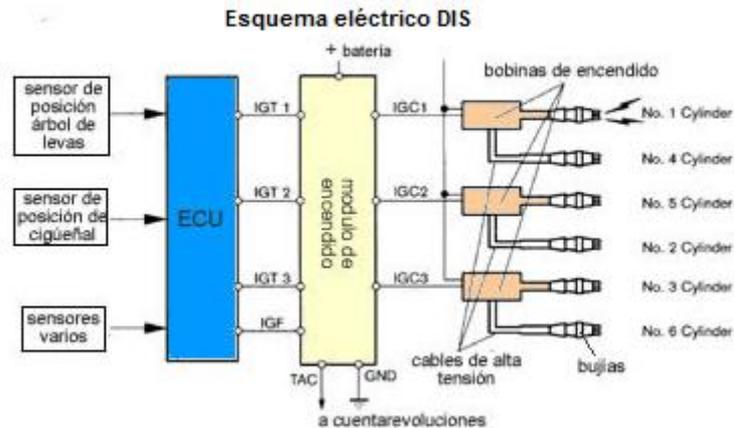
(Fig. 34) Inyección de grupo

### Sistemas de ignición

Existen dos tipos de encendido directo. El simultáneo y el encendido independiente. El independiente COP (Coil On Plug Ignition) (Fig. 35) que integran la bobina y el módulo de encendido en el mismo conjunto que a su vez es independiente para cada cilindro. El encendido simultáneo DIS (Direct Ignition System o Distributorless Ignition System) (Fig.36) utiliza una bobina por cada dos cilindros.



(Fig. 35) Esquema eléctrico COP.



(Fig.36) Esquema eléctrico DIS.

Además la utilización de estos sistemas tiene las siguientes ventajas:

Tiene un gran control sobre la generación de la chispa ya que hay más tiempo para que la bobina genere el suficiente campo magnético para hacer saltar la chispa que inflame la mezcla. Esto reduce el número de fallos de encendido a altas revoluciones en los cilindros por no ser suficiente la calidad de la chispa que impide inflamar la mezcla.

Existe un margen mayor para el control del encendido, por lo que se puede jugar con el avance al encendido con mayor precisión.

Las interferencias eléctricas del distribuidor son eliminadas por lo que se mejora la fiabilidad del funcionamiento del motor.

Las bobinas pueden ser colocadas cerca de las bujías con lo que se reduce la longitud de los cables de alta tensión, solo en el sistema DIS.

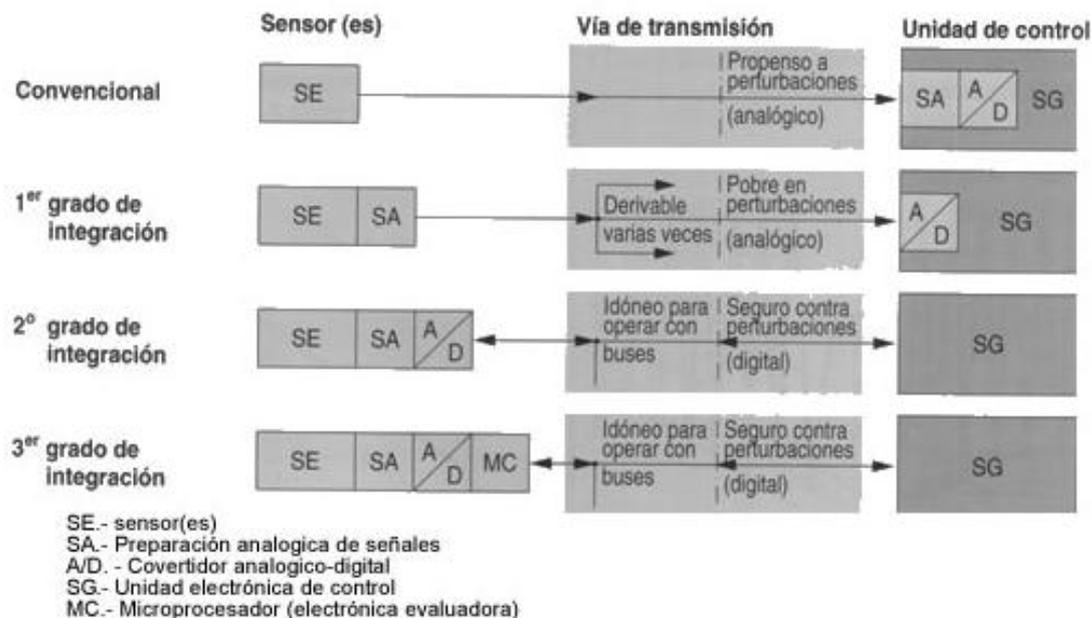
Con la introducción de la electrónica aplicada al automóvil nació de la necesidad de implementarla también en los sistemas de seguridad, confort, entretenimiento y comunicación; esto hizo que la electrónica se expandiera por todo el automóvil.

La importancia de la electrónica en el sector automotriz en valores de 10:

- Actualmente la electrónica supone un 30% del coste de un automóvil.
- En los próximos años un 90% de las innovaciones se desarrollarán en este campo.
- En la actualidad cada coche posee en su interior un promedio de 50 computadoras.
- Entre un 70 – 80% de las averías son electrónicas.

La electrónica supone una gran inversión, un aumento del número de fallos y de averías así como grandes beneficios.

La tendencia actual en el sector automotriz es la utilización de sensores inteligentes, nodos con cierta electrónica de procesado y/o diagnóstico. En la Fig. 37 se muestra la evolución en la integración en los sensores.



(Fig. 37) Evolución en la integración en los sensores

## 6. REFERENTES TEÓRICOS

### 6.1. ¿Qué es un sensor?

Un sensor es un dispositivo que está capacitado para detectar acciones o estímulos externos. Estas herramientas pueden transformar las magnitudes físicas o químicas en magnitudes eléctricas.

Los sensores son los encargados de captar las diferentes variables de funcionamiento del vehículo presión, temperatura, volumen, posición y velocidad para convertirlas en una señal eléctrica digital o analógica para que pueda ser procesada por la ECU (unidad de control electrónico).

### 6.2. Señal digital

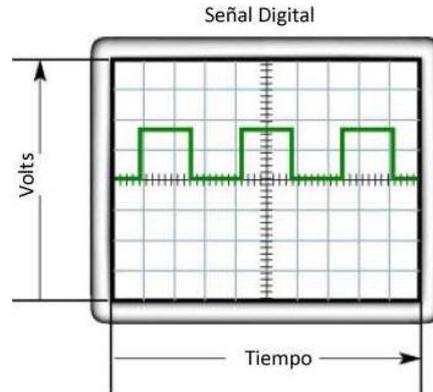
La señal digital es una señal que solo tiene dos valores y NO es continuamente variable, se puede representar de las siguientes maneras:

0 voltios – 5 voltios

1 – 0

High – Low

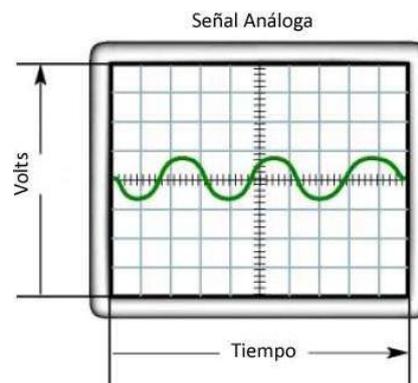
On – Off



(Fig. 38) Señal digital mostrada a través de un osciloscopio.

### 6.3. Señal análoga

Una señal análoga es aquella que puede ir tomando distintos valores en función del tiempo.



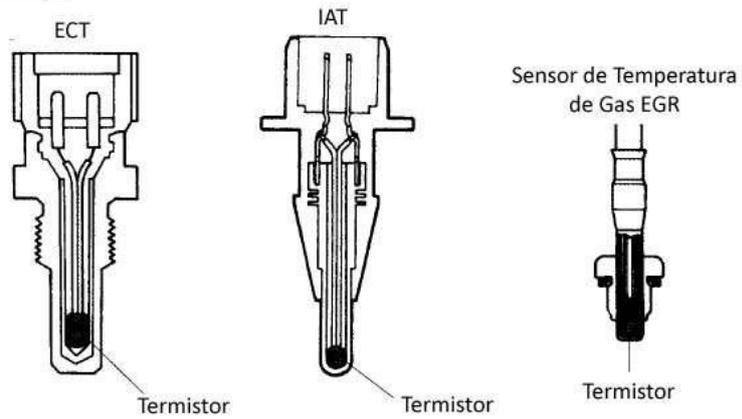
(Fig.39) Señal análoga mostrada a través de un osciloscopio.

### 6.4. Sensor de Temperatura

Un componente de censado muy esencial para el buen funcionamiento de un vehículo es el sensor de temperatura.

Este brinda información continuamente a la ECU acerca de la temperatura de distintos componentes del vehículo como la temperatura del refrigerante (sensor ECT) (Engine coolant temperature), temperatura del aire de admisión (sensor IAT) (intake air temperature), temperatura de Gas EGR, temperaturas de aceite del motor, transmisión y diferencial.

## Sensores de Temperatura



(Fig. 40) Sensores de temperatura.

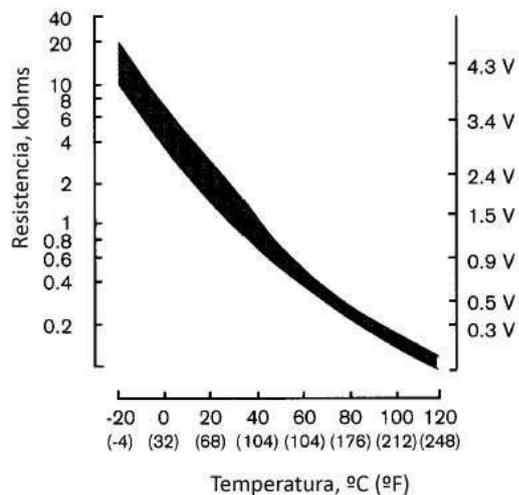
Estos sensores miden cosas diferentes entre sí, pero todos ellos trabajan de la misma manera.

El sensor de temperatura es una resistencia variable en función a la temperatura a la que está expuesto, también se le pueden llamar Thermistores. A medida que la temperatura aumenta, su resistencia disminuye y por el contrario, si la temperatura disminuye su resistencia aumenta. En este caso se hace referencia a un Thermistor del tipo NTC (Coeficiente de temperatura negativo).

También existen Thermistores del tipo PTC (Coeficiente de temperatura positivo). Estos Thermistores trabajan exactamente al revés que los NTC, a medida que la temperatura aumenta su resistencia aumenta, si la temperatura disminuye su resistencia disminuye.

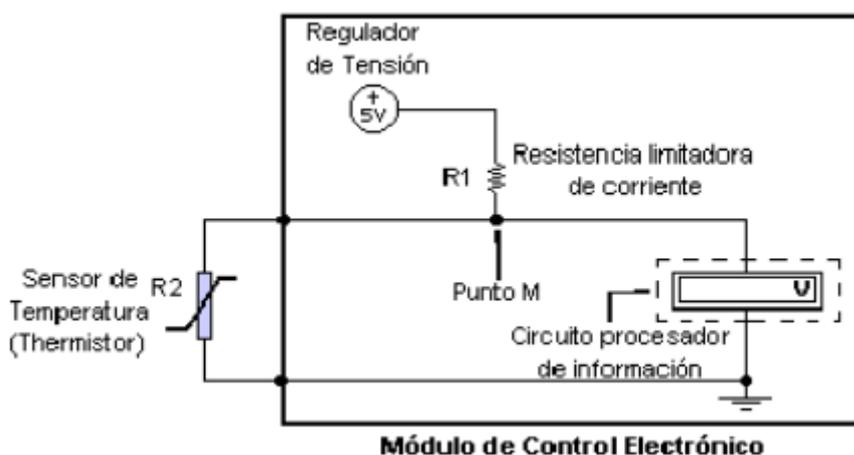
### Gráfica de Temperaturas

A medida que la temperatura se incrementa, la resistencia del sensor y el voltaje de la señal disminuyen. Observa que en el extremo superior de la escala de temperatura/resistencia, la resistencia del ECT cambia muy poco.



(Fig. 41) Grafica de temperatura Thermistor del tipo NTC.

El circuito del sensor de temperatura está compuesto por un regulador de tensión que provee de energía constante al circuito, la ECU (ECM – Modulo de Control Electrónico) que detecta cualquier variación de tensión en el punto M normalmente producida por alteraciones en la temperatura del sensor, una resistencia limitadora de corriente que protege al circuito de sobrecargas o corto circuito.



(Fig. 42) Esquema circuito del sensor de temperatura.

El circuito del sensor de temperatura es básicamente un circuito divisor de tensión (Fig. 42), en este circuito la resistencia limitadora de corriente ( $R_1$ ) se encuentre en serie con un resistor variable ( $R_2$ ). Con esta configuración de circuito, se genera una caída de tensión a través de los extremos del thermistor que es directamente proporcional al valor de resistencia que adopte en cada instante el sensor.

La fórmula utilizada para determinar el nivel de tensión en el punto M (caída de tensión a través del sensor) es:

$$V_M = \frac{R_2}{R_T} V_r$$

- $V_M$  = Nivel de tensión medida en el punto M.
- $R_2$  = Valor resistivo para el sensor de temperatura para el momento q se realiza el cálculo.
- $R_T$  = Resistencia total del circuito ( $R_1 + R_2$ )
- $V_r$  = Tensión de referencia +5V (Tensión entregada por el regulador de tensión)

Ejemplo:

Si  $V_r = 5V$ ;  $R_1 = 1.8K\Omega$ ;  $R_2 = 2.5K\Omega$  reemplazamos estos valores en la formula dada.

$$V_M = \frac{2.5K\Omega}{4.3K\Omega} 5V = 2.9V$$

Si  $V_r = 5V$ ;  $R_1 = 1.8K\Omega$ ;  $R_2 = 300\Omega$  reemplazamos estos valores en la fórmula dada.

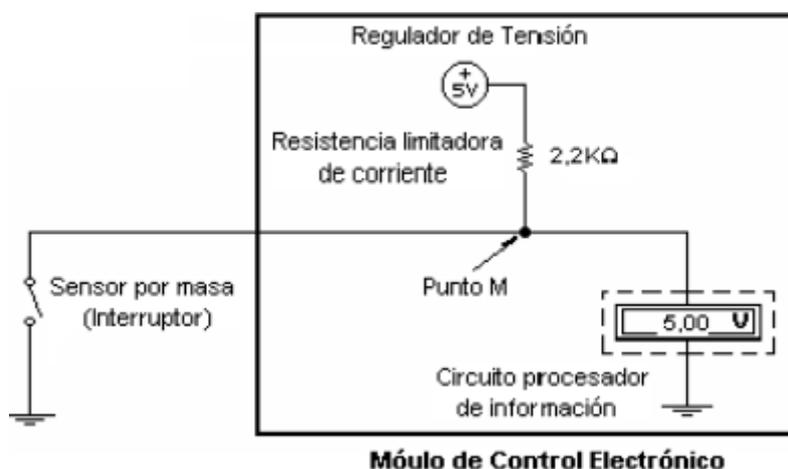
$$V_M = \frac{0.3K\Omega}{2.1K\Omega} 5V = 0.71V$$

Durante la operación normal del circuito, cuando la temperatura a ser censada comienza a aumentar, la resistencia del sensor comienza a decrecer y por lo tanto el nivel de tensión en el punto M también decrecerá. Y si por el contrario la temperatura decrece la resistencia del sensor aumentará y por lo tanto el nivel de tensión en el punto M aumentará también.

El módulo de control utiliza los niveles de tensión presentes en el punto M como una entrada de información para determinar qué tipo de cambios se están presentando en el sistema. Este circuito produce una señal de tensión análoga que puede variar aproximadamente en un rango comprendido entre algo más que 0 Voltios y menos de 5 Voltios.

### 6.5. Sensor de efecto Hall

Algunos sistemas del vehículo como el control de suspensión, control del motor, velocidad utilizan sensores de posición por interruptor referido a masa, llamados dispositivos por efecto Hall.

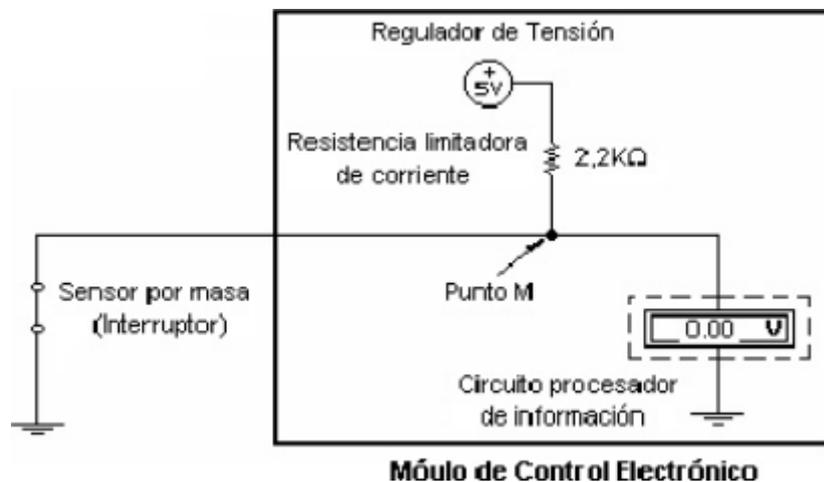


(Fig. 43) Esquema interruptor referido a masa.

Un sensor por interruptor referido a masa (Fig. 43) provee una señal digital, los valores que puede adoptar esta señal son solo dos ON/OFF, High/Low, 1/0 o 5voltios/0voltios.

Durante la operación normal del circuito, cuando el interruptor se encuentra abierto, el circuito se completa desde el regulador de tensión (+5v), la resistencia limitadora de corriente, cerrándose a masa a través del circuito procesador de información (Fig. 43).

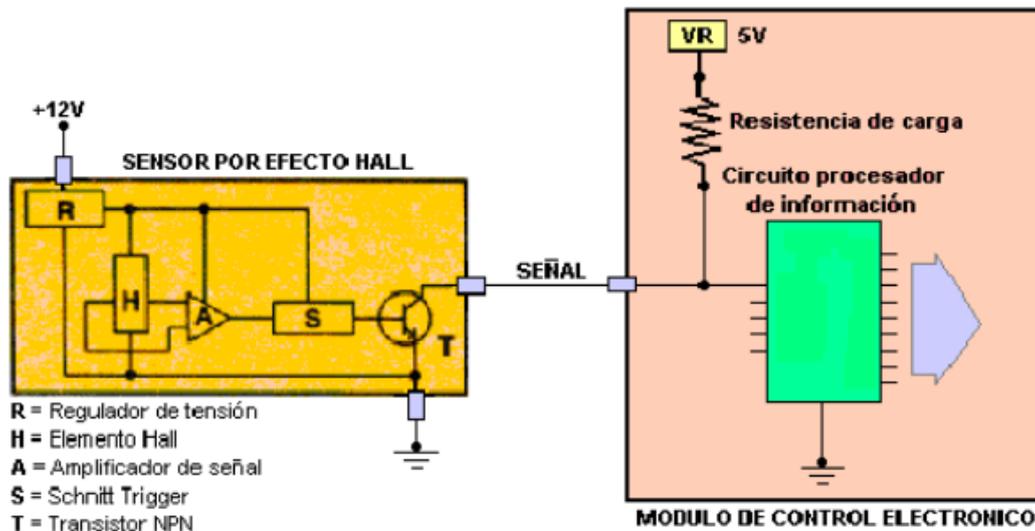
El valor de la resistencia de entrada del circuito procesador de información debe ser por lo menos 10 veces mayor que el valor de la resistencia limitadora de corriente, para que el nivel de tensión de información en el punto M este prácticamente en 5voltios.



(Fig. 44) Esquema interruptor referido a masa.

Cuando el interruptor este cerrado (Fig. 44), él completará el cierre del circuito a masa y por lo tanto el nivel de la tensión en el punto M será de 0voltios, entonces toda la tensión de referencia se encontrara aplicada sobre la resistencia limitadora de corriente.

El circuito del sensor por efecto Hall actúa de la misma forma que un sensor de posición que utiliza un interruptor referido a masa. La diferencia fundamental radica en como la conmutación a masa se produce.



(Fig. 45) Esquema circuito sensor Hall.

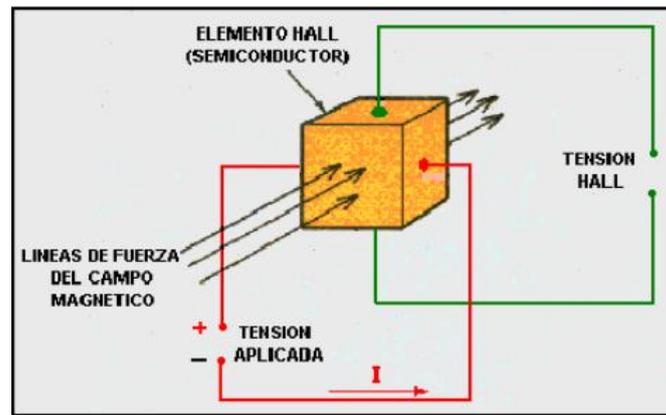
#### Circuito del sensor efecto Hall

El circuito del sensor por efecto Hall está conformado por un modulo de control electrónico, un dispositivo por efecto Hall conectores y conductores que conectan entre si ambos dispositivos electrónicos (Fig. 45).

El modulo de control electrónico contiene un regulador de tensión (+5v), una resistencia limitadora de corriente que constituye la carga del colector del transistor (T) de salida del sensor Hall y un circuito procesador de información.

El corazón de un dispositivo por efecto Hall es el elemento Hall propiamente dicho identificado como (H) en la figura.

En 1897 el físico E.H. Hall observó que cuando por un conductor circula una corriente eléctrica y ésta se halla situada en un campo magnético perpendicular a la dirección de la corriente, se desarrolla en el conductor un campo eléctrico transversal, es decir, perpendicular al sentido de la corriente. Este campo, denominado Campo de Hall, es la resultante de fuerzas ejercidas por el campo magnético sobre las partículas de la corriente eléctrica.

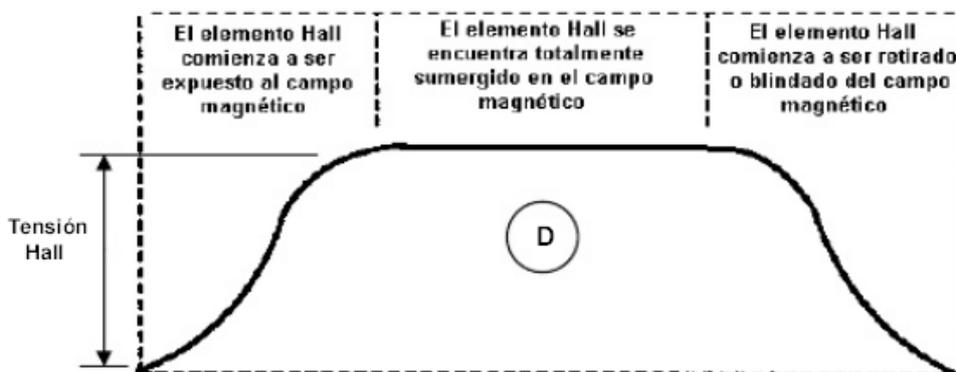
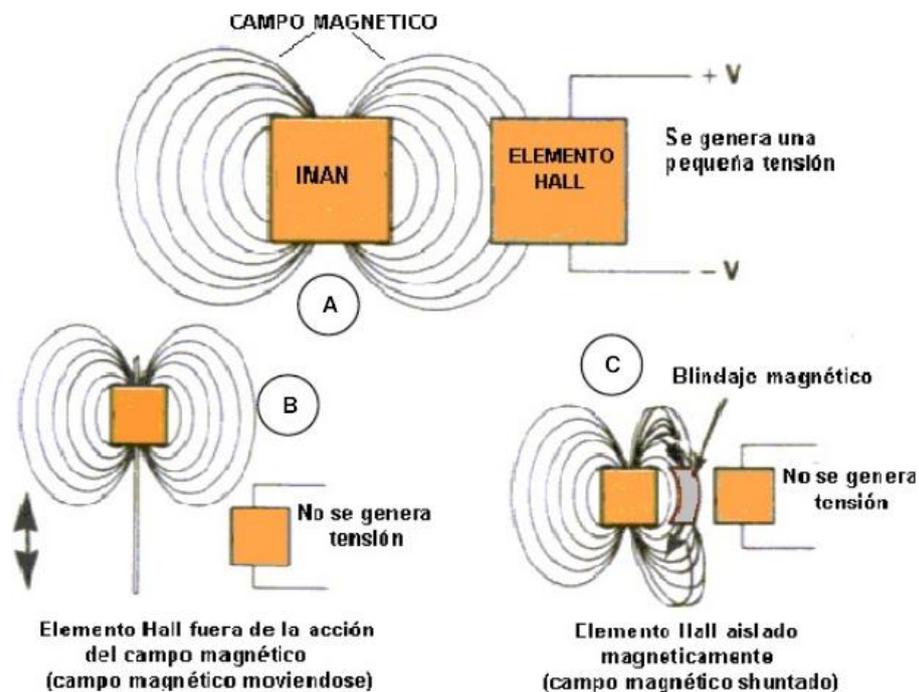


(Fig. 46) Esquema principio Hall.

En la actualidad los dispositivos por efecto Hall han cambiado el material conductor por un semiconductor ya que el nivel de la tensión Hall desarrollada en un semiconductor es mucho mayor a la desarrollada por un conductor, considerando que ambos estén expuestos a la misma intensidad de corriente y campo magnético.

A medida que un elemento Hall recorrido por una corriente eléctrica comienza a ser expuesto a un campo magnético, una tensión comienza a ser generada por dicho elemento (denominada tensión Hall). El nivel de dicha tensión se va incrementando a medida que el elemento es inmerso en el campo magnético. El nivel máximo de tensión Hall generada por el elemento será alcanzado cuando este se encuentre totalmente sumergido en el campo magnético.

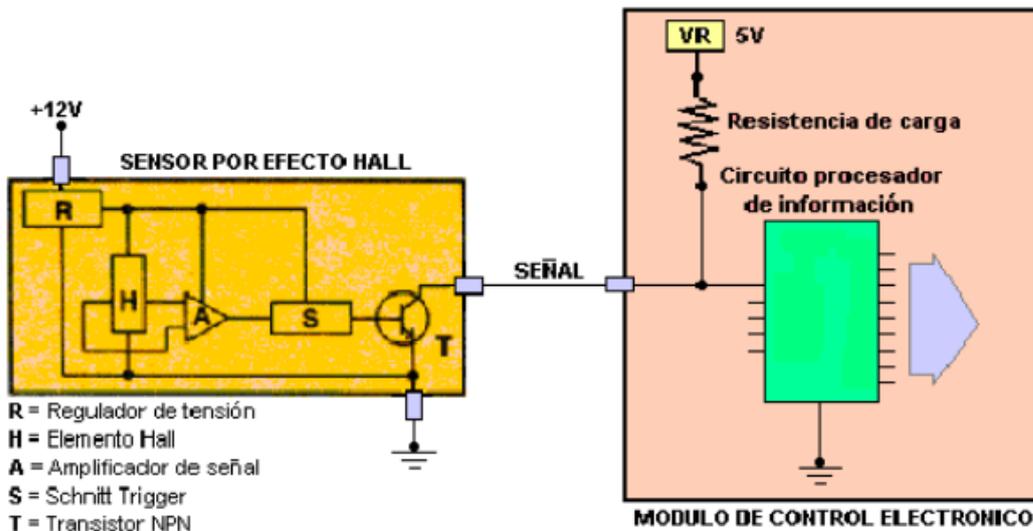
Si el elemento comienza a ser retirado o blindado de la influencia del campo magnético (Fig. 47 B y C), el nivel de la tensión Hall comenzara a disminuir, llegando a nivel cero cuando el elemento se encuentre fuera de la acción del campo magnético.



(Fig. 47) Esquema principio Hall.

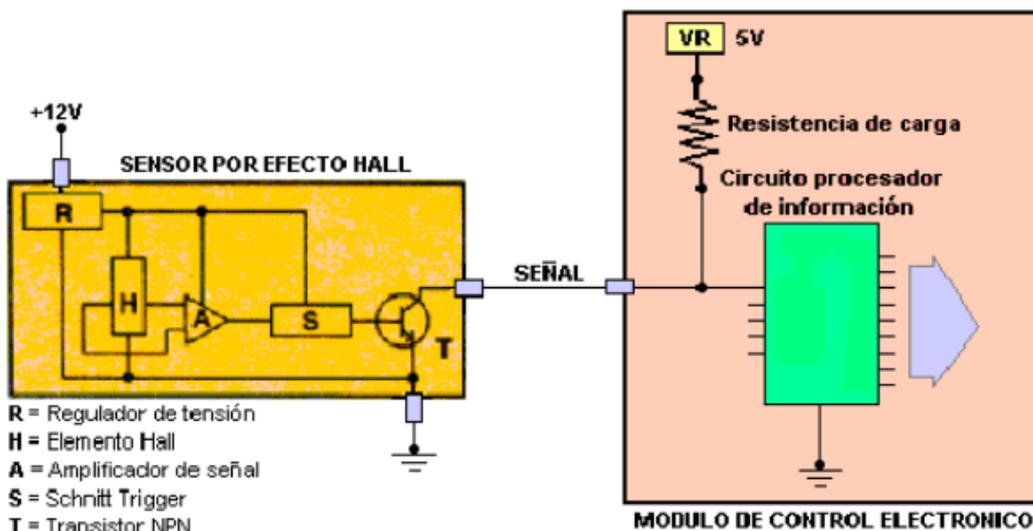
A causa de que elemento Hall genera una tensión de muy baja amplitud esta señal debe ser amplificada para poder ser utilizada.

El nivel de tensión generada por el elemento Hall "H" es amplificada por el amplificador de tensión "A" pero la forma de onda permanece invariable. Esta tensión ya amplificada es conformada por la etapa Schmitt Trigger "S" que convierte la onda sinusoidal en una onda cuadrada para luego ser aplicada a la base del transistor de conmutación "T". Este transistor por ser del tipo NPN al recibir una polarización positiva en su base respecto de su emisor, entra en estado de plena conducción (saturado). Al estar el transistor en saturación su resistencia colector-emisor es muy pequeña por lo tanto el nivel de tensión en el punto M es casi cero.



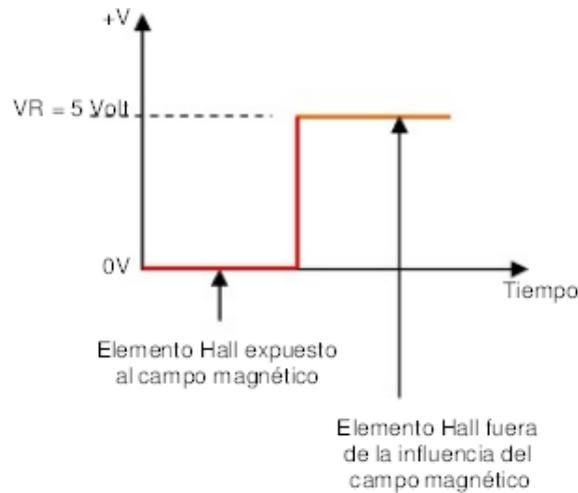
(Fig. 45) Esquema circuito sensor Hall.

Al quedar el elemento Hall "H" fuera del campo magnético del imán permanente no genera tensión. Al no generar tensión alguna, la polarización de la base-emisor del transistor "T" es igual a cero, en esta condición el transistor no conduce, transistor cortado. Al estar el transistor polarizado al corte su resistencia colector-emisor, puede considerarse tendiendo a infinita, por tanto el nivel de tensión en el punto M es prácticamente el nivel de la tensión de referencia "VR".



(Fig. 45) Esquema circuito sensor Hall.

La forma de la señal entregada por el sensor es la siguiente:



(Fig. 48) Señal del sensor efecto Hall.

## 6.6. Sensores Piezoeléctricos

Para el correcto funcionamiento del vehículo la ECU necesita tener información de varios tipos de presión:

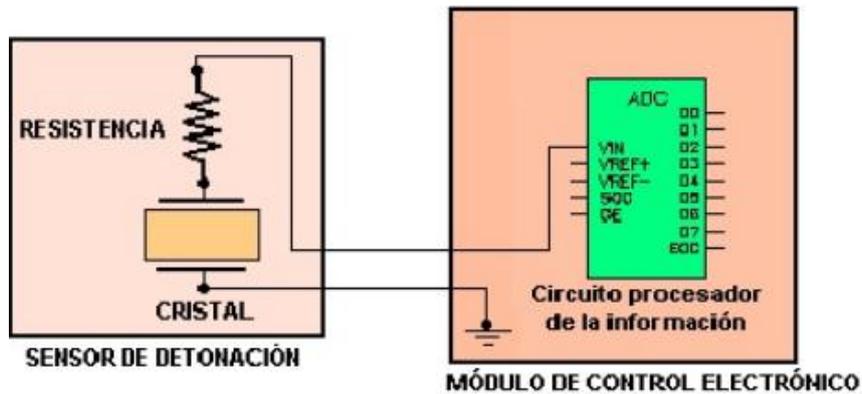
- Presión de aire
- Presión de fluidos
- Presión causada por vibraciones mecánicas

La denominación Piezoeléctrico proviene del vocablo Griego que significa presión.

La instrumentación eléctrica y los controles eléctricos del motor son ejemplos de sistemas que utilizan este tipo de circuitos. Ambos sistemas se valen de sensores Piezoeléctricos, pero el sensor de detonación (Knock Sensor) empleado en el sistema de control electrónico del motor es diferente al sensor Piezoeléctrico de presión.

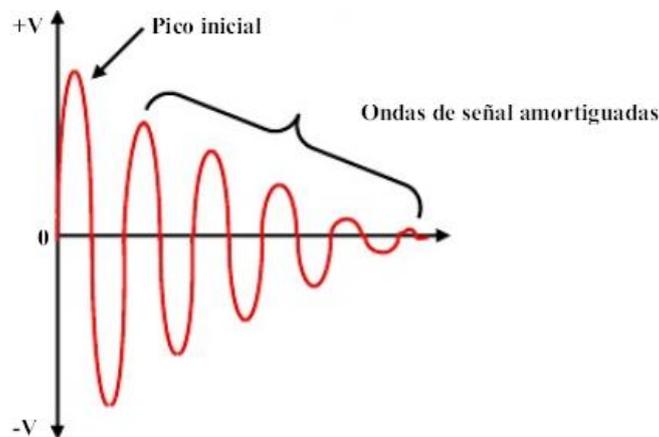
### Sensor de Detonación

El circuito electrónico de un sensor de detonación (Fig. 49) está conformado por un sensor Piezoeléctrico (Cristal), Un módulo de control electrónico, conectores y conductores. El sensor de detonación reacciona con las vibraciones o golpes producidos por las detonaciones en los cilindros y los convierte en una señal eléctrica de corriente alterna que puede tener amplitudes de 1 voltio o más.



(Fig. 49) Esquema circuito sensor de detonación.

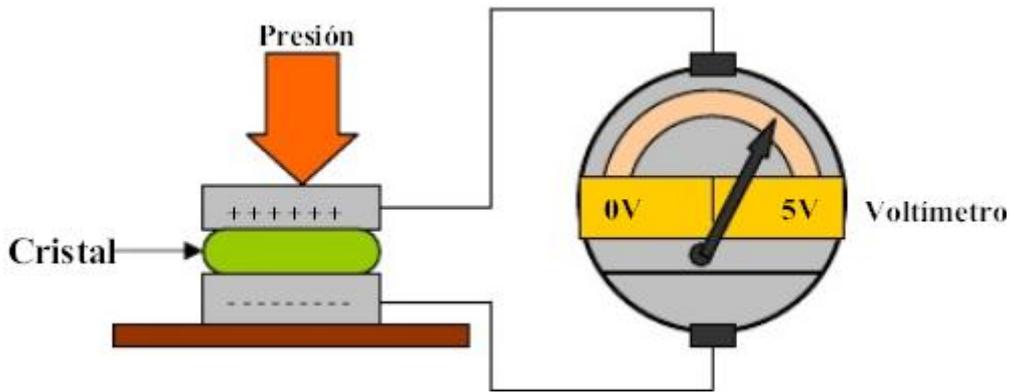
El sensor de detonación en si consiste en un generador de tensión (cristal piezoeléctrico) y una resistencia en serie con él. Este sensor produce una aguda y definida señal de corriente alternada cada vez que se produzca en el motor una detonación (Fig. 50). La resistencia dispuesta en seria entre el sensor y el modulo de control protege a este de una sobrecarga o un corto circuito.



(Fig. 50) Señal producida por el sensor de detonación.

Una detonación generara un pico de tensión importante que se irá amortiguando con el tiempo.

El sensor está conformado por un delgado cristal piezoeléctrico con forma de disco el que está recubierto en ambas caras por una placa metálica (Fig. 51). Cuando en el motor se produce una detonación, las ondas de choque se transmiten a través del Bloque de motor, ejerciendo una presión sobre las placas metálicas, esta presión comprime el disco de cristal piezoeléctrico el que como respuesta genera un determinado nivel de tensión que es proporcional a la intensidad de las ondas de choque producidas en la detonación.



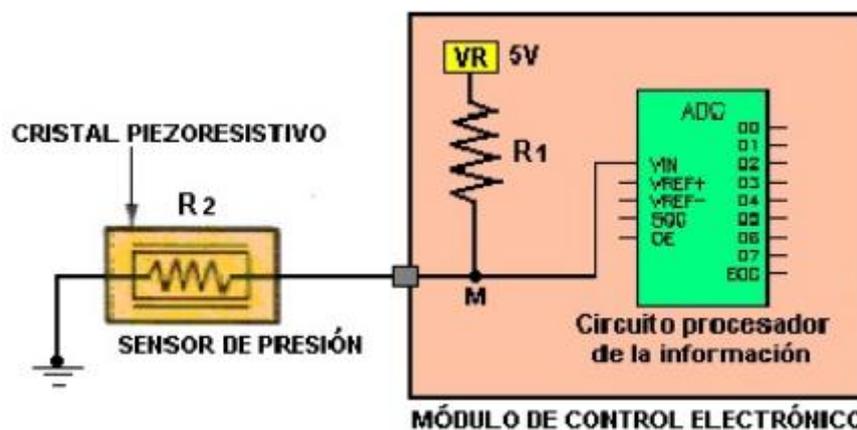
(Fig. 51) Esquema sensor de detonación.

El módulo de control utiliza esta información para corregir el los grados de avance de la chispa.

### 6.7. Sensores Piezoresistivos de Presión

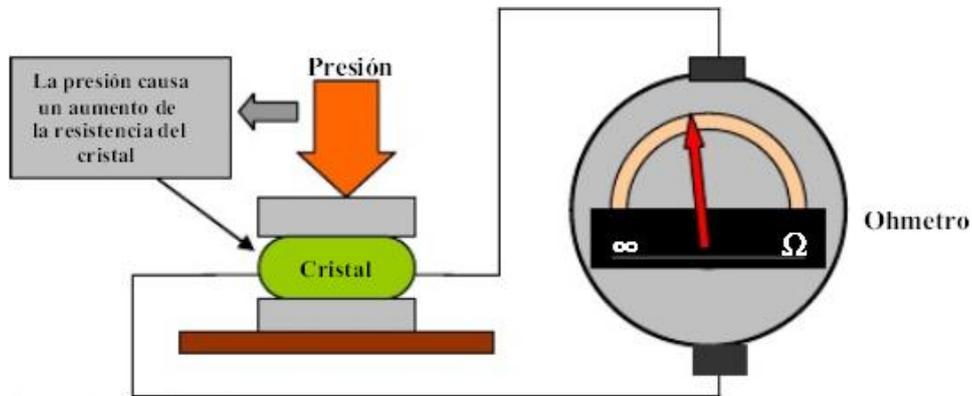
Este sensor no es utilizado para detectar detonaciones en las cámaras de combustión, se aplica en circuitos de medición de niveles de presión. Si bien está construido en base a un cristal piezoeléctrico su método de operación es diferente al sensor de detonación.

El circuito está conformado por un regulador de tensión que suministra un voltaje constante, una resistencia limitadora de corriente R1 que protege al circuito de sobrecarga en caso de corto circuito a masa. Un circuito procesador de información encargado de monitorear los cambios en el punto M gracias a los cambios producidos en la resistencia interna R2 del sensor por diferencias de presión (Fig. 52).



(Fig. 52) Esquema circuito sensor de presión.

El sensor piezoresistivo actúa como una resistencia variable con la presión a la que es sometido. O sea que si la resistencia interna del sensor varía proporcionalmente a la presión a la que sea sometida, si la presión aumenta la resistencia también lo hará y del modo contrario si la presión disminuye su resistencia también caerá.



(Fig. 52) Comportamiento sensor de presión.

Si se observa con atención la (Fig. 52) se observa que la disposición del circuito guarda mucha similitud con el circuito del sensor de temperatura por ende este también es un circuito por divisor de tensión, gracias a esto el modulo de control electrónico determina el nivel de presión que está soportando el cristal del sensor midiendo la caída de tensión que se produce en el punto M.

## 7. DESCRIPCIÓN TÉCNICA DEL PROYECTO

El proyecto consiste en el diseño e implementación de un banco equipado con sensores automotrices como:

- Sensor de temperatura
- Sensor efecto Hall
- Sensor de presión

Con los cuales se miden las principales variables para el correcto funcionamiento del vehículo como son:

- Temperatura
- Presión
- Posición Mecánica
- Velocidad de giro

Con el que se espera que los estudiantes puedan observar y medir el funcionamiento de estos sensores a distintas temperaturas, presiones, posiciones mecánicas y velocidades de giro. Comprender en su totalidad cómo funciona la comunicación entre los sensores y la ECU (unidad de control electrónico)

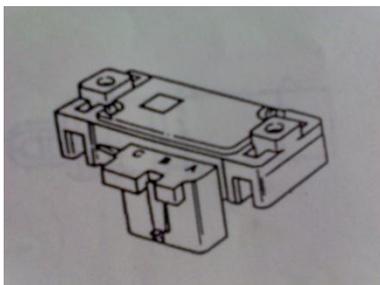
## 8. METODOLOGIA

- Diseñar puestos de trabajo de los sensores de temperatura, presión y efecto hall.
- El diseño del banco de trabajo contempla tres puesto de trabajo, el primero es de un sensor de temperatura que como su nombre lo indica está diseñado para monitorear diferencias de temperatura a las que está expuesto, los cambios se podrán medir mediante el uso de un multímetro.

Para la implementación de este puesto se utilizó una sección metálica de un tubo de escape de un camión, el cual fue completamente sellado en uno de sus extremos para formar así un recipiente metálico para poder albergar agua, en uno de sus costados se soldó una tuerca para permitir la entrada roscada del sensor de temperatura. El recipiente también cuenta con una tapa la cual ayuda a sostener centrado el electrodo que calentara el agua que sea aplicada en el recipiente. Este recipiente va ubicado a un costado de la base de la bomba de vacío.

El segundo es un sensor de presión que en este caso será empleado un MAP análogo, se simulara presión negativa o vacío por medio de una bomba de vacío de un camión diésel para poder observar los cambios que presenta el sensor, también se podrán monitorear los cambios a través de un multímetro. Para poder hacer funcionar la bomba de vacío se utilizó el alternador respectivo en el cual va montado, para poder hacer funcionar el alternador y así lograr que la bomba de vacío trabaje, se unió este conjunto a través de una correa a un motor eléctrico que funciona con 110 voltios de corriente alterna.

Como la bomba de vacío necesita lubricación para su buen funcionamiento se dispuso de un recipiente plástico en la parte superior de la bomba para que esta lubrique mediante gravedad con retorno al mismo recipiente. También se implementó un tanque para la amortiguación de las pulsaciones de la bomba de vacío, este tanque se hizo con tubería de plástica y una llave de entrada la cual sirve para estrangular la entrada de aire y así aumentar el vacío generado, todo esto va unido por medio de mangueras de caucho para comunicar el tanque con la bomba de vacío y a su vez al sensor MAP.



Este sensor cuenta con 3 terminales marcadas con letras del abecedarios que son A, B y C; C es la terminal por la cual se alimenta el sensor con 5 voltios de corriente continua, la terminal B es la señal de salida

hacia la ECU y A es la terminal que va al negativo.  
Este sensor trabaja entre 5 y 10PSI de vacío.

El tercer puesto es un sensor por efecto Hall que monitorea el paso de material metálico en este caso el paso de los dientes de un engrane, este sensor estará equipado con un circuito convertidor análogo digital que lo alimentara y a su vez hará visible por medio de una luz led cada pulsación producida por el sensor. Adicionalmente habrá un circuito trazador que convertirá los pulsos en sonido cada vez que este cierra el circuito.

Este sensor necesita de un cuerpo metálico que pase cerca de el para que se pueda alterar su campo magnético, para ello utilizo un engrane metálico montado en un motor eléctrico.

Con un multímetro se pueden medir los cambios de voltaje, corriente y los hertz que este produzca.

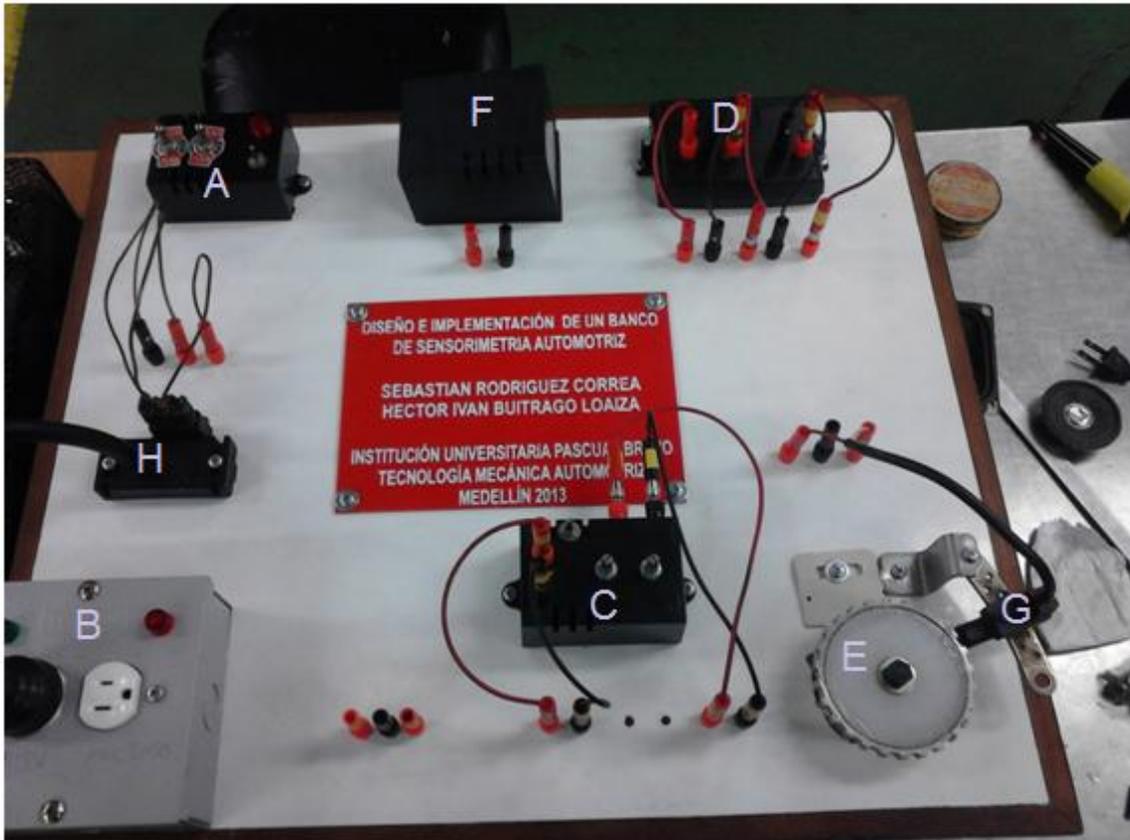
- En la Implementación del trabajo se instalaron los circuitos y sensores anteriormente mencionados en una tabla con bisagras para permitir un fácil montaje y desmontaje del banco de trabajo, para el correcto funcionamiento de este se hizo una instalación eléctrica que permite manejar 110 voltios de corriente alterna, 12 voltios y 5 voltios de corriente continua mediante una fuente de poder de un computador de escritorio; El circuito cuenta con una caja de switches principales (Caja de Control) que sirven para administrar la energía a cada una de las partes del banco de trabajo, como el motor de medio caballo de fuerza para la bomba de vacío, el electrodo y la fuente de poder.
- Para el funcionamiento del banco de trabajo del sensor efecto hall se utilizo un circuito variador de velocidad que controla las revoluciones de un motor de máquina de coser, este va unido a la rueda dentada mediante una reducción plástica. El sensor efecto hall es energizado mediante el convertidor análogo digital que a su vez es alimentado por la fuente de poder, aparte esta el circuito trazador que es alimentado por la fuente de poder y produce sonido por medio de un parlante cuando se realiza la conexión respectiva al convertidor análogo digital, todas la conexiones se realizaron mediante acoples rápidos.
- Para el banco de temperatura se energiza el sensor de temperatura mediante la fuente de poder y el electrodo mediante un toma corriente controlado por los switches principales.
- Y finalmente para el banco de vacío se energiza el sensor MAP de la misma fuente de poder y el motor eléctrico del toma corriente controlado por los switches principales.

- Observar el impacto académico de este banco de práctica de sensores en la tecnología de mecánica automotriz.

## 8.1 Manual de Funcionamiento.

En este manual se explica el funcionamiento del banco de prueba de sensorimetría automotriz.

### 8.1.1 Partes del banco de prueba.



- A. Caja de switches principales (Caja de Control)
- B. Caja toma corriente doble
- C. Variador de velocidad
- D. Convertidor Análogo digital
- E. Motor eléctrico con engrane
- F. Trazador
- G. Sensor inductivo
- H. Sensor MAP



- I. Motor eléctrico de medio caballo de fuerza
- J. Alternador
- K. Bomba de vacío
- L. Recipiente metálico para líquido refrigerante
- M. Sensor de temperatura
- N. Tanque amortiguador de pulsaciones con estrangulador
- O. Tanque lubricación bomba de vacío

### 8.1.2 Montaje del banco de prueba y funcionamiento de la caja de control.

1. Montar el banco de prueba en la mesa correspondiente
2. Montar la base de la bomba de vacío al lado del banco de prueba
3. Conecta el banco a una fuente eléctrica de 110 voltios de corriente alterna
4. Conectar la base de la bomba de vacío a el banco de prueba
  - 4.1. Conectar el motor eléctrico de la bomba de vacío al toma corriente izquierdo del banco de prueba.
  - 4.2. Conectar el sensor MAP al tanque amortiguador de pulsaciones.
  - 4.3. Conectar el electrodo del recipiente metálico del líquido refrigerante al lado derecho del tomacorriente del banco de prueba.
  - 4.4. Conectar el sensor de temperatura a su respectiva fuente de salida del banco de prueba.

5. En la caja de control hay 3 switches de 3 posiciones ON arriba, OFF en el centro y ON abajo y una luz piloto, se mencionaran los switches de izquierda a derecha, el segundo switch en la posición ON arriba energiza el primer switch y en la posición ON abajo energiza el switch del variador de velocidad, el tercer switch energiza la fuente de poder en la posición ON arriba.
  - 5.1. Con el segundo switch en posición ON arriba energiza el primer switch, una vez energizado este primer switch en posición ON arriba da corriente al lado izquierdo del toma corriente que corresponde al Motor eléctrico de medio caballo de fuerza a su vez se enciende una luz piloto verde que indica que esta energizado; En posición ON abajo energiza el lado derecho del tomacorriente que corresponde al electrodo y a su vez enciende una luz piloto roja que indica que esta energizado.
  - 5.2. Con el segundo switch en posición ON abajo enciende la luz piloto roja de la caja de la caja de control y a su vez energiza el switch del variador de velocidad, este último switch funciona en posición ON abajo y adicionalmente se deben mover los dos potenciómetros ubicados en la caja del variador de velocidad hacia la izquierda para aumentar las RPM y así poder controlar las revoluciones del motor eléctrico y su engrane.
  - 5.3. Con el tercer switch de la caja de switches principales en la posición ON arriba energiza la fuente de poder, esta a su vez aporta energía al sensor MAP, al sensor de temperatura, al convertidor análogo digital y al circuito trazador de sonido que también cuenta con un switch independiente de dos posiciones ON y OFF.

### **8.1.3 Como iniciar una práctica en el banco de prueba:**

Una vez hecho el montaje del banco de prueba se puede realizar la prueba un sensor a la vez en el orden que se desee.

- Probar sensor MAP

Para esta práctica se deben mover los siguientes switches en posición ON arriba, primero el de la fuente, inmediatamente verificar con un multímetro que este en la función de voltaje directo que efectivamente el sensor si este alimentado con 5 voltios de corriente continua entre los puntos "C" y "A" del sensor, y entre los puntos "B" y "A" el voltaje de señal o salida, una vez hecha la verificación proceder a mover en posición ON arriba el segundo y primer switch para hacer funcionar la bomba de vacío una vez esté funcionando medir la variación del voltaje de salida entre los puntos "B" y "A" a medida que

se estrangula la llave de entrada de aire, a mayor restricción de entrada menor voltaje.

En caso de medir corriente se debe conectar el multímetro una punta en la conexión de la señal en serie con el multímetro y la otra punta a un negativo, que el multímetro debe estar en la función de corriente directa.

- Probar sensor efecto Hall

En esta práctica se debe mover en primer lugar el switch de la fuente en posición ON arriba para energizar el convertidor análogo digital, y a su vez el sensor efecto Hall, para hacer funcionar el motor eléctrico con su engrane se deben mover el segundo switch en posición ON abajo, enciende la luz piloto y mover el switch del variador en posición ON abajo para dar marcha al motor, se deben controlar las RPM con los dos potenciómetros que están allí instalados, el estudiante puede entrar a verificar frecuencia con un osciloscopio o un multímetro que posea la función de frecuencia, entre el puerto de señal y el negativo, también se puede medir corriente conectando en serie el multímetro con la conexión de señal y el negativo teniendo el multímetro en la función de corriente directa.

Para poder escuchar los pulsos se deben hacer las conexiones entre el negativo del trazador y cualquier otro negativo de la tabla, y entre el positivo del trazador y la señal de salida del sensor, en el trazador se puede controlar el volumen del parlante.

- Probar Sensor de temperatura

Para esta práctica se debe agregar agua al recipiente metálico hasta que cubra completamente el electrodo y el sensor, mover en posición ON arriba el switch de la fuente para energizar el sensor con 12 voltios de corriente directa, para poder observar la variación de la corriente se debe mover el segundo switch en posición ON arriba y el primero en posición ON abajo para que el electrodo empiece a aumentar la temperatura del agua, se deben monitorear los cambios de voltaje con un multímetro en la salida del sensor.

## 9. RECURSOS

### RECURSOS HUMANOS

- Dos tecnólogos automotrices
- Un laboratoristas de la Institución Universitaria Pascual Bravo

### RECURSOS TECNICOS

Materiales	Costo
Sensor de temperatura	10.000\$
Sensor de presión de aire	60.000\$
Sensor efecto hall	30.000\$
Motor eléctrico máquina de coser	20.000\$
Motor ½ caballo de fuerza	60.000\$
Engrane metálico	10.000\$
Variador de velocidad	30.000\$
Convertidos análogo digital	40.000\$
Trazador	15.000\$
Caja de control	10.000\$
Fuente de computador	5.000\$
Total	290.000\$

## 10. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

ACTIVIDAD	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4
Estado del arte	X	X	x	x
Desarrollo	X	x	x	x
Diseño	X			
implementación		X	X	
Evaluación			x	x

## 11. BIBLIOGRAFIA

- GARBERO JORGE ALBERTO, Tratado de Electrónica Automotriz vol. 2
- VETO BOOSTER , encendido electrónico.com, curso de sensores map
- VETO BOOSTER, encendido electrónico.com , curso de sensores de temperatura
- VETO BOOSTER, encendido electrónico.com, introducción a señales electrónicas del motor
- VETO BOOSTER, encendido electrónico.com,
- Instituto de ingeniería mecánica y producción industrial (IIMPI), sensores de posición
- [http://www.maginvent.org/articles/sensorarht/Sensores\\_Piezo\\_Electricos.html](http://www.maginvent.org/articles/sensorarht/Sensores_Piezo_Electricos.html)
- [http://robots-argentina.com.ar/Sensores\\_magnetismo.htm](http://robots-argentina.com.ar/Sensores_magnetismo.htm)
- <http://gidems.pucp.edu.pe/1/es/proye-INSTRUM-Shilo.html>
- [http://www.miac.es/marcas/pico/develop/hta/afm\\_hot.tjk](http://www.miac.es/marcas/pico/develop/hta/afm_hot.tjk)
- [http://es.wikipedia.org/wiki/Sensor\\_de\\_efecto\\_Hall](http://es.wikipedia.org/wiki/Sensor_de_efecto_Hall)
- ALEJANDRO PÉREZ RODRIGUEZ; Sistema de control, inyección y encendido, para motores térmicos y alternativos de ciclo Otto basado en programación abierta bajo LabVIEW™