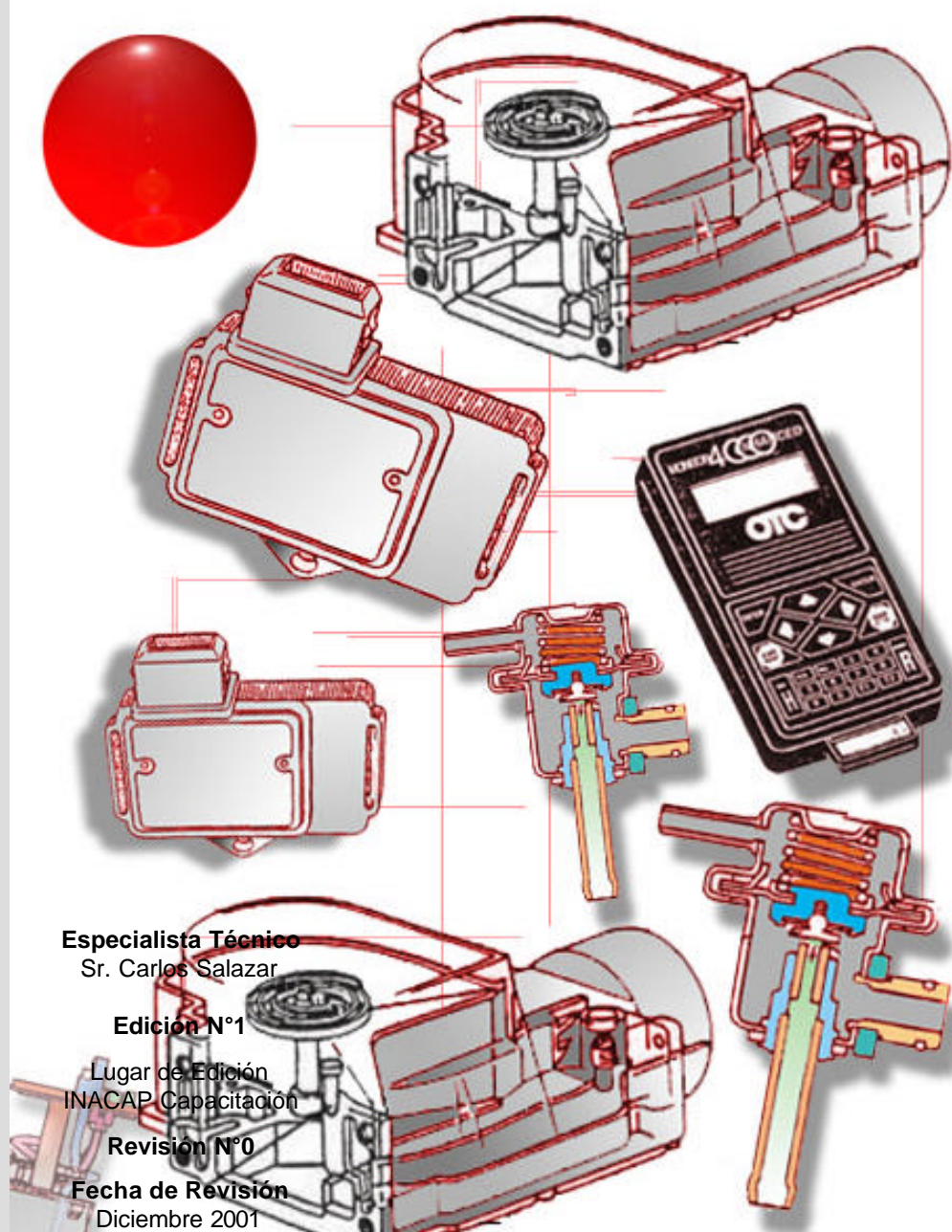


# INACAP®

## Sistema de Encendido e Inyección Electrónica



**Especialista Técnico**  
Sr. Carlos Salazar

**Edición N°1**

Lugar de Edición  
INACAP Capacitación

**Revisión N°0**

**Fecha de Revisión**  
Diciembre 2001

**Número de Serie**  
MAT-0900-31-014

ÁREA MECÁNICA

# Í N D I C E

CONTENIDOS	PÁGINA
■ <b>CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN</b>	<b>3</b>
■ <b>CAPÍTULO II HIGIENE Y SEGURIDAD EN EL TRABAJO</b>	<b>7</b>
■ IMPLEMENTOS DE SEGURIDAD Y SU USO CORRECTO	7
■ <b>CAPÍTULO III SISTEMA DE ENCENDIDO</b>	<b>14</b>
■ GENERALIDADES	14
■ GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA	16
■ AUTOINDUCCIÓN	17
■ EL TRANSFORMADOR	19
■ EL CONDENSADOR	21
■ <b>CAPÍTULO IV EL GENERADOR DE PULSOS</b>	<b>22</b>
■ DEFINICIÓN	22
■ <b>CAPÍTULO V ENCENDIDO TRANSISTORIZADO</b>	<b>25</b>
■ DESCRIPCIÓN GENERAL	25

**Í N D I C E**

CONTENIDOS

PÁGINA

- **CAPÍTULO VI MOTRONIC** **32**
- ESQUEMA DE FUNCIONAMIENTO DEL MOTRONIC 32
  
- **CAPÍTULO VII INYECCIÓN DE COMBUSTIBLE** **42**
- SISTEMAS DE INYECCIÓN DE COMBUSTIBLE 42
- **BIBLIOGRAFÍA** **60**
- **SITIOS WEB DE INTERÉS** **61**
- **EJERCICIOS** **62**
- **TRANSPARENCIAS** **71**

INACAP

## CAPÍTULO I / INTRODUCCIÓN

Al igual que el carburador, el objetivo fundamental de un equipo de inyección de gasolina es proporcionar al motor una mezcla de aire y gasolina en las condiciones de preparación de la mezcla perfecta para que la combustión se realice rápidamente con un completo quemado de todo el combustible aportado y por consiguiente con la liberación de toda la energía calorífica que el combustible debe aportar.

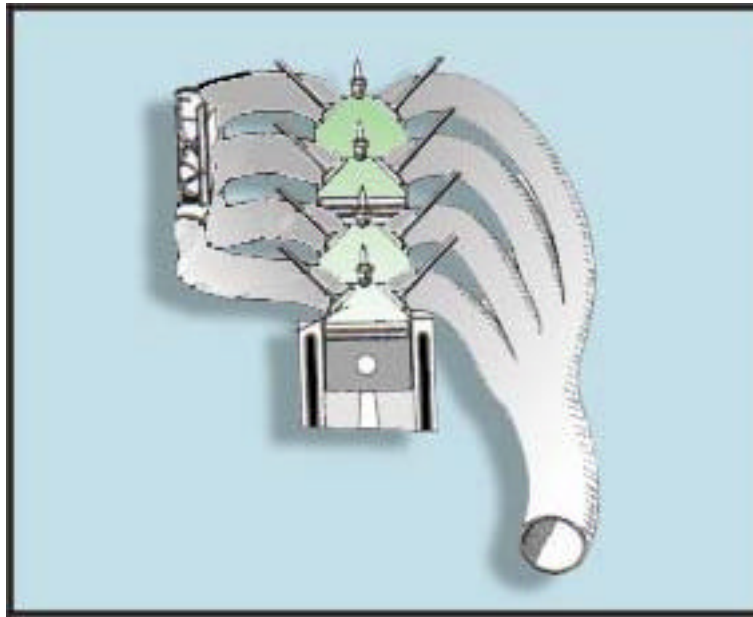
Este objetivo es, por supuesto, común a todos los sistemas de carburador, pero lo que ocurre es que los requerimientos del motor de automóvil son muy variados y no siempre un mismo equipo puede satisfacer a todos estos requerimientos posibles.

Por ejemplo no es lo mismo una velocidad constante y sostenida de un motor, que un cambio brusco de aceleración; también desacelerando se producen condiciones diferentes de funcionamiento; también en el momento del arranque las condiciones varían y lo hacen de una forma importante si el motor está frío o caliente; también hay notables diferencias en la producción de oxígeno con respecto al combustible cuando al motor se le exige la máxima potencia.

En cada uno de estos estados todavía podríamos añadir una serie de matices en los que intervienen factores como la temperatura del aire, la altitud sobre el nivel del mar, la densidad o peso de la gasolina, y, por supuesto, su temperatura, etcétera, todos ellos factores que por separado, y muchos más unidos, hacen que la combustión se modifique en el sentido de mayor aprovechamiento de la energía calorífica o un derroche de la misma si el aparato que proporciona la debida mezcla no es capaz de modificar las condiciones de ésta de acuerdo con las variantes condiciones de la combustión.

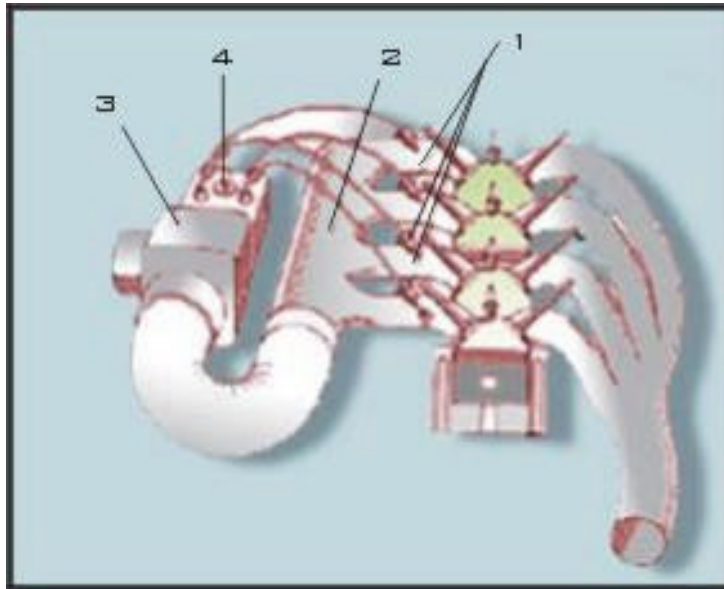
La Inyección de gasolina persigue los mismos objetivos que la alimentación por medio de carburador, aunque utilizando otros procedimientos básicamente diferentes.

En la fig 1 tenemos la conocida alimentación por el sistema de carburador.. El funcionamiento de este aparato es capaz de elaborar una mezcla explosiva a partir de los valores de depresión que existen en el interior de los tubos que alimentan cada uno de los cilindros y que constituyen el colector de admisión (1). En efecto: cuando una de las válvulas de admisión (2) se abre y pone n el interior del cilindro en comunicación con la atmósfera a través del cuerpo del carburador y se produce el descenso del émbolo o pistón del motor, dentro del cilindro se crea un vacío importante que la presión atmosférica trata de estabilizar. Ello se produce por medio de una fuerte corriente de aire que circula a través del cuerpo del carburador (4).



Este aire succiona a su paso, por un difusor que acelera la velocidad, la gasolina que puede salir por un tubo surtidor (5) que se encuentra en el difusor arrastrando con ello la gasolina pulverizada en forma de niebla que se adiciona a la corriente de aire formando una mezcla (gasolina más aire) que resulta explosiva.

Esta es la mezcla que va a parar al interior de la cámara de combustión (3) en la que se producirá el quemado de la citada mezcla una vez comprimida y por la presencia de una chispa eléctrica que iniciará la combustión. En el sistema de alimentación por carburador la gasolina es arrastrada por el propio aire; por lo tanto es el aire que penetra, es el que determina la cantidad de gasolina que la acompaña al interior de la cámara de combustión del cilindro.



En la fig 2 tenemos un sistema de inyección de gasolina. En primer lugar vemos que cada cilindro dispone de su inyector (1) correspondiente. Así pues, en este motor de cuatro cilindros, vemos que se dispone de cuatro inyectores. Luego, la alimentación de cada cilindro se produce individualmente y no en conjunto como se hacía en el esquema de la figura anterior. También debemos tener en cuenta que la cantidad de gasolina proporcionada por cada uno de los inyectores no está a merced del vacío que exista en el colector de admisión (2) debido a que el mecanismo que determina esta cantidad de combustible no trabaja por vacío.

Por otra parte tenemos que los inyectores pueden estar estudiados con la suficiente precisión para conseguir con ellos un pulverizado mucho más fino en todas las condiciones de funcionamiento que por el sistema que vimos del surtidor en los carburadores, lo que permite crear una niebla mucho más fina y a su vez con una mayor posibilidad de una oxidación muy rápida precisamente por la atomización más ausada del combustible. Ello facilita la rapidez de combustión que tan importante resulta en los motores que giran a un gran número de revoluciones por minuto.

La cantidad de combustible inyectada debe estar, por supuesto, en relación con el aire que es admitido en el colector de admisión. Por ello el sistema de inyección de gasolina debe disponer siempre de un dispositivo de control de la cantidad de aire que entra en el colector, es decir, un controlador de caudal(3).

Gracias a los dispositivos que veremos más adelante en éste Folleto Didáctico, que la información del caudal de aire pasa a un distribuidor de combustible (4) por medio del cual se determina la cantidad de combustible que es necesario adicionar al aire para conseguir una mezcla explosiva capaz de quemarse enteramente para todos los requerimientos que el motor de explosión precisa. Más adelante profundizaremos en las ventajas que este tipo de control de la mezcla presenta para el buen funcionamiento de los motores a gasolina

## CAPÍTULO II / HIGIENE Y SEGURIDAD EN EL TRABAJO

### IMPLEMENTOS DE SEGURIDAD Y SU USO CORRECTO

La forma más adecuada de controlar los peligros del ambiente de trabajo es utilizando métodos dirigidos a eliminar el problema, en su fuente originaria ( por ejemplo, instalando protecciones a una máquina u otra parte del equipo). Cuando ello no es posible, debido a problemas técnicos o de otra naturaleza, se recurre al uso de elementos de protección personal.

Es importante destacar que antes de decidir el uso de elementos de protección personal, debieran agotarse las posibilidades de controlar el problema en su fuente de origen debido a que esta constituye la solución más efectiva.

### PROTECTORES DE CRÁNEO O CASCOS DE SEGURIDAD

Es un elemento que cubre totalmente el cráneo, protegiéndolo contra los efectos de golpes, sustancias químicas, riesgos eléctricos y térmicos.

Los materiales empleados en la fabricación de estos elementos deben ser resistentes al agua, solventes, aceites, ácidos, fuegos y malos conductores de la electricidad (excepto cascos clase C). Entre los materiales de fabricación de cascos de seguridad tenemos:

- Plásticos laminados y moldeados a altas presiones.
- Fibras de vidrio impregnados de resinas (poliéster).
- Aleación de aluminio.
- Materiales plásticos de alta resistencia al paso de la corriente eléctrica (policarbonatos, poliamidas, etc).

Las partes constitutivas de los cascos son las siguientes:

- Suspensión Interna: Especie de arnés interior que sirve de sustentación a la carcasa y dentro del cual se acomoda el cráneo de la persona. Esta suspensión se encuentra integrada por un conjunto de correas de distintos materiales, la parte más alta se denomina corona y una correa que rodea la



cabeza taflete. En la suspensión queda retenida una gran parte de la energía asociadas a los impactos y golpes.

- Carcaza: Es la parte externa del casco, cubre el cráneo y va unida a la suspensión mediante sistema de remaches o acuñaduras internas.
- Clases de Cascos:
  - Clase A: Proporciona protección contra impactos, lluvia, fuego, salpicaduras de sustancias químicas agresivas y su resistencia al paso de la corriente eléctrica es de hasta 2.200 volts.
  - Clase B: Estos cascos, además de cumplir con las exigencias del Casco clase A, tienen una resistencia al paso de la corriente eléctrica de hasta 15.000 volts.
  - Clase C: Los cascos clase C, son similares a la clase A, excepto en el aspecto eléctrico, estos cascos son conductores de la electricidad.
  - Clase D: Tienen un comportamiento similar a los clase A, y sólo se diferencian de ello en su forma (visera amplia y cubre la espalda), se les conoce comúnmente como cascos de bomberos.

## ELEMENTOS DE PROTECCIÓN PARA LOS OJOS

Debido a la gran variedad en forma y calidad de estos elementos de protección, a la diversidad de las condiciones de trabajo y de los peligros existentes para los ojos, y de acuerdo al tipo de protección que deben proporcionar los anteojos se clasifican en tres grandes grupos:

- Contra proyección de partículas.
- Contra líquidos, humos, vapor o gases.
- Contra radiaciones.

Para este tipo de protecciones existe una gran variedad, esto debe ser resistente: a los impactos, estos protectores como otros, deben ser sometidos a prueba de dureza, una de estas pruebas es resistir el impacto de una bola de acero de un peso de 44 gramos a una altura de 1,25 metros.

Los fabricantes de vidrios para lentes han confeccionado calidades especiales, de gran resistencia y buenas cualidades ópticas.

- Anteojos con o sin anteojeras : Para trabajos manuales como el cincelar y otras operaciones con herramientas de mano, se utilizan anteojos sin anteojeras, pero cuando se necesita dar a la vista una

protección contra partículas que saltan de cualquier dirección, se debe recurrir a los anteojos con protección lateral, estos se confeccionan de cuero, de plástico, metales u otros materiales. En algunas circunstancias pueden ser simple perforaciones para la ventilación.

- Anteojos de plástico con lentes de una sola pieza para ambos ojos : Estos tienen la ventaja de proporcionar un ángulo visual más amplio que los anteojos tradicionales. Se confeccionan con o sin anteojeras, su uso es similar a los anteriormente descritos.

## PROTECCIONES DE LOS OÍDOS

Son elementos destinados a proteger a los trabajadores cuando se encuentran expuestos en su trabajo a niveles de ruidos que excedan los límites máximos permisibles (85 dB), de acuerdo a la legislación vigente.

Los protectores más comúnmente utilizados en el trabajo para evitar la exposición a ruidos son:

- Orejas: Formadas por especie de copas que encierran el pabellón de la oreja y van unidas por un puente que actúa como resorte y permite que estas se mantengan firmemente adheridas alrededor de la oreja, impidiendo la penetración del ruido. Las copas van formadas internamente con almohadillas de espuma que les permite absorber parte del ruido que la atraviesa.

Este es el protector de oídos más eficiente. Su uso permite reducir la intensidad del ruido que penetra las copas en valores que oscilan entre 30 y 35 dB.

- Tapones : Son de una sola pieza y se introducen en el canal auditivo. Los hay en variadas formas y tamaños, de modo que permitan una selección de acuerdo a las características de las personas, esto es, que le causen molestias y que ajusten perfectamente en el canal auditivo, evitando la penetración del ruido a través de él.

Su eficiencia es menor que la de las orejas, reduciendo la intensidad del ruido que penetra a través de ellos en valores que oscilan entre 15 y 25 dB.

- Inspección y mantenimiento preventivo : Al término de la jornada de trabajo debe revisarse el estado de sus partes componentes. Deben lavarse meticulosamente con agua y jabón, secarlos, espolvorear con talco y guardarlos en su estuche original hasta la jornada siguiente.

## PROTECTORES DE LAS VÍAS RESPIRATORIAS

Son elementos destinados a proteger a los trabajadores contra la contaminación del aire que respiran, con ocasión de la realización de su trabajo.

La contaminación del aire del ambiente de trabajo puede ser representada por partículas dispersas, gases o vapores mezclados con el aire y deficiencia de oxígeno en él.

Los protectores respiratorios utilizados varían de acuerdo al tipo de agente contaminante y a su concentración en el aire que se va a respirar.

### Clasificación de los protectores de las vías respiratorias

Se clasifican en relación con la fuente de abastecimiento de aire al trabajador:

- Purificadores de aire : Son aquellos en que el aire contaminado pasa a través de filtros, quedando retenidos en ellos los contaminantes (partículas, gases o vapores) y pasando a través del filtro el aire limpio hacia los pulmones del usuario. Los purificadores de aire no deben utilizarse por ningún motivo en ambientes con deficiencia de oxígeno o en que se sospeche su deficiencia.

La mantención del equipo, comprende la limpieza periódica de las válvulas de inhalación, que se deforman o ensucian en sus asientos.

Revisión periódica de las válvulas de inhalación.

Revisión periódica del cuerpo de los respiradores y máscaras para detectar roturas o agrietamientos por los que pudiera pasar aire contaminado.

Lavar continuamente las partes de caucho y metal con agua tibia y jabón

Esterilizar con solución de alcohol etílico (50%) las partes metálicas de estos equipos.

## PROTECTORES PARA LOS PIES

Una de las partes del cuerpo más afectadas por efectos de los accidentes, son las extremidades inferiores. Se deben proteger los pies contra lesiones que causen los objetos que caen, ruedan y vuelcan; las cortaduras que producen los materiales afilados y los efectos corrosivos de los productos químicos.

Los zapatos de seguridad se clasifican según los materiales empleados en su construcción :

- Zapatos de cuero.
  - Zapatos de goma.
  - Zapatos de PVC.
  - Zapatos de cuero con punta de acero del tipo media caña y caña entera.
- Zapatos con puntera protectora : Los zapatos de puntera de acero son los más conocidas. Se les llama zapatos de seguridad. Están hechos para proteger los dedos de los pies contra fuerzas de impacto o aplastantes, por medio de una puntera de acero. Se usan donde existen riesgos de objetos que caen, ruedan o vuelcan. Su uso es muy necesario en la construcción, en la minería y en general en procesos donde se desarrollan labores pesadas.
  - Zapatos conductores de electricidad : Los zapatos conductores, están hechos para disipar la electricidad estática que se acumula en el cuerpo el usuario y, por lo tanto, evitar la producción de una chispa estática que pudiera producir ignición en materiales o gases explosivos. Son eficaces sólo si los pisos por los cuales caminan los usuarios son también conductores y hacen tierra. Lo que hace conductores a los zapatos es el compuesto de hule o el tapón conductor que llevan tanto el tacón como la suela,
  - Zapatos para riesgos eléctricos (aislados) : Estos son muy similares a los de seguridad. La diferencia radica en la aislamiento, de cuero o corcho hecha de un compuesto de goma. No lleva metal, salvo la puntera que está aislada del zapato. No llevan ojettillos ni cordones con terminaciones metálicas. Es importante destacar que estos protegen sólo si están secos y en buenas condiciones de uso. Lo usan quienes trabajan en mantención eléctrica.
  - Botas de goma o PVC : Este tipo de calzado se utiliza para proteger los pies y piernas del trabajador, cuenta con puntera y plantilla de acero para resistir impactos y pinchaduras en la planta del pie. Se utiliza en trabajos de construcción, laboratorios y tintorerías.
  - Polainas : Estas sirven para complementar la protección de los pies, normalmente son fabricadas de cuero curtido al cromo y se usan en forma esporádica. Son de fácil colocación.

## PROTECCIÓN DE LAS MANOS Y BRAZOS

Son estos los miembros más expuestos de nuestro cuerpo a sufrir los más variados accidentes. Según nos indican las estadísticas, existen cifras significativas del total de lesiones que producen incapacidad que ocurren en las manos debido a que estas y los brazos tienen una participación activa en los procesos de producción. Se deben proteger contra riesgos de materiales calientes, abrasivos, corrosivos, cortantes y disolventes, chispas de soldaduras, electricidad, etc. Básicamente mediante guantes adecuados.

El tamaño del guante será función de las partes del brazo comprometidas.

Los guantes se clasifican de la siguiente forma: de acuerdo a los materiales que se utilizan en su confección.

- Guantes de cuero curtido al cromo
  - Guantes de goma pura.
  - Guantes de material sintético.
  - Guantes de asbesto.
- 
- Guantes de cuero curtido al cromo : Se emplean para aquellos trabajos en que las principales lesiones son causadas por fricción o raspaduras. Generalmente para prevenir este tipo de daño bastan los guantes de puño corto. Para prevenir riesgos de cortaduras por cuerpos con aristas o bordes vivos, suelen usarse guantes reforzados con malla de acero.
  - Guantes de goma pura : Este tipo de guante se utiliza para realizar trabajos con circuitos eléctricos energizados. Por precaución deben inspeccionarse minuciosamente antes de usarlos, considerándose que no tengan roturas o pinchazos que puedan facilitar el contacto del trabajador con el circuito eléctrico.
  - Guantes de material sintético : Nombraremos en esta ocasión los más usuales y conocidos como son: Caucho, neopreno y PVC, los cuales se utilizan preferentemente en trabajos donde se manipulan productos químicos tales como ácidos, aceites y solventes.
  - Guantes de asbesto : Los guantes y mitones confeccionados con este material son altamente resistentes al calor y al fuego. Generalmente son usados por fogoneros, soldadores, fundidores, horneros y otros trabajadores que tienen que manejar metales u otros materiales calientes.
  - Guantes de algodón : Los guantes de este tipo son reversibles y se usan para trabajos livianos como trabajos mecánicos, maderas u otros similares.
  - Guantes compuestos : Son aquellos que se utilizan en uno o más riesgos. En este grupo podemos señalar los siguientes: goma o asbesto revestido con una capa de plomo que protegen contra los efectos de las radiaciones provenientes de equipos de rayos gama y rayos X. Además debemos incluir a los de asbesto o cuero aluminado del tipo vitrifibra, los cuales se utilizan para trabajos de calor excesivo. Estos guantes revestidos de material aluminizante, además de aislar las manos hacen reflejar el calor debido a su superficie brillante. Generalmente se usa el aluminio como material reflectante por su peso inferior al de cualquier otro material metálico.

- Dedal : Estos protegen las yemas de los dedos solamente. Están hechos de material de cuero, goma, PVC, látex, etc.
- Pomada protectoras : Existen pomadas que ayudan a proteger la piel contra la exposición a sustancias químicas perjudiciales. La pomadas y lociones protectoras forman una película que cubre la piel, impiden su contacto con materiales irritantes y evitan las reacciones cutáneas que producen el manejo de sustancias alcalinas, ácidos, solventes y aceites.

## ASPECTOS LEGALES SOBRE ELEMENTOS DE PROTECCIÓN PERSONAL

### Decreto Supremo Nº 2.

Artículo 41: La Empresa deberá proporcionar gratuitamente a sus trabajadores los elementos de protección personal contra eventuales accidentes del trabajo, que les permita desarrollar sus labores en las faenas mineras en forma segura.

### Ley Nº 16.744

Artículo 68 , inciso Nº 3 : Las Empresas deberán proporcionar a sus trabajadores, los equipos e implementos de protección necesarios, no pudiendo en caso alguno cobrarles su valor. Si no dieren cumplimiento a esta obligación serán sancionados en la forma que preceptúa el inciso Nº 2.

### Políticas generales sobre el equipo de Protección Personal

- La empresa entrega a sus trabajadores, libre de costo, los equipos de protección personal para la ejecución de las faenas.
- Todo trabajador debe ser proveído de los equipos de protección NECESARIOS para el trabajo. Los Jefes deben controlar el cumplimiento.
- Exigir al personal el uso de elementos de protección personal entregado, debiendo éstos mantener en buenas condiciones de uso, evitando derroche o deterioro prematuro e intencional o por negligencia.
- El equipo de protección personal y la ropa de trabajo de uso habitual se entrega a cargo del trabajador, manteniendo la empresa su propiedad sobre cada elemento.

- El equipo de protección personal perdido, dañado intencionalmente o por negligencia, será reemplazado con costos al trabajador.

## CAPÍTULO III / SISTEMAS DE ENCENDIDO

### GENERALIDADES

Los motores de combustión interna a gasolina, utilizados en automóviles, necesitan un sistema que permita encender la mezcla de aire y combustible, que se comprima en el interior de los cilindros.

Esto se logra haciendo saltar una chispa en la bujía de encendido.

Los componentes que forman el circuito de encendido son la Bobina (1), que suministra alta tensión para provocar la chispa en la bujía (2). El distribuidor (3) que determina el instante en que la chispa debe saltar, por medio de un circuito de baja tensión y envía la alta tensión que llega de la bobina a la bujía del cilindro que en ese momento está en la etapa de compresión, mediante su circuito de alta tensión.

#### Campo magnético



Si el imán se deja cerca del conductor pero no se mueve, la aguja del instrumento no se desvía, lo que indica que el movimiento es absolutamente necesario para producir un campo magnético.

Para aumentar la cantidad de electricidad se puede arrollar el conductor haciendo una bobina.



También se puede aumentar la cantidad de electricidad si se mueve un imán más fuerte, cerca de la bobina o moviendo el imán a mayor velocidad.

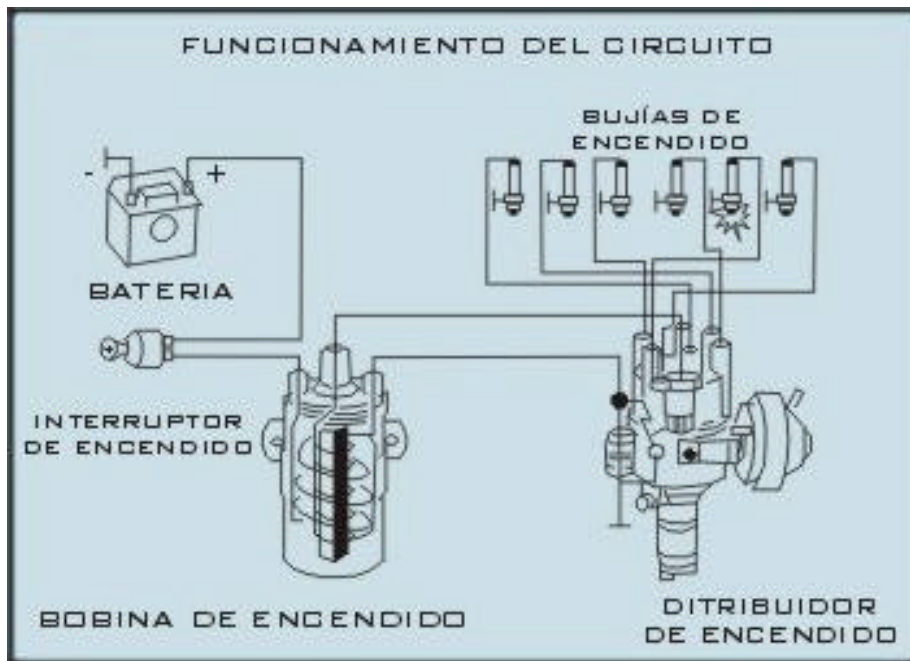
### Conclusiones:

Una tensión eléctrica es inducida en un conductor sometido a un campo magnético, solamente si la intensidad de este campo magnético varía.

La magnitud de la tensión inducida depende del número de espiras que tenga la bobina, de la intensidad del campo magnético y de la rapidez con que varíe el campo magnético.



La tensión de la batería es incapaz de producir una chispa en la bujía ; por lo tanto la función principal del circuito de encendido es producir la alta tensión, que oscila entre 5 a 20 KV.



Componentes: batería, interruptor de encendido , bobina, distribuidor, platinos, condensador, bujías.  
 Antes de estudiar el circuito de encendido propiamente tal, es necesario conocer algunos principios físicos.

## GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA

Si se somete un conductor eléctrico a la acción de un campo magnético de intensidad variable, se induce una tensión eléctrica en el conductor mientras dure la variación.

Para comprobar este principio se puede hacer la siguiente experiencia:  
 Al mover un imán cerca de un conductor se observa que la aguja del instrumento se desvía. Esto indica que se ha producido electricidad en el conductor

La corriente eléctrica puede producir un campo magnético.

## **CAMPO MAGNÉTICO**

Todo conductor recorrido por una corriente eléctrica produce un campo magnético.

El campo magnético formado por un conductor es relativamente pequeño; pero se puede reforzar si se construye una bobina y poniéndole un núcleo de hierro se obtiene así un electro imán.

Para aumentar la intensidad del campo magnético de un electro imán, hay que aumentar la intensidad de la corriente lo que se logra aumentando la sección del conductor o aumentando el número de espiras del electro imán.

Conclusiones.

La magnitud del campo magnético de un electro imán dependerá de la intensidad de la corriente, del número de espiras y del núcleo del electro imán.

## **AUTOINDUCCIÓN**

---

Al cerrar el circuito mediante un interruptor se logra una circulación de corriente y por consiguiente un campo magnético.

Al abrir el interruptor no se tiene circulación de corriente y por consiguiente ningún campo magnético.

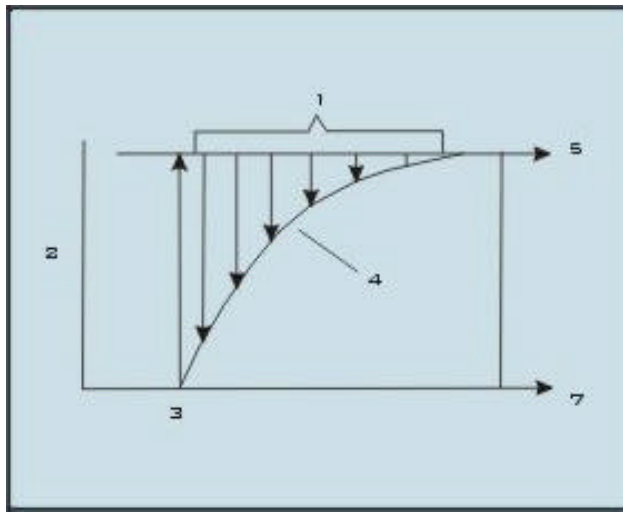
Sin embargo en ambos estados se obtiene una variación del campo magnético y por consiguiente las condiciones para inducir en la bobina una tensión eléctrica; que por inducirse en la misma bobina se llama tensión de autoinducción.

Al cerrarse el interruptor el campo magnético varía de cero a máximo y al abrir el interruptor varía de máximo a cero.

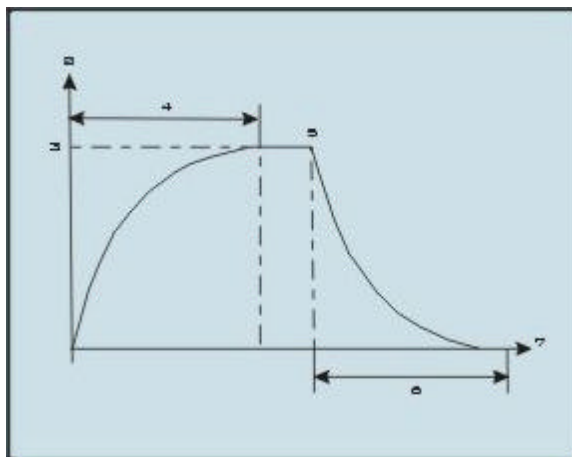
El sentido de esta tensión de autoinducción depende del sentido de la variación.

Si el campo magnético está en crecimiento la tensión autoinducida se opone a la tensión de la fuente lo que hace que el establecimiento de la corriente al cierre del interruptor tarde un tiempo en el caso de una bobina de automóvil de 10 a 15 milisegundos.

Esta tensión de autoinducción desaparece cuando el campo magnético no varía mas, es decir cuando la corriente llegó al máximo.



Cuando el campo magnético está en extinción la tensión de autoinducción se suma a la tensión de la fuente, lo que hace que aparezca un arco eléctrico en los contactos del interruptor, es decir, aunque el interruptor esté abierto sigue circulando corriente por un tiempo. Esto hace que tarde un tiempo la desaparición del campo magnético.



Éste fenómeno se compara con frecuencia a la inercia, es necesario tirar fuertemente de una carretilla para ponerla en movimiento, e inversamente cuando está rodando hay que frenarla para detenerla. La inercia y la autoinducción tienden a oponerse a toda modificación del estado existente.

La tensión de la auto-inducción se desarrolla en cualquier bobina cuando varía el campo magnético que ésta induce.

La tensión de auto-inducción tiene un sentido tal que se opone a la modificación del estado existente.

El valor de la tensión de auto-inducción depende de la rapidez con que varíe el campo magnético, del número de espiras y del núcleo de la bobina.

## EL TRANSFORMADOR

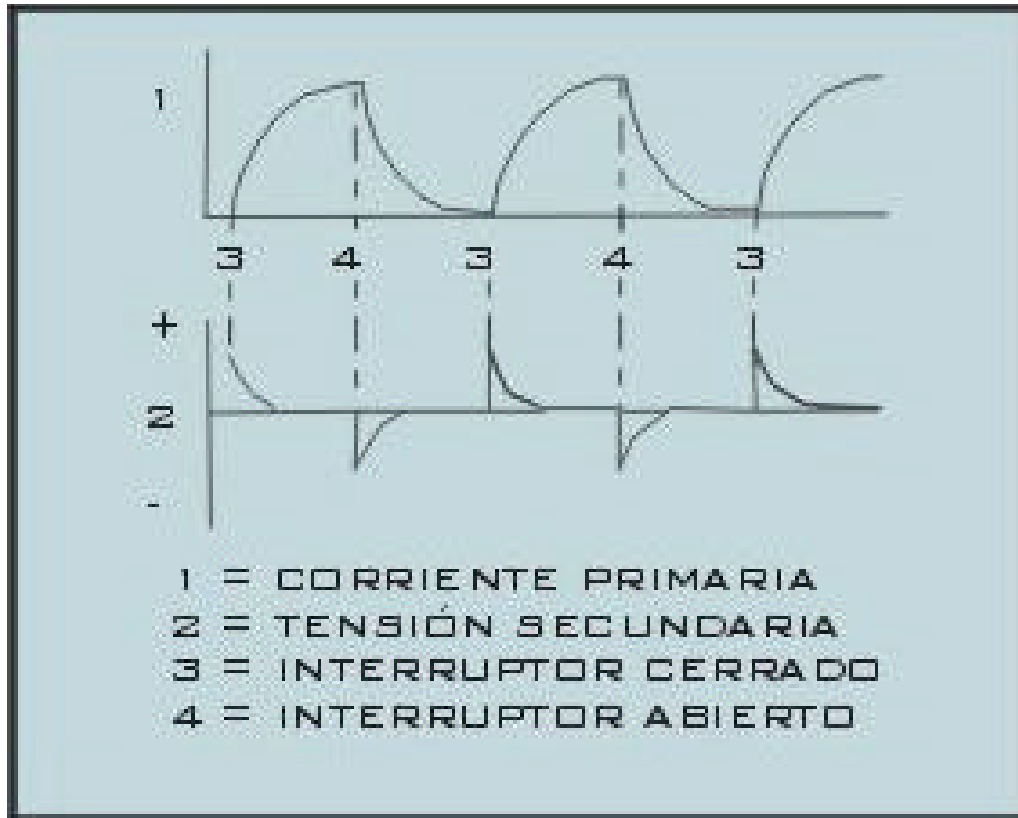
Al principio de éste capítulo se vio como se inducía una tensión eléctrica introduciendo un imán permanente en una bobina.

Lo mismo sucede si se reemplaza el imán permanente por un electroimán.

El electroimán está formado por un núcleo de fierro y una bobina llamado primario. La segunda bobina en la que se induce tensión se llama secundario.

Para obtener una tensión inducida en el secundario habrá que mover la bobina primaria, esto se puede evitar si se abre y cierra continuamente el interruptor del primario.

Cuando se cierra el interruptor se forma un campo magnético en el primario, se induce tensión en el secundario. Cuando se abre el interruptor desaparece el campo magnético en el primario y se induce una tensión en el secundario pero su sentido es inverso.



Para que se induzca tensión en el secundario de un transformador es necesario que el campo magnético del primario varíe.

La magnitud de ésta tensión inducida en el secundario depende de la intensidad del campo magnético y del número de espiras de la bobina secundaria y de la velocidad con que varía el campo magnético.

La bobina de encendido de un automóvil es un transformador, el interruptor que abre y cierra el circuito primario son los platinos del distribuidor.

Al abrir el interruptor en el primario por efecto de la autoinducción se produce un arco en sus contactos. Y la desaparición del campo magnético es muy lenta por consiguiente la tensión inducida en el secundario es muy baja.

Para evitar el arco y hacer más rápido el corte de la corriente primaria se introduce en el circuito un condensador.

## EL CONDENSADOR

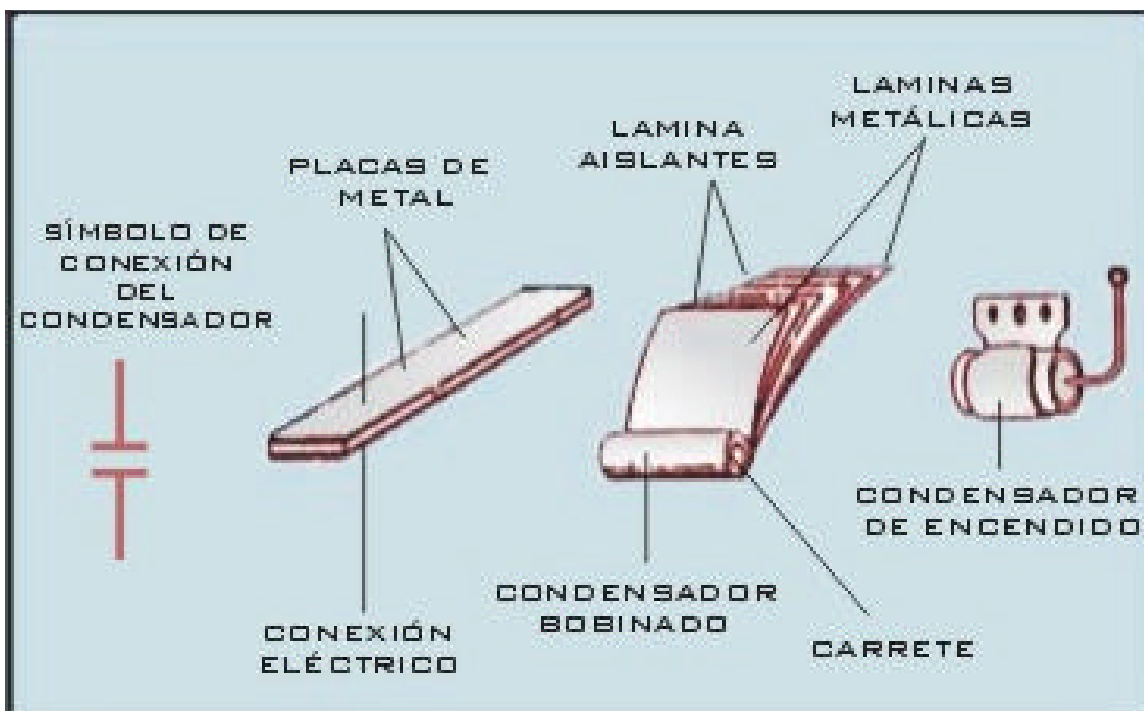
En automóviles los condensadores utilizados están formados por dos superficies conductoras de la corriente eléctrica, aisladas entre si por un material aislante llamado dieléctrico. El conjunto se enrolla formando un cilindro compacto. Una de las superficies queda conectada a la caja metálica que envuelve el conjunto (borde de masa) y la otra a un cable que sobresale al exterior y forma de borne positivo.

Capacitancia es la propiedad que tiene los condensadores de almacenar carga eléctrica.

El condensador tiene una capacidad "C" para almacenar una carga eléctrica "Q".

Cuando tenga una carga "Q" almacenada aparece entre sus terminales una tensión, para que aparezca ésta tensión es necesario que las placas estén polarizadas una positiva y la otra negativa.

Se le puede comparar a un recipiente , la capacidad que tenga el condensador es análoga a la de un recipiente, el primero almacena carga eléctrica, el segundo líquido y su capacidad depende del volumen. En el condensador depende del área de enfrentamiento de las placas de la distancia y dieléctrico.



La capacidad depende de las dimensiones física y del dieléctrico.

El recipiente se llena poco a poco hasta que se sature, hasta que llegue a su capacidad. El nivel de agua depende de la fuente de agua.

En el condensador el nivel de carga del condensador (tensión) depende de la fuente, pero su capacidad está dada. El recipiente no se puede llenar más que su capacidad, el condensador no se puede cargar más allá que su capacidad.

La unidad de capacidad es el Faradio, pero en la práctica se usa un submúltiplo, el Microfaradio.

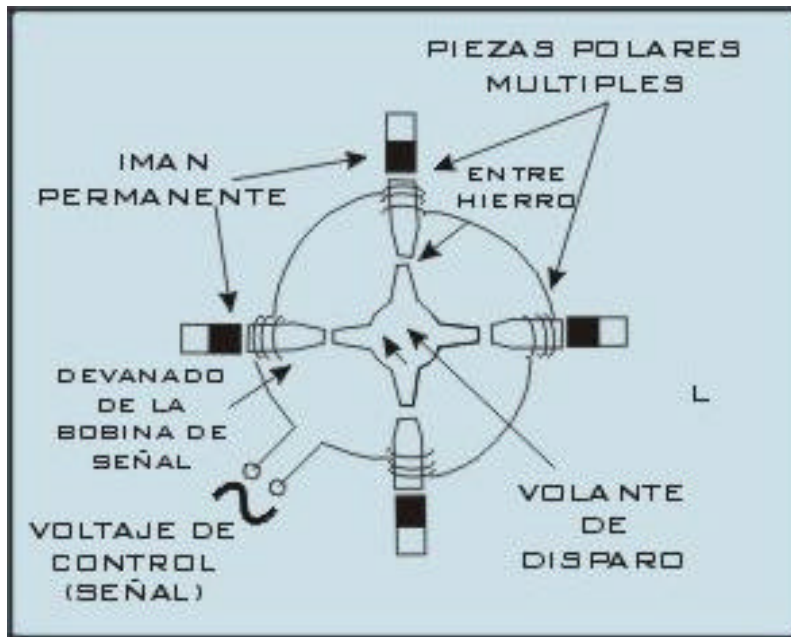
## CAPÍTULO IV / EL GENERADOR DE PULSOS

### DEFINICIÓN

El generador de pulso es un dispositivo capaz de producir una señal ya sea análoga o digital que obedece a un sincronismo lógico en el motor, para excitar la base del transistor de potencia en el módulo, señal que en el sistema Transistorizado era suministrada por el platino. El generador puede ser :

- Inductivo.
- De efecto may.
- Fotoeléctrico.

## EL GENERADOR INDUCTIVO



Está formado por una bobina de captación, una pieza polar con un imán permanente mas un rotor giratorio conectado al eje del distribuidor.

El principio de funcionamiento del generador se basa en que ,al girar el rotor, el entrehierro que queda entre los dientes del rotor y los del estator varía de forma periódica en correspondencia del flujo magnético.

Cuando un conductor eléctrico se somete a la acción de un flujo magnético variable, en el conductor se induce una tensión eléctrica. La tensión inducida es alterna, cuando la tensión cambia de polaridad es decir; cuando pasa de valor máximo positivo a máximo negativo se produce la chispa.

## EL GENERADOR DE EFECTO HALL

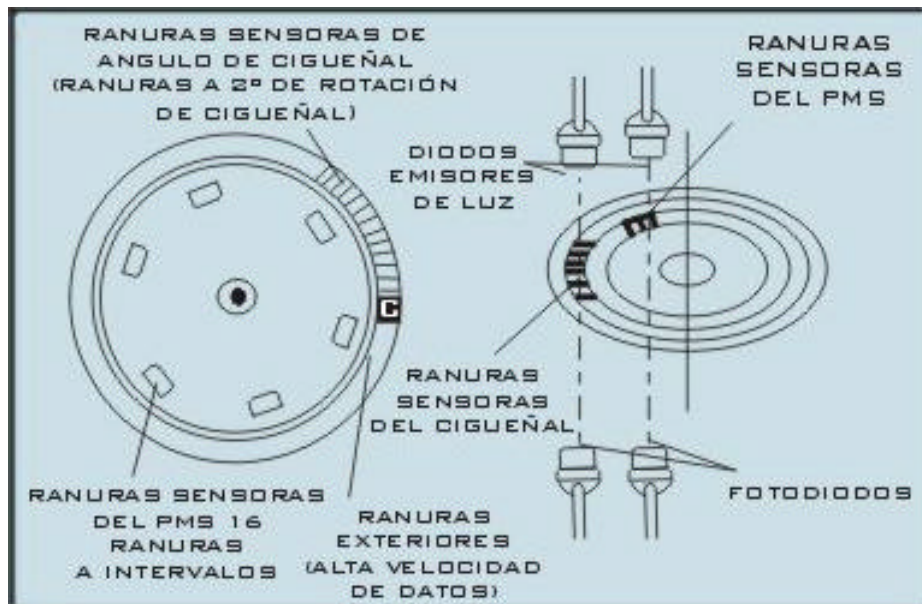
Este tipo de generador produce una señal digital, es decir un pulso cuadrado cuyo valor fluctúa entre 0 y 5 volts. El principio Hall se basa en lo siguiente : Cuando a un material semiconductor se le aplica una



corriente eléctrica y en forma perpendicular se somete a la acción de un campo magnético, en los extremos del conductor aparecerá la denominada tensión Hall.

Un típico interruptor de efecto Hall en un distribuidor, tiene un circuito integrado y frente a él un imán permanente, luego un conjunto de pantallas pasan entre el imán y el circuito integrado, para permitir el paso y la interrupción del flujo magnético. Cuando el flujo magnético pasa por el espacio de aire, internamente se produce la tensión Hall, sin embargo debido a un inversor dispuesto en el circuito integrado, la tensión de salida está a nivel bajo y en el caso en que la pantalla queda en el espacio de aire el voltaje Hall será bajo mientras que a la salida será un nivel alto 5 volt aprox.

## EL GENERADOR FOTOELÉCTRICO

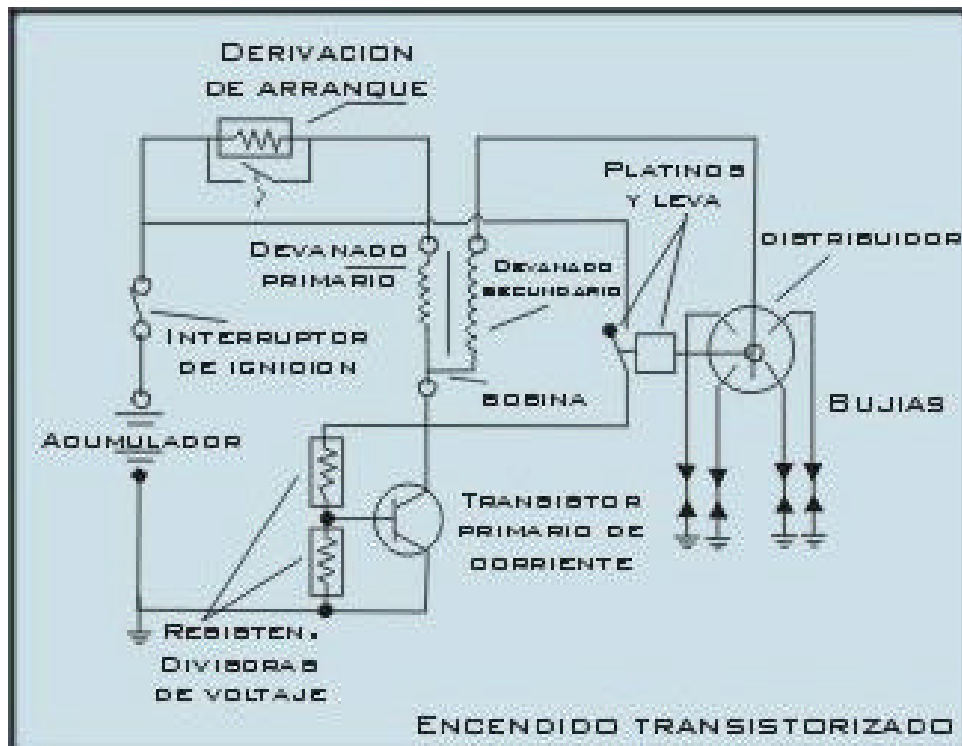


Un generador fotoeléctrico utiliza la emisión de luz de un diodo LED que choca con un fototransistor y genera un señal de voltaje. La rueda de disparo es un disco que pasa entre el diodo y el transistor, por lo tanto, cuando una de las ventanas del disco queda entre el diodo y el fototransistor, la luz del diodo pasa y se genera un nivel alto en la salida. Los generadores fotoeléctricos son utilizados como sensores de posición del cigüeñal en un sinnúmero de sistemas.

## CAPÍTULO V / ENCENDIDO TRANSISTORIZADO

### DESCRIPCIÓN GENERAL

Como referencia veremos el encendido Transistorizado TSZK de Bosch



Este sistema propio de Bosch tiene la ventaja con respecto al encendido convencional de liberar al ruptor de la función de alimentar de corriente al primario de la bobina, dicha labor la realiza un transistor de

potencia el cual funciona como conmutador. Cuando el ruptor está cerrado se polariza la base del transistor, entrando éste en conducción. La corriente primaria circulará de colector a emisor para producir la saturación del campo magnético de la bobina. La abertura del ruptor permite eliminar la corriente de base del transistor de potencia y con ello la corriente de colector con el consiguiente salto de chispa en la bujía.

Si bien la incorporación del transistor fue un gran avance en materia de encendido, todavía se dependía del ruptor el cual debido al desgaste de la fibra de apoyo con la leva del distribuidor, presentaba fallas de sincronismo del encendido.

A continuación se detallan algunas ventajas y desventajas importantes de analizar.

- Ventajas del encendido transistorizado :
  - Aumento de la corriente primaria llegando incluso hasta 10 amperes.
  - Una tensión de encendido mayor.
  - Produce una chispa de mayor calidad para encender la mezcla.
  - Disminuyen los índices de contaminación.
  
- Desventajas :
  - Se sigue utilizando un interruptor mecánico para gobernar el sistema.
  - Se dispone de avances mecánicos al vacío y centrífugo.

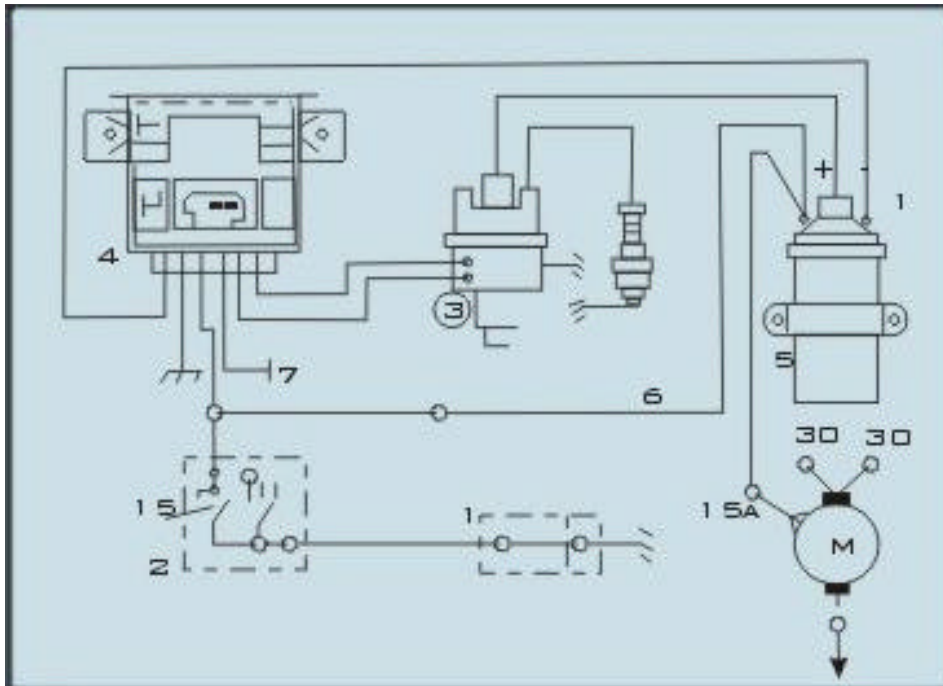
## ENCENDIDO CON GENERADOR INDUCTIVO

### Descripción

En nuestro mercado existe un sin número de sistema de encendido con generador inductivo, de echo el generador inductivo se utiliza en forma masiva debido principalmente a su fiabilidad y bajo costo de fabricación. En este caso se tomará como ejemplo uno de los sistemas típicos con avance mecánico, el Sistema TSZI Bosch.

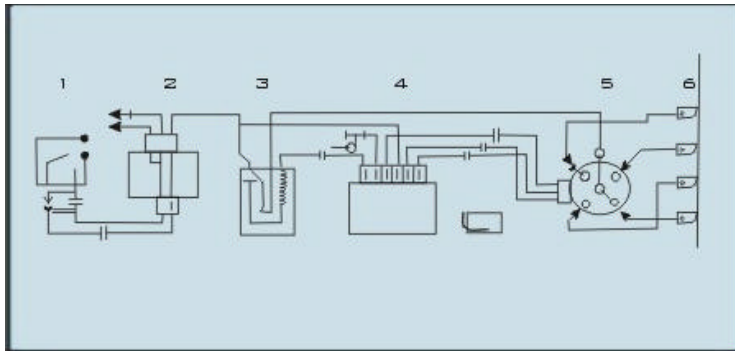
Utilizado en los años 80 el TSZI de BOSCH es un encendido muy fiable, cuenta con un módulo de 6 terminales, un generador inductivo localizado bajo el rotor del distribuidor, una bobina de alta energía y un conjunto de avance al vacío y centrífugo.

**Funcionamiento**



Cuando el interruptor de encendido se cierra, circula una corriente del orden de los 5 amperes por la bobina cerrando el círculo a tierra por medio del transistor de potencia en el módulo. Si el encendido se mantiene en esta condición el módulo interrumpe la circulación de corriente transcurrido 2 a 3 segundos como una manera de proteger el sistema si no se da arranque. En esta fase; en la bobina se satura el campo magnético, luego al dar arranque gira el eje del distribuidor, el generador inductivo entregará la señal entre los terminales 1 y 2 del módulo. La señal pasa a una etapa de inversión (A/D), para transformarla en señal cuadrada. Esta señal es tratada por el módulo en relación al tiempo en que debe estar energizado el primario de la bobina, para luego pasar a la etapa de excitación del transistor de potencia. Los niveles altos de la señal dejan al transistor conduciendo y los niveles bajos lo llevan a estado de corte para producir la chispa.

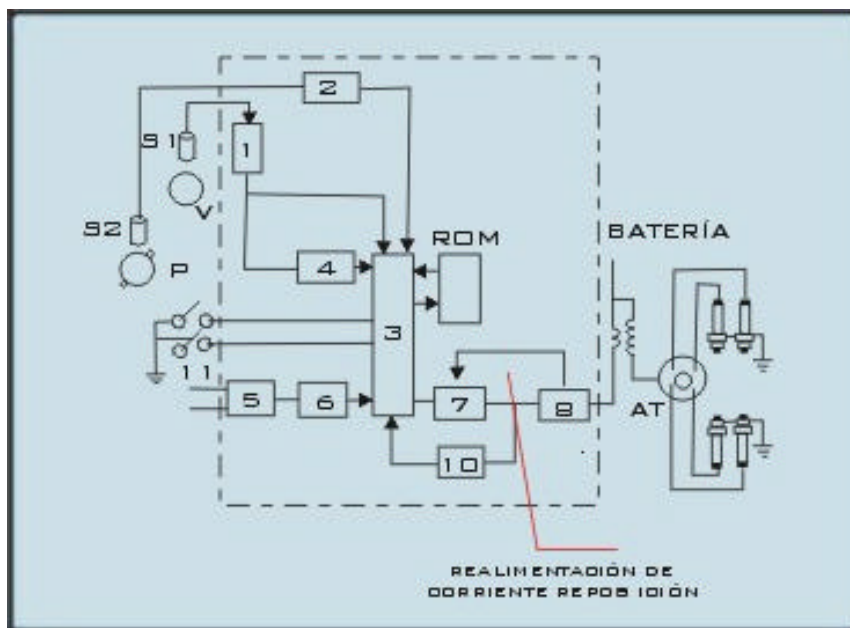
**ENCENDIDO CON GENERADOR HALL**



Un ejemplo de aplicación del generador HALL es el sistema TSZH BOSCH el cual dispone de un módulo similar en funcionamiento al TSZI analizado anteriormente con la salvedad de la distribución de los terminales en el módulo, por ejemplo el generador Hall se alimenta a través de los terminales 3 y 5 mientras que la señal de entrada al módulo es por el terminal 6

El avance al vacío actúa moviendo el circuito integrado en sentido contrario al giro del rotor mientras que el avance centrífugo mueve las pantallas en el mismo sentido de giro del rotor.

**ENCENDIDO INTEGRAL**



**Descripción general**

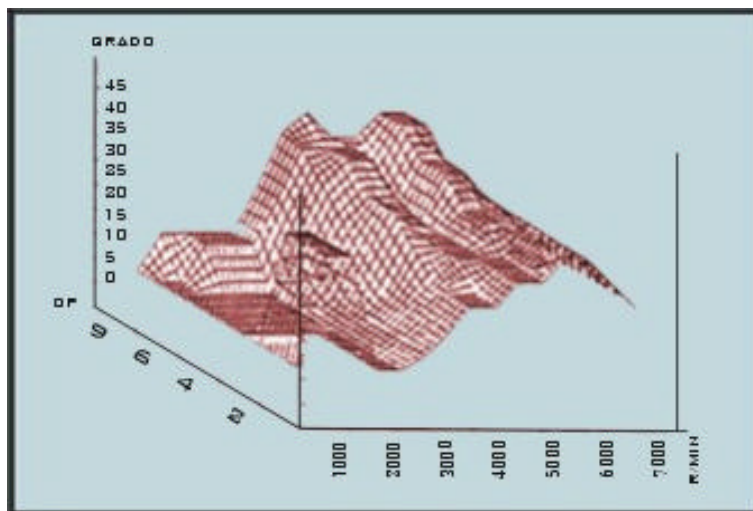
El encendido electrónico integral es el encendido que mas a dado que hablar junto con el sistema DIS en los ámbitos automotrices actuales ya que se está montando en serie en muchos motores de la línea Europea, si bien cuando hablamos de encendido integral se nos viene a la mente el prodigioso Renault Fuego de los 80, el sistema se ha seguido utilizando en unidades con inyección electrónica actuales.

La característica mas distintiva de estos encendidos debemos encontrarla en el echo de que una unidad electrónica de control integra en su memoria un grandioso número de posibilidades de avance del encendido en virtud del régimen de giro, de la carga a que esté sometido el motor y de la temperatura a que esté funcionando. La decisión de los grados de avance del encendido que resultan adecuados para cada momento de acuerdo con el estado del motor, se determinan por procedimientos electrónicos.

En el mercado existen entre otras muchas variantes de encendido integral, los esquemas estudiados por Magneti Marelli y los realizados por la casa Francesa Renix para los motores Renault. También la casa Ducellier y Lucas han desarrollado proyectos destacables. Pero entre todas hay que distinguir a la casa Bosch que, durante muchos años, está siendo en Europa la pionera en las técnicas mas avanzadas de aplicación de la electrónica al automóvil.

**Avance de un encendido integrado**

En los distribuidores tradicionales el avance centrífugo se produce de una forma que sólo toma en cuenta la velocidad de giro del motor. Dentro de un determinado número de revoluciones por minuto del distribuidor el avance asciende en grados antes de PMS de una forma lineal.

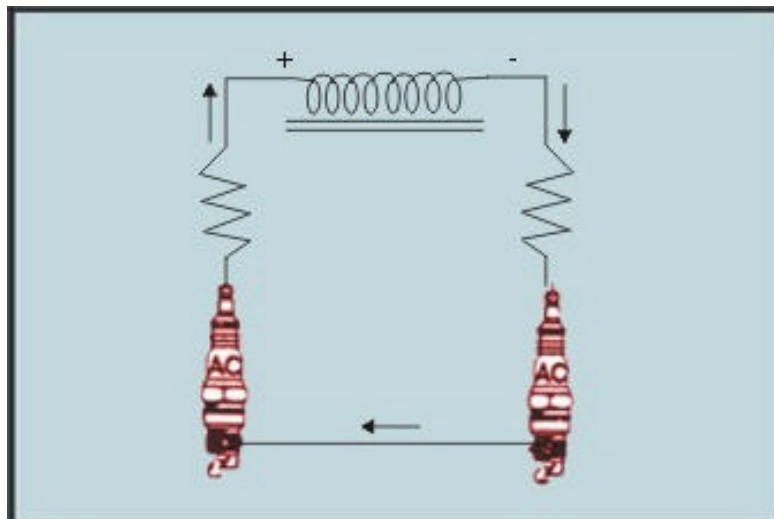


Este sistema no se adecua con las demandas actuales en cuanto a obtener un buen quemado de la mezcla de aire y gasolina y una mínima emisión de gases contaminantes, ya que no basta exclusivamente con girar mas de prisa para que el motor necesite mas avance, pues el avance depende también del estado de carga a que esté sometido en ese momento el motor.

Teniendo en cuenta este nuevo parámetro veremos que la curva característica del avance integral puede y debe ser tan irregular como en la siguiente cartografía.

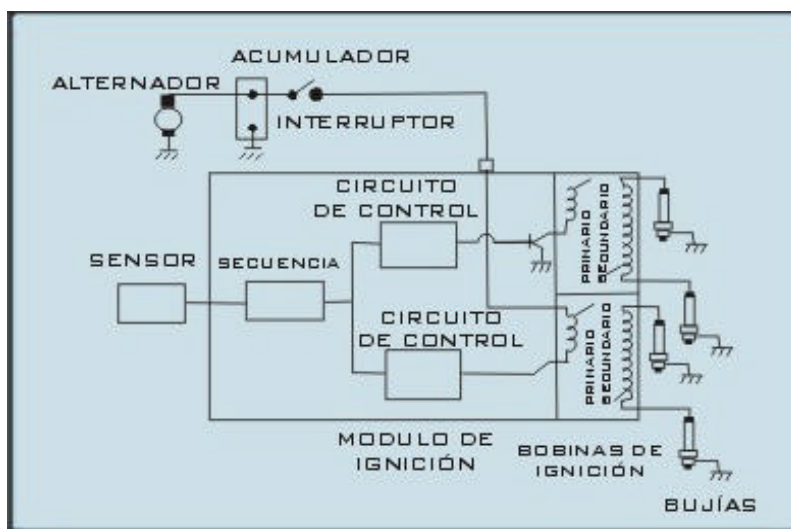
## ENCENDIDO ELECTRÓNICO DIS

La sigla DIS ( Distributorless Ignition System) se emplea en Estados Unidos para describir cualquier sistema de encendido que no tenga distribuidor. El sistema hace uso de la teoría de la chispa de desecho, semejante a los encendidos que se usaron durante años en las motocicletas y motores fuera de borda, Cada extremo de un secundario de bobina se conecta como una bujía. Las dos bujías se encuentran en cilindros que son para pistón. Cuando la bobina dispara la chispa que va al cilindro en compresión, enciende la mezcla. La chispa del otro cilindro se desecha al final de la carrera de escape. El orden de encendido de la bobina se determina y se mantiene mediante el módulo de encendido. Cuando una bobina dispara, una bujía enciende con polaridad positiva y la otra bujía enciende con polaridad negativa, al mismo tiempo. La polaridad y la presión del cilindro determinan la caída de voltaje a través de cada bujía. Desde luego, la bujía en el cilindro de compresión necesita mas voltaje para crear una chispa entre los electrodos que la del cilindro que está en escape.



Un circuito de control dentro del módulo, maneja el flujo de la corriente primaria y su tiempo de ángulo de contacto, el devanado de la bobina primaria tiene una resistencia muy pequeña ( menor a 1 ohms.). Cuando se aplica un voltaje de 14 volts circula una corriente teórica mayor que 14 amperes. Lo cual ayuda a disminuir el tiempo de saturación. Sin embargo, para evitar daño en los componentes del sistema, el flujo máximo de la corriente se debe mantener entre 8.5 a 10 amperes.

El módulo emplea una forma de **ciclo cerrado de control de intervalo**.



Se vigila la corriente máxima de la bobina en el ciclo previo. Si no alcanzó su valor máximo, el módulo aumenta el tiempo de intervalo para permitir la saturación completa de la bobina. Si se alcanzó la corriente máxima, el módulo disminuye el tiempo de ángulo de contacto, para reducir la potencia consumida por el sistema.

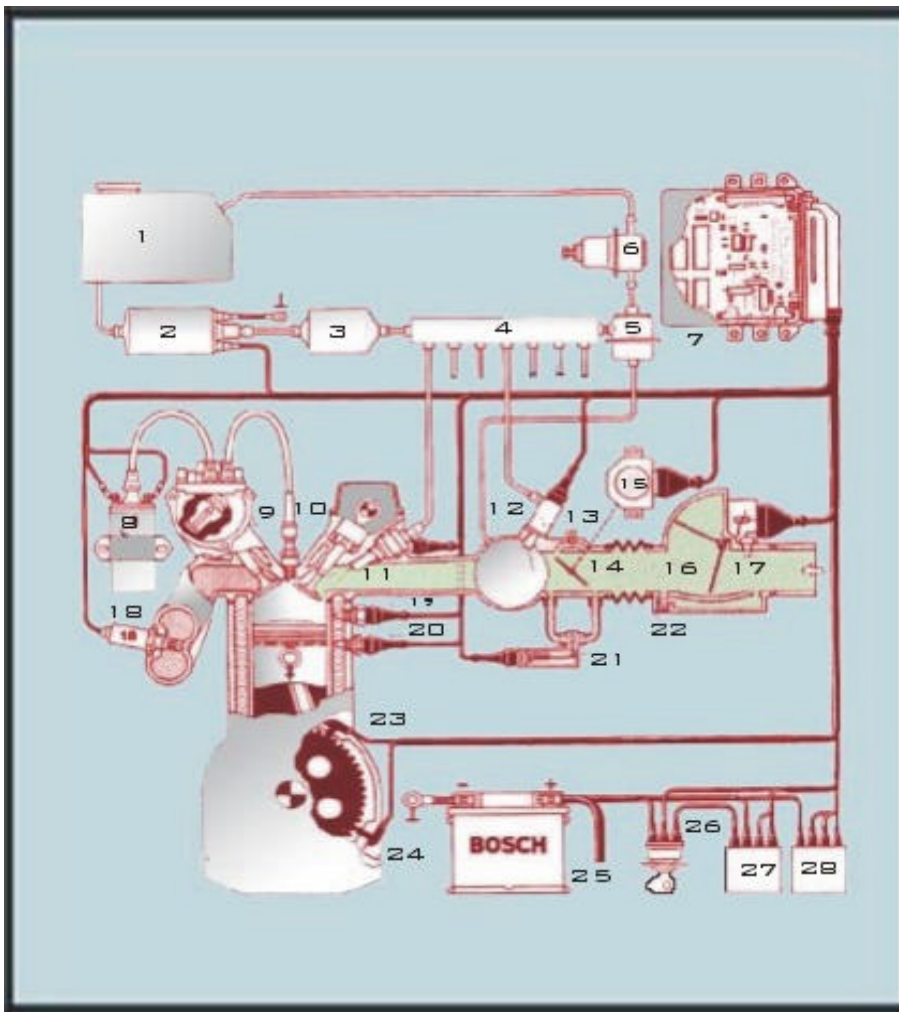
El sistema sin distribuidor se diseñó para reemplazar al sistema mecánico HEI de gran éxito en General Motors, sin embargo, un sin número de fabricantes Europeos y Asiáticos han incorporado dicho sistema.



## CAPÍTULO VI / MOTRONIC

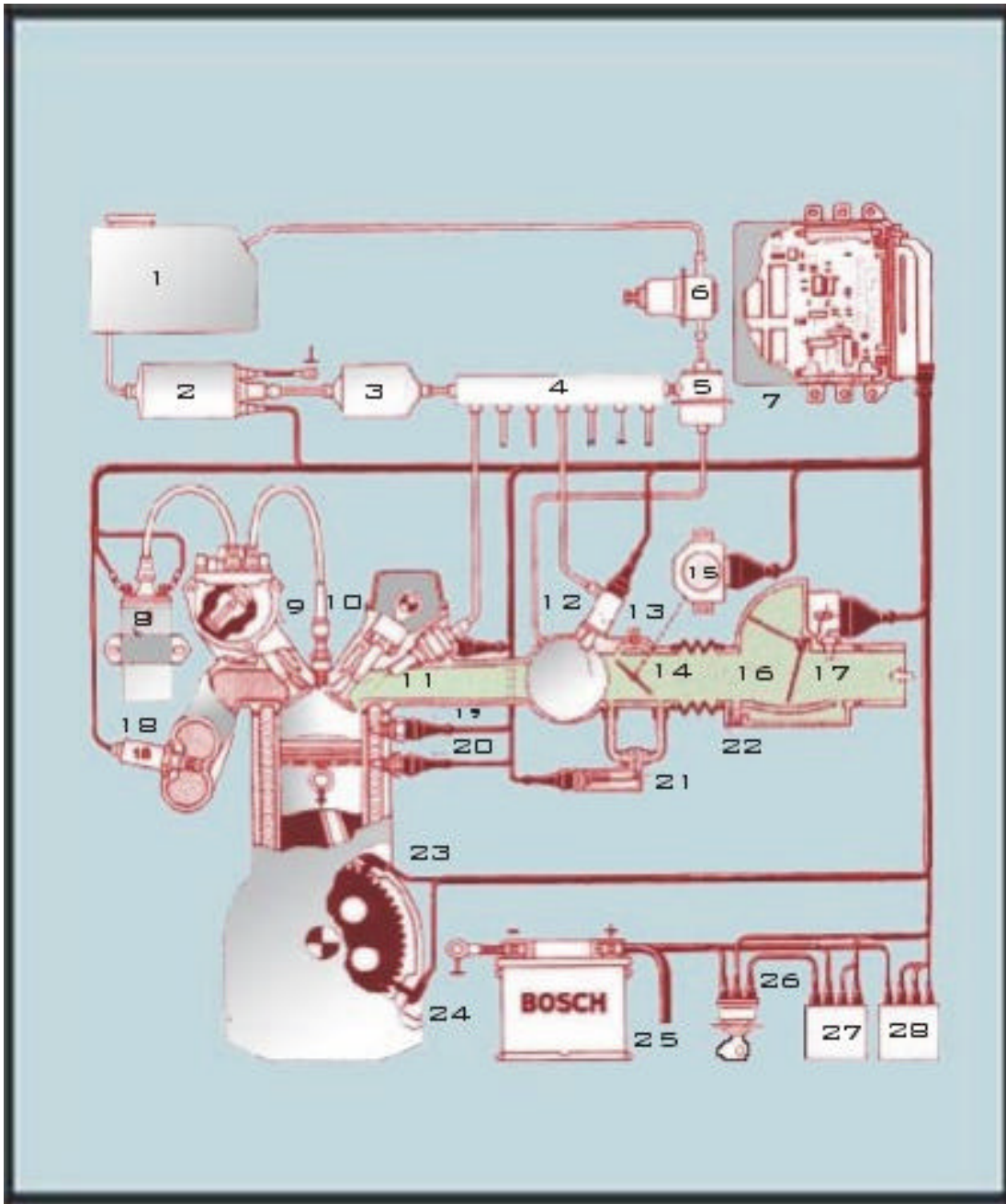
### ESQUEMA DE FUNCIONAMIENTO DEL MOTRONIC

En líneas muy generales podría describirse el Motronic como la aplicación conjunta de un sistema de inyección L- Jetronic ( lo que constituiría un sub – sistema de equipo ) conjuntamente con los dispositivos electrónicos necesarios de un encendido ( lo que formaría el segundo sub –sistema del equipo, todo ello coordinado por una misma unidad electrónica de control, común a ambos sub – sistemas . Esto es lo que aparece si contemplamos con atención el esquema que nos muestra la figura1 cuya interpretación tiene que resultarnos fácil después de lo que ya se ha estudiado a estas alturas del folleto.



**INACAP**

Figura 1 Esquema general de los elementos que componen el equipo Motronic. 1, depósito de gasolina. 2, bomba eléctrica de alimentación. 3, filtro. 4, rampa distribuidora. 5, regulador de presión. 6, amortiguador de vibraciones 7, unidad electrónica de control. 8, bobina de encendido. 9, distribuidor de encendido. 10, bujía 11, inyector. 12, inyector de arranque. 13, tornillo de reglaje del ralentí 14, mariposa del acelerador. 15, caja de contactores de la mariposa. 16, caudalometro. 17, sonda de temperatura del aire. 18, sonda Lambda. 19, termocontacto temporizado. 20, sonda de temperatura del motor. 21, caja de aire adicional. 22, tornillo de riqueza del ralentí. 23, captador de referencia angular. 24, captador de velocidad de rotación. 25, batería. 26, llave de contacto. 27, relé principal. 28, relé de la bomba.



En efecto; en la parte superior del esquema tenemos el circuito de alimentación clásico de los sistemas Jetronic en general compuesto por un depósito de gasolina (1), una bomba de alimentación eléctrica (2), un filtro (3) y una rampa distribuidora (4) para la alimentación de los seis inyectores de que consta el equipo presente más el inyector de arranque que todavía puede ser utilizado en estos equipos. La presencia del regulador de presión (5), con toma de vacío, convierte este esquema, hasta aquí, en un esquema básicamente igual al que hemos estudiado en el capítulo dedicado al L - Jetronic. Un elemento especial lo encontramos en el amortiguador de vibraciones (6) que establece una corriente fluida en el paso de la gasolina de retorno al depósito y evita la formación de burbujas de vapor por mantener en general baja la temperatura del combustible gracias a la constante recirculación del líquido, lo que asegura una mejor dosificación.

El sistema empleado para la medición del caudal de aire es igual al procedimiento del caudalímetro mecánico con potenciómetro del L- Jetronic.

Una mariposa de la sonda (16) mueve un cursor en el potenciómetro. En el N° 17 de la figura tenemos la sonda de temperatura de aire y en el 22 el tornillo de riqueza del ralentí.

Los demás elementos que forman parte del equipo de inyección de gasolina nos son sobradamente conocidos. Así tenemos la mariposa de aceleración (14) con su caja de contactores (15); la caja de aire adicional (21) así como la sonda de temperatura del agua de refrigeración (20), el inyector (11), la válvula o inyector de arranque en frío (12) con su termocontacto temporizado (19), etc. A todos estos elementos conocidos; vemos en el esquema que se adjuntan una serie de nuevos dispositivos que tienen que ver con la parte del sub- sistema que comporta el encendido. En la zona del cigüeñal tenemos, por ejemplo, la presencia de dos captadores que mandan información a la unidad electrónica de control. Estos captadores son: el captador de velocidad de rotación (24) y el captador de referencia angular (23), dos datos fundamentales para conocer el punto exacto de producción de la chispa entre los electrodos de las bujías y el número de chispas que hay que proveer.

Por otra parte , tenemos dibujado en la parte superior de la culata, la bobina de encendido (8), el distribuidor (9) sin platinos y la bujía (10) , elementos básicos de este. Antes de continuar adelante cabe destacar la ausencia del tradicional avance de encendido tan propio de todas las instalaciones de producción de chispa. Por el contrario, el avance de encendido, tanto centrífugo como de depresión, se halla grabado en la memoria de la unidad electrónica de control y que se explicará en el próximo párrafo.

## LA UNIDAD ELECTRÓNICA DE CONTROL

La centralización de los dos sub-sistemas de que consta el equipo en una sola unidad electrónica de control, hacen que este dispositivo electrónico sea uno de los más complicados que fabrica la marca alemana para sus equipos. En la figura 2 tenemos una vista de la constitución interna de una de estas cajas y ya se puede ver la cantidad de circuitos integrados de que se compone el conjunto así como de todos los demás elementos discretos abundantes, como condensadores, transistores, diodos y gran cantidad de resistencias.

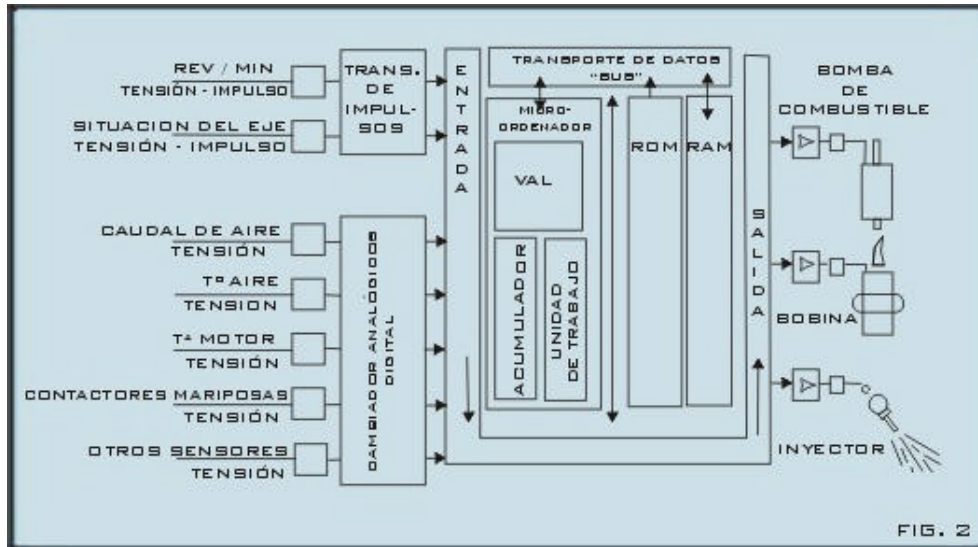
Una aproximación más detallada al funcionamiento de una unidad electrónica de control de este tipo lo podemos ver en el esquema de bloques que se muestra en la figura 2. Por medio de él se tendrá una idea general de la forma como es elaborada la información que se recibe en la UEC a través de los determinados elementos de que consta esta unidad electrónica.

En primer lugar, nos encontramos, en el extremo izquierdo del dibujo, con la representación de los diferentes sensores de que dispone una UEC utilizada en el Motronic. Dada la necesidad de disponer de dos sub-sistemas tiene también distribuidas en dos partes las informaciones recibidas por los sensores.

En la parte superior del dibujo tenemos las correspondientes al sistema de encendido con la captación de los parámetros relativos a las rev / min. del motor y a la situación angular del cigüeñal. Estas informaciones llegan por medio de impulsos, los cuales pasarán a la entrada el resultado que irá a la línea o "bus" de transporte de datos desde sufrirá la elaboración propia del resto de los elementos en el microordenador.

Por otro lado tenemos la entrada de los datos procedentes de los sensores propios de la inyección de gasolina. Todos estos datos entran en forma de variaciones de tensión de modo que serían fácilmente aceptadas en una unidad que trabajara por los procedimientos analógicos; pero como quiera que el microordenador y sus memorias trabajan con procedimientos digital, para unificar las señales pasan todos estos datos a un cambiador analógico/digital que después de efectuar una transformación de las señales las envía a la entrada y de allí a la vía o "bus" de transporte de datos, los cuales serán elaborados por las unidades correspondientes.

El microordenador está compuesto por una unidad aritmético lógica (UAL) de funcionamiento totalmente digital, la cual realiza funciones aritméticas y operaciones lógicas con los datos que le van suministrando. Como todas estas unidades dispone también de su correspondiente acumulador y de su unidad de trabajo.



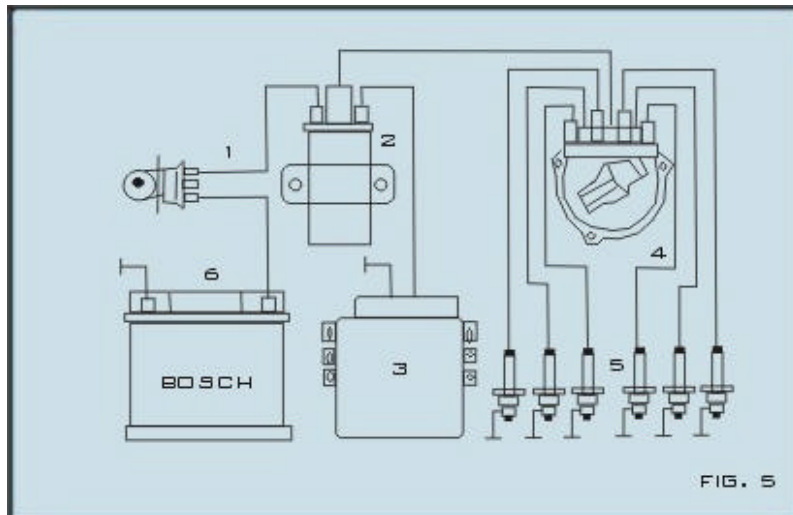
La correlación entre el microordenador y el "bus" de datos está regida también por las memorias que vemos representadas por dos bloques de la parte central, a la derecha del esquema de la figura 2 que estamos ahora comentando. Así tenemos la memoria ROM, propia para el funcionamiento de trabajo de la UEC y la memoria RAM, o de acceso aleatorio.

A través de todas estas informaciones se elaboran las órdenes de mando que pasan a la salida de la UEC a cada uno de los elementos que controlan el funcionamiento del Motronic tales como la bomba de combustible, la bomba de encendido y la inyección.

## EL SISTEMA DE INYECCIÓN DE GASOLINA

Después de haber visto el esquema general del Motronic y de comparar los conocimientos adquiridos en capítulos anteriores de este folleto con los elementos que forman este sub-sistema de inyección de gasolina, no parece necesario hacer una descripción pormenorizada de los diferentes aparatos que componen el equipo, en esta parte de la inyección, pues ellos son idénticos a los que ya conocemos sobradamente. La única variante de importancia en la comparación de un L-Jetronic con un Motronic la tenemos que encontrar en la unidad electrónica de control que trabaja principalmente por un sistema digital a diferencia de los sistemas analógicos que se utilizan con preferencia en los L-Jetronic. Pero esta diferencia es necesaria para que se pueda llevar a cabo la mayor acumulación de datos que el Motronic comporta en virtud de su mayor número de funciones.

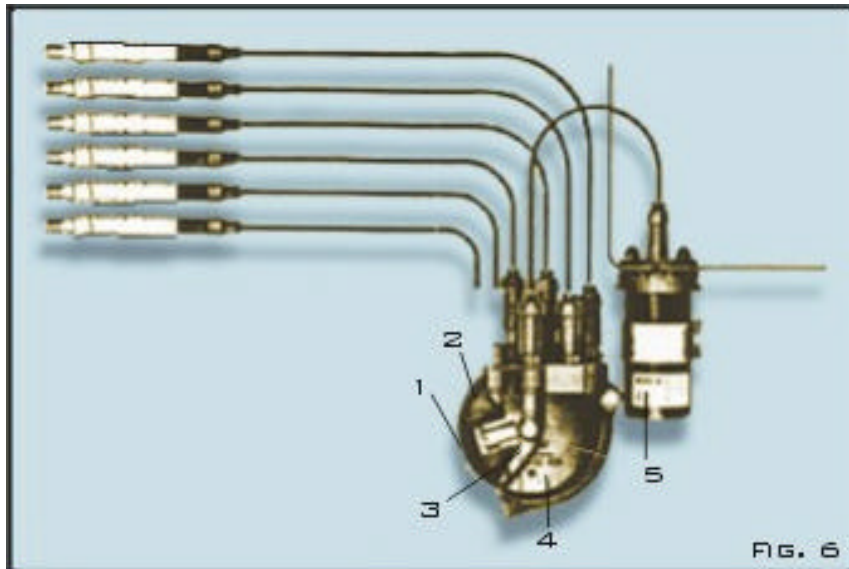
## EL SISTEMA DE ENCENDIDO



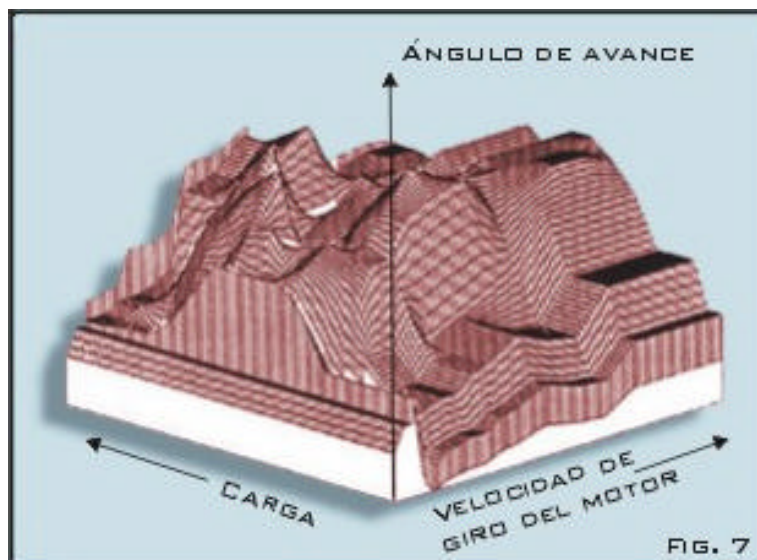
Un esquema básico del encendido que produce el Motronic lo podemos ver en la figura 5. Después de la llave de contacto (1) la corriente pasa al primario de la bobina (2) de encendido. El circuito se establece a masa a través de la unidad electrónica de control (3) que es la que determina el momento de corte de la corriente en el primario y por lo tanto la creación de la corriente de alta tensión en el arrollamiento secundario de la bobina y el paso de esta corriente al distribuidor (4). Desde Aquí el distribuidor manda la corriente de alta tensión a las bujías (5) por el orden establecido del encendido.

Ante esta explicación tan sencilla hay que aclarar puntos de la mayor importancia y que son propios de este equipo. Por el momento vemos la ausencia de ruptor no ya de tipo mecánico, por supuesto, sino ni siquiera del tipo electromagnético, o " sin platinos".

El distribuidor, que podemos ver en la figura 6, junto con la bobina de encendido, consta, sencillamente, de un rotor distribuidor antiparasitario (2) que en su giro va mandando la corriente de alta tensión que recibe a través de su conector central, hacia todos los contactos que van a parar a cada una de las bujías. Podemos compararlo, por lo tanto, con la función de distribución que ejerce la cabeza del delco o distribuidor de los motores tradicionales. No existen en el eje que propulsa este aparato ninguna leva ni masas polares de avances de encendido. Su función está ahora llevada a la máxima simplicidad y su consumo de energía también. Como quiera que dispone de muy poco volumen puede ser colocado a la salida del eje de levas sin que produzca el menor estorbo.



El segundo punto importante es, precisamente, la ausencia de avances de encendido en función de la velocidad. Todas estas masas polares de que constan los distribuidores tradicionales mediante las cuales se desplaza en un valor angular determinado el eje de distribución con respecto al eje de arrastre y se modifica la posición de la leva para que corte la corriente del primario de la bobina con anticipación de acuerdo con la velocidad de giro del motor, han sido realizados en el Motronic por procedimientos totalmente electrónicos, con intervención directa del microordenador. Veamos como esto puede llevarse a cabo.

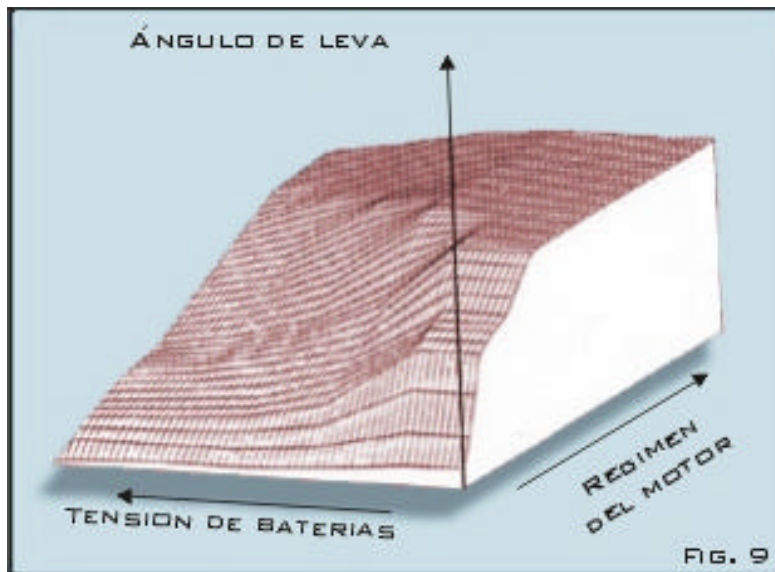




En la figura 7 podemos ver lo que se llama una cartografía compleja del encendido del Motronic. **Vemos que para la determinación del ángulo de avance no solamente se tiene en cuenta la velocidad de giro del motor sino también el estado de carga a que se encuentre.** Cada uno de estos puntos, que proporcionan como un perfil montañoso, ha sido calculado previamente en un banco de pruebas con el motor en concreto y posteriormente ha sido cuidadosamente estudiado, con todas sus variantes, sobre el vehículo en funcionamiento y teniendo en cuenta las condiciones más óptimas de consumo, polución de los gases de escape y buenas condiciones de conducción. Todos estos puntos que vemos en la cartografía de la figura 7 dan por resultado no solamente un avance de acuerdo con el régimen de giro sino con otros factores por medio de los cuales se permite un funcionamiento más óptimo del motor.

Una vez obtenidos todos estos datos, de la forma que muestra la cartografía, se pasan a la memoria de del Motronic en un módulo electrónico por medio del cual se puede determinar, entre dos fases de encendido sucesivas, el valor del avance de acuerdo con las informaciones que la UEC recibe sobre la carga a que está sometido el motor y la velocidad de régimen que soporta. Estos valores son consultados con la memoria y ello da como resultado un impulso inicial que corresponde a una posición óptima de las curvas grabadas en la cartografía que a su vez la memoria tiene siempre presentes.

Con lo que respecta al encendido no acaban aquí las ventajas que su integración en la UEC comporta con respecto a los encendidos electrónicos independientes.. Otra de las grandes virtudes del sistema lo vamos a encontrar también en el mando del ángulo de leva.. Como es bien sabido por los electricistas del automóvil, la energía almacenada dentro del campo magnético de una bobina de encendido va disminuyendo a medida que se le exige una mayor cantidad de producción de chispas por minuto, si se supone siempre constante el ángulo de leva o duración del corte de la corriente del primario. Esto explica el porqué los encendidos tradicionales son tanto más ineficaces a medida que el régimen del motor aumenta ya que el valor de la corriente de alta tensión disminuye cuando aumenta el régimen. Este problema puede solucionarlo muy fácilmente la unidad electrónica de control si previamente se le dan los datos óptimos de mando del ángulo de leva de una manera parecida a lo que hemos hecho con el avance de encendido. En efecto, también puede estudiarse con todo detenimiento, en el laboratorio, los valores más óptimos de duración del estado de conducción del arrollamiento primario de la bobina de encendido de acuerdo con la velocidad de giro del motor y de la tensión, de modo que se pueda disponer siempre de una corriente primaria lo más parecida posible a la equivalente a un funcionamiento estacionario. Ello da como resultado la creación de la llamada cartografía del ángulo de leva, realizada por ordenador, y cuyo contenido puede pasarse a una memoria y proporcionarla al microordenador para que reaccione de la forma adecuada frente a los numerosos estados de velocidad de régimen y tensión de la batería. A modo de ejemplo, puede verse algunas de estas cartografías en la figura 9. Como puede deducirse, la utilización por parte del microordenador es semejante a lo que ya se explicó en el caso del avance de encendido.



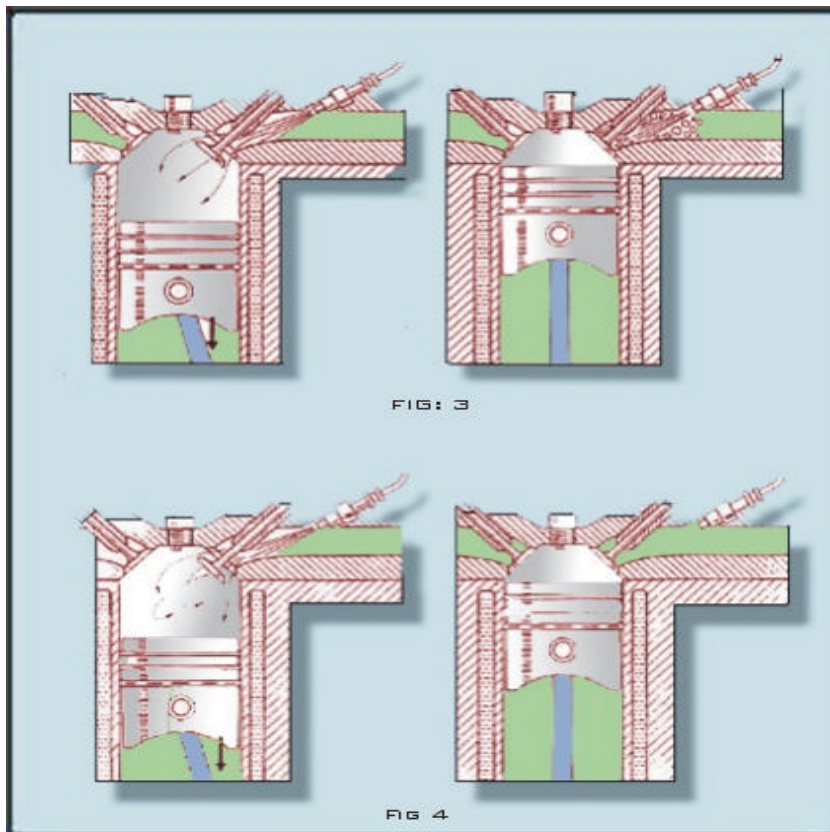
Como ha podido verse, toda esta parte correspondiente al sub-sistema de encendido pertenece a un área técnica que difiere bastante en sus procedimientos y sus fenómenos físicos a lo que es el tema de la inyección de gasolina que realmente nos interesa estudiar en este folleto. De todas formas la presencia de una unidad electrónica de control, de tantas posibilidades por su técnica digital como la que se ha estudiado y equipa al Motronic, no solamente permite hacerse cargo de dos sistemas tan importantes para el funcionamiento del motor de explosión como son la alimentación y el encendido, sino que incluso podría llegar a integrar cualquier otro tipo de control propio del automóvil. La Electrónica se está llevando a muchas partes del automóvil en plan experimental, tales como frenos, suspensiones, cambios automáticos de velocidades, direcciones asistidas, etc, además de las clásicas aplicaciones en antirrobo, cambios automáticos de luces, limpiaparabrisas y un gran número de aplicaciones. Todo ello puede integrarse en una sola unidad electrónica de control mediante la cual se podrían obtener funcionamientos de los diferentes mecanismos mucho más precisos y seguros que los que hemos conocido hasta este momento.

## CAPÍTULO VII / INYECCIÓN DE COMBUSTIBLE

### SISTEMAS DE INYECCIÓN DE COMBUSTIBLE

La inyección de gasolina puede **ser directa** si el inyector está colocado en contacto con la misma cámara de combustión y lanza su dardo de combustible dentro de ella, o **bien indirecta** si, como en el caso de la figura 2, el dardo se produce en una posición anterior a la válvula de admisión. En los sistemas de inyección de gasolina para motores de automóvil puede decirse que siempre se utiliza la segunda posibilidad. Los inyectores están colocados muy cerca de la válvula de admisión y además encarados en una posición favorable para que el dardo que escupen tenga la mayor facilidad de entrada por el orificio de la válvula. El paso del aire al abrirse la válvula de admisión arrastra la fina niebla de combustible que el inyector provoca hacia el interior del cilindro.

También existe la posibilidad de que el combustible fluya constantemente mientras el motor está en funcionamiento, como es el caso que se representa en la figura 3



En este caso recibe el nombre de inyección continua. Cuando la válvula de admisión se abre, la corriente de aire que provoca arrastra también la niebla del combustible al interior del cilindro y cuando la válvula permanece cerrada, esta niebla se va acumulando en la misma entrada que la válvula cierra hasta la próxima abertura en la que será arrastrada de nuevo por la corriente de aire provocada.

En oposición a este sistema existe el de inyección espaciada ( figura 4 ) en el que la inyección se produce en cada momento necesario de abertura de la válvula de admisión. La cantidad de combustible aportado, en este sistema, puede resultar muy preciso y estar de acuerdo con la cantidad de aire que haya penetrado por la admisión.

El inyector regula la cantidad de gasolina por el tiempo que permanece abierto. Así, cuando el motor gira a pocas vueltas y por lo tanto precisa poca cantidad de combustible, el inyector se abre y cierra muy rápidamente, y va haciéndolo con mayor lentitud a medida que las necesidades de aportación de combustible son mayores en virtud de un mayor régimen de giro del motor o una mayor carga del mismo.

En la actualidad puede decirse que el procedimiento más corriente a utilizar en los sistemas de inyección de gasolina actuales viene determinado por la inyección indirecta y espaciada que puede resultar muy precisa en el caso de ser regida por una unidad electrónica de control. Esta unidad puede recibir mucha información por medio de sensores y con ella determinar la mezcla adecuada gracias a su programa de actuación, por lo que estará facultada para pasar órdenes eléctricas muy precisas que determinen exactamente el tiempo de abertura del inyector y con ello el combustible aportado.

## COMPONENTES DE UN SISTEMA DE INYECCIÓN.

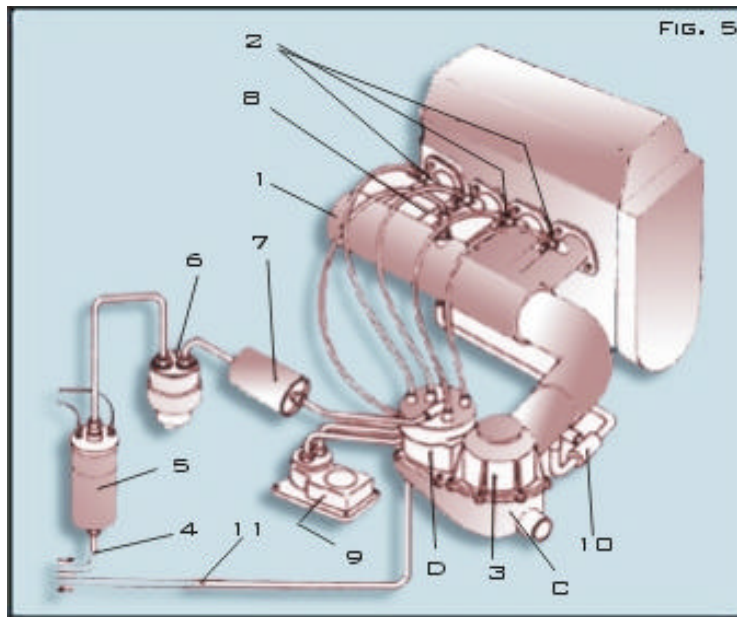
El conjunto de los componentes básicos que forman parte de un sistema de inyección de gasolina lo vemos en la figura 5. Para mayor sencillez hemos elegido un equipo de control mecánico, aunque a lo largo del folleto veremos con todo detalle los sistemas de inyección de control electrónico.

En la figura 5 tenemos el **colector de admisión** (1), provisto de sus correspondientes tomas para cada uno de los cilindros del motor, que en este caso son cuatro. Puede verse la presencia de los **inyectores** (2) colocados al extremo de los tubos del colector, lo más cerca posible de las válvulas de admisión aunque separables del motor al retirar el conjunto del colector.

En 3 tenemos una de las piezas clave del sistema, es decir, el **mecanismo de control de caudal** (C), y el **distribuidor** (D) de combustible. En este caso, al pasar el aire hacia el interior del colector se encontrará con un plato sonda sobre el que el aire ejercerá una presión proporcional a la cantidad de aire que circule a través de él.

Esto engendrará un movimiento en el plato sonda que será trasladado a una válvula dosificadora, en el distribuidor, por medio de la cual se puede establecer una proporcionalidad entre el desplazamiento del

plato sonda citado y la cantidad de combustible mandada a los inyectores. En este caso, los inyectores funcionan también mecánicamente.



En figura 5 veremos que existen además otros dispositivos que también son importantes. Por una parte tenemos el conjunto de elementos que servirán para proveer de combustible los circuitos del equipo. La entrada de la gasolina se produce por el tubo (4) proveniente del depósito de combustible y aspirado éste por la bomba (5) de alimentación eléctrica. Desde aquí el combustible pasa a un dispositivo llamado **acumulador** (6) que tiene la misión de mantener la presión siempre dentro de determinados límites en el interior de los circuitos que a partir de él se establecen. El acumulador asegura presión durante la parada del motor e impide la formación de burbujas de vapor que impedirían o dificultarían la puesta en marcha con el motor caliente. A partir de este acumulador el combustible pasa por un filtro (7) que asegura la limpieza de la gasolina, cuyas impurezas serían muy perjudiciales para los pasos de salida del dardo de los inyectores. A partir de aquí el combustible pasa al distribuidor ya descrito.

Otro elemento importante del equipo está formado por el **inyector de arranque** (8) por medio del cual se suministra una cantidad suplementaria de combustible cuando el motor está frío y hay que proceder a su arranque. Este elemento hace las veces del estérter que poseen los carburadores para enriquecer la mezcla durante la puesta en marcha en frío.

También tenemos señalado en 9 de la misma figura ,el **regulador de calentamiento** que tiene por misión asegurar el enriquecimiento de la mezcla durante la fase de calentamiento del motor. Un tipo como el presentado en esta figura trabaja por medio de una lámina bimetálica que acciona una válvula mediante la cual se aporta una cantidad suplementaria de combustible mientras el motor todavía no ha adquirido su temperatura de funcionamiento.. Cuando esto se produce, la lámina bimetálica se dobla y cierra el paso de la válvula con lo que se deja de enviar la cantidad suplementaria indicada.

Por último, cabe destacar el dispositivo en by- pass del aire para el mantenimiento de la marcha en vacío o de ralentí. En la figura 5 tenemos el conjunto de estos elementos señalados en 10. Y para terminar, podemos ver en 11 el **conducto de rebase**, o retorno del combustible no utilizado, al depósito de gasolina.

## INYECCIÓN ELECTRÓNICA DE COMBUSTIBLE

El desarrollo de los dispositivos de estado sólido tales como diodos y transistores, hizo posible la inyección electrónica de combustible, la cual en sus orígenes se remonta a 1893 cuando los ingenieros de aviación comenzaron a interesarse por este procedimiento. Poco antes de la segunda guerra mundial la Mercedes Benz, ya había experimentado bastante en los motores de aviación con unos sistemas de inyección de gasolina que fue puesta en práctica en 1953 con la colaboración de la casa Bosch.

En la actualidad la inyección se ha masificado, existiendo en nuestro mercado solo vehículos con inyección electrónica de combustible y convertidor catalítico de tres vías.

## Clasificación de los sistemas de inyección.

Los sistemas de inyección se dividen en :

- Inyección Mono punto.
- Inyección Multipunto.

La primera, posee un solo punto de inyección, es muy similar a lo que hacia un carburador, pero actualmente se consigue una mejor relación aire combustible.

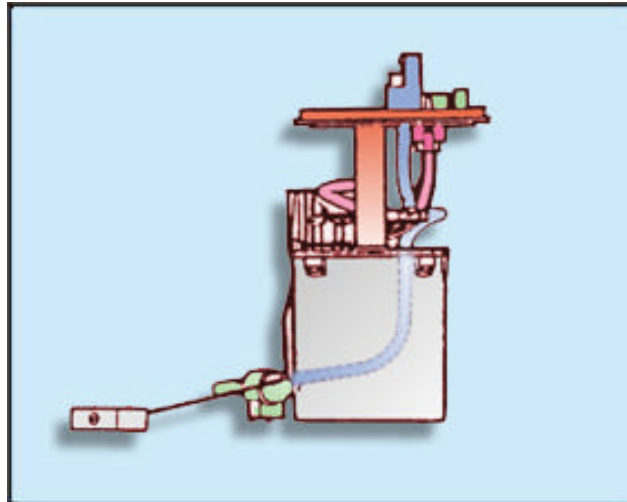
La segunda, tiene tantos inyectores como cilindros tenga el motor. Los inyectores se alojan en el múltiple muy cerca de la válvula de admisión y pulverizan el combustible según lo indicado por el computador del auto. El sistema determina la cantidad de combustible a inyectar según las condiciones de carga, presión, temperatura en que se encuentre el motor. Para lograr lo anterior dispone de sensores y actuadores, lo que junto al microcomputador desarrollan los programas de dosificación dados por el fabricante.

Para efectos de estudio, veremos :

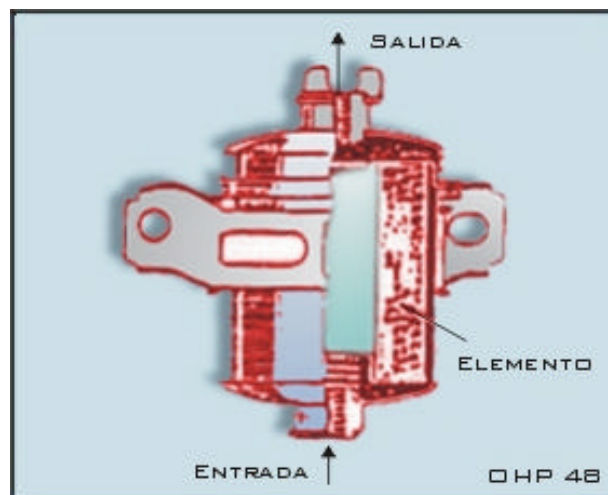
- 1 Línea de combustible.
- 2 Sensores y actuadores.
- 3 Métodos de medición de aire.
- 4 Válvula de control de ralentí.
- 5 Relés.
- 6 Unidad electrónica de control ( ECU ) .

### Línea de combustible

- Bomba de combustible : Es la encargada de extraer el combustible desde el estanque para enviarlo al tubo distribuidor. Se ubica dentro del estanque y es accionada por un motor eléctrico. La bomba es de funcionamiento continuo y recibe alimentación de un relé el cual es comandado por la unidad electrónica de control.

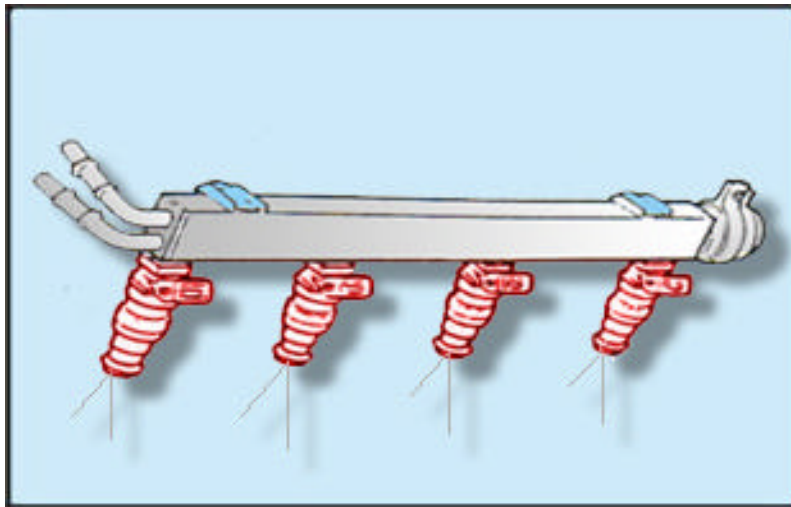


- Filtro de combustible: Está encargado de retener las partículas de suciedad existentes en la gasolina para que estas no obturen los pequeños orificios de descarga de los inyectores. Este filtro es de alta presión y debe ser remplazado según lo estipulado por el fabricante.

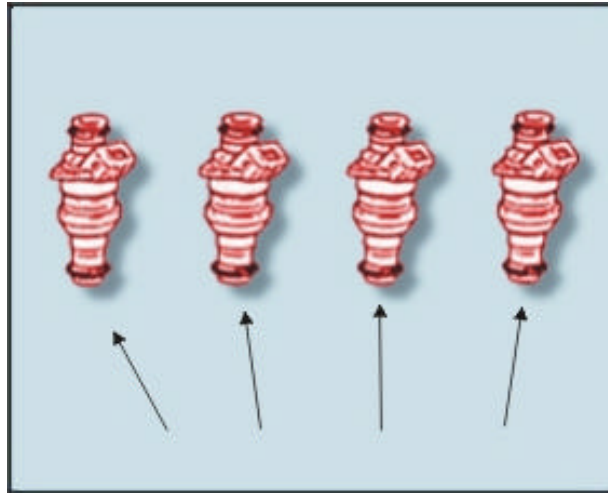




- Riel de alimentación: Es el tubo distribuidor perteneciente a los sistemas multipunto para alimentar de combustible a los inyectores, en los sistemas monopunto no se utiliza.



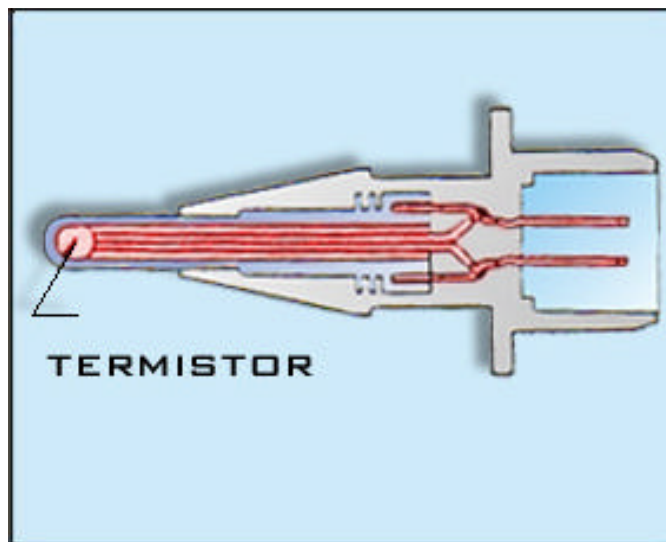
- Regulador de presión : Consiste en una válvula conectada a un diafragma sobre el cual se encuentra un resorte para controlar la presión del sistema. En los sistemas monopunto el regulador mantiene una presión aproximada de 1.5 bar, mientras que en los sistemas multipunto la presión alcanza los 2 a 2.5 bar.
- Inyectores : Son válvulas electromagnéticas normalmente cerradas, que están controladas por la ECU. En los primeros sistemas D jetronic los inyectores se abren con un pulso de 3 volt, en la actualidad llega hasta 12 volt. La duración del pulso es sólo de unos pocos milisegundos (2 a 5 milisegundos) , durante este tiempo el inyector pulveriza el combustible para alimentar el motor.



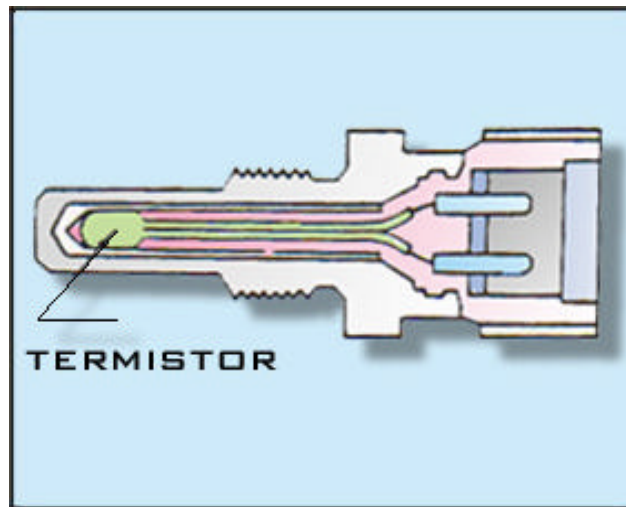
**Sensores y Actuadores**

Se denominan sensores a los dispositivos encargados de enviar información de las condiciones de carga, temperatura, presión del múltiple, rpm, etc .en que se encuentra el motor. El actuador en cambio recibe el mando desde la ECU para actuar, por ejemplo: relé de la bomba, electroválvula de purga del canister, inyector, etc.

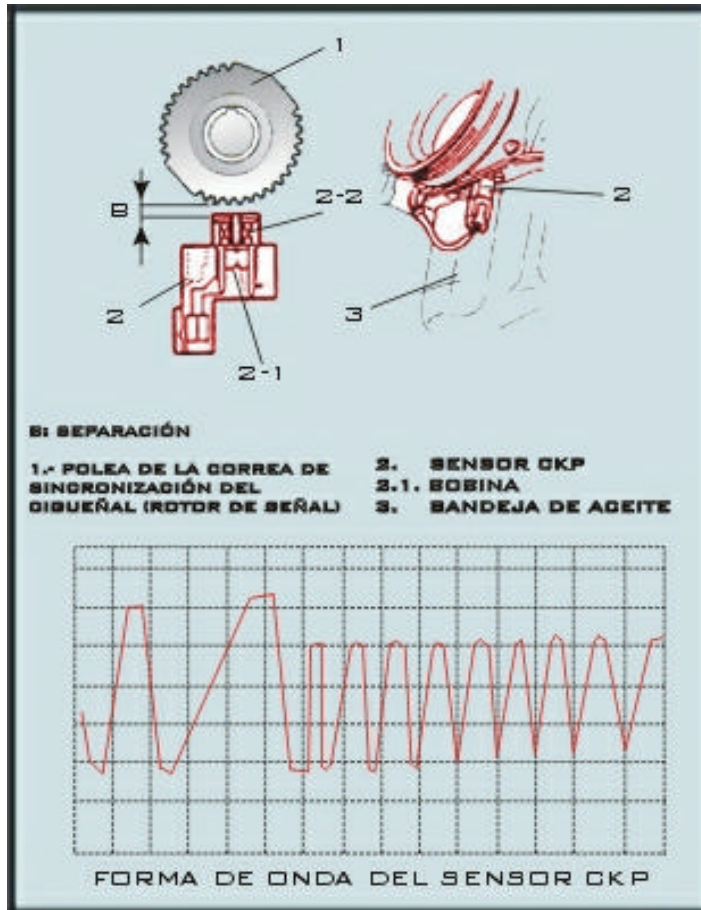
- Sensor de temperatura de aire( ACT ) : Esta compuesto por una resistencia del tipo NTC de coeficiente negativo, es decir, disminuye su resistencia a medida que aumenta su temperatura.



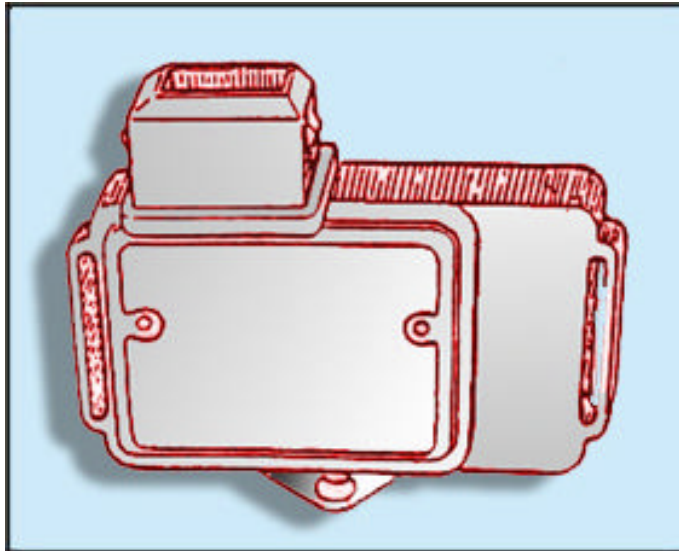
- Sensor de temperatura de refrigerante( ECT ) : Al igual que el sensor de temperatura de aire esta compuesta por una resistencia NTC que habitualmente tiene la misma característica de funcionamiento que la anterior. Los dos tipos reciben un voltaje de referencia de 5 volts desde la (ECU ) y entregan un voltaje de señal de voltaje variable según las condiciones de temperatura.



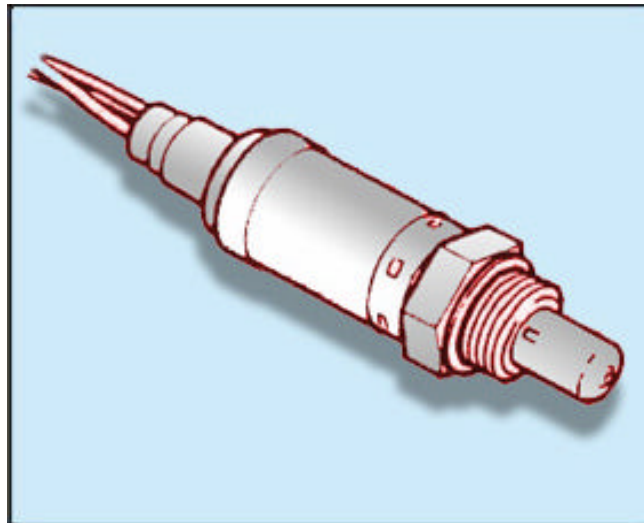
- Sensor de ángulo de giro ( CKP ) : El sensor de ángulo de giro permite informar al computador la posición y velocidad del cigüeñal. Existen varios tipos, entre ellos se destacan los:
  - Inductivos.
  - De efecto hall.
  - Fotoeléctricos.



- Sensor de presión Barométrica ( BP ): El sensor de presión barométrica como ustedes pueden ver es exactamente igual al sensor MAP, tanto en su aspecto físico como en su funcionamiento excepto que:
  - El sensor BP no posee una manguera de vacío conectada al múltiple de admisión, sino que tiene un orificio que mide directamente la presión atmosférica, para corregir la mezcla a distintas altitudes.
  - El BP envía una señal de 4.6 v a nivel del mar y el voltaje disminuye a medida que aumenta la altitud.

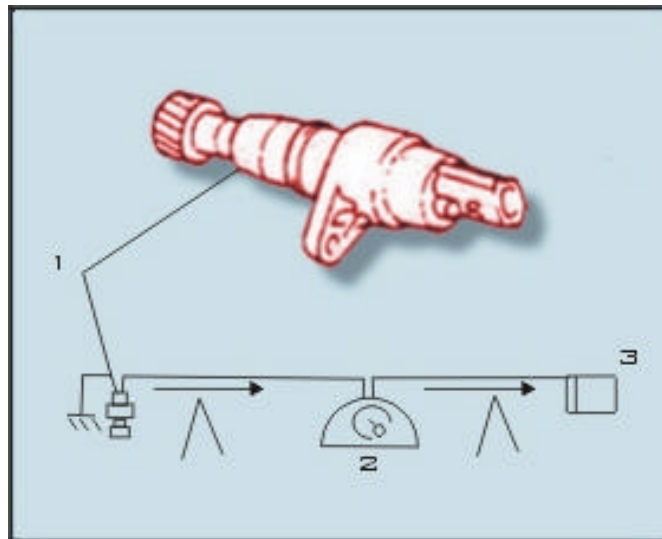


- Sonda lambda ( O<sub>2</sub> ) : La sonda lambda o sensor de oxígeno tiene por función informar al computador del contenido de oxígeno existente en el tubo de escape, permitiendo a la ECU reconocer si el motor está con mezcla rica o pobre.



En la actualidad encontramos sondas principalmente de óxido de circonia y que generan de 0.1 a 0.9 volt. El primer voltaje indica mezcla rica y el segundo mezcla pobre.

- Sensor de velocidad del vehículo ( VSS ) : Tiene por función informar a la ECU la velocidad del vehículo mediante una señal alterna que varía en frecuencia y en amplitud según las RPM. El VSS se localiza casi siempre en la salida de la caja de cambios o bajo el tablero de instrumentos.

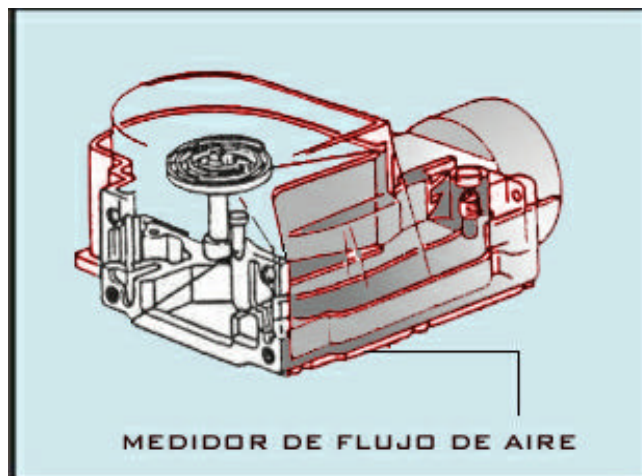


## Métodos de Medición de Aire

Los sistemas de inyección utilizan distintos métodos para determinar la cantidad de aire que ingresa al motor, los más comunes son :

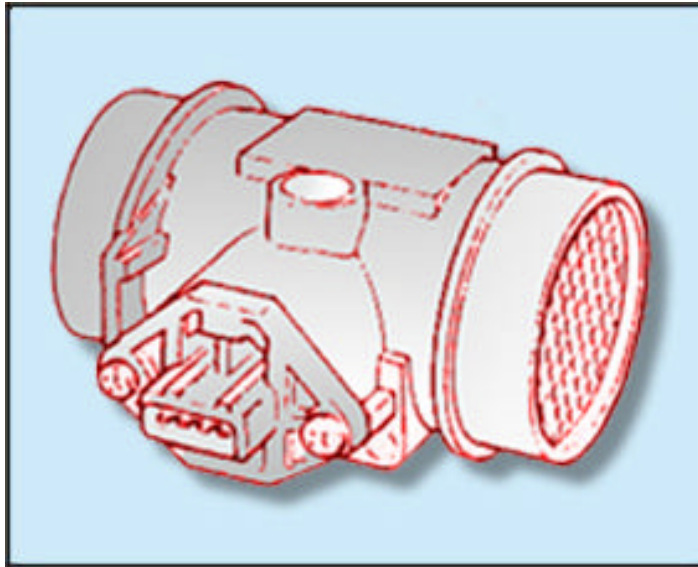
- Sensor de Presión Absoluta (MAP) : La ECU utiliza en este caso el método densidad velocidad por medio del medidor de presión absoluta del múltiple. El MAP recibe un voltaje de referencia de 5 volt desde la ECU. Y envía un retorno de señal según las condiciones de presión existentes en el múltiple.

- Sensor de Caudal de Aire (VAF) : En este método la ECU recibe información del caudal de aire aspirado por medio de un caudalímetro, tipo Aleta sonda. El dispositivo consta de un potenciómetro conectado al eje de la aleta la cual al moverse desplaza el cursor sobre la resistencia para variar el voltaje de señal hacia la ECU.



- Sensor de Flujo de Aire (MAF) : El sensor de masa de aire conocido también como Flujometro puede utilizar como elemento de medición un hilo de platino calentado o una película caliente, lo anterior define su nombre. Los dos sistemas cumplen el mismo objetivo, es decir reciben un voltaje de referencia, generalmente 12 volt y según la cantidad de aire que ingrese al motor entregan un voltaje que fluctúa entre 0.8 a 4 volt aproximadamente. Por ejemplo :

750 rpm 0.8 v  
2500 rpm 2v  
3000 rpm 3v

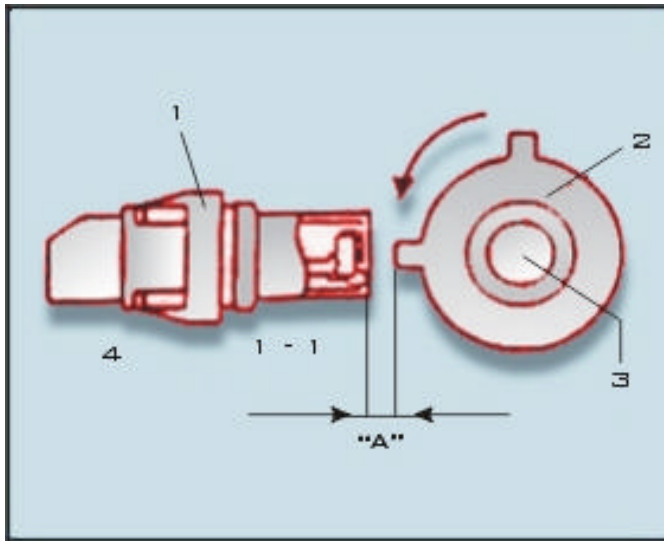


- Sensor de Detonación (KS) : Dispositivo piezoeléctrico que responde a las vibraciones ocasionales por detonaciones ya sea por mala elección del combustible o por mala sincronización de encendido. Por ejemplo cuando ocurre una detonación el sensor ubicado al costado del block comienza a enviar señales de voltaje alterno, la ECU los reconoce y comenzará a atrasar el encendido hasta que desaparezca la detonación.





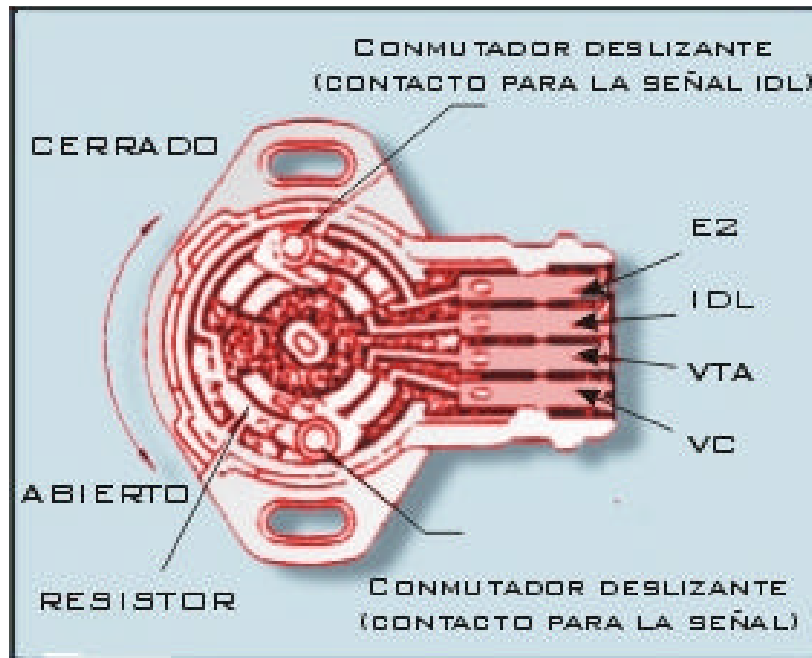
- Sensor de Posición del Eje de Levas (CMP) : Este sensor es generalmente inductivo y se monta en contacto con el eje de levas por esta razón enviará voltaje alterno se señal a la ECU. El sensor CMP se usa generalmente en motores equipados con sistemas DIS para seleccionar la bobina a disparar.



- Sensor de Posición del Acelerador (TPS) : El TPS indica al computador la posición angular de la mariposa de aceleración y en algunos modelos también la posición de ralentí y plena carga.

El sensor utiliza un potenciómetro generalmente lineal para enviar un voltaje variable a la ECU, recibe un voltaje de referencia de 5 volt y entrega por ejemplo :

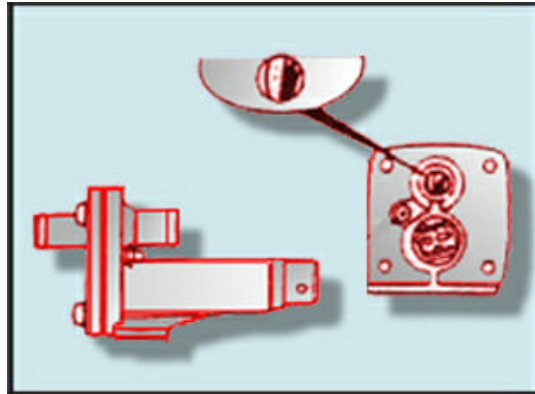
0.8 v con mariposa cerrada  
5 v con mariposa a 90° de abertura



### Válvula de Control de Ralentí

Existen varios tipos de válvulas de control de ralentí, algunas sólo controlan la velocidad de marcha rápida en condiciones de motor frío (las más antiguas del tipo bimetal) y otras aparte de lo anterior, controlan las distintas variaciones del ralentí según la carga. A continuación se detallan los distintos tipos.

- Válvula tipo Bimetálica : Este tipo de válvula sólo mantiene el motor acelerado cuando la temperatura del refrigerante es baja. La válvula permite el paso de aire saltando la mariposa de aceleración, esto se logra por medio de un muelle bimetálico el cual cuando está frío se máxima tensión, después de dar arranque circula una corriente por un calefactor el cual permite que el bimetal se dilate cerrando el conducto de aire para volver al motor a la velocidad de ralentí.



Válvula IAC : En este tipo de válvula se controla tanto el arranque en frío como estabilidad del ralenti según la carga. La válvula es gobernada por un motor eléctrico el cual recibe señales desde la ECU para posesionarse.

Válvula tipo Solenoide : Funciona muy similar a la anterior con la salvedad que el elemento que controla la válvula es un electroimán.

Válvula de Control de Purga del Canister : Es otro de los actuadores controlados por la ECU. La función es permitir el paso de hidrocarburo desde el estanque hacia el cánister. La válvula es del tipo electroimán.

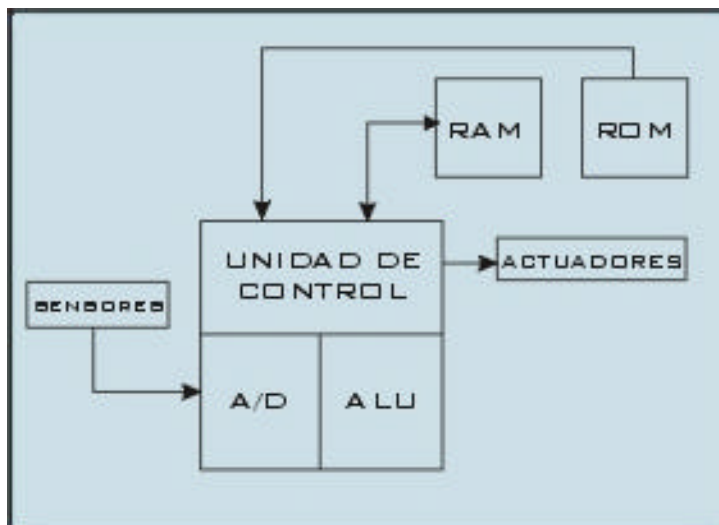
## Relés

Un conjunto de relé son activados por la ECU. Como una manera de alimentar en forma más directa el componente sin sobrecalentar la ECU. Los relé más típicos son :

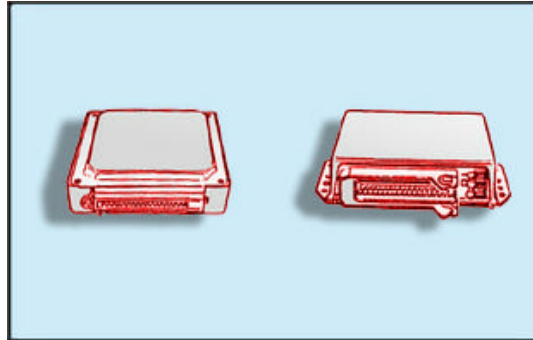
- Relé de bomba de combustible.
- Relé del electroventilador.

## Unidad Electrónica de Control (ECU)

Tiene por función procesar la información recibida de los sensores y desarrollar el programa almacenado en la memoria. La unidad electrónica de control opera bajo el siguiente principio.



Las señales recibidas por la ECU se procesan y se almacenan temporalmente en la memoria RAM, luego el procesador del sistema compara dichos datos con los existentes en la memoria ROM y toma la decisión la cual se traduce en un tren de pulso hacia los actuadores. La ECU determina por ejemplo la duración del pulso de inyección para obtener mezclas ideales (ricas o pobres) según la condición de funcionamiento del motor, también gobierna el funcionamiento del electroventilador, la válvula de purga del canister y en los sistemas más avanzados el avance al encendido entre otras cosas.



En los sistemas actuales la unidad de control dispone de memorias PROM o EEPROM, las cuales es posible reprogramar para cambiar o corregir ciertos parámetros de funcionamiento.

## **BIBLIOGRAFÍA**

---

- De Castro, Miguel : Inyección de Gasolina  
Biblioteca CEAC del Automóvil  
Editorial CEAC S.A. España
- González Varas, Juan : Inyección y encendido electrónico, Nivel I  
INACAP Capacitación – Sede Renca  
2001
- BOSCH : Sistema de Inyección y Encendido Electrónico  
Sistema MONO- MOTRONIC  
MA – 3.0

## SITIOS WEB DE INTERÉS

---

<http://www.bosch.de/>

<http://www.motosalas.com/>

<http://www.upermotor.com/>

km77.com Nissan Primera 2002

Citroén C5. Motores de gasolina de Inyección Directa o Indirecta.

[http://km77.com/marcas/citroen/05\\_01/oprimera/sumario2.asp](http://km77.com/marcas/citroen/05_01/oprimera/sumario2.asp)

[http://sudineroel\\_mundo.es/1999/12/03/motor/3N0104.html](http://sudineroel_mundo.es/1999/12/03/motor/3N0104.html)

Motor Renault dispone ya de un motor de gasolina de Inyección Directa.

<http://www.ceacedit.com/> Libros Técnicos

## EJERCICIOS

Guías para el diagnóstico de sensores y actuadores correspondiente a un sistema de Inyección electrónico.

### EJERCICIO Nº 1

#### Diagnóstico del sensor de temperatura del motor

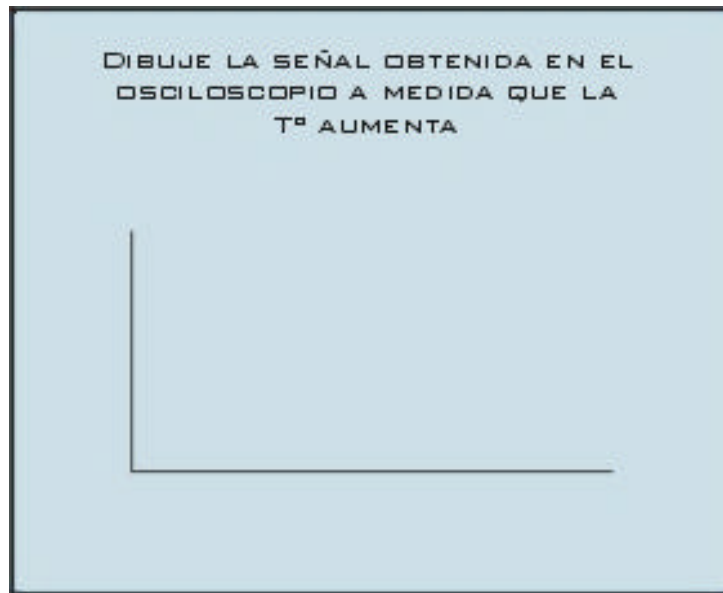
Desarrolle las siguientes actividades :

- Mida el voltaje de polarización del sensor.
- Mida la resistencia eléctrica, voltaje de salida en frío y en caliente. Para esta medición utilice ohmetro, voltímetro y osciloscopio.
- Anote los valores obtenidos en los siguientes recuadros.

VOLTAJE DE POLARIZACIÓN =

RESISTENCIA CON MOTOR FRÍO =  
TEMPERATURA NORMAL =

VOLTAJE CON MOTOR FRÍO  
TEMPERATURA NORMAL =



## EJERCICIO Nº 2

### Diagnóstico del sensor de temperatura de aire

Desarrolle las siguientes actividades :

- Mida el voltaje de polarización del sensor.
- Mida la resistencia eléctrica, voltaje de salida en frío y en caliente. Para esta medición utilice ohmetro, voltímetro y osciloscopio.
- Anote los valores obtenidos en los siguientes recuadros.

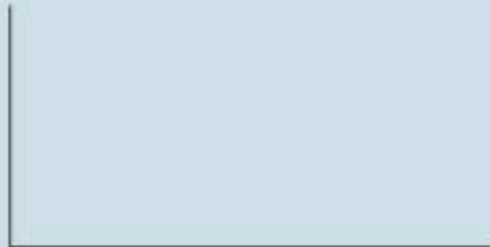


VOLTAJE DE POLARIZACIÓN =

RESISTENCIA CON MOTOR FRÍO =  
TEMPERATURA NORMAL =

VOLTAJE CON MOTOR FRÍO  
TEMPERATURA NORMAL =

DIBUJE LA SEÑAL OBTENIDA EN EL  
OSCILOSCOPIO A MEDIDA QUE LA  
Tº AUMENTA



### EJERCICIO Nº 3

#### Diagnóstico del sensor de posición de mariposa TPS

Desarrolle las siguientes actividades :

Las siguientes mediciones se deben realizar en ambas pistas de trabajo del sensor :

- Mida el voltaje de polarización para cada pista.
- Mida resistencia y voltaje de trabajo en las distintas posiciones de la mariposa.

**VOLTAJE DE POLARIZACIÓN**

Pista Nº 1 =

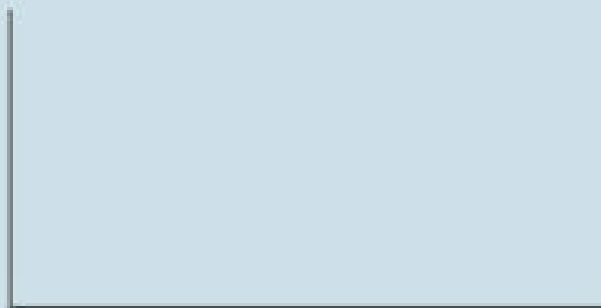
Pista Nº 2 =

**RESISTENCIA (cerrado - abierto)**

Pista Nº 1 =

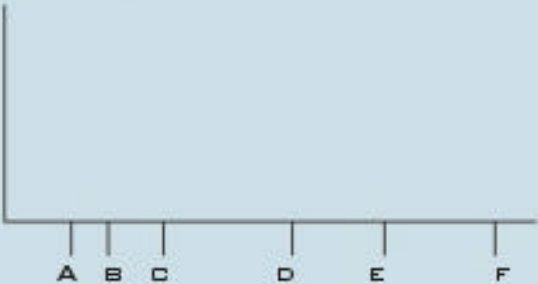
Pista Nº 2 =

FORMA DE ONDA LA SONDA EN  
FUNCIONAMIENTO



VOLTAJE DE TRABAJO (cerrado-abierto)  
Pista N° 1 =  
Pista N° 2 =

DIBUJA LA SEÑAL OBTENIDA EN LA PISTA N° 2  
LAS SIGTES CONDICIONES.  
- CON MOTOR DETENIDO



A B C D E F

A-B IG - OFF  
B-C IG - ON  
C-D ACELERANDO A FONDO  
D-E MANTENER A FONDO  
E-F VOLVER A RALENTI

**EJERCICIO Nº 4**

**Captador de Régimen**

a) Indique el tipo de captador

TIPO =

b) Medir resistencia eléctrica y voltaje de salida en las siguientes condiciones.

Voltaje AC en :  
 Vel. De arranque =  
 Vel. De ralenti =  
 2500 RPM =

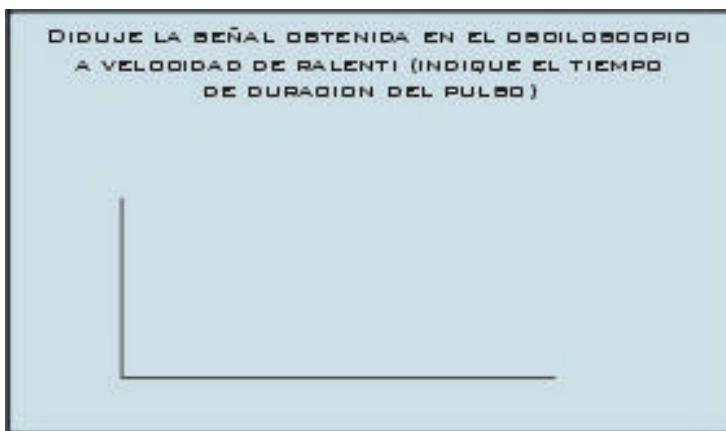


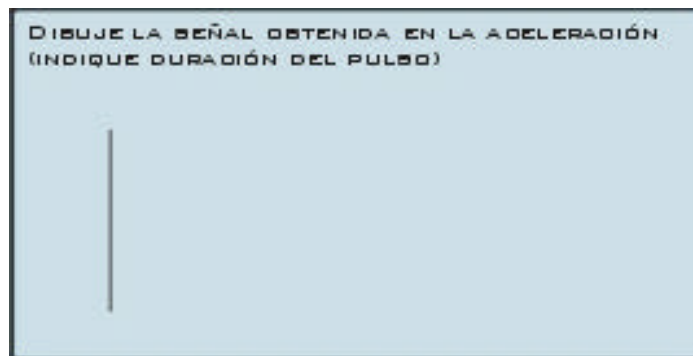
## EJERCICIO Nº 5

### Inyector

- Mida la resistencia eléctrica del inyector.
- Visualice la señal en el osciloscopio..
- Determine la duración del pulso bajo distintas condiciones de funcionamiento.

Resistencia =





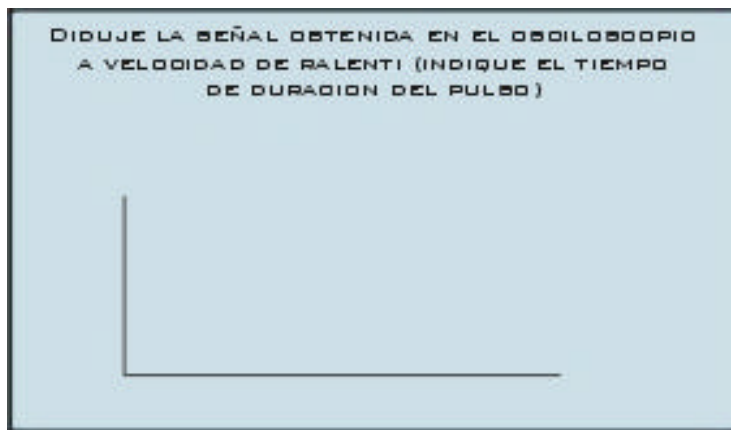
## EJERCICIO Nº 6

### Control de Marcha Lenta (Motor Ralentí)

- Medir la resistencia entre los bornes 1 y 2 .
- Medir la resistencia entre los bornes 3 y 4.

Resistencia bornes 1 y 2  
Mariposa cerrada =

**Resistencia bornes 3 y 4**  
Mariposa cerrada =  
Mariposa abierta =  
Mariposa abierta ¼ de carrera =



## EJERCICIO Nº 7

### Sonda Lambda

- Medir la resistencia eléctrica del calefactor.
- Mida el voltaje de alimentación del calefactor.
- Mida el voltaje que entrega la sonda al computador con ciclo cerrado.
- Mida el voltaje en la sonda desconectándola del conector.
- Visualice la señal en el osciloscopio.

Realice las pruebas anteriores con el analizador de gases conectado y motor a temperatura normal.

Resistencia del calefactor =  
 Voltaje de alimentación =

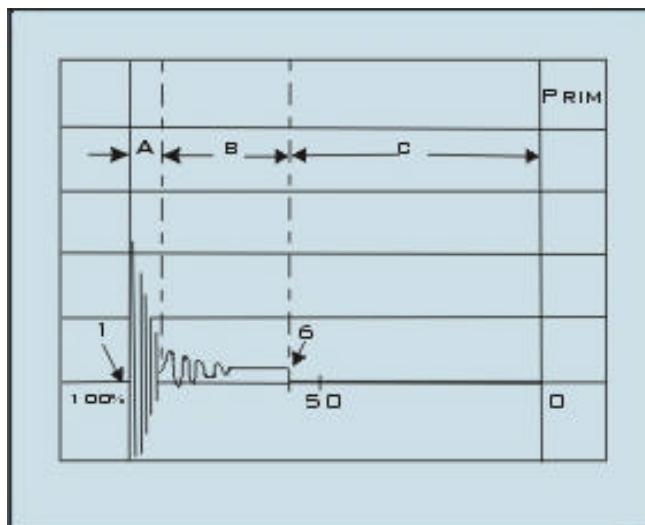
Voltaje de la sonda conectada =  
 Voltaje de la sonda desconectada =

## TRANSPARENCIAS

### DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA DE ENCENDIDO ELECTRÓNICO

El diagnóstico del encendido se puede realizar utilizando desde un multímetro hasta un escáner, siendo el osciloscopio uno de los instrumentos más adecuado para obtener una visión clara y rápida del compartimiento del encendido.

#### Curvas del Circuito Primario

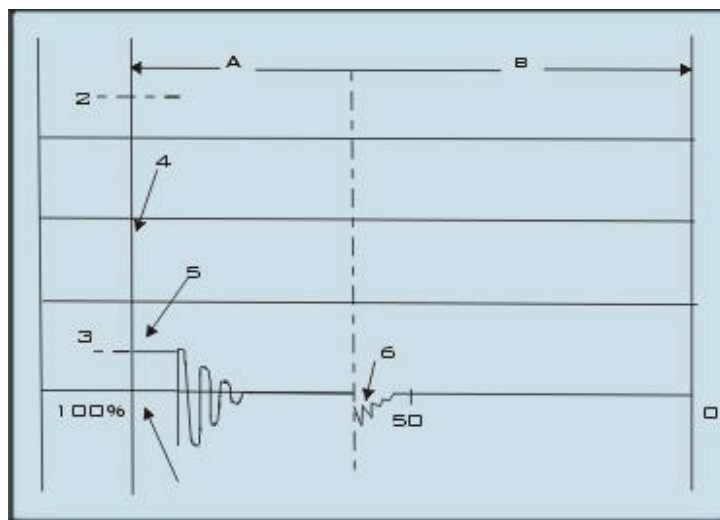


En esta curva se aprecia una notable diferencia con respecto al oscilograma primario del encendido convencional. Falta por completo la oscilación amortiguada al comienzo de la transición de apertura es causada únicamente por las capacidades de conmutación existentes y quizás por condensadores de



protección de pequeña capacidad en la salida del módulo. El oscilograma primario se asemeja mucho al oscilograma secundario.

### Curvas del Secundario



Prácticamente no se diferencia del oscilograma secundario del encendido convencional. Para la transición de cierre, tensión de encendido, chispa y amortiguación es idéntico que el oscilograma normal. En lugar de decir contactos abiertos o cerrados, se dice ahora solamente transistor en corte o en saturación (conduciendo).

- Si se detecta alguna anomalía al observar las curvas de encendido se debe proceder de la siguiente forma:

Medir resistencia de cables de bujía

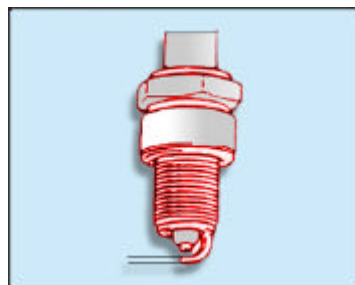
La resistencia debe estar de acuerdo a lo especificado por el fabricante (en la figura 10 a 22k  $\Omega$  Suzuki SY 413).

## REVISAR BUJÍAS

Retire las bujías del motor e inspeccione :

- Desgaste de electrodos.
- Depósito de carbón.
- Daño de aislación.

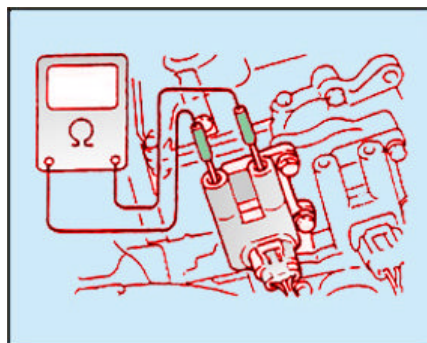
Si no se encuentra una anomalía, ajuste el entrehierro, limpie con un limpiador de bujías de encendido o cambie por bujías nuevas según especificación técnica. Para éste caso el entrehierro es de 0.7 – 0.8 mm.



## DIAGNÓSTICO DE LA BOBINA

Mida la resistencia eléctrica del arrollamiento primario y secundario de la bobina.

En este caso      primario  $0.1 \Omega$



## DIAGNÓSTICO DEL SENSOR CKP

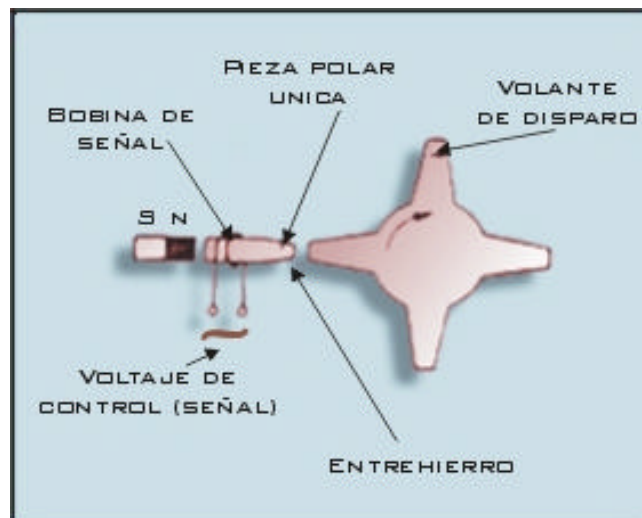
Con el interruptor de encendido en off desconecte el sensor CKP y mida la resistencia entre sus terminales,

Para el modelo analizado = 360 – 460  $\Omega$  a 20°C.

Mida la resistencia entre cada uno de los terminales a tierra.

Resistencia de aislamiento 1 M $\Omega$  o más.

( ver manual del vehículo ).



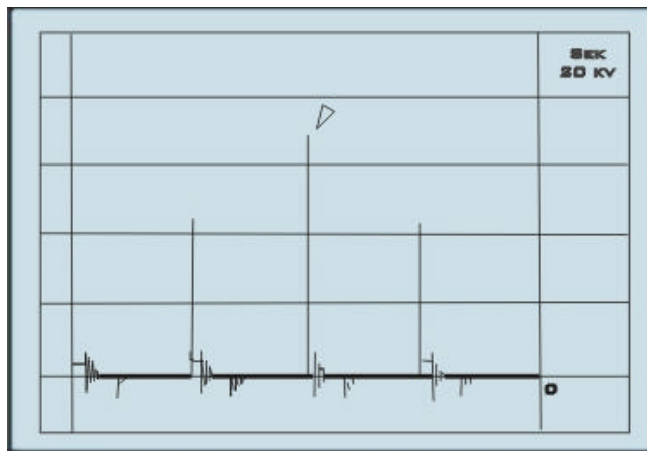
## ANÁLISIS DE FORMAS DE HONDA PRIMARIA Y SECUNDARIA

A continuación se detallan algunas fallas del sistema de encendido las cuales pueden ser fácilmente detectadas, por ejemplo:

**Diferencias de tensiones de encendido entre cilindros**

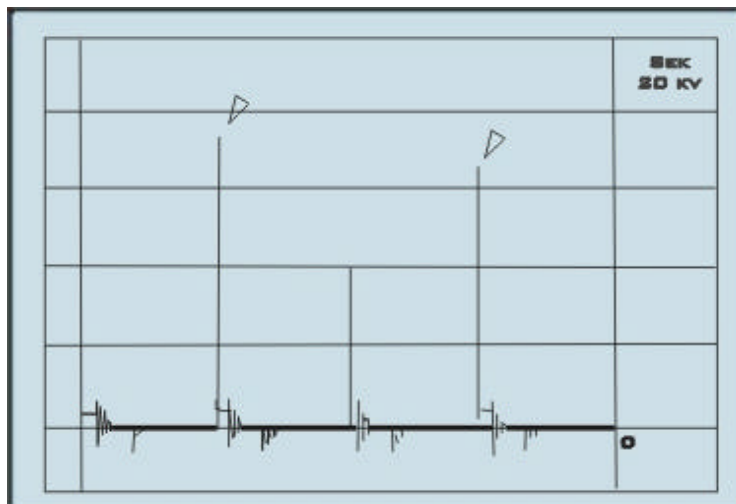
Puede ser causa de diferentes separaciones entre Electrodo de bujías o un cable con resistencia alta.

Diferencia máx. 4 kv



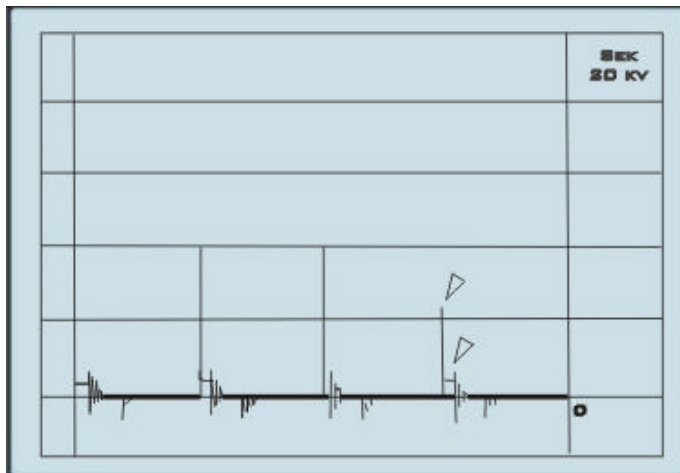
**Tensiones de encendido con altos y bajos**

Puede ser causa de cables con distintos valores resistivos o una mezcla incorrecta



### Aislamiento de alta tensión

La corriente eléctrica tiende siempre a circular por el Trayecto de menor resistencia. Como consecuencia de ello, en caso de defectos de aislamiento de alta tensión, tanto en la bobina de encendido como en los cables, el distribuidor y el aislante de bujía, la chispa salta a través del punto de aislamiento defectuoso, en lugar de pasar por los electrodos de las bujías.



### MANTENCIÓN DEL SISTEMA DE ENCENDIDO ELECTRÓNICO

En los sistemas actuales se han eliminado una serie de mantenciones que antiguamente eran obligatorias, sin embargo prevalecen algunas, por ejemplo:

- Cambio de bujías según kilometraje.
- Cambio de cables como mínimo cada 80000.
- Comprobación de puesta a punto inicial cada 50000.

Es de gran importancia mantener los conectores de bobina y módulo en perfectas condiciones.