www.MECANICOAUTOMOTRIZ.ORG

*Motores térmicos y sus sistemas auxiliares*

*I.E.S. Virgen del Espino* *Dpto. Automoción*

*Soria*

# Motronic

www.MECANICOAUTOMOTRIZ.ORG



# Índice

Introducción

Caracterización

Evolución de los sistemas de inyección por mando electrónico

Sistema de inyección L-Jetronic

Medidor del caudal de aire de admisión

Elementos de arranque en frío y control de ralentí

Sensor de presión barométrica

Sonda lambda y el catalizador

Registro del número de revoluciones

Sistema de alimentación de combustible

Sistema de control

Unidad de control

www.MECANICOAUTOMOTRIZ.ORG

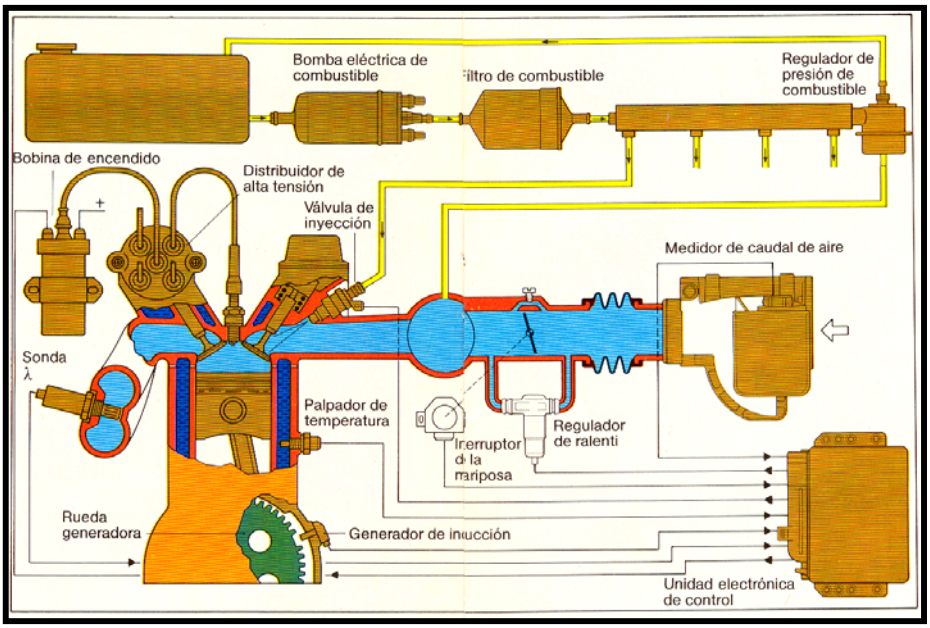


# Introducción

Uno de los problemas existentes en los diferentes tipos de inyección estudiados anteriormente es que la inyección de gasolina y el encendido no se controlaban conjuntamente, sino desde unidades de control distintas pero estrechamente relacionadas entre sí mediante un mazo de cables.

A1 avanzar la tecnología electrónica y disminuir el tamaño de los componentes, se vio que se podían ampliar los servicios de la unidad de control de inyección e incluir en ella el control de encendido, que además, guarda una directa relación con la dosificación de la mezcla. Este sistema único de control de encendido e inyección se conoce como sistema MOTRONIC.

Con este sistema se consiguen una serie de ventajas como son: consumo de combustible limitado, aumento de la potencia específica del motor, reducción del contenido de elementos contaminantes en los gases de escape, funcionamiento más silencioso y mayor fiabilidad.



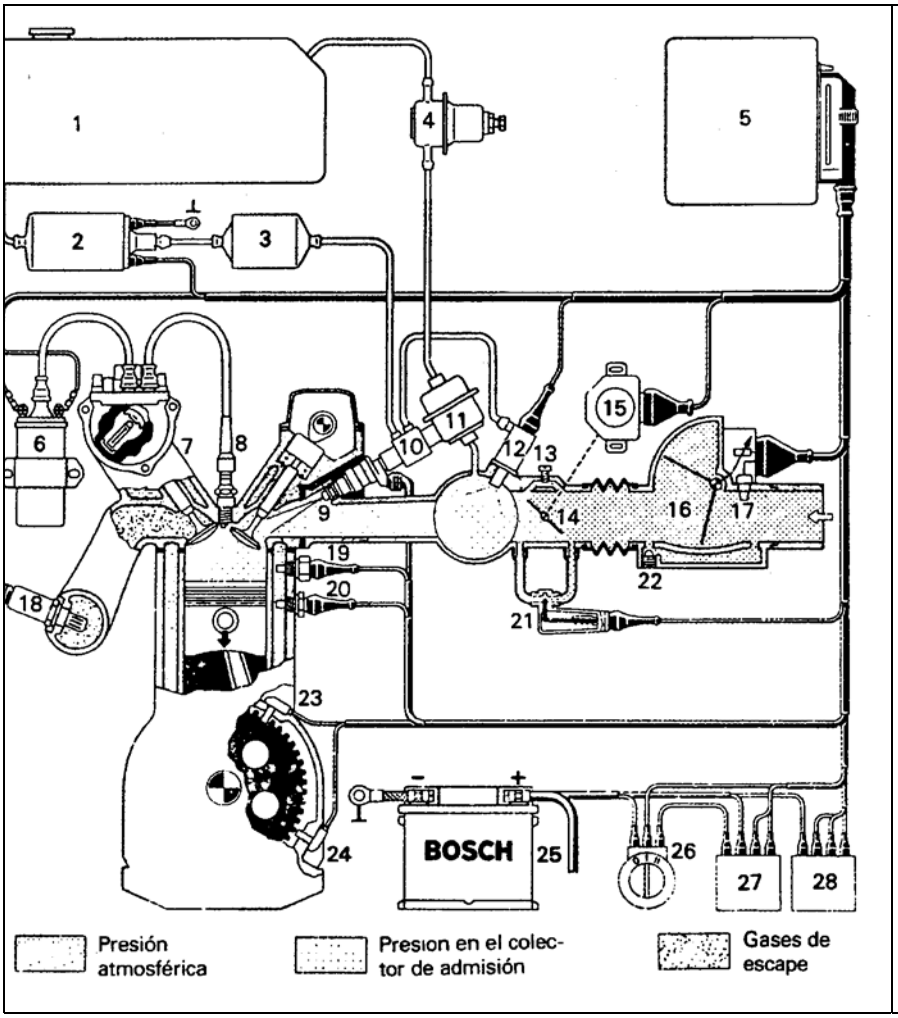
www.MECANICOAUTOMOTRIZ.ORG



# ***INYECCIÓN DE GASOLINA MOTRONIC***

El Motronic está diseñado por el mismo fabricante, BOSCH, que los sistemas estudiados anteriormente L-JETRONIC y sus derivados, por lo que muchos de sus componentes son comunes, y ya han sido estudiados por lo que no centraremos en las diferencias existentes y en los nuevos componentes de que consta.

Motronic dispone de dos sub-sistemas: uno, formado por todo el conjunto de las piezas de que consta la inyección y otro sub-sistema relativo al encendido. La UEC es el elemento común entre los dos sub-sistemas siendo la pieza básica del MOTRONIC.




1. Depósito de combustible
2. Electrobomba de combustible
3. Filtro de combustible
4. Amortiguador de oscilaciones
5. Unidad de control
6. Bobina de encendido
7. Distribuidor de alta tensión
8. Bujía
9. Válvula de inyección
10. Distribuidor de combustible
11. Regulador de presión
12. Válvula de arranque en frío
13. Tornillo de ajsute del régimen de relentí
14. Mariposa
15. Interruptor de mariposa
16. Medidor del caudal de aire
17. Detector de al temperatura del aire
18. Sonda Lambda
19. Interruptor térmico temporizado
20. Detector de la temperatura del motor
21. Válvula de aire adicional
22. Tornillo de ajuste de mezcla al ralentí
23. Transmisor de referencia angular
24. Transmisor de régimen
25. Batería
26. Communtador de encendido y arranque
27. Relé principal
28. Relé de bomba

www.MECANICOAUTOMOTRIZ.ORG



En la figura superior tenemos el esquema general correspondiente a un sistema Motronic. A simple vista su configuración es muy parecida a la L-Jetronic, pero observándolo con detenimiento aparecen nuevos elementos que lo diferencian entre los sistemas vistos.

En la parte superior del dibujo nos encontramos con el depósito de gasolina, la electrobomba de alimentación y el filtro, todo ello en contacto con el tubo distribuidor de gasolina que es el encargado de alimentar a todos los inyectores y el regulador de presión. Todos estos elementos son ya conocidos, pero no así el amortiguador de vibraciones, que sirve para establecer una corriente fluida en el paso de la gasolina de retorno al depósito, con lo que se evita la formación de burbujas de vapor y se mantiene más baja la temperatura del combustible, que suele aumentar por culpa de la recirculación continua a que se ve sometido.

La unidad de control (6) es el corazón del sistema, esta vez ampliada y más compleja que en la L-Jetronic. La parte relativa al sub-sistema de encendido (7) la tenemos representada en la bobina de encendido (8), el distribuidor del encendido y las bujías (9). Toda la parte electrónica de este sub-sistema se encuentra integrada en la UEC. Los sensores de referencia angular de giro del cigüeñal (22) y el captador de la velocidad de rotación o régimen (23) son primordiales para le encendido (aún cuando su información se utilice también para otros controles).

Seguidamente, nos encontramos en el sistema elementos que ya se vieron en el capítulo anterior:

- Las válvulas de inyección (10)
- El inyector de arranque en frío (11)
- El tornillo de ajuste del régimen de ralentí (12)

www.MECANICOAUTOMOTRIZ.ORG



- La mariposa del acelerador (13) con su caja de contactores (14)

Observamos también el caudalímetro (15), con su potenciómetro y su sonda de temperatura del aire de admisión (16).

Debido a la gran precisión que logra el Motronic en la dosificación de la mezcla, reduce notablemente los elementos contaminantes en los gases de escape, pero además debe constar de la sonda lambda (17), un catalizador, y por consiguiente, el uso de gasolina sin plomo para cumplir las leyes anticontaminantes y no envenenar el catalizador.

Se mantiene el termocontacto temporizado por el arranque (18) y la sonda de temperatura del motor (19).

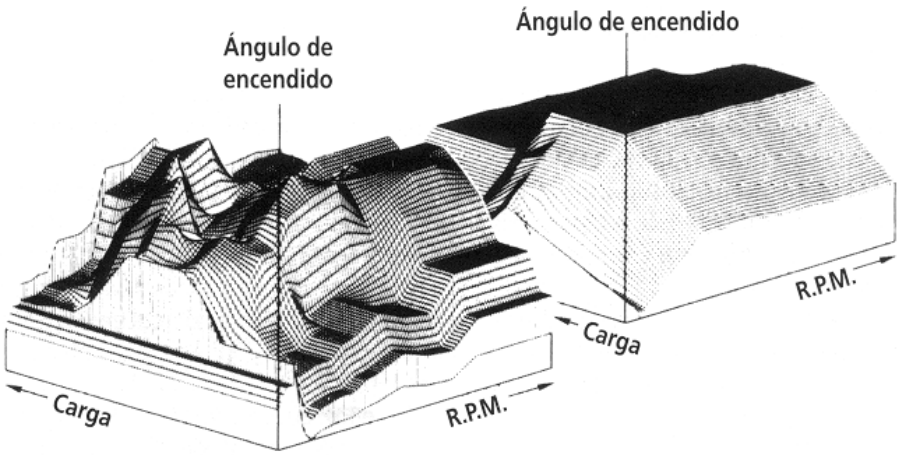
Los elementos restantes son los típicos de toda la instalación: batería (24), llave de contacto (25), caja de relés principal (26) y el reté de la electrobomba (28).

A continuación pasamos a estudiar los principales componentes incorporados en este sistema, divididos en dos sub-sistemas, el del encendido y el de inyección.

# Subsistema de encendido

El avance centrífugo y el avance por depresión en el distribuidor, son reemplazados por un campo característico de encendido memorizado en la unidad de control (mapa tridimensional). Además, el ángulo de encendido puede corregirse en función de las temperaturas del motor y del aire aspirado,

así como en función de la posición de la mariposa, de ello resulta la adaptación rápida a cualquier estado de servicio con optimización de la potencia, consumo y gases de escape.




**Campo característico del sistema motronic ( mapa tridimensional). Campo característico de encendido de un sistema mecánico**

# Mando electrónico del encendido

## Mando del ángulo de avance

La figura muestra el campo de encendido característico del Motronic (mapa tridimensional). Este campo característico se determina mediante experimentos en el banco de ensayo de motores, optimizándose posteriormente en el vehículo según los criterios preestablecidos de

consumo, gases de escape y comportamiento de marcha. Luego, el campo se memoriza electrónicamente de tal forma que se garantice la ausencia de modificaciones en las características de encendido durante toda la vida del motor.

En el Motronic, el microordenador determina el ángulo de avance entre dos encendidos a partir de los datos recibidos de los sensores carga y régimen, extrayendo los valores correspondientes del campo característicos memorizado. El microordenador corrige este valor de campo característico en función de otros parámetros tales como la temperatura del motor, la temperatura del aire de admisión y la posición de la mariposa, con el fin de obtener en todo momento una adaptación óptima del instante del encendido. La variación electrónica del avance del encendido ofrece dos ventajas esenciales que influyen favorablemente sobre le consumo de combustible:

- La información sobre el régimen del motor la toma directamente del cigüeñal el transmisor inductivo de régimen. Ello permite conseguir una precisión mucho mayor que con el distribuidor de encendido con transmisor inductivo o de efecto Hall.

  De este modo se reduce el margen de seguridad hasta el límite de detonación y el ángulo de encendido puede adaptase mejor a la curva de par motor máximo. Así se consigue un aprovechamiento mejor del combustible y un par motor más elevado.

- Gracias alas posibilidades de memorización digital del campo característico, el ángulo de avance de encendido puede ajustarse óptimamente en cualquier estado de funcionamiento sin influir sobre el avance de encendido en otros márgenes. Esto se traduce en una

mejora del rendimiento del motor y una reducción del consumo de combustible.

La adaptación a las diferentes condiciones de servicio exige establecer un orden de prioridades y se desarrolla según los criterios siguientes:

- Consumo
- Par motor
- Gases de escape
- Tendencia a la combustión detonante
- Comportamiento de marcha

Así, por ejemplo, al ralentí, el encendido puede ajustarse a valores de gases de escape favorables, marcha regular y menor consumo, mientras que en el margen de carga parcial el comportamiento de marcha y el consumo de combustible son prioritarios. En el margen de plena carga, el objetivo principal consiste en un par motor máximo evitando, sin embargo, el funcionamiento con detonaciones.

En todos los márgenes de servicio, así como en el arranque, a los valores característicos de campo se les han superpuesto correcciones. Con un conmutador en la unidad de control el avance de encendido se adapta, en el margen de carga superior, a las diferentes calidades de combustibles.

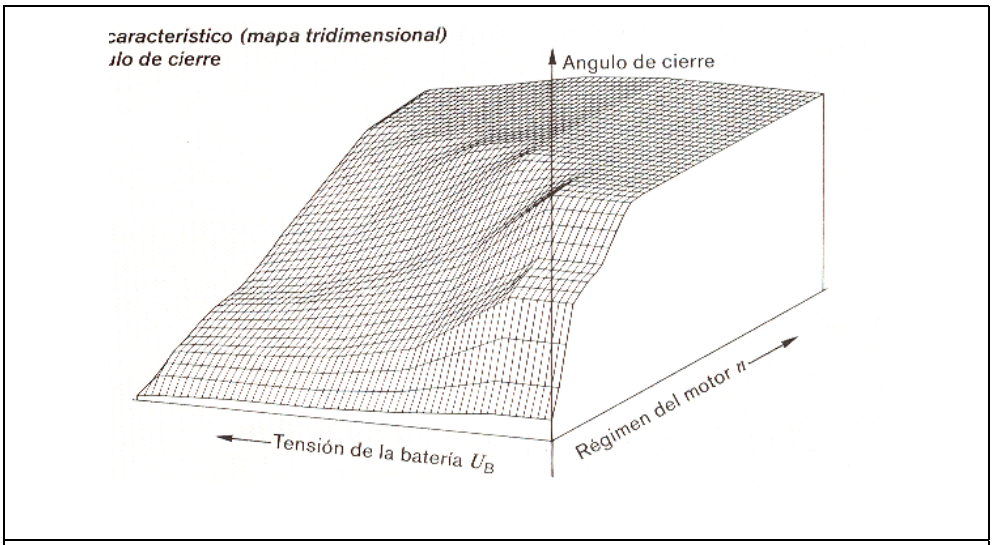
El ángulo de avance puede adaptarse individualmente a cualquier estado de servicio del motor gracias a la posibilidad de variar el ángulo de

encendido en función de la combinación lógica de diferentes señales. De esta forma se tienen en cuenta las exigencias específicas del motor como por ejemplo, en los estados de servicio especiales, arranque, ralentí, deceleración y plena carga. Así por ejemplo, el ángulo de avance de arranque está programado en función del régimen, aumentando la predisposición del motor al arranque.

El ángulo de avance respectivo puede desplazarse en un valor cualquiera en función de diferentes señales de control.

## Mando del ángulo de cierre

Dado un ángulo de cierre constante, la energía almacenada en el campo magnético de la bobina de encendido disminuye al aumentar el número de chispas. Como consecuencia de ello, desciende la alta tensión producida para el encendido. Para alcanzar las características de potencia de encendido con la mínima potencia de pérdida en la bobina de encendido y en el transistor de salida, la corriente del primario en el momento del encendido debe alcanzar un valor determinado. Para ello es necesario regular el ángulo de cierre en función del régimen del motor y de la tensión de la batería. La regulación se realiza con el campo característico del ángulo de cierre.




**Campo característico del ángulo de cierre (mapa tridimensional)**

El tiempo de conducción de la bobina de encendido debe ser controlado en función del régimen y de la tensión de la batería, de manera que en el margen estacionario al final del tiempo de conducción se consiga, precisamente, la corriente de primario teórica. Para que, en las aceleraciones, pueda alcanzarse mediante esta reserva la corriente teórica, a pesar de ser menor entonces el tiempo de cierre, en los regímenes bajos se superpone la correspondiente corrección de aceleración.

La etapa final trabaja con limitación de corriente de tal forma que, al alcanzarse la corriente teórica antes del momento de encendido, la corriente del primario se mantenga constante hasta el momento del encendido.

# Elementos del sistema

## Sensor de posición angular del cigüeñal y velocidad de rotación del motor

En un circuito de inyección de gasolina y en el de encendido es necesario saber la posición angular del cigüeñal y la velocidad de rotación del motor para que el calculador pueda determinar el instante del ciclo de funcionamiento del motor más adecuado para hacer saltar la chispa e inyectar la gasolina.

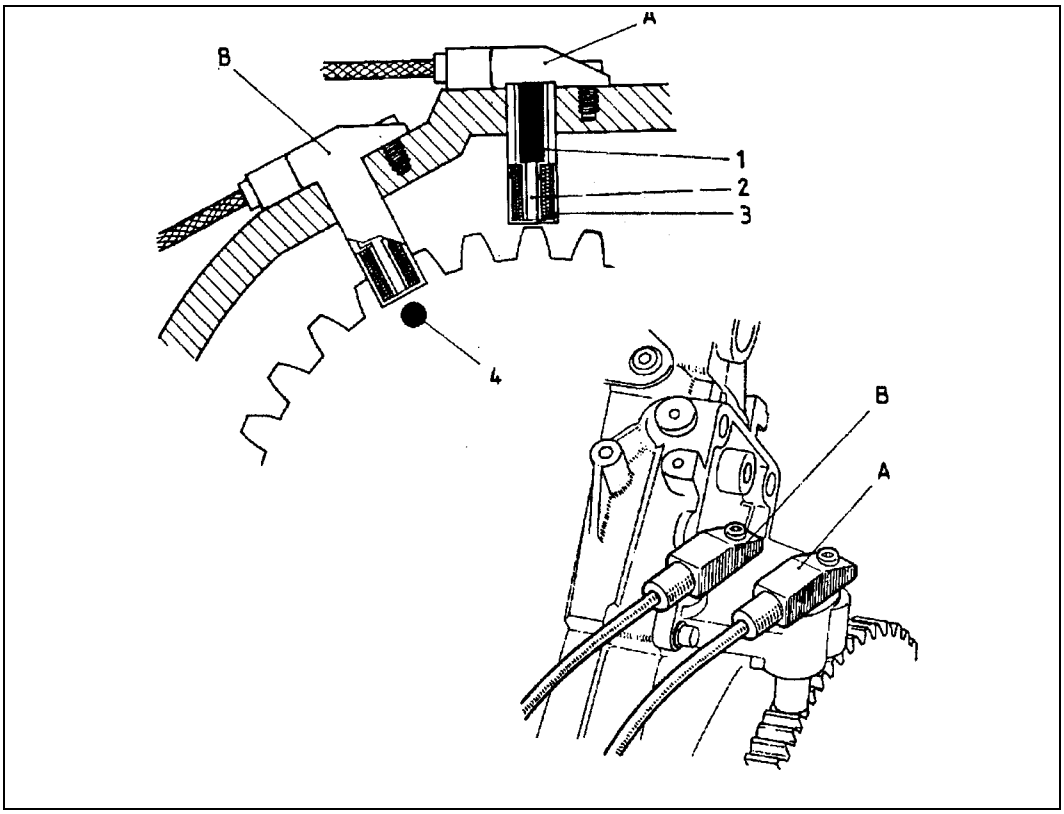
Inicialmente a la aparición de los sistemas de inyección de gasolina combinados los dos parámetros se determinan de forma separada. La posición del cigüeñal mediante los diferentes generadores de impulsos situados en el distribuidor de encendido y el régimen de giro en los sistemas con contactos por el ruptor y en los sistemas sin contactos por el borne de masa del primario.

Con la desaparición del distribuidor y de los contactos de encendido se ha pasado a la utilización de sensores y coronas dentadas situadas en el volante de inercia.

Primero se han utilizado dos sensores, uno de régimen y otro de referencia angular. Ambos son del tipo de transmisor inductivo de impulsos y se coloca frente al volante del motor donde se sitúa la corona dentada.

www.MECANICO AUTOMOTRIZ.ORG






**Sensor de revoluciones y de fase**

Estos sensores están constituidos por un imán permanente (1) con extremo formado por un núcleo (2) de hierro dulce alrededor del cual está arrollada la bobina (3).

Con el giro del volante motor, los dientes tallados en la corona del mismo al paso frente al captador (A), producen variaciones del campo magnético del imán permanente, induciéndose en la bobina impulsos de tensión (uno por diente) que son enviados al módulo de control a través del conector que también efectúa la unión del captador a la envolvente del embrague. La forma y magnitud de estos impulsos está determinada por la velocidad de paso de los dientes, con lo que obtenemos la velocidad de giro del motor.

Para determinar la posición del cigüeñal sobre el volante motor se dispone también un perno o un taladro (7) que al paso frente al captador de

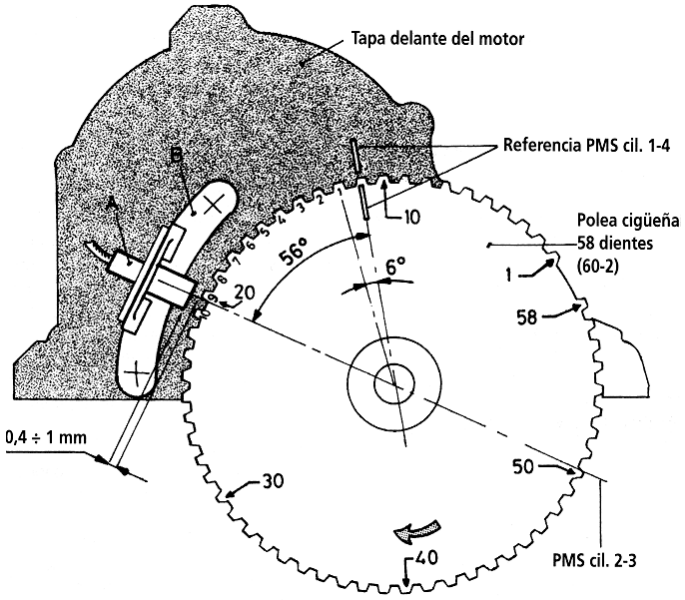
posición angular (B) genera una señal por cada vuelta, determinante de la posición del motor en su giro, que es enviada al módulo de control.

Este sistema de dos captadores se ha sustituido por uno solo y corona dentada. El régimen de giro se determina de igual manera, en cambio la posición angular del motor se determina al suprimir dos de los dientes de la corono dentada en cada semi-vuelta para crear una referencia de posición. El paso de los dientes de la corona provoca una variación de flujo en la bobina del captador y así induce una tensión en la misma. El calculador trata la señal emitida por el captador de posición a fin de construir una imagen eléctrica de la corona dentada que permita al calculador determinar el régimen del motor y la posición por referencia del PMS.

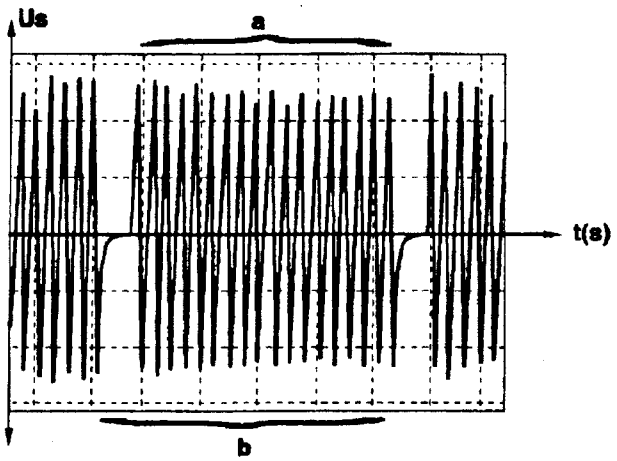
www.MECANICO AUTOMOTRIZ.ORG



# ***INYECCIÓN DE GASOLINA MOTRONIC***




**Captador único de fase y revoluciones**



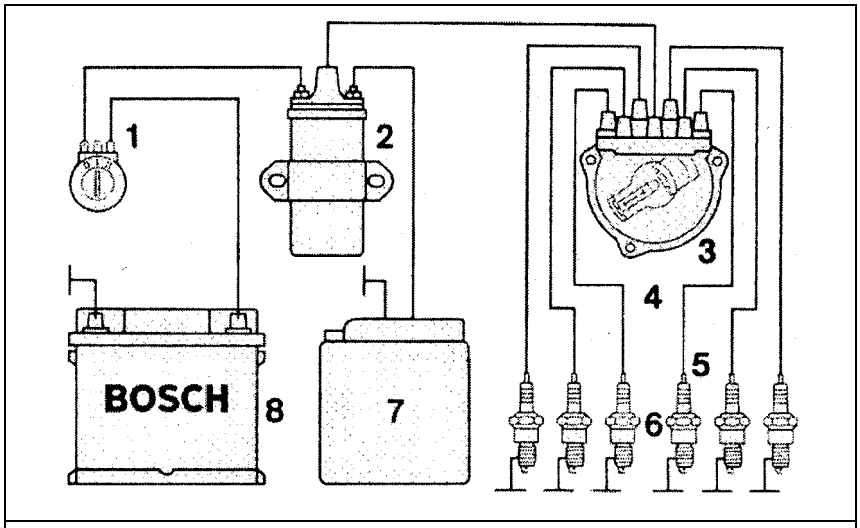

**Señal emitida por un captador de régimen y fase**

www.MECANICO AUTOMOTRIZ.ORG



## Circuito de alta tensión

El Motronic dispone de un distribuidor de alta tensión, accionado directamente por el árbol de levas y considerablemente simplificado en comparación con los sistemas de encendido transistorizado con distribuidor de encendido.




**Circuito de encendido**

El circuito de alta tensión consta de:

- • Bobina de encendido (2)
- • Distribuidor de alta tensión (3)
- • Bujías (6)
- • Conectores con antiparasitarios (5)
- • Cables de encendido

El primario de la bobina de encendido (2) va conectado al polo positivo de la batería (8) a través de la cerradura de encendido (1). El transistor de encendido de la unidad de control (7) efectúa la conexión a masa

mientras dura el paso de corriente primario. La variación del ángulo de avance en función del régimen y de la carga así como el control del ángulo de cierre corren a cargo de la unidad de control. Por ello quedan suprimidos la cápsula de depresión, el variador de avance centrífugo y el transmisor de disparo.

El distribuidor de alta tensión se reserva únicamente la función de distribuir la alta tensión.

## Bobina de encendido

La alta tensión disponible reviste especial importancia en el equipo de encendido, al igual que la duración de la chispa, la intensidad de la corriente deformación de chispas y la velocidad de subida de la alta tensión. La alta tensión se obtiene esencialmente de la energía almacenada en la bobina de encendido. Esta última está constituida por dos devanados de cobre superpuestos y bobinados alrededor de un núcleo de hierro, que están aislados recíprocamente en función de las diferencias potencial. Una vez concluida la fase de magnetización, el circuito de corriente primaria de la bobina de encendido se interrumpe en el momento del encendido. En el mismo instante, el campo magnético desaparece induciéndose en el devanado secundario la tensión de encendido.

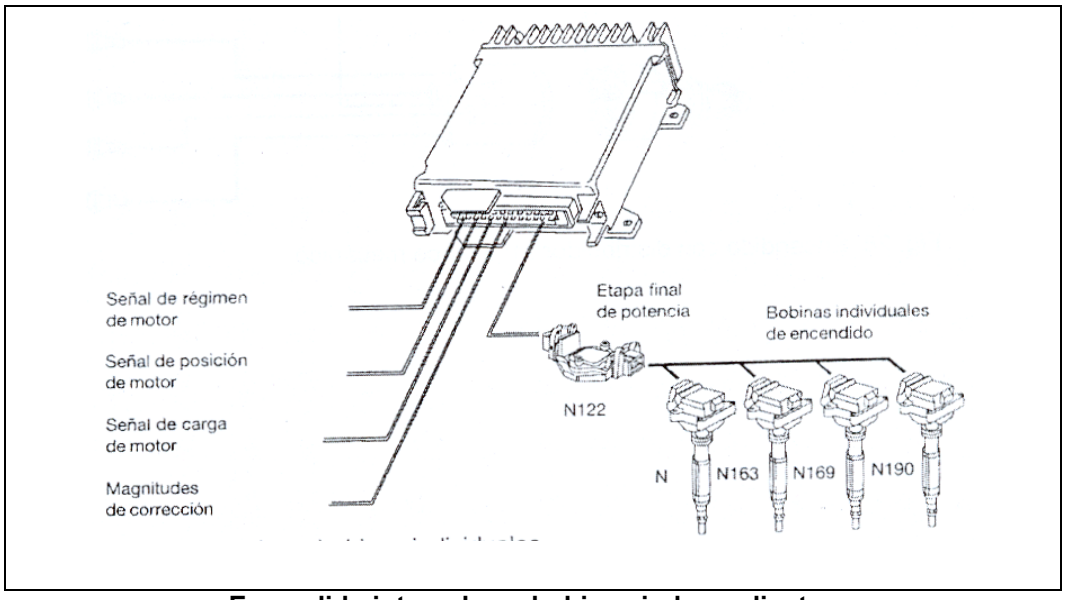
## Distribuidor de alta tensión

El distribuidor de alta tensión distribuye única y exclusivamente la alta tensión de la bobina de encendido a las diferentes bujías. Este distribuidor ya no tiene función de mando (como los distribuidores de encendido) y por ello su estructura es muy plana.

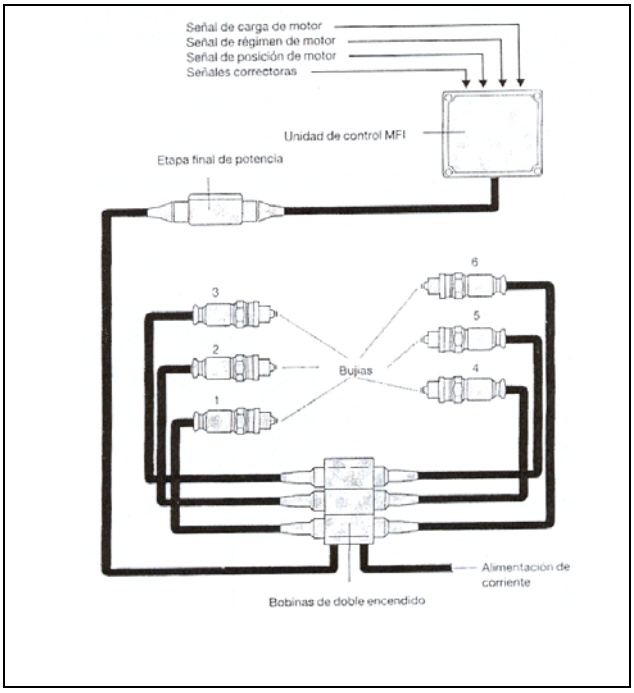
www.MECANICO AUTOMOTRIZ.ORG



Ya no necesitan satisfacerse las grandes exigencias de precisión en la marcha sincrónica. Generalmente, el distribuidor de alta tensión va embridado a la culata y el rotor va montado directamente en el extremo del árbol de levas.




**Encendido integral con bobinas independientes**



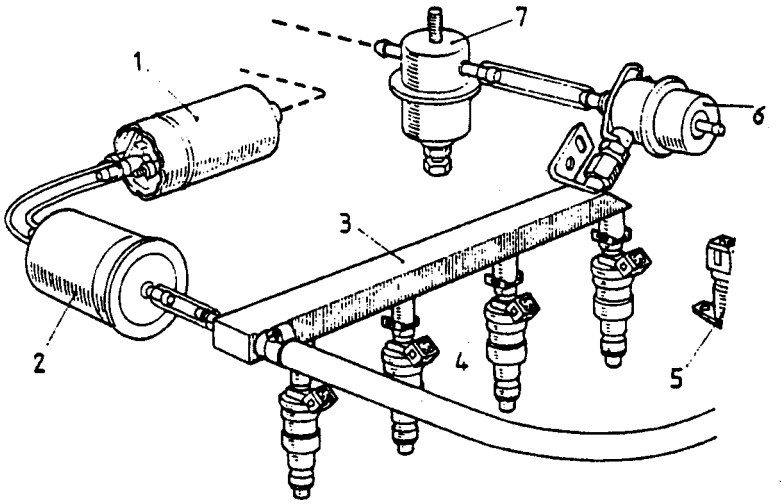

**Encendido estático con bobinas dobles**

www.MECANICOAUTOMOTRIZ.ORG



## Sub-sistema de inyección

El subsistema de inyección Motronic es muy parecido al ya estudiado anteriormente L-Jetronic, aunque tienen nuevos componentes que pasaremos a estudiar seguidamente.




En la figura superior se puede observar una representación del circuito de gasolina. Consta de electrobomba de combustible, el filtro, la tubería de distribución, los inyectores, el inyector de arranque en frío (en los sistemas más actuales se suprime este inyector adicional, haciendo su labor la unidad de control, como veremos más adelante) y el regulador de presión, que mantiene ésta a 2,5 bares por encima del colector de admisión. Todos estos elementos son ya conocidos.

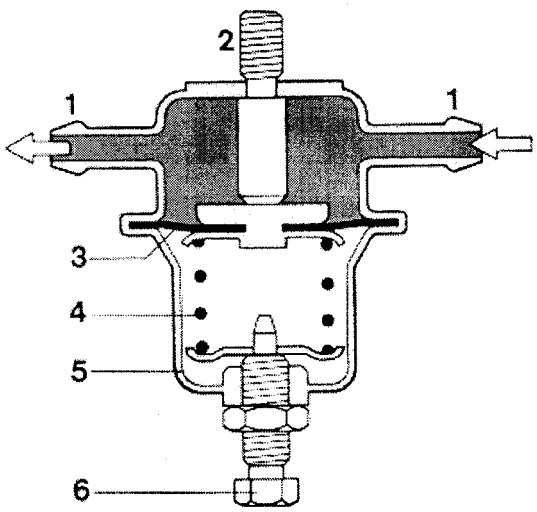
La nueva pieza que aparece es el amortiguador de oscilaciones, que pasamos a estudiar con más detenimiento:

En la figura anterior tenemos el esquema del amortiguador de oscilaciones, consta de una membrana, regida por un muelle. El

www.MECANICOAUTOMOTRIZ.ORG



combustible circula en el sentido que indican las flechas y las diferencias de presión provocadas por las oscilaciones las absorbe la membrana. El tornillo permite el ajuste correcto de la presión del muelle y la mayor efectividad del depósito. El tornillo es de fijación. La conexión de combustible une el amortiguador por un lado al depósito de combustible y por el otro al regulador de presión.




1. Membrana
2. Muelle de compresión
3. Tornillo de ajuste
4. Rosca de fijación
5. Conexión de combustible
6. Cuerpo

El amortiguador reduce las oscilaciones de presión en la tubería de retorno de combustible, impidiendo así la propagación de ruidos pulsatorios. Estas pulsaciones se originan por efecto de las variaciones de presión originadas al abrirse y cerrarse las válvulas de inyección, o al actuar el regulador de presión.

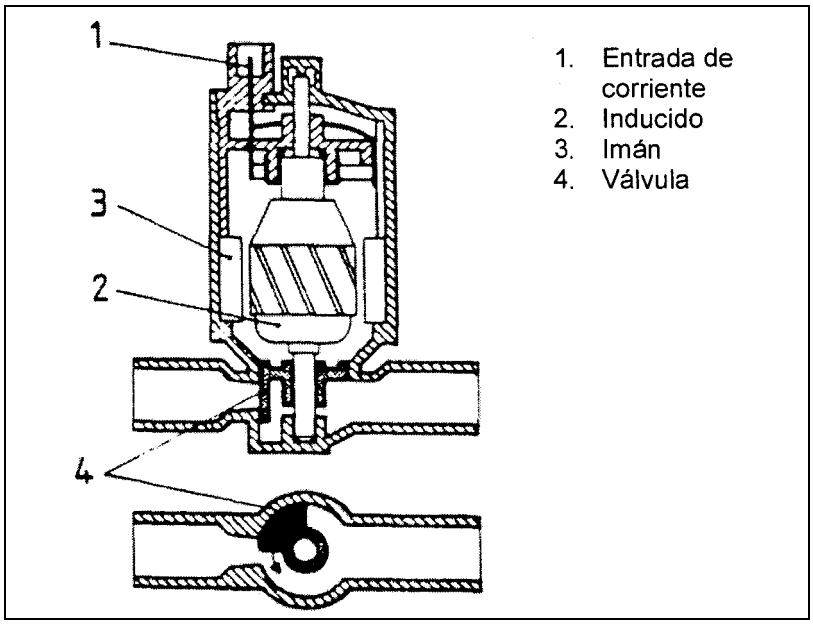
Otro elemento diferente con que se puede equipar al Motronic es un actuador rotativo de ralentí que sustituye a la caja de aire adicional. En la

www.MECANICO AUTOMOTRIZ.ORG



figura se puede observar esta nueva válvula, que ya incorporaban las últimas versiones del Jetronic.

El esquema interno del actuador se puede ver en la figura siguiente. Consta de un pequeño rotor que al recibir corriente puede desplazarse en una rotación de 90° controlando de esta forma la apertura o cierre de la válvula de paso de aire.




En la citada figura tenemos, en primer lugar, la entrada de corriente procedente de la UEC del Motronic, que actúa de acuerdo al número de revoluciones, temperatura del motor y contacto de ralentí del interruptor de mariposa cerrado.

La corriente que entra al actuador genera fuerzas opuestas en el inducido y su imán permanente, de modo que el giro queda constantemente regulado por el equilibrio entre las fuerzas creadas en los devanados. De

www.MECANICO AUTOMOTRIZ.ORG



este modo, la válvula regula con gran exactitud el paso del aire adicional de ralentí.

# Funciones complementarias

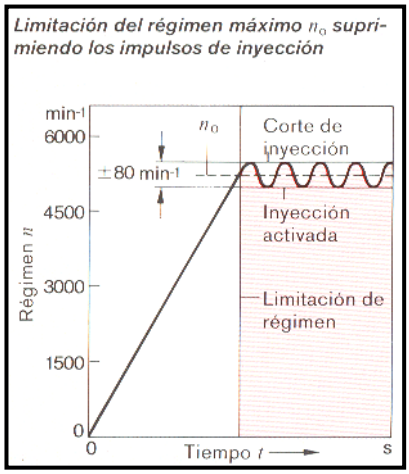
## Limitación del régimen

La unidad de control suprime los impulsos de inyección al alcanzar el motor el régimen máximo admisible.

En un sistema clásico, destinado a proteger el motor contra regímenes excesivos, el rotor del distribuidor, equipado con un limitador de régimen y peso centrífugo, corta brevemente el encendido al alcanzarse un determinado régimen máximo. Por razones debidas a las emisiones de los gases de escape y el ahorro de combustible, este método ha ido cayendo progresivamente en desuso y hoy en día ha quedado totalmente desplazado.

La solución que aquí se propone consiste en una limitación electrónica del régimen por corte de la inyección. La unidad de control compara el régimen real con un valor superior programado no y suprime los impulsos de inyección en cuanto se supera este régimen máximo, estableciéndose entonces un margen de régimen alrededor del régimen máximo de 80 revoluciones por minuto en torno al mismo (figura 56). El conductor aunque percibe esta limitación de régimen, no tiene que soportar ninguna reducción en el confort de marcha. La limitación electrónica protege el motor contra los sobreregímenes sin que ello entrañe desventaja alguna,

como las que implica cortar el encendido o provocar un retraso importante del punto de encendido a régimen máximo.



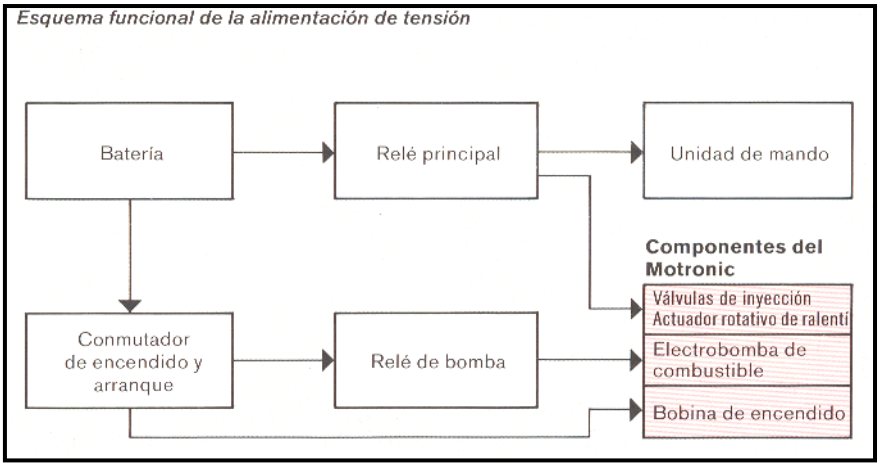

## Mando de la bomba de combustible

La electrobomba de combustible sólo funciona durante el arranque y con el motor en marcha, pero no con el motor parado.

Por razones de seguridad, la electrobomba no debe funcionar estando el motor parado, aunque el encendido esté conectado, sino sólo con el motor en marcha o arrancado. Un transistor de potencia, incorporado a la unidad de control, asegura el control del reté externo de la bomba (figura 57). La elecrobomba de combustible únicamente funciona si el borne 50 del reté de arranque está conectado a positivo o si el régimen momentáneo es superior al régimen mínimo.

www.MECANICOAUTOMOTRIZ.ORG






## Corte por corriente de reposo

El microordenador de la unidad de control corta la etapa final de encendido si el régimen desciendo por debajo de un valor determinado.

Con el encendido conectado y el motor parado, la etapa final de encendido y la bobina de encendido podrían calentarse excesivamente. Para evitarlo, el microordenador desconecta la etapa final de encendido si el régimen del motor desciende por debajo de un valor mínimo, por ejemplo, 30 min-1.

## Regulación de la combustión detonante

Los fabricantes de motores tienden a ofrecer relaciones de compresión más altas para así reducir el consumo de combustible y aumentar el par motor, pero a mayor compresión, mayor riesgo de combustiones detonantes de la mezcla aire/combustible, con al sobrecarga térmica y

mecánica de los componentes del motor que las mismas implican. Este tipo de combustiones va acompañado de golpeteo debido a las ondas gaseosas. Las fluctuaciones de presión así provocadas y la mayor producción de calor en la cámara de combustión pueden ocasionar daños al motor.

El control electrónico del punto de encendido ofrece la posibilidad de regular con gran exactitud el ángulo de avance en el mapa tridimensional pero, a pesar de ello, es necesaria cierta distancia de seguridad hasta el límite de detonación. La obligación de limitar las detonaciones en todos los casos conlleva pérdida de potencia y un aumento del consumo. Los efectos del envejecimiento (depósitos), la forma de la cámara de combustión, la composición de la mezcla, la calidad de la gasolina, la densidad el aire y la temperatura del motor influyen de forma considerable sobre el límite de detonación. La utilización de un sensor de detonaciones permite determinar el punto de encendido para el caso normal y excluir, mediante la regulación, el funcionamiento detonante del motor. Esto hace posible elevar las relaciones de compresión y así mejorar considerablemente el rendimiento termodinámico.

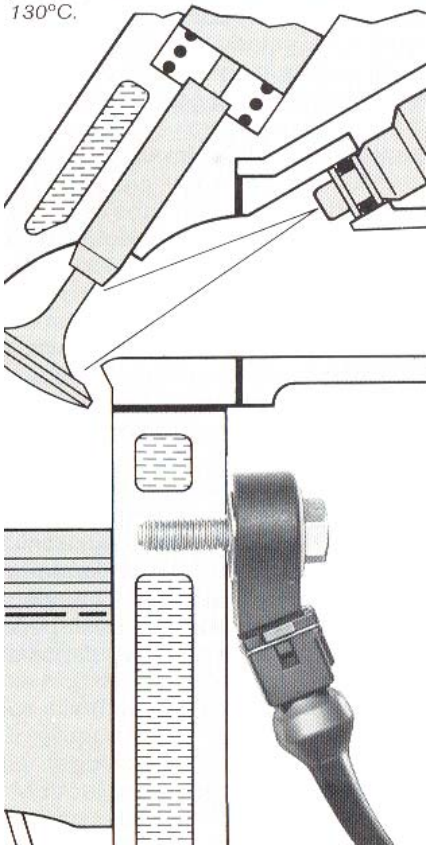
La combustión detonante provoca la vibración de las piezas del bloque del motor con una frecuencia característica que se sitúa entre 5 y 10 KHz, según el motor, con sus correspondientes armónicos.

Como estas vibraciones contienen otras frecuencias además de las características de las detonaciones, ello supone una dificultad al medidor los ruidos del motor. Por eso, las vibraciones importantes para la identificación de las detonaciones, se registran en un circuito de reconocimiento. El sensor de detonaciones, que es un acelerómetro, convierte las oscilaciones en señales eléctricas, con al ayuda de un

www.MECANICO AUTOMOTRIZ.ORG



cuerpo cerámico piezoeléctrico (el efecto piezoeléctrico consiste en que, al ejercer fuerzas mecánicas sobre un cristal, se originan cargas eléctricas superficiales). A partir de estas señales, la unidad de control genera la señal "presencia o ausencia de detonaciones", combinando también lógicamente otros parámetros. Al originarse una combustión detonante, la unidad de regulación de detonaciones desplaza inmediatamente el ángulo de avance del Motronic en un valor determinado, y, a continuación, lo va adelantando lentamente, hasta alcanzar el valor de salida, o bien los sensores de detonación detectan una nueva combustión detonante.



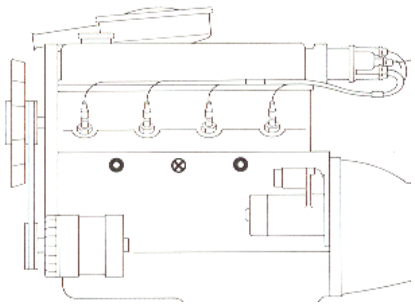
***Sensor de detonaciones como acelerómetro de banda ancha con una frecuencia propia superior a 25 kHz.*** *El elemento activo consiste en un cuerpo cerámico piezoeléctrico. El sensor dispone de un revestimiento plástico que asegura su aislamiento térmico. La temperatura máxima admisible de servicio es de 130°C.*

www.MECANICOAUTOMOTRIZ.ORG

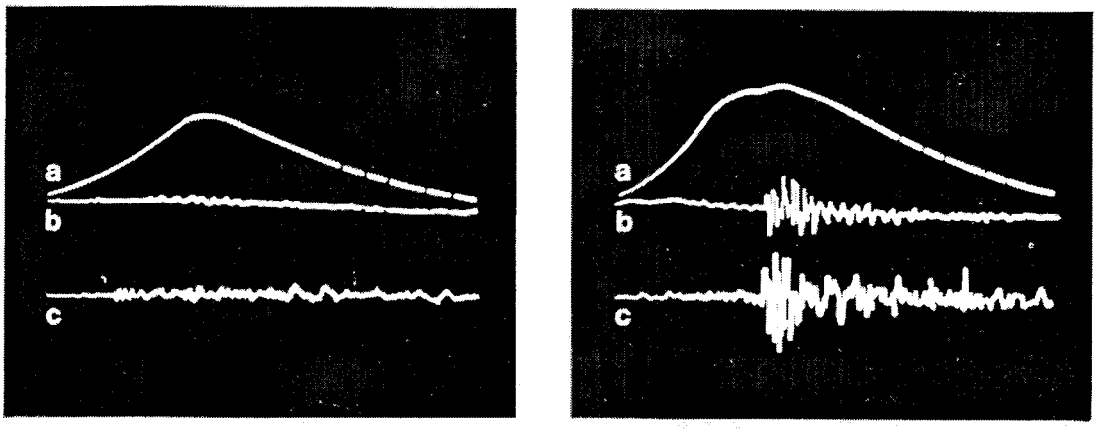


# ***INYECCIÓN DE GASOLINA MOTRONIC***

***»Puntos de escucha» de los sensores de detonaciones.*** *El sensor se encuentra entre los cilindros 2 y 3 ⊗. En el caso de haber dos sensores, éstos se encuentran siempre entre dos grupos de cilindros ○.*

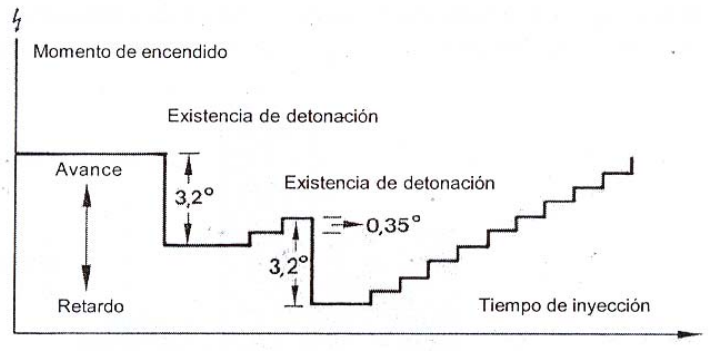


*sin detonaciones* *con detonaciones*



www.MECANICOAUTOMOTRIZ.ORG






**Corrección en retraso para el próximo ciclo de funcionamiento**

## Control de la presión de carga de motores turbo

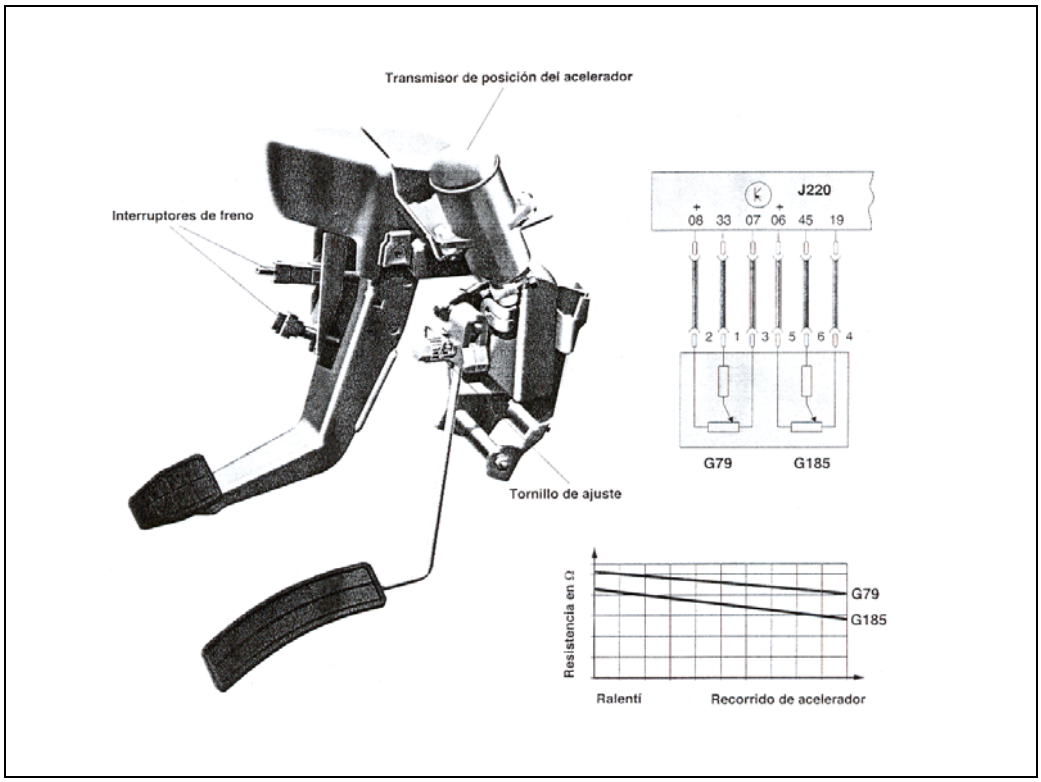
En los motores turbo, las detonaciones pueden evitarse reduciendo la presión de carga.

Debido a las altas temperaturas que alcanzan los gases de escape en la turbina, la simple variación del punto de encendido no es suficiente en los motores turbo. Reduciendo sólo la presión de carga para evitar las detonaciones, se originan problemas en el comportamiento de marcha el motor. Sin embargo, empleando conjuntamente estas dos medidas se consiguen buenos resultados. La regulación se desarrolla de tal forma que, nada más reconocerse las detonaciones, la función de regulación correspondiente desplaza el ángulo de encendido en dirección a retraso y, paralelamente, inicia la reducción de la presión de carga.

Mientras que la variación del ángulo de avance es efectiva de inmediato, la presión de carga se va degradando más lentamente. Al disminuir la presión de carga, la regulación de las detonaciones vuelve a desplazar el ángulo de avance a su valor óptimo.

# Acelerador electrónico

En principio, el "acelerador electrónico" sustituye el varillaje del acelerador, es decir, la unión mecánica entre el mando del acelerador y la mariposa.

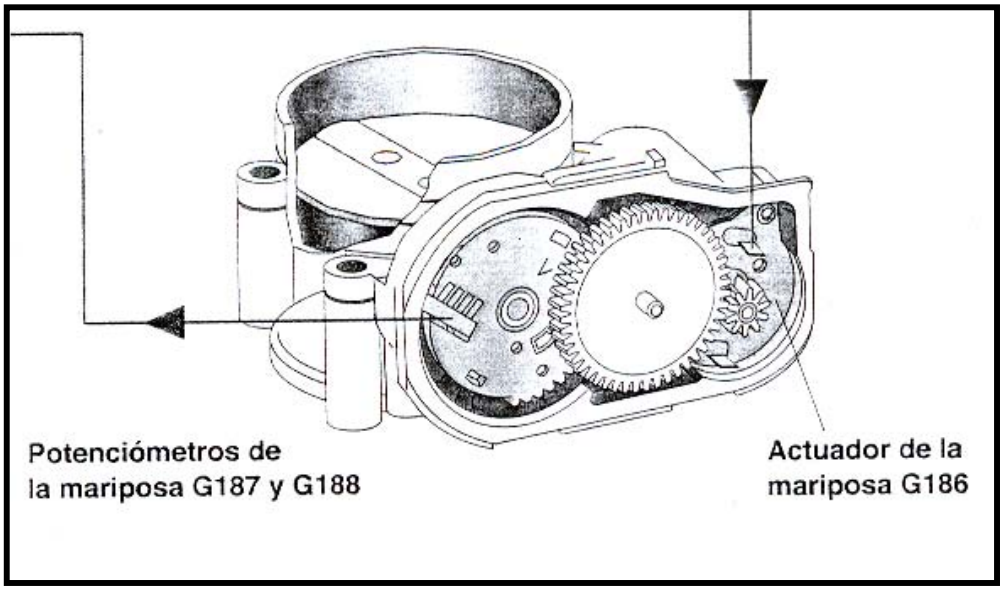



Este acelerador lleva integrado un potenciómetro como transmisor del valor teórico, que se encarga de transmitir a la unidad de control la posición del acelerador. Los sensores, que registran el estado de funcionamiento del motor y se lo comunican a la unidad de control de Motronic, pueden utilizarse también para el "acelerador electrónico". El Motronic calcula el valor teórico de la posición de mariposa partiendo de

www.MECANICOAUTOMOTRIZ.ORG



los datos de funcionamiento, tales como régimen del motor, posición del acelerador y sus variaciones, así como de otros parámetros de entrada, como la temperatura del motor. El Motronic envía el valor teórico calculado a una unidad de control externa que regula la posición de la mariposa al valor teórico calculado por el Motronic. De esta forma se evitan fuentes de error, tales como holgura, rozamiento y desgaste en el varillaje. Con el acelerador electrónico se puede acelerar manteniendo un nivel de consumo óptimo. El acelerador electrónica puede desempeñar asimismo la función de regulador de velocidad.

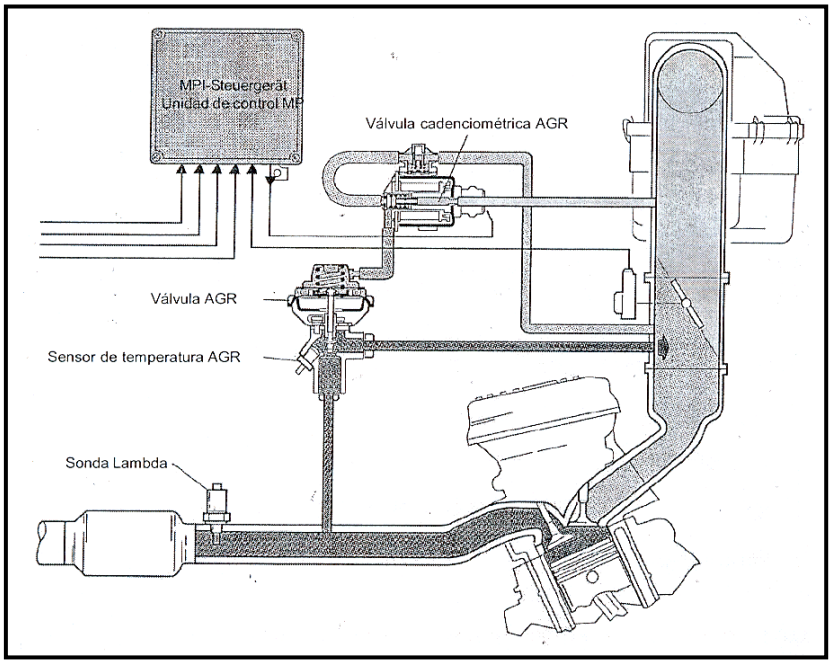



## Retroalimentación de los gases de escape

Las emisiones de óxidos de nitrógeno (NOx) se pueden reducir eficazmente si una parte de los gases se conduce a la mezcla fresca aspirada.

www.MECANICOAUTOMOTRIZ.ORG






Los gases de escape retroalimentados pueden perturbar considerablemente el comportamiento de marca, sobre todo al ralentí, en los márgenes inferiores de régimen y de carga, y con el motor frío. El mejor compromiso entre estos dos imperativos contradictorios se puede lograr mediante una retroalimentación de los gases de escape controlada por mapa tridimensional. Para ello, la unidad de control gobierna una válvula neumática (figura 61) de tal forma que, según las condiciones de funcionamiento, se abra una sección mayor o menor en la tubería de retroalimentación de los gases de escape y de este modo se controle la cantidad de los gases de escape retroalimentados. Así se consigue una reducción efectiva de la emisión $NO_X$ y simultáneamente un buen comportamiento de marcha.

## Corte de la alimentación a los cilindros

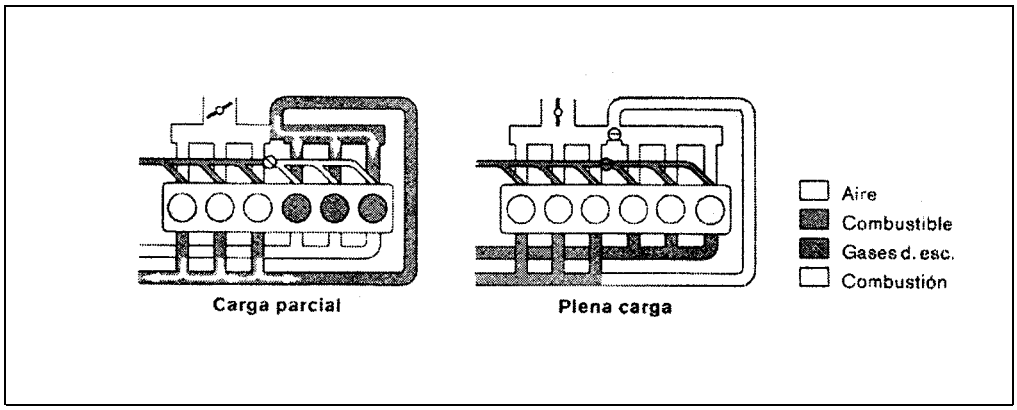
En el tráfico urbano o a velocidades moderadas por carretera, los motores funcionan a carga parcial ínfima, sobre todo si son de gran potencia, y en estas condiciones es precisamente en las que el rendimiento del motor de gasolina resulta especialmente bajo. Cortando la alimentación de combustible a algunos cilindros durante el servicio de carga parcial, los demás trabajan con mejor rendimiento y, consecuentemente, disminuye el consumo de combustible. Sólo cuando ya no se satisfacen las necesidades de potencia exigida vuelven a entrar en servicio los cilindros, bien sea unitariamente o en grupos.

La regulación de carga parcial del "Motronic" tiene la ventaja de que sólo se suministra mezcla a los cilindros en que ha tenido lugar explosión y trabajan libremente. De este modo, las inevitables pérdidas reactivas en los motores de gasolina que funcionan en régimen de carga parcial, se reducen considerablemente. Además, los gases de escape calientes realizan un barrido de los cilindros desactivados (figura 62), que mantiene éstos ala temperatura de servicio. La potencia disipada no aumenta, por lo que no se produce mayor desgaste.

La electrónica de la unidad de control reconoce, a partir de al señal de carga del medidor del caudal de aire, cuándo debe realizarse la conmutación. Ésta asegura la continuidad en las transiciones de un estado a otro. La conmutación y el funcionamiento con la mitad de los cilindros apenas son perceptibles para el conductor.

www.MECANICO AUTOMOTRIZ.ORG



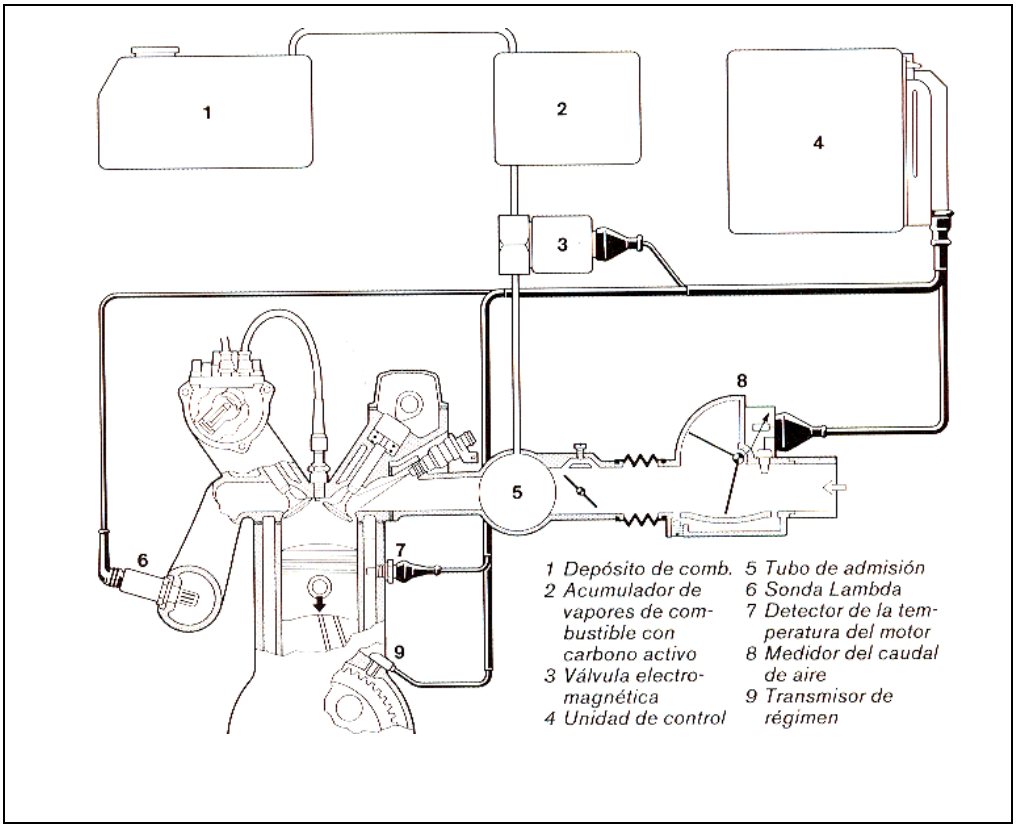



## Purga de aire del depósito de combustible

El vapor de gasolina que se forma en el depósito de combustible no se expulsa al exterior, sino que se conduce al tubo de admisión. El acumulador, relleno con carbono activo, absorbe los vapores de combustible con el vehículo parado y los cede tan pronto el motor se pone en funcionamiento. El posible aumento de emisiones en los gases de escape a causa de lo anterior, puede evitarse permitiendo la purga del depósito sólo en determinados estados de funcionamiento. La purga del depósito de combustible o la del acumulador de vapores de gasolina con carbono activo (figura 63) en el tubo de admisión, es regulada por tanto en función del estado de funcionamiento, y se lleva a cabo mediante una válvula electromagnética controlada desde el Motronic.

www.MECANICO AUTOMOTRIZ.ORG






# La unidad electrónica de control

Como se dijo anteriormente, la unidad de control se encarga de analizar los datos que proporcionan los distintos sensores acerca del funcionamiento del motor.

La unidad de control en el sistema Motronic, es más compleja y está ampliada respecto al sistema L-Jetronic, ya que la propia unidad controla, además de la inyección, el encendido.

www.MECANICOAUTOMOTRIZ.ORG



La unidad de control consta de dos circuitos impresos que contienen un microordenador. La placa superior está formada por la parte digital del circuito, mientras que la inferior contienen la parte de mando, que son las etapas finales de potencia para inyección y encendido. Esta parte se encuentra unida al chasis del aparato para disipar mejor el calor.

Un conector de 35 pines une la unidad de control a los elementos del sistema.

La unidad consta, en primer lugar, de unas entradas de datos que son proporcionados por los sensores que suministran las señales con los que el microprocesador deberá trabajar. El sistema Motronic utiliza otros sensores que son:

- Régimen de giro. Lectura dada por medio de impulsos de tensión.
- Situación angular del cigüeñal. Por impulsos de tensión.
- Caudal de aire. Señal dada por variaciones de resistencia.
- Temperatura de aire. Por variaciones de resistencia.
- Temperatura del motor. Por variaciones de resistencia.
- Oxígeno residual de la mezcla (sonda Lambda). Por variaciones de tensión.

Los datos que obtienen estos sensores, pasan constantemente a las etapas de entrada, compuestas por dos elementos: el conformador de impulsos (CI) y el convertidor analógico digital (A/D).

- **Conformador de impulsos** (I): Actúa para recibir los impulsos de tensión de los órganos de información del encendido. Estos impulsos, una vez modificados, pasan al circuito de entrada.

www.MECANICO AUTOMOTRIZ.ORG



- **Conversor analógico digital (A/D)**: Recibe las señales que se producen por variaciones de tensión, que corresponden al resto de informaciones producidas por los sensores. Estas variaciones es necesario convertirlas en señales digitales por medio de un convertidor analógico digital.

Desde las etapas de entrada, la información, pasa al interior del microordenador a través de sus conexiones de entrada/salida. Desde este punto los datos se distribuyen según su frecuencia a través del intercambiador de datos que los transporta al bus. El bus son las vías a través de las cuales se alimenta de información a cada una de las unidades integradas fundamentales de la UCE que son:

- *El microprocesador.* Unidad central de proceso (CPU), y posee en su interior tres dispositivos fundamentales, la unidad lógica de cálculo (ALU), un acumulador y una unidad de control.

- *Memoria ROM.* Mantiene grabados los programas con todos los datos con que ha de funcionar el sistema. Todos estos datos y valores no se pueden borrar y permanecen invariables.

- *Memoria RAM.* En esta memoria se almacenan los datos que proporcionan los sensores, hasta el momento en que son requeridos por la CPU, en cuyo momento son sobregrabados con los nuevos datos que se reciben. Este trabajo se efectúa de una manera constante durante el funcionamiento del equipo, aunque se borra al desconectar la instalación.

www.MECANICOAUTOMOTRIZ.ORG



Finalmente, los datos elaborados salen al exterior a través de las llamadas "ETAPAS FINALES" que mandan señales eléctricas elaboradas a la electrobomba de combustible, a la bobina de encendido a los inyectores.

## Etapa final de inyección

Esta etapa regula la corriente en las válvulas de inyección. En un primer momento sube hasta el valor de activación y lego desciende en un valor de mantenimiento. La regulación está asegurada por un conformador de impulsos (C1).

## Etapa final de encendido

Esta etapa tiene como misión principal amplificar y controlar al corriente de la bobina de encendido. En el microordenador se prefija el valor para el tiempo de corriente en la bobina de encendido, en función de la tensión de al batería y del régimen del motor (ángulo de cierre). Esta etapa posee una regulación para limitar la corriente máxima de primario a través de la bobina de encendido.

## Mando de la bomba

El microordenador controla, a través de la etapa final y un relé, la activación y desactivación de la electrobomba de combustible.

## Otras etapas finales

Si fuera necesario se pueden añadir otras etapas finales, como:

- Etapa final de control de válvulas para la retroalimentación de gases de escape.
- Etapa final para control de una válvula by-pass para la regulación de llenado al ralentí.
- Etapa final para el control del corte de alimentación a los cilindros.
- Etapa final para control de purga de aire del depósito de combustible (purga del cánister).

## Señales de salida

*Señal de inyección:* El microordenador calcula el tiempo de la inyección dependiendo del estado del motor.

*Señal de encendido:* El microordenador calcula el ángulo de encendido a partir de las magnitudes de entrada de régimen, carga y diferentes magnitudes correctoras. La señal de encendido controla, a través de la etapa de encendido, el flujo de corriente a través de la bobina de encendido.

# Evoluciones del sistema Motronic

Desde la aparición en el mercado del sistema Motronic, éste ha sufrido diferentes evoluciones, introduciendo nuevos parámetros de funcionamiento del motor o de otros circuitos opcionales.

•Tensión de batería.

www.MECANICOAUTOMOTRIZ.ORG



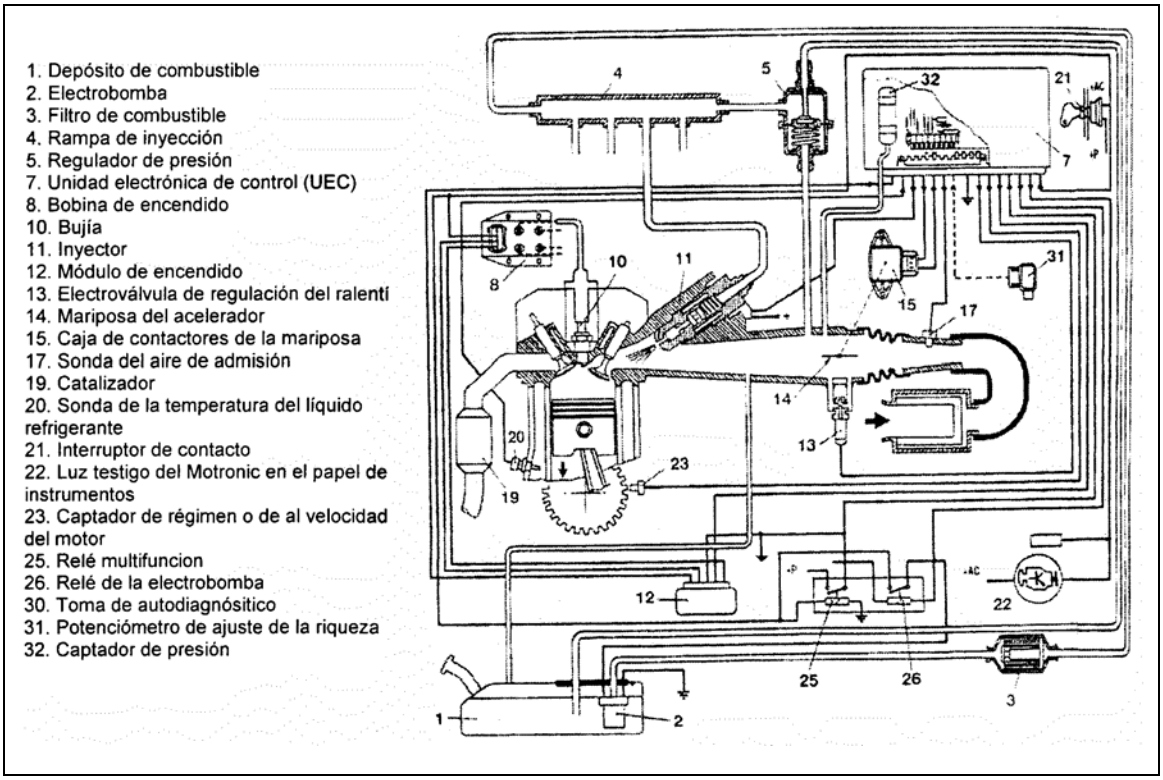
•Estado del compresor del aire acondicionado.

•Información de la dirección asistida.

•Etc.

## Versión M3.1

Como ejemplo de los equipos Motronic actuales vamos a ver las características generales de los M3.1.




**Esquema general de todos los elementos que componen el equipo Motronic MP 3.1**

El detalle más característico es la ausencia del caudalímetro, cuya misión consiste en controlar la cantidad de aire que penetra en el colector de admisión a través de la posición angular de la mariposa-sonda. Este valor angular lo detecta la UEC gracias a las variaciones de resistencia eléctrica que un contactor registra según la mayor o menor inclinación de la

mariposa-sonda. En el caso de la versión MP3.1, la medición del aire se encomienda a unos sensores que establecen el estado de carga y el de régimen de giro del motor.

El estado de carga del motor es proporcionado a la UEC por medio del estado de depresión a que se encuentra el colector de admisión, valor que se transmite a la UEC por medio de una tubería que va a parar al captador de presión absoluta (32) que se encuentra en el misma caja de la unidad electrónica. Este valor proporcionado debe estar, además, relacionado con las señales eléctricas de la UEC recibe desde la caja de contactores de la mariposa (15). De esta forma, la UEC conoce en todo momento el estado de carga del motor.

Pero estos parámetros, por sí solos, no son representativos del volumen de aire que penetra en el colector de admisión, sino que se precisa también conocer el estado de régimen de giro del motor en cada caso y relacionar esta información con el estado de carga. Esta información la recibe la UEC por medio del captador de régimen (23).

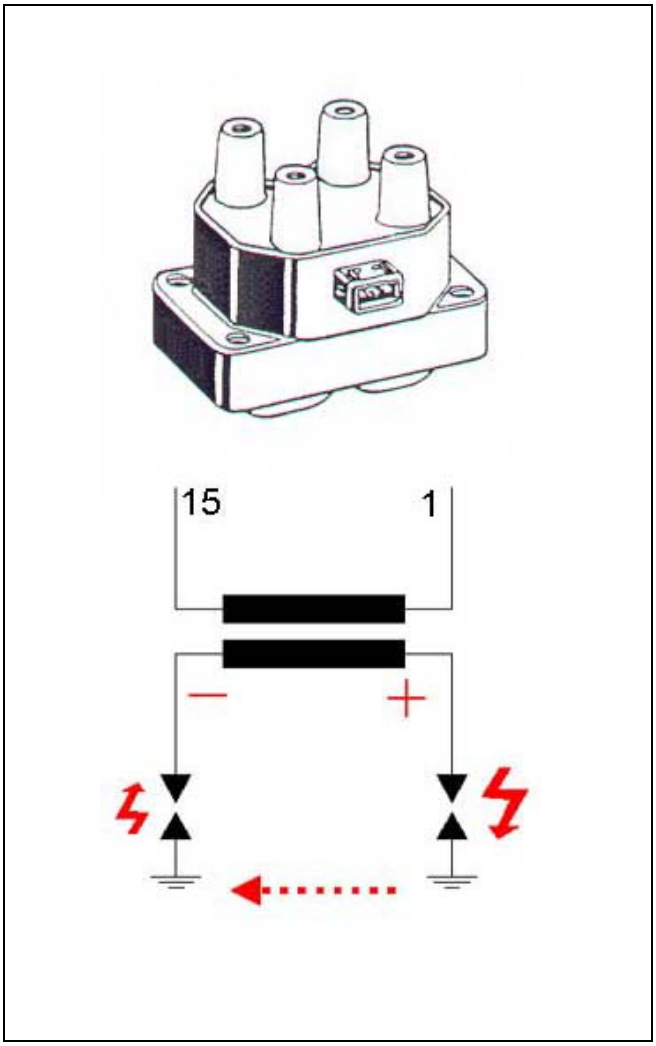
Estos datos son elaborados en la UEC de forma similar a como ya se ha explicado antes y sufren una corrección a través de la información que se recibe de la sonda de la temperatura del aire (17).

La cantidad de aire que penetra en el colector de admisión está memorizada en al UEC de acuerdo con las condiciones que se dan en cada uno de los dispositivos que hemos citado, de forma que, en los motores de cilindradas reducidas, puede no ser necesaria la presencia del caudalímetro que hemos descrito en anteriores páginas.

www.MECANICOAUTOMOTRIZ.ORG



Otra característica especial de este equipo derivado del Motronic la encontramos en el hecho de que no dispone de distribuidor con lo que se evitan los problemas de desajuste de esta pieza a través de su sistema de fijación. De hecho, el sistema consta de una bobina provista de dos arrollamientos secundarios que se simultanean en la creación de la chispa. Al mismo tiempo cada bobinado manda corriente de alta tensión a dos bujías simultáneamente. Una de estas chispas coincide con el momento de encendido de su cilindro, pero la otra es innecesaria en ese preciso momento. Acto seguido se pasa a realizar la misma operación en el otro arrollamiento secundario.



www.MECANICO AUTOMOTRIZ.ORG



A este tipo de encendido se le ha dado el nombre de "encendido estático" y puede llevarse a cabo en los sistemas Motronic porque las curvas de avance vienen determinadas exclusivamente pro al gestión del la UEC que es la encargada de controlar en la bobina los momentos se salto de chispa.

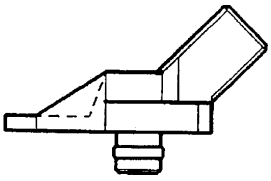
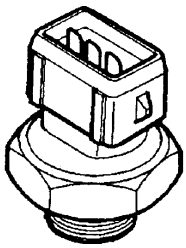
## Sensor de presión en el colector de admisión (sensor tipo MAP)

Otro sensor utilizado para determinar la cantidad de aire de admisión son los captadores de presión, dicho elemento no ha sido utilizado por Bosch en el sistema L-Jetronic, pero otros sistemas que tampoco combinaba la inyección y el encendido como Ford en la EFI-EEC-IV utilizaban dicho sensor, es la mayor diferencia respecto al sistema L-Jetronic, ya que los demás elementos son prácticamente iguales.

La presión en el colector de admisión es medida por un captador que suministra una imagen eléctrica de la presión en el colector.

Se utilizan dos tipos de captadores:

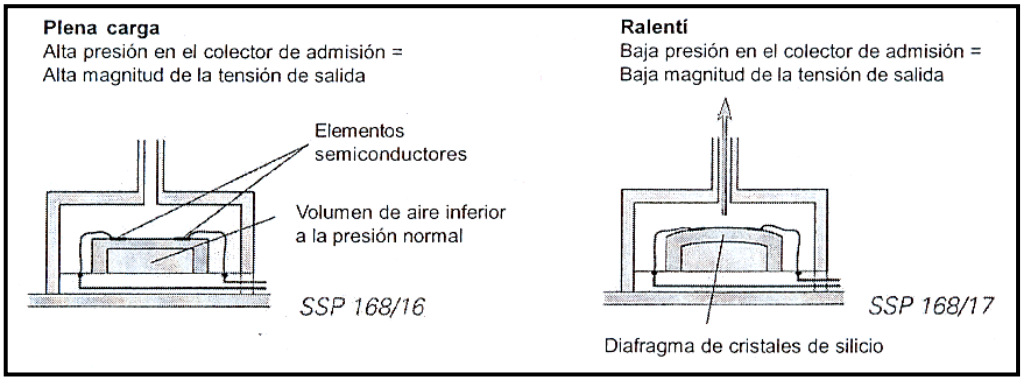
- Piezoeléctrico
- Capacitivo

| | |
|---|---|
|  **Captador piezoeléctrico** |  **Captador capacitivo** |

www.MECANICOAUTOMOTRIZ.ORG

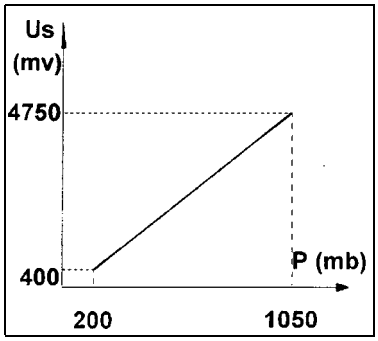


El captador del tipo piezoeléctrico basa su funcionamiento en la propiedad que tienen algunos cuerpos cristalinos de producir cargas eléctricas, cuando se encuentran bajo la acción de un esfuerzo que les produce deformación (piezoelectricidad). Puede estar integrado en la UCE y conectado mediante un tubo con el colector de admisión, o directamente ubicado en el colector de admisión.




El captador del tipo capacitivo basa su funcionamiento en la variación de la resistividad de un condensador. Está compuesta por dos electrodos y un dieléctrico móvil que varía su posición con la variación de la presión en el colector de admisión.

Estos captadores se les alimenta con una tensión continua de 5 voltios y la presión la captan mediante un tubo que une le captador con el colector o directamente del colector.



www.MECANICOAUTOMOTRIZ.ORG



# Sistema combinado BOSCH Motronic MP 7.0

Este sistema es del tipo presión/régimen, con inyección multipunto semisecuencial y encendido con bobina de doble bobinado primario y secundario.

Sus componentes y conexionado se puede dividir en dos circuitos, uno de inyección (figura 20) y otro de encendido (figura 21).

Los parámetros que se utilizan para el cálculo del tiempo de inyección y el encendido, así como otras funciones de mando se amplían bastante, siendo las siguientes:

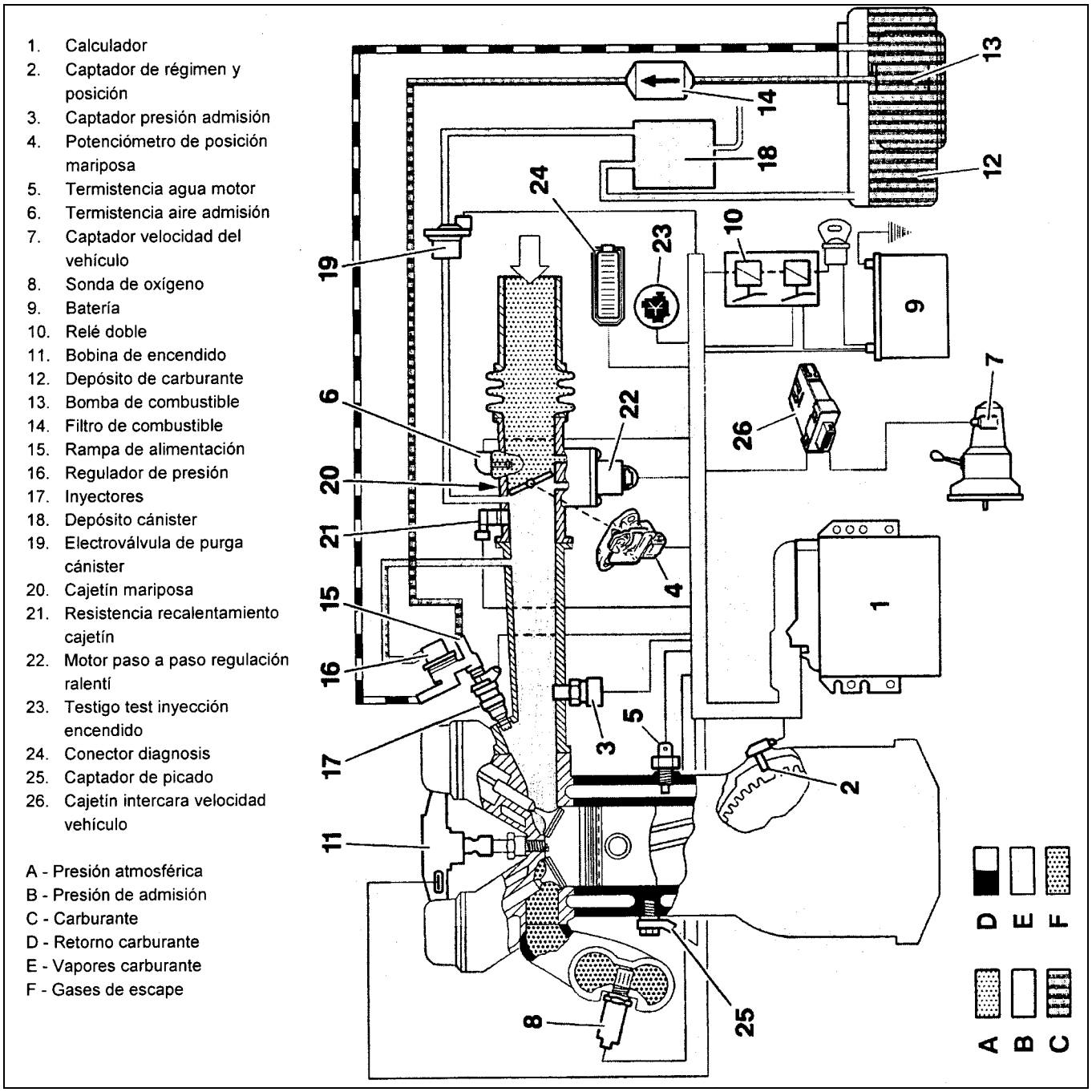
a) Cálculo del tiempo de inyección de la fase de mando de los inyectores en función de los parámetros siguientes:

- Estado térmico del motor (termistencia del agua del motor).
- Masa de aire absorbida (termistencia aire admisión, captador régimen motor).
- Presión de admisión (captador presión de admisión).
- Régimen y posición motor (captador régimen motor).
- Condiciones de funcionamiento del motor: arranque, ralentí inestable transitorio, corte inyección y rearme (captador velocidad del vehículo, potenciómetro mariposa, captador de régimen del motor).
- Regulador de riqueza (sonda de oxígeno).
- Tensión de batería.
- Detección picado (captador de picado).
- Estado compresor del aire acondicionado o termostato electrónico.

www.MECANICOAUTOMOTRIZ.ORG



- Información de la dirección asistida (manocontacto de la alineación asistida).




**Circuito de inyección Motronic MP 7.0**

b) Cálculo del avance y mando del encendido en función de los parámetros siguientes:

- Régimen y posición del motor (captador de régimen del motor).
- Presión de admisión (captador de presión colector de admisión).
- Estado térmico del motor (termistencia agua motor).
- Masa de aire absorbida (termistencia aire de admisión, captador de presión del colector de admisión, captador de régimen del motor).
- Estabilidad del régimen del motor al ralentí y fuera del ralentí.
- Velocidad del vehículo.
- Detección de picado.
- Información CCA (calculador de la caja de cambios automática).
- Estado compresor del aire acondicionado o termostato electrónico.
- Tensión batería.

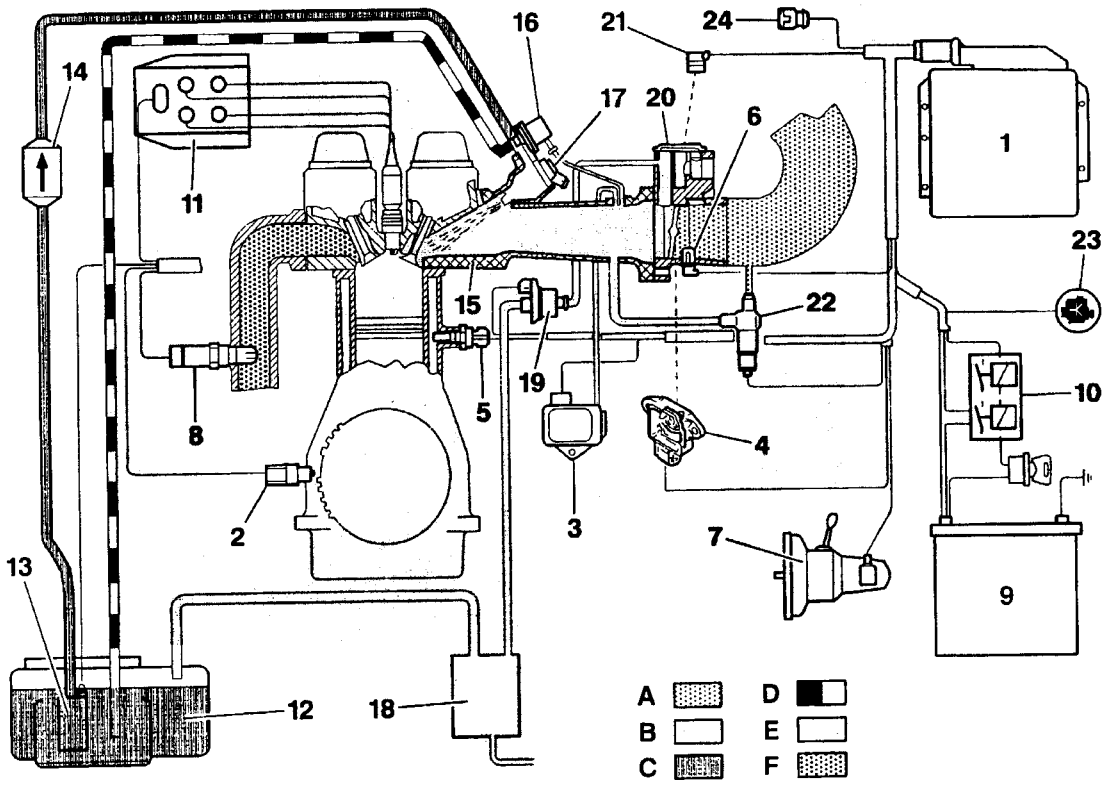
www.MECANICO AUTOMOTRIZ.ORG



# ***INYECCIÓN DE GASOLINA MOTRONIC***

1. Calculador
2. Captador de régimen y posición
3. Captador presión admisión
4. Potenciómetro de posición mariposa
5. Termisnistencia agua motor
6. Terministencia aire admisión
7. Captador velocidad vehículo
8. Sonda de oxígeno
9. Batería
10. Relé doble
11. Bobina de encendido
12. Depósito de combustible
13. Bomba de carburante
14. Filtro de carburante
15. Conjunto rampa de alimentación-colector de admisión
16. Regulador de presión
17. Inyectores
18. Depósito cánister
19. Electroválvula de purga cánister
20. Cajetín mariposa
21. Sonda de calentamiento cajetín mariposa
22. Válvula de regulación ralentí
23. Testigo de alerta inyección-encendido
24. Conector test inyección-encendido

A - Presión atmosférica
B - Presión de admisión
C - Carburante
D - Retorno carburante
E - Vapores carburante
F - Gases de escape




**Circuito encendido Bosch Motronic MP 7.0**

www.MECANICOAUTOMOTRIZ.ORG



c) Funciones internas:

- Regulación de ralentí (motor paso a paso de regulación de ralentí).
- Alimentación de los captadores (reté de alimentación del sistema).
- Alimentación de combustible (bomba de combustible).
- Calentamiento del cajetín de la mariposa (resistencia de recalentamiento del cajetín).
- Recalentamiento de la sonda lambda.
- Purga del cánister (electroválvula de purga de cánister).
- Limitación del régimen motor máximo por corte de la inyección.
- Compensación del par al tope de dirección asistida (monocontacto e dirección asistida).
- Autodiagnosis.

d) Funciones externas:

- Información del régimen motor (cuentarrevoluciones).
- Información consumo de carburante (ordenador de abordo)
- Testigo de diagnosis (cuadro de instrumentos).
- Diálogo con el calculador CCA (caja de cambios automática).
- Antiarranque del motor (antiarranque electrónico).
- Autorización de puesta en funcionamiento del compresor de aire acondicionado.

Las fases del funcionamiento se dividen en:

a) Fase de arranque:

El calculador (1) manda, vía los inyectores (17), un caudal periódico constante durante la acción de la puesta en marcha del motor.

La cantidad de combustible inyectada en modo asíncrono (no faseada con el PMS) solo depende de la temperatura del líquido de refrigeración.

El motor, una vez puesto en marcha (el motor está considerado como puesto en marcha a partir de un régimen de rotación definido en calibración ) recibe una cantidad de modo sincrónico (faseado en el PMS).

Esta cantidad inyectada varía permanentemente con:

- La evolución térmica del motor.
- La presión reinante en el colector de admisión

Paralelamente, el caudal de aire adicional, suministrado por el motor paso a paso de regulación de ralentí (22), está controlado en función de estos mismos parámetros.

b) Funcionamiento en regímenes transitorios

En regímenes transitorios (aceleración/deceleración), el cálculo del tiempo de inyección está corregido en función de las variaciones (en velocidad y amplitud) de las informaciones siguientes:

- Régimen motor (captador régimen motor (2)).
- Posición mariposa (potenciómetro mariposa (4)).
- Presión de admisión (captador de presión colector de admisión (3).
- Temperatura de agua del motor (termistencia agua motor (5)).

c) Corte en deceleración:

Durante la deceleración del motor (y a partir de un cierto régimen) cuando la mariposa de gases está cerrada (posición pie levantado), el calculador de inyección-encendido corta la inyección con el fin de:

- Disminuir el consumo.
- Minimizar la contaminación.
- Evitar la subida de temperatura del catalizador.

d) Rearme

El rearme corresponde a la recuperación de la inyección después del corte de deceleración). El régimen de rearme está definido a un régimen superior a la consigna de régimen de ralentí.

La definición de este régimen permite evitar el calado del motor debido a la inercia durante la deceleración.