

ELECTRONICA DEL AUTOMOBIL

2ª PARTE

SISTEMAS DE INYECCIÓN

INDICE

1	Diferencias entre la carburación y la inyección	8
2	Ventajas de la inyección	8
2.1	Consumo reducido	8
2.2	Mayor potencia.....	8
2.3	Gases de escape menos contaminantes	8
2.4	Arranque en frío y fase de calentamiento	9
3	Clasificación de los sistemas de inyección	9
3.1	Según el lugar donde inyectan:.....	9
3.1.1	INYECCION DIRECTA:	9
3.1.2	INYECCION INDIRECTA:.....	10
3.2	Según el número de inyectores:	11
3.2.3	INYECCION MONOPUNTO:	11
3.2.4	INYECCION MULTIPUNTO.....	11
3.3	Según el número de inyecciones	11
3.3.1	INYECCION CONTINUA	11
3.3.2	INYECCION INTERMITENTE.....	11
3.3.3	SECUENCIAL	11
3.3.4	SEMISECUENCIAL	12
3.3.5	SIMULTANEA	12
3.4	Según las características de funcionamiento:.....	12
3.5	Historia de los sistemas de inyección de gasolina del fabricante Bosch	13
3.6	Inyección Mecánica.....	14
3.6.1	Componentes del modelo K-jetronic	15
3.6.1.1	Alimentación de combustible	15
3.6.1.2	Bomba eléctrica de combustible:	16
3.6.1.3	Acumulador de combustible:.....	16
3.6.1.4	Medición del caudal de aire	17
3.6.1.5	Admisión de combustible	18
3.6.1.6	Funcionamiento de la válvula corredera	19
3.6.1.7	Regulador de presión.....	20
3.6.1.8	Arranque en frío	20
3.6.1.9	Enriquecimiento para la fase de calentamiento	21
3.6.1.10	Válvula de aire adicional	22
3.6.1.11	Inyectores.....	23
3.6.2	Esquema eléctrico para un sistema de inyección Bosch K-Jetronic.....	25
3.6.3	Funcionamiento.....	26
3.6.3.1	Contacto puesto - Motor parado	26
3.6.3.2	Arranque	26
3.6.3.3	Motor girando	27
3.6.4	Diagnóstico de la inyección Bosch K-Jetronic	28
3.7	Inyección Mecánica-electrónica	29
3.7.1	Actuador electrohidráulico o regulador de presión.....	30
3.7.2	Regulador de presión del circuito de alimentación de combustible	31
3.7.3	Actuador rotativo de ralentí	32
3.7.4	Sensor de posición de mariposa	33
3.7.5	Fase de deceleración.....	34
3.7.6	Regulación Lambda	34
3.7.7	Unidad de control.....	35
3.7.8	Esquema eléctrico para un sistema de inyección Bosch KE-Jetronic	38
3.7.9	Diagnóstico de la inyección Bosch KE-Jetronic	39
3.8	Inyección L-jetronic y sistemas asociados	40
3.8.1	Sistema Digijet	40
3.8.2	Sistema Digifant.....	40

3.8.3	Motronic	40
3.8.4	Esquema de un sistema L-jetronic.....	41
3.8.5	Esquema de un sistema Motronic.....	42
3.8.6	Resumen de los sistemas L-Jetronic y Motronic.....	42
3.8.6.1	Sistema de admisión.....	42
3.8.6.2	Medidor del caudal de aire.....	42
3.8.6.3	Otros sensores.....	43
3.8.6.4	Unidad de control electrónica (UCE).....	43
3.8.6.5	Sistema de alimentación	43
3.8.6.6	Arranque en frío	44
3.8.6.7	Válvula de aire adicional	44
3.8.6.8	Actuador rotativo de ralentí	44
3.9	Inyección Electrónica	45
3.9.1	L-jetronic y sistemas asociados	45
3.9.2	Sistema Digijet	45
3.9.3	Sistema Digifant.....	45
3.9.4	Motronic	45
▪	Esquema de un sistema L-jetronic.....	46
▪	Esquema de un sistema Motronic.....	46
3.9.5	Resumen de los sistemas L-Jetronic y Motronic.....	47
3.9.5.1	Sistema de admisión.....	47
3.9.5.2	Medidor del caudal de aire.....	47
3.9.5.3	Otros sensores.....	47
3.9.5.4	Unidad de control electrónica (UCE).....	47
3.9.5.5	Sistema de alimentación	48
3.9.5.6	Arranque en frío	49
3.9.5.7	Válvula de aire adicional	49
3.9.5.8	Actuador rotativo de ralentí	49
3.9.6	Sistema Bosch LH-Jetronic.....	50
3.9.6.1	Medidor del caudal de aire.....	51
3.9.6.2	Arranque en frío	51
3.9.6.3	Gestión de la inyección y el encendido en la misma ECU.....	52
3.9.7	Sistemas de inyección monopunto	54
3.9.7.1	Inyector	54
3.9.7.2	Unidad electrónica (ECU)	55
3.9.7.3	Regulador de presión.....	56
3.9.7.4	Motor Paso a Paso.....	56
3.9.7.5	Sistemas Monopunto	57
3.9.8	Sistema Bosch Mono-Jetronic	59
3.9.8.1	Sistema de admisión.....	59
3.9.8.2	Cuerpo de la mariposa.....	59
3.9.8.3	Caudalímetro.....	60
3.9.8.4	Interruptor de la mariposa	60
3.9.8.5	Sensor de la temperatura del refrigerante	60
3.9.8.6	Distribuidor	60
3.9.8.7	Sonda Lambda.....	61
3.9.8.8	Unidad de control electrónica (ECU).....	61
3.9.8.9	Sistema de alimentación	61
3.9.9	Sistema Bosch Mono-Motronic	63
▪	Esquema Sistema Mono Motronic	63
▪	Esquema Cuerpo Mariposa	64
3.9.10	Sistema de inyección monopunto MULTEC de Opel.....	67
3.9.11	Sistema MAGNETI-MARELLI G6	69
3.9.11.1	Captador de presión.....	70
3.9.11.2	Sensor de rpm.....	70

3.9.11.3	Canister.....	71
3.9.12	Sistema de inyección monopunto de Ford.....	72
▪	Esquema de diagnóstico de un sistema de inyección monopunto	73
3.9.13	Sistema de inyección multipunto Mitsubishi MPI	74
3.9.13.1	Alimentación de combustible	75
3.9.13.2	Alimentación de aire.....	75
3.9.13.3	Funcionamiento del caudalímetro de ultrasonidos.....	76
3.9.13.4	Funcionamiento del caudalímetro a presión	77
3.9.13.5	Funcionamiento del captador de presión atmosférica	77
3.9.13.6	Cuerpo de mariposa.....	78
3.9.13.7	Funcionamiento de la válvula de aire adicional	78
3.9.13.8	Funcionamiento del actuador de ralentí.....	78
3.9.13.9	Funcionamiento del interruptor de ralentí	78
3.9.13.10	Funcionamiento del potenciómetro	78
3.9.13.11	Sensores de rpm y ángulo de cigüeñal.....	79
3.9.13.12	Captador de velocidad del vehículo.....	79
3.9.13.13	Interruptor de presión hidráulica de la dirección asistida	80
3.9.13.14	Interruptor del climatizador.....	80
3.9.14	Sistema de inyección y encendido integrado RENIX de Renault	81
3.9.14.1	Unidad de control ECU	82
3.9.14.2	Sensor de temperatura del aire.....	82
3.9.14.3	Temperatura del refrigerante motor	82
3.9.14.4	Regulación de riqueza	82
3.9.14.5	Tensión de batería	82
3.9.14.6	Detector de picado.....	82
3.9.14.7	Información de arranque	83
3.9.14.8	Sensor de posición de mariposa.....	83
3.9.14.9	Válvula de regulación de ralentí.....	83
3.9.14.10	Sensor de fase y régimen	83
3.9.14.11	Sensor de presión absoluta	83
3.9.14.12	Sensor posición mariposa.....	85
3.9.14.13	Válvula de regulación de ralentí.....	85
3.9.14.14	Potenciómetro de riqueza de ralentí	86
▪	Esquema eléctrico.....	87
3.9.15	Inyección electrónica de gasolina para motor wankel -Mazda MPI-	88
3.9.15.1	Elementos que forman el sistema Mazda MPI.....	88
3.9.15.1.1	Sistema de admisión.....	88
3.9.15.1.2	Medidor del caudal de aire.....	88
3.9.15.1.3	Otros sensores.....	89
3.9.15.1.4	Unidad de control electrónica.....	89
3.9.15.1.5	Sistema de alimentación	89
3.9.15.1.6	Válvula de control de la derivación del aire (BAC).....	89
3.9.15.1.7	Constitución del motor wankel	90
3.10	INYECCION DIRECTA DE GASOLINA	94
3.10.1	Objetivos	94
▪	Ventajas	95
▪	Inconvenientes.....	97
3.10.2	Esquema general de funcionamiento.....	99
3.10.3	El colector de admisión vertical.....	100
3.10.4	Introducción al funcionamiento de este sistema de inyección	104
3.10.5	Modo estratificado.....	104
3.10.6	Modo homogéneo-pobre.....	105
3.10.7	Modo homogéneo	105
3.10.8	Modo de carga estratificada.....	106
3.10.8.1	Admisión	106

3.10.8.2	Flujo del aire.....	107
3.10.8.3	Inyección	107
3.10.8.4	Formación de la mezcla	108
3.10.8.5	Combustión	109
3.10.9	Modo de carga homogenero-pobre.....	109
3.10.9.1	Admisión	110
3.10.9.2	Inyección	110
3.10.9.3	Formación de la mezcla	111
3.10.9.4	Combustión	111
3.10.10	Modo homogéneo	111
3.10.10.1	Admisión	112
3.10.10.2	Inyección	112
3.10.10.3	Formación de la mezcla	113
3.10.10.4	Combustión	113
3.10.11	Sistema de combustible, alimentación e inyección	114
3.10.12	La bomba de combustible de alta presión	115
3.10.12.1	Accionamiento.....	115
3.10.12.2	Funcionamiento.....	116
3.10.13	Válvula reguladora de presión de combustible	116
3.10.13.1	Funcionamiento.....	117
3.10.13.2	Efectos en caso de avería.....	117
3.10.14	Sensor de presión de combustible.....	118
3.10.14.1	Funcionamiento.....	119
3.10.14.2	Efectos en caso de avería.....	119
3.10.15	Los inyectores de alta presión	119
3.10.15.1	Funcionamiento.....	120
3.10.15.2	Excitación de los inyectores de alta presión	122
3.10.15.3	Efectos en caso de avería.....	122
3.10.16	La válvula dosificadora de combustible	123
3.10.16.1	Funcionamiento.....	123
3.10.16.2	Efectos en caso de avería.....	123
3.10.17	El depósito de carbón activo (canister)	123
3.10.18	Sistema de admisión de aire	124
3.10.19	Acelerador electrónico	126
3.10.19.1	Funcionamiento.....	126
3.10.20	Colector de admisión variable mediante trampillas (chapaletas).....	127
3.10.20.1	Chapaleta en el colector de admisión accionada.....	128
3.10.20.2	Chapaleta en el colector de admisión no accionada.....	128
3.10.20.3	Sensor de posición para la chapaleta en el colector de admisión	128
3.10.20.4	Electroválvula de control para chapaleta en el colector de admisión ...	128
3.10.21	Medidor de la masa de aire con sensor de temperatura del aire aspirado	129
3.10.21.1	Aplicaciones de la señal.....	129
3.10.21.2	Estructura.....	129
3.10.21.3	Efectos en caso de avería.....	130
3.10.22	Sensor de presión en el colector de admisión	130
3.10.22.1	Aplicaciones de la señal.....	130
3.10.22.2	Funcionamiento.....	130
3.10.23	Sistema de recirculación de gases de escape (EGR).....	131
3.10.23.1	Determinación de la cantidad de gases de escape a recircular.....	131
3.10.23.2	Efectos en caso de avería.....	131
3.10.23.3	Sensor de presión para amplificación de servofreno	132
3.10.23.4	Gestión electrónica del motor	133
3.10.23.5	Gestión del motor basada en el par	135
3.10.23.6	Funcionamiento.....	136

3.10.24	Sistema de encendido.....	137
3.10.25	Reglaje de distribución variable	138
3.10.26	La recirculación de gases de escape.....	139
3.10.27	Sistema de escape.....	140
3.10.27.1	Refrigeración de los gases de escape	141
3.10.27.2	Refrigeración del colector de escape (sólo en algunas versiones de motor)	141
3.10.27.3	El tubo de escape de tres caudales	141
3.10.27.4	Sonda lambda de banda ancha	142
3.10.27.5	El catalizador previo de tres vías	142
3.10.27.5.1	Funcionamiento.....	143
3.10.27.6	Sensor de temperatura de los gases de escape.....	143
3.10.27.6.1	Funcionamiento.....	144
3.10.27.7	Catalizador-acumulador de NOx.....	144
3.10.27.7.1	Misión.....	145
3.10.27.7.2	Funcionamiento.....	145
3.10.27.8	La unidad de control para sensor de NOx	146
3.10.27.9	Sensor de NOx.....	146
3.10.27.9.1	Funcionamiento.....	147
3.10.27.9.2	Modo de regeneración	147
4	INYECCION DIESEL	152
4.1	Campos de aplicación de los sistemas de inyección diesel, Bosch.....	152
4.2	Propiedades y datos característicos de los sistemas de inyección diesel.	153
4.3	Tipos de sistemas de inyección.	154
4.3.1	Bombas de inyección en línea	154
4.3.2	Bomba de inyección en línea estándar PE	155
4.3.3	Bombas de inyección rotativas	155
4.3.3.1	Bomba de inyección rotativa de émbolo axial.....	155
4.3.3.2	Bomba de inyección rotativa de émbolos radiales.....	156
4.3.4	Bombas de inyección individuales	156
4.3.4.1	Bombas de inyección individuales PF.....	156
4.3.4.2	Unidad bomba-inyector UIS	157
4.3.4.3	Unidad bomba-tubería-inyector UPS	157
4.3.5	Sistema de inyección de acumulador	158
4.3.5.1	Common Rail CR	158
4.3.5.1.1	Introducción.....	158
4.3.5.1.2	Relación general del sistema	159
4.3.5.1.3	Procesamiento de datos del sistema EDC.....	159
4.3.5.1.3.1	Señales de entrada	160
4.3.5.1.3.2	Preparación de señales	160
4.3.5.1.3.3	Procesamiento de señales en la unidad de control	160
4.3.5.1.3.4	Señales de salida.....	161
4.3.6	Sistemas de ayuda de arranque para motores Diesel	161
4.3.6.1	Bujía de espiga incandescente	162
4.3.6.2	Bujía de precalentamiento	163
4.3.6.3	Unidad de control de tiempo de incandescencia	164
4.3.6.4	Unidad de control de tiempo de incandescencia (GZS).....	165
4.3.7	GESTIÓN ELECTRÓNICA DIESEL.....	166
4.3.7.1	Diferentes sistemas:.....	167
4.3.7.1.1	Bomba rotativa	167
4.3.7.1.2	Common rail.....	167
4.3.7.1.3	Bomba inyector	168
4.3.8	GESTIÓN ELECTRÓNICA DIESEL (Funcionamiento).....	168
4.3.8.1	Regulación del caudal de inyección de combustible.....	172

4.3.8.2	Factores de influencia prioritaria a la hora de regular el caudal de combustible a inyectar	173
4.3.8.2.1	Sensor pedal del acelerador	173
4.3.8.2.2	Sensor de temperatura del motor y del combustible.....	173
4.3.8.2.3	Sensor de nº rpm y punto muerto superior PMS	174
4.3.8.2.4	Caudalimetro.....	175
4.3.8.2.5	Sensor de posición del regulador de caudal de inyección	175
4.3.8.2.6	Cartografía de inyección (Mapa de humos).....	176
4.3.8.3	Factores de influencia secundaria a la hora de regular el caudal de combustible a inyectar	176
4.3.8.3.1	Contacto del pedal del embrague	176
4.3.8.3.2	Contacto del pedal de freno y contacto de freno	176
4.3.8.3.3	Control del comienzo de la inyección.....	177
4.3.8.3.3.1	Factores influyentes	178
4.3.8.3.3.1.1	Cartografía de comienzo a la inyección	178
4.3.8.3.3.1.2	Volumen de combustible calculado.....	178
4.3.8.3.3.1.3	El sensor de nº rpm del motor y del punto muerto superior (PMS).....	178
4.3.8.3.3.1.4	Sensor de temperatura del motor	179
4.3.8.3.3.1.5	Sensor de alzada de aguja	179
4.3.9	Gestion electronica diesel con bomba rotativa	180
4.3.9.1	Sistema de recirculación de gases de escape.....	180
4.3.9.2	Sistema de control de la presión del Turbocompresor.....	181
4.3.9.3	Sistema de arranque en frío.....	183
4.3.9.3.1	Fase de preincandescencia	183
4.3.9.3.2	La fase de postincandescencia.....	183
4.3.9.4	Unidad de control electrónica (ECU).....	183
4.3.9.4.1	Señales de entrada a la ECU:.....	185
4.3.9.4.2	Señales de salida de la ECU:	185
4.3.9.4.3	Adaptación de la bomba de inyección rotativa a la gestión electrónica	186
4.3.9.4.4	Dispositivo de regulación del caudal de combustible.....	187
4.3.9.4.5	Dispositivo variador de avance de la inyección	188

1 Diferencias entre la carburación y la inyección

En los motores de gasolina, la mezcla se prepara utilizando un carburador o un equipo de inyección. Hasta ahora, el carburador era el medio más usual de preparación de mezcla, medio mecánico. Desde hace algunos años, sin embargo, aumentó la tendencia a preparar la mezcla por medio de la inyección de combustible en el colector de admisión. Esta tendencia se explica por las ventajas que supone la inyección de combustible en relación con las exigencias de potencia, consumo, comportamiento de marcha, así como de limitación de elementos contaminantes en los gases de escape. Las razones de estas ventajas residen en el hecho de que la inyección permite (una dosificación muy precisa del combustible en función de los estados de marcha y de carga del motor; teniendo en cuenta así mismo el medio ambiente, controlando la dosificación de tal forma que el contenido de elementos nocivos en los gases de escape sea mínimo.

Además, asignando una electroválvula o inyector a cada cilindro se consigue una mejor distribución de la mezcla.

También permite la supresión del carburador; dar forma a los conductos de admisión, permitiendo corrientes aerodinámicamente favorables, mejorando el llenado de los cilindros, con lo cual, favorecemos el par motor y la potencia, además de solucionar los conocidos problemas de la carburación, como pueden ser la escarcha, la percolación, las inercias de la gasolina.

2 Ventajas de la inyección

2.1 Consumo reducido

Con la utilización de carburadores, en los colectores de admisión se producen mezclas desiguales de aire/gasolina para cada cilindro. La necesidad de formar una mezcla que alimente suficientemente incluso al cilindro más desfavorecido obliga, en general, a dosificar una cantidad de combustible demasiado elevada. La consecuencia de esto es un excesivo consumo de combustible y una carga desigual de los cilindros. Al asignar un inyector a cada cilindro, en el momento oportuno y en cualquier estado de carga se asegura la cantidad de combustible, exactamente dosificada.

2.2 Mayor potencia

La utilización de los sistemas de inyección permite optimizar la forma de los colectores de admisión con el consiguiente mejor llenado de los cilindros. El resultado se traduce en una mayor potencia específica y un aumento del par motor.

2.3 Gases de escape menos contaminantes

La concentración de los elementos contaminantes en los gases de escape depende directamente de la proporción aire/gasolina. Para reducir la emisión de contaminantes es necesario preparar una mezcla de una determinada proporción. Los sistemas de inyección permiten ajustar en todo momento la cantidad necesaria de combustible respecto a la cantidad de aire que entra en el motor.

2.4 Arranque en frío y fase de calentamiento

Mediante la exacta dosificación del combustible en función de la temperatura del motor y del régimen de arranque, se consiguen tiempos de arranque más breves y una aceleración más rápida y segura desde el ralenti. En la fase de calentamiento se realizan los ajustes necesarios para una marcha redonda del motor y una buena admisión de gas sin tirones, ambas con un consumo mínimo de combustible, lo que se consigue mediante la adaptación exacta del caudal de éste.

3 Clasificación de los sistemas de inyección.

Se pueden clasificar en función de cuatro características distintas:

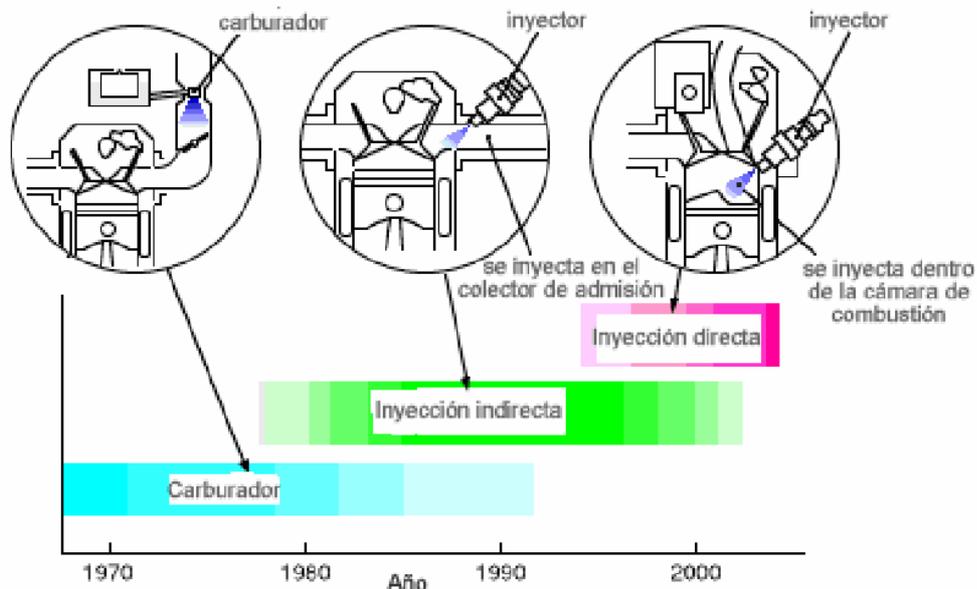
1. Según el lugar donde inyectan.
2. Según el número de inyectores.
3. Según el número de inyecciones.
4. Según las características de funcionamiento.

A continuación especificamos estos tipos:

3.1 Según el lugar donde inyectan:

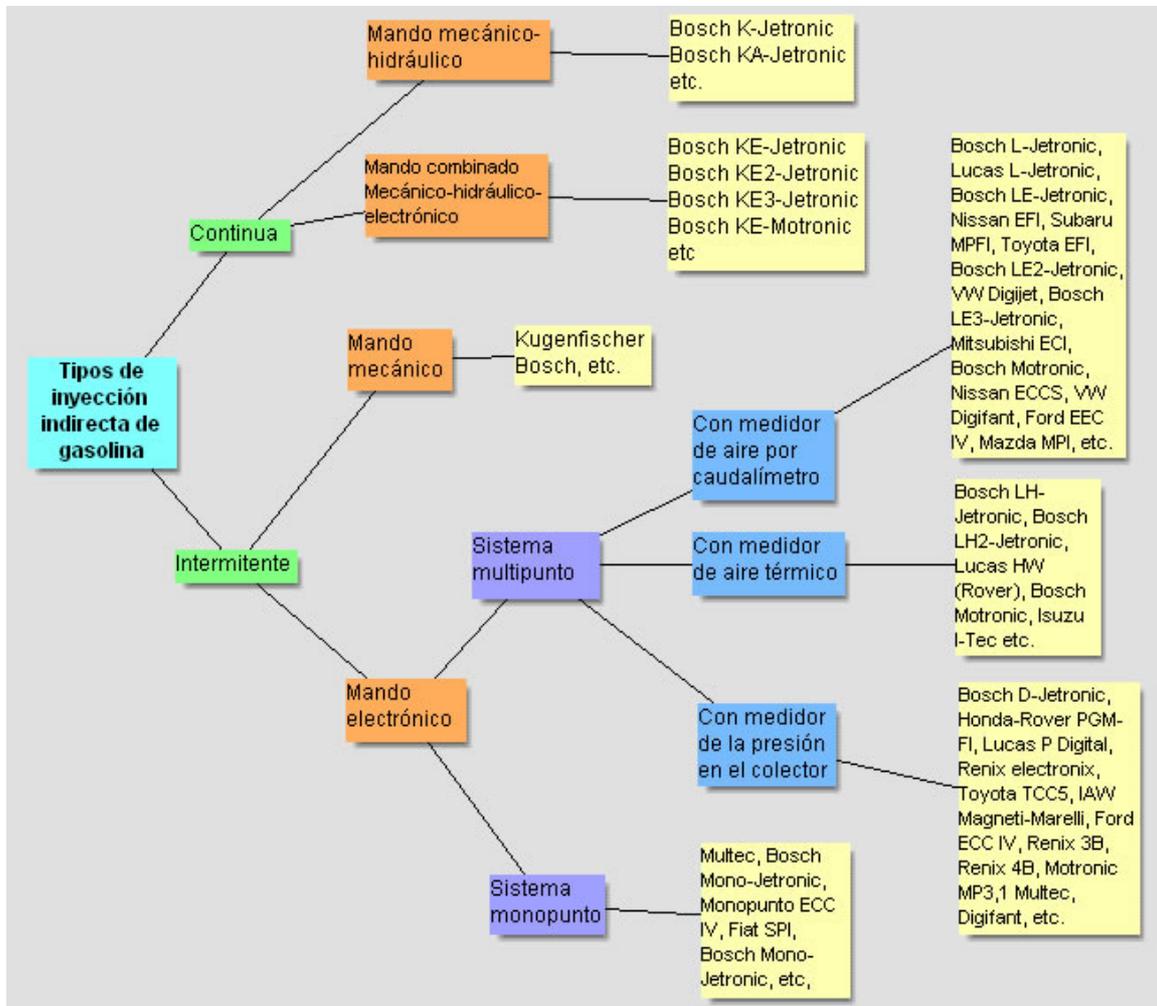
3.1.1 INYECCION DIRECTA:

El inyector introduce el combustible directamente en la cámara de combustión. Este sistema de alimentación es el más novedoso y se está empezando a utilizar ahora en los motores de inyección gasolina como el motor GDi de Mitsubishi o el motor IDE de Renault.



3.1.2 INYECCION INDIRECTA:

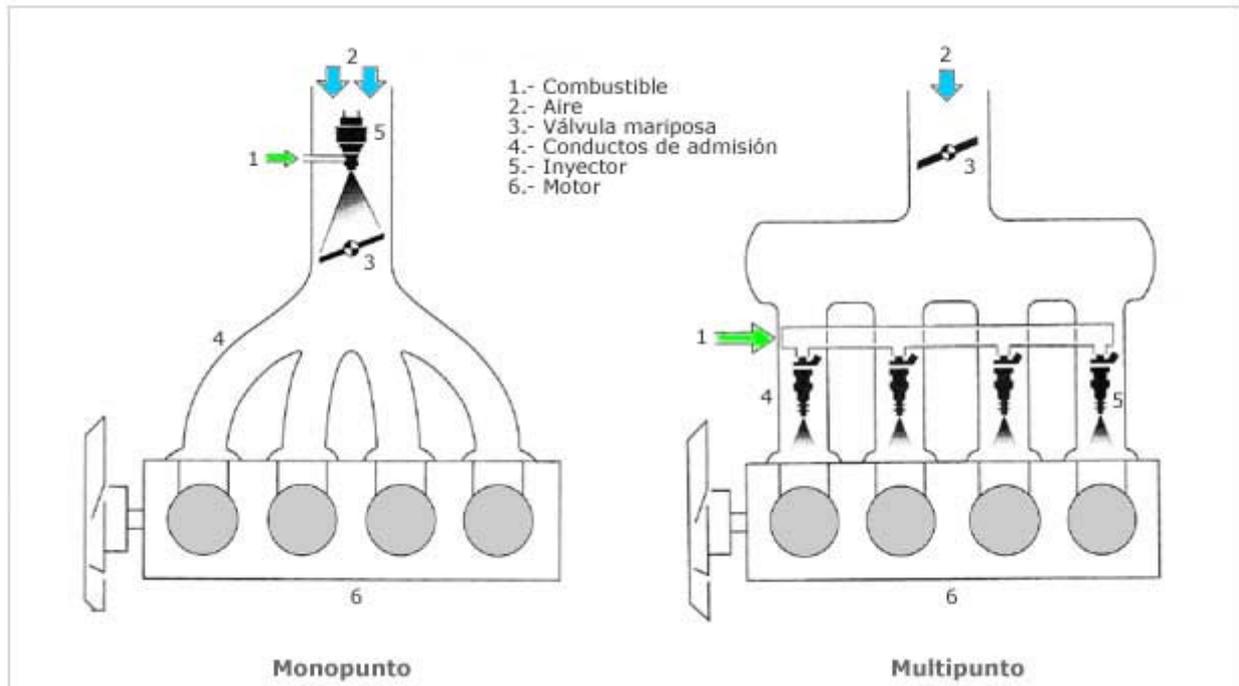
El inyector introduce el combustible en el colector de admisión, encima de la válvula de admisión, que no tiene por qué estar necesariamente abierta. Es la más usada actualmente.



3.2 Según el número de inyectores:

3.2.3 INYECCION MONOPUNTO:

Hay solamente un inyector, que introduce el combustible en el colector de admisión, después de la mariposa de gases. Es la más usada en vehículos turismo de baja cilindrada que cumplen normas de antipolución.



3.2.4 INYECCION MULTIPUNTO

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

3.3 Según el número de inyecciones

3.3.1 INYECCION CONTINUA

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

3.3.2 INYECCION INTERMITENTE

Los inyectores introducen el combustible de forma intermitente, es decir; el inyector abre y cierra según recibe ordenes de la centralita de mando. La inyección intermitente se divide a su vez en tres tipos:

3.3.3 SECUENCIAL

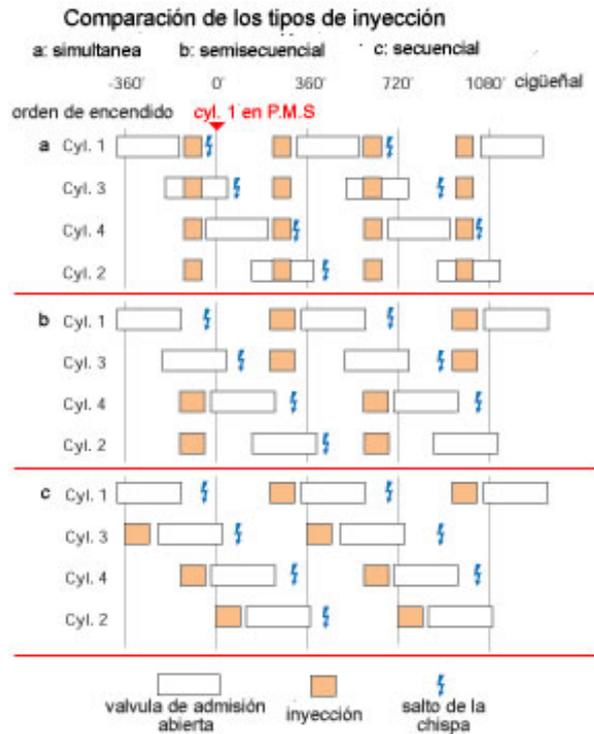
El combustible es inyectado en el cilindro con la válvula de admisión abierta, es decir; los inyectores funcionan de uno en uno de forma sincronizada.

3.3.4 SEMISECUENCIAL

El combustible es inyectado en los cilindros de forma que los inyectores abren y cierran de dos en dos.

3.3.5 SIMULTANEA

El combustible es inyectado en los cilindros por todos los inyectores a la vez, es decir; abren y cierran todos los inyectores al mismo tiempo.



3.4 Según las características de funcionamiento:

- INYECCIÓN MECÁNICA (K-jetronic)
- INYECCIÓN ELECTROMECAÁNICA (KE-jetronic)
- INYECCIÓN ELECTRÓNICA (L-jetronic, LE-jetronic, motronic, Dijijet, Digifant, etc.)

Todas las inyecciones actualmente usadas en automoción pertenecen a uno de todos los tipos anteriores.

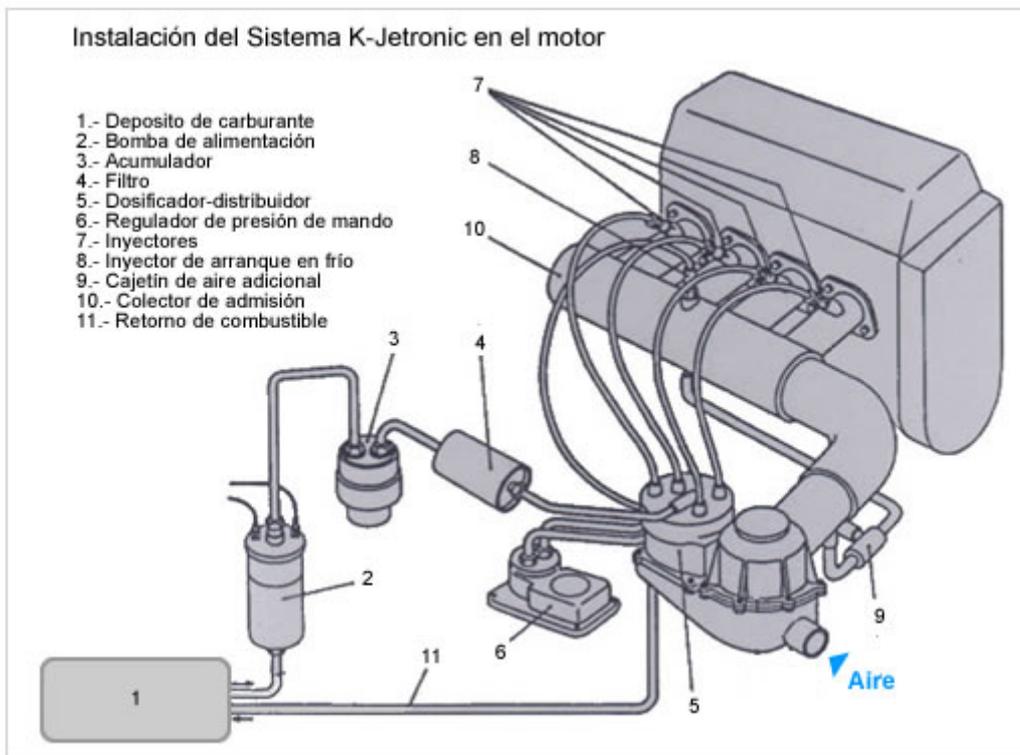
3.5 Historia de los sistemas de inyección de gasolina del fabricante Bosch

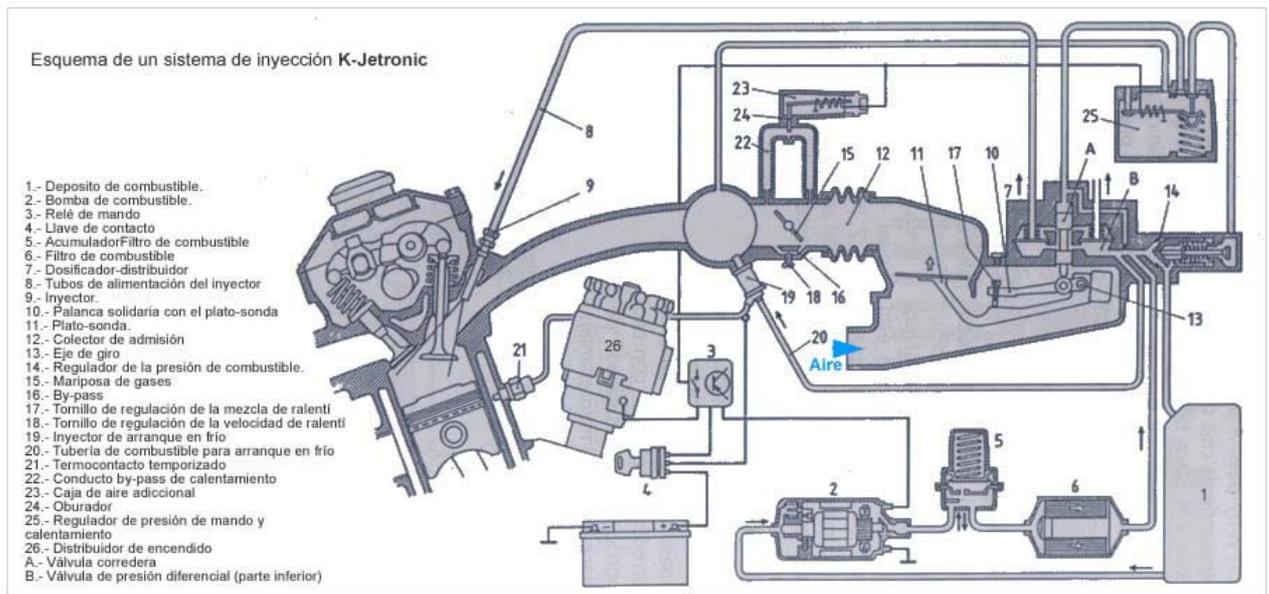
- 1912.- Primeros ensayos de bombas de inyección de gasolina basada en las bombas de aceite de engrase.
- 1932.- Ensayos sistemáticos de inyección de gasolina para motores de aviación.
- 1937.- Aplicación en serie de la inyección de gasolina en motores de aviación.
- 1945.- Primera aplicación en serie de la inyección de gasolina en vehículos a motor.
- 1951.- Sistemas de inyección de gasolina para pequeños motores de dos tiempos.
- 1952.- Sistemas de inyección de gasolina para motores de 4 tiempos para vehículos, en serie a partir de 1954.
- 1967.- Primer sistema electrónico de inyección de gasolina D-Jetronic.
- 1973.- Inyección electrónica de gasolina L-Jetronic / Inyección electrónica de gasolina K-Jetronic.
- 1976.- Sistemas de inyección de gasolina con regulación Lambda.
- 1979.- Sistema digital de control del motor Motronic.
- 1981.- Inyección electrónica de gasolina con medidor de caudal de aire por hilo caliente LH-Jetronic.
- 1982.- Inyección continua de gasolina con control electrónico KE-Jetronic.
- 1987.- Sistema centralizado de inyección Mono-Jetronic.
- 1989.- Control digital del motor con dispositivo de control de la presión del colector de admisión Motronic MP3.
- 1989.- Control digital del motor con ordenador de 16 bit, Motronic M3.
- 1991.- Gestión del motor mediante CAN (Controller Area Network), sistema de bus de alta velocidad para acoplar las diferentes centralitas.

3.6 Inyección Mecánica

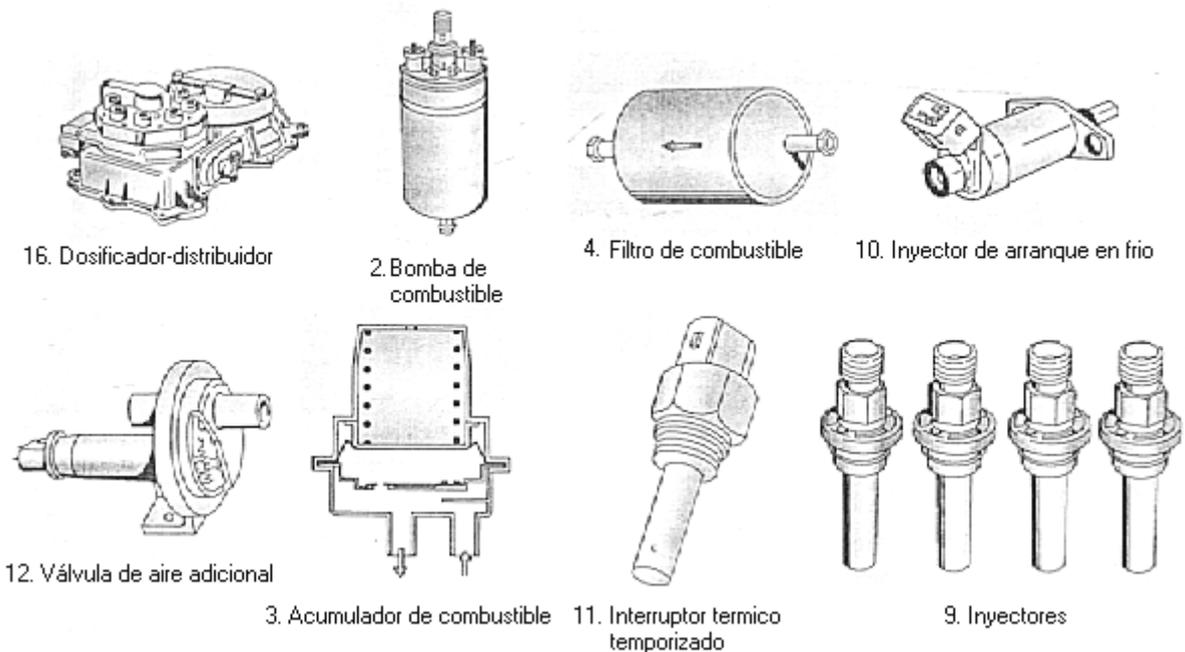
El sistema K-Jetronic de Bosch proporciona un caudal variable de carburante pilotado mecánicamente y en modo continuo. Este sistema realiza tres funciones fundamentales:

- Medir el volumen de aire aspirado por el motor, mediante un caudalímetro especial.
- Alimentación de gasolina mediante una bomba eléctrica que envía la gasolina hacia un dosificador-distribuidor que proporciona combustible a los inyectores.
- Preparación de la mezcla: el volumen de aire aspirado por el motor en función de la posición de la válvula de mariposa constituye el principio de dosificación de carburante. El volumen de aire está determinado por el caudalímetro que actúa sobre el dosificador-distribuidor.





3.6.1 Componentes del modelo K-jetronic



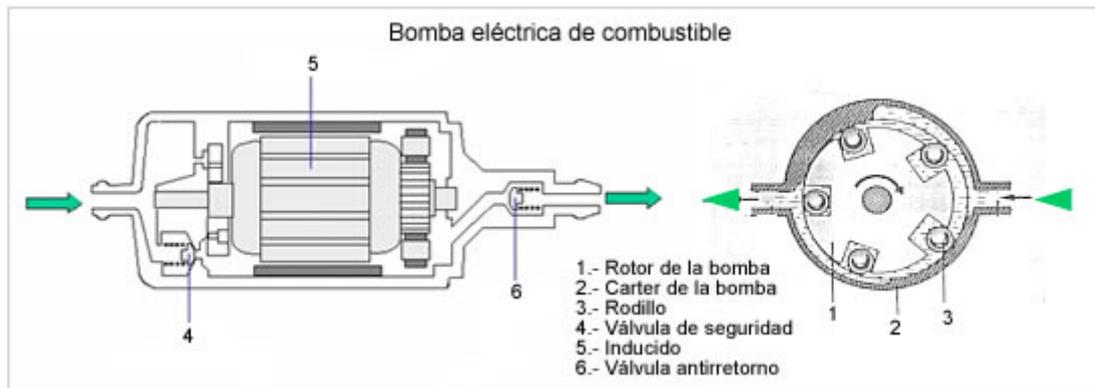
3.6.1.1 Alimentación de combustible

El sistema de alimentación suministra bajo presión la cantidad exacta de combustible necesaria para el motor en cada estado de funcionamiento. El sistema de alimentación consta del depósito de combustible (1), la electrobomba de combustible (2), el acumulador de combustible (3), el filtro de combustible (4), el regulador de presión (5), el distribuidor-dosificador de combustible (16) y las válvulas de inyección (9). Una bomba celular de rodillos accionada eléctricamente aspira el combustible desde el depósito y lo conduce bajo presión a través de un acumulador de presión y un filtro.

3.6.1.2 Bomba eléctrica de combustible:

Es una bomba de tipo centrífugo situado a la salida del depósito; en un interior hay una cámara excéntrica con un disco que contiene cinco cavidades donde están los rodillos. Debido a la fuerza centrífuga los rodillos resultan proyectados contra las paredes, aumentando el volumen de las cavidades y aspirando la gasolina, que se impulsa hasta el tubo distribuidor. La bomba tiene una válvula de descarga que limita la presión del circuito. De esta manera se evita que una posible obstrucción provoque la avería de la propia bomba. Cuando la bomba está parada, una válvula a la salida mantiene una presión residual en el circuito. El motor de la bomba está bañado en la propia gasolina que le sirve al mismo tiempo de lubricante y refrigerante. Aunque pueda parecer que existe riesgo de inflamación al estar en contacto con la gasolina con el motor eléctrico, esto no es posible debido a la ausencia de aire para la combustión.

Al poner el contacto del vehículo la bomba se pone en marcha permaneciendo en funcionamiento todo el tiempo en que el motor está en marcha. Un sistema de seguridad detiene la bomba cuando no hay mando de encendido.

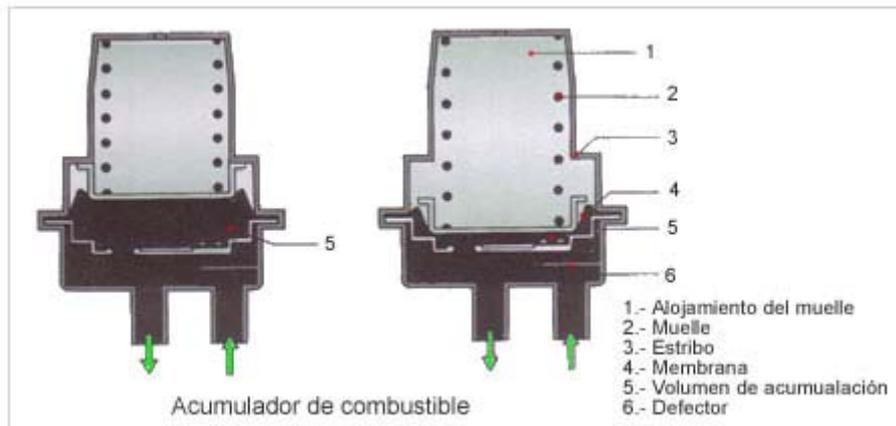


3.6.1.3 Acumulador de combustible:

Mantiene bajo presión el circuito de carburante después del paro del motor, para facilitar una nueva puesta en marcha, sobretodo si el motor está caliente. Gracias a la forma particular de su cuerpo, el acumulador ejerce una acción de amortiguación de los impulsos presentes en el circuito y debidos a la acción de la bomba.

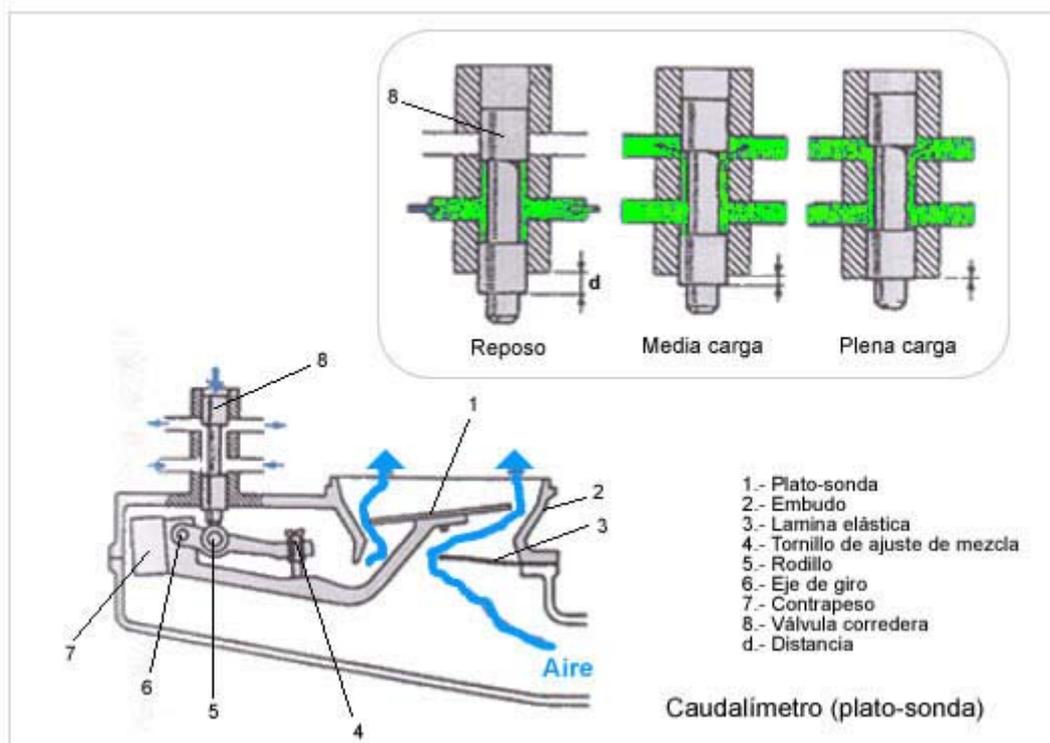
El interior del acumulador está dividido por dos cámaras separadas por una membrana (4). Una cámara (5) tiene la misión de acumular carburante y la otra (1) contiene un muelle.

Durante el funcionamiento, la cámara de acumulación se llena de carburante y la membrana se curva hasta el tope, oponiéndose a la presión ejercida por el muelle. La membrana queda en esta posición, que corresponde al volumen máximo hasta que el motor deja de funcionar. A medida que el circuito de carburante va perdiendo presión la membrana va desplazándose para compensar esta falta de carburante.

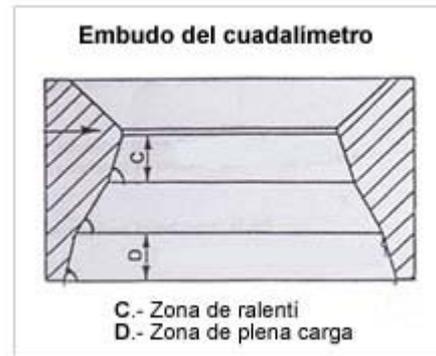


3.6.1.4 Medición del caudal de aire

El regulador de mezcla cumple dos funciones medir el volumen de aire aspirado por el motor y dosificar la cantidad correspondiente de combustible para conseguir una proporción aire/combustible adecuada. El medidor del caudal de aire), situado delante de la mariposa en el sistema de admisión mide el caudal de aire. Consta de un embudo de aire (2) con un plato-sonda móvil colocado en el nivel de diámetro más pequeño. Cuando el motor aspira el aire a través del embudo, el plato (1) es aspirado hacia arriba o hacia abajo (depende de cada instalación), y abandona su posición de reposo. Un sistema de palancas transmite el movimiento del plato a la válvula corredera (8) que determina la cantidad de combustible a inyectar. Al parar el motor el plato-sonda vuelve a la posición neutra y descansa en un resorte (3) de lámina ajustable (en el caso de los platos-sonda que se desplazan hacia arriba). Para evitar estropear la sonda en caso de retornos de llama por el colector de admisión, el plato-sonda puede oscilar en el sentido contrario, contra el resorte de lámina, hacia una sección más grande. Un amortiguador de goma limita su carrera.

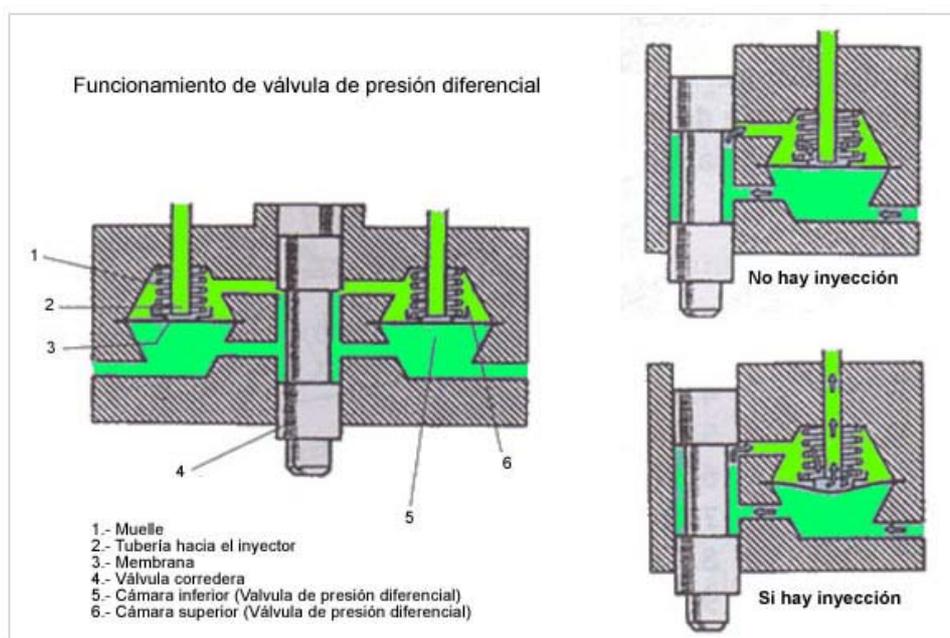


Para la adaptación de la relación aire/combustible a diferentes regímenes del motor: ralentí, carga parcial y plena carga, el embudo del caudalímetro esta compuesto de secciones que presentan diferentes pendientes. En las zonas de ralentí y plena carga la pendiente del embudo permitirá que el plato sonda se eleve mas para así poder enriquecer mas la mezcla.



3.6.1.5 Admisión de combustible

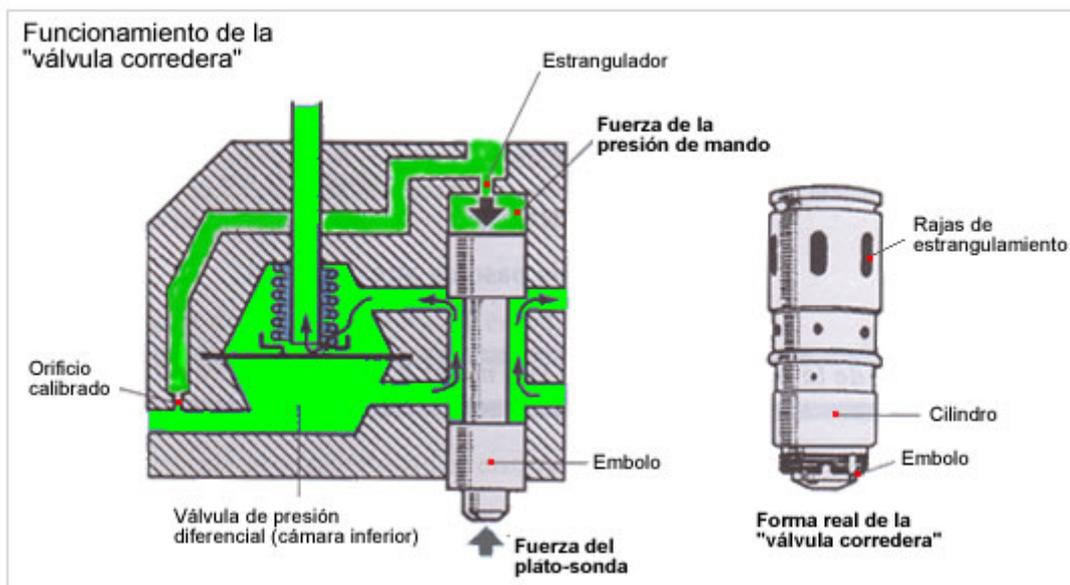
El dosificador-distribuidor de combustible dosifica la cantidad necesaria de combustible y la distribuye a los inyectores. La cantidad de combustible varia en función de la posición del plato-sonda del medidor del caudal de aire, y por lo tanto en función del aire aspirado por el motor. Un juego de palancas traduce la posición del plato-sonda en una posición correspondiente a la válvula de corredera. La posición de la válvula corredera en la cámara cilíndrica de lumbreras determina la cantidad de combustible a inyectar. Cuando el émbolo se levanta, aumenta la sección liberada en las lumbreras, dejando así pasar más combustible hacia las válvulas de **presión diferencial** (cámaras superiores) y de estas hacia los inyectores. Al movimiento hacia arriba del émbolo de control se opone la fuerza que proviene del circuito de presión de mando. Esta presión de mando está regulada por el "regulador de la presión de mando" y sirve para asegurar que el émbolo de la válvula corredera sigue siempre inmediatamente el movimiento del plato-sonda sin que permanezca en posición alta cuando el plato-sonda vuelve a la posición de ralentí. Las válvulas de presión diferencial del dosificador-distribuidor de combustible aseguran el mantenimiento de una caída de presión constante entre los lados de entrada y de salida de las lumbreras. Esto significa que cualquier variación en la presión de línea del combustible o cualquier diferencia en la presión de apertura entre las inyectores no puede afectar el control del caudal de combustible.



3.6.1.6 Funcionamiento de la válvula corredera

La posición del émbolo de la válvula corredera en si es determinada por la posición del plato-sonda, por lo tanto esta en función del caudal de aire en el embudo del caudalímetro. El combustible debe ser repartido uniformemente entre los cilindros del motor. El principio de este reparto descansa en el mando de la sección de paso de las "rajas de estrangulación", mecanizadas en el cilindro de la "válvula corredera". El cilindro lleva tantas aperturas (rajas de estrangulamiento) como cilindros lleva el motor.

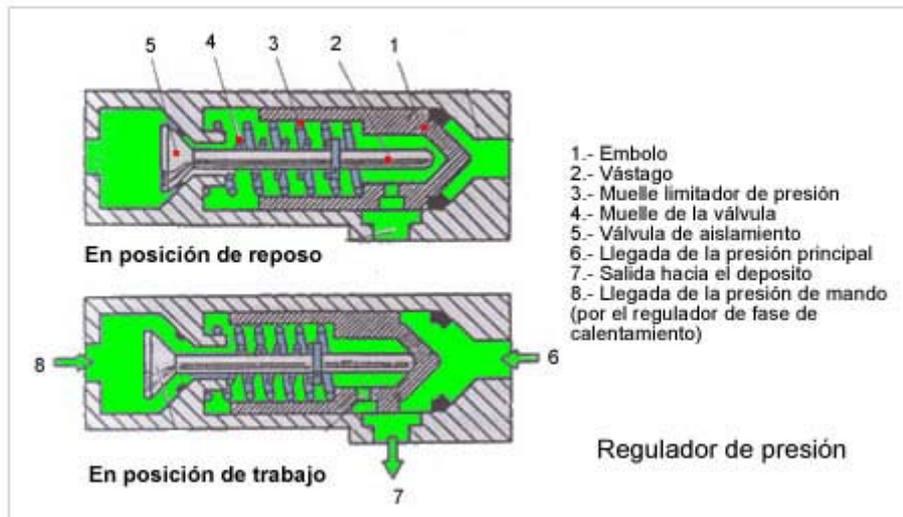
Una válvula de presión diferencial afectado a cada una de las rajas tiene la función de mantener en ellas una caída de presión de valor constante. Está válvula esta constituida por una cámara inferior y otra superior separadas por una membrana de acero. La presión reinante en la cámara superior es inferior a 0,1 bar (valor que representa la presión diferencial). Esta diferencia de presión se produce por un muelle helicoidal incorporado en la cámara superior. Si la cantidad de combustible que pasa a través de la cámara superior por las rajas de estrangulamiento se incrementa, la presión aumenta momentáneamente en esta cámara. La membrana de acero se encorva hacia la parte inferior y descubre la sección de salida hacia el inyector en la medida necesaria para que se establezca en la raja de estrangulamiento una presión diferencial de 0,1 bar. El embolo de la válvula corredera según su posición descubre mas o menos las rajas de estrangulamiento.



El circuito de la presión de mando se deriva del circuito de alimentación por medio de un "orificio calibrado" situado en el dosificador-distribuidor. La presión de mando queda determinada por el regulador de presión de mando. El "estrangulamiento" que se sitúa por encima de la válvula corredera tiene la función de amortiguar los movimientos del plato-sonda ocasionados por las pulverizaciones de aire que se manifiestan a menudo a escasa velocidad.

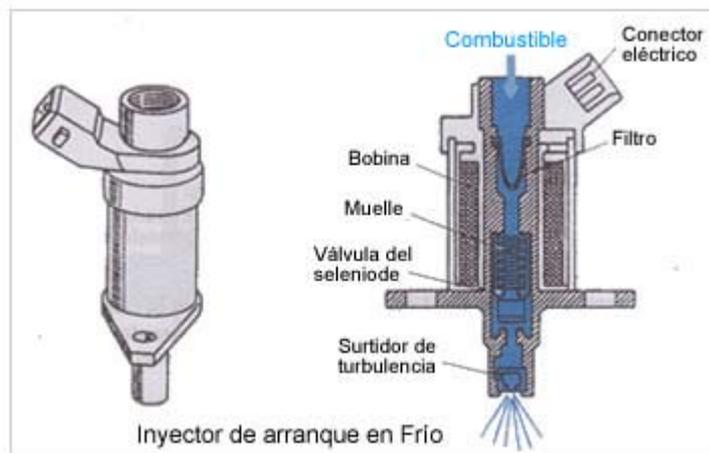
3.6.1.7 Regulador de presión

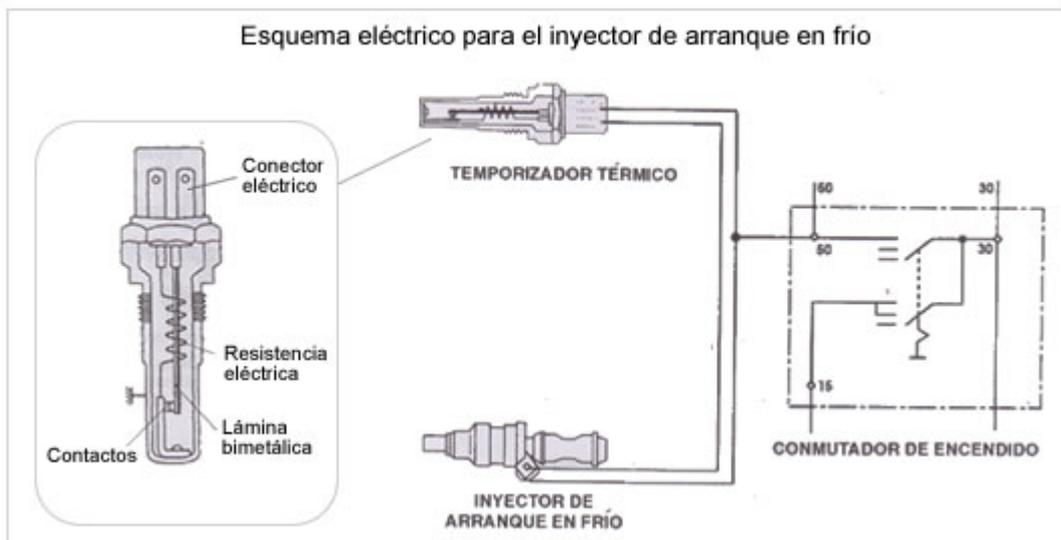
Un regulador de presión de combustible situado en el regulador de mezcla (dosificador-distribuidor) mantiene una presión constante de 5 bar en la parte inferior de las válvulas de presión diferencial cualquiera que sea la fase de utilización del motor, o las variaciones de caudal de la bomba de alimentación. El regulador de presión devuelve el combustible sobrante al depósito con la presión atmosférica. También el regulador de presión devuelve al depósito el combustible que le llega del "regulador de fase de calentamiento" a través de la entrada (8) y pasando por la válvula de aislamiento (5).



3.6.1.8 Arranque en frío

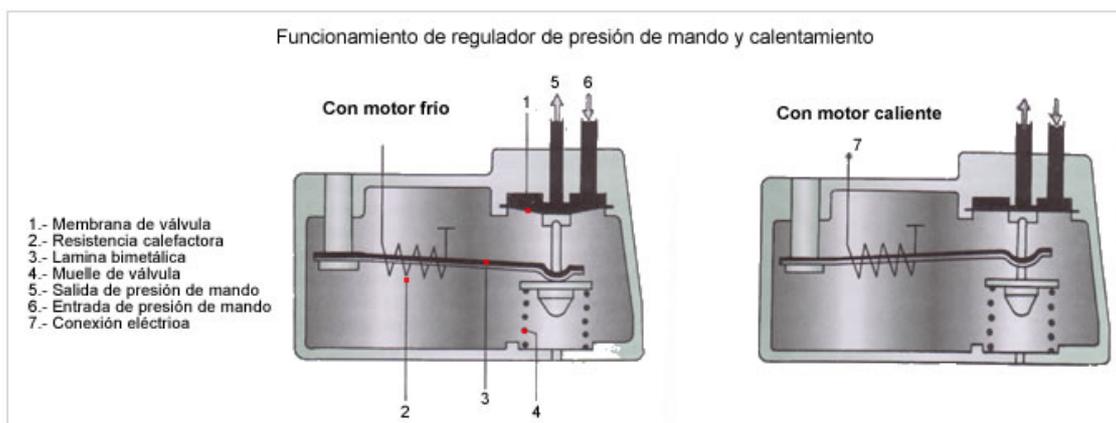
Al arrancar en frío el motor necesita más combustible para compensar las pérdidas debidas a las condensaciones en las paredes frías del cilindro y de los tubos de admisión. Para compensar esta pérdida y para facilitar el arranque en frío, en el colector de admisión se ha instalado un inyector de arranque en frío (10), el cual inyecta gasolina adicional durante la fase de arranque. El inyector de arranque en frío se abre al activarse el devanado de un electroimán que se aloja en su interior. El interruptor térmico temporizado limita el tiempo de inyección de la válvula de arranque en frío de acuerdo con la temperatura del motor. A fin de limitar la duración máxima de inyección de el inyector de arranque en frío, el interruptor térmico temporizado va provisto de un pequeño elemento caldeable que se activa cuando se pone en marcha el motor de arranque. El elemento caldeable calienta una tira de bimetel que se dobla debido al calor y abre un par de contactos; así corta la corriente que va a el inyector de arranque en frío.





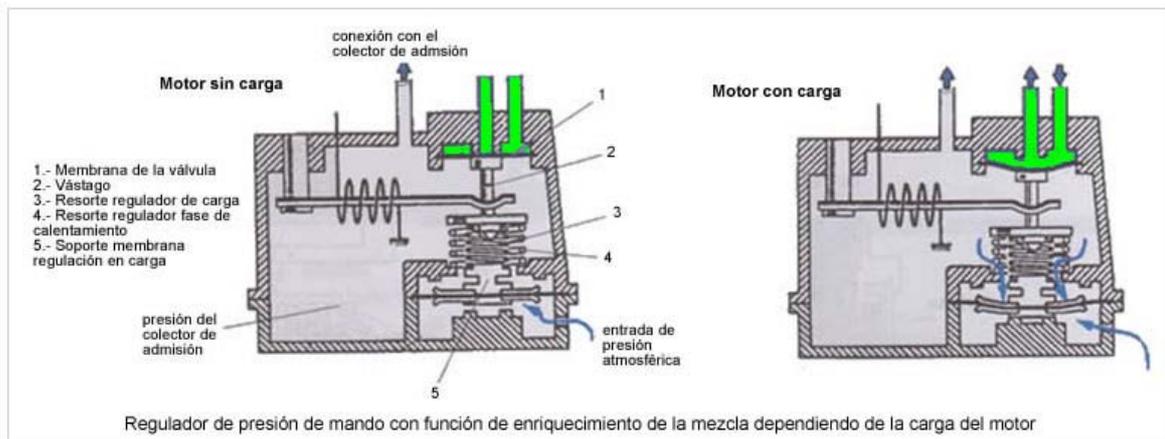
3.6.1.9 Enriquecimiento para la fase de calentamiento

Mientras el motor se va calentando después de haber arrancado en frío, hay que compensar la gasolina que se condensa en las paredes frías de los cilindros y de los tubos de admisión. Durante la fase de calentamiento se enriquece la mezcla aire/combustible, pero es preciso reducir progresivamente este enriquecimiento a medida que se calienta el motor para evitar una mezcla demasiado rica. Para controlar la mezcla durante la fase de calentamiento se ha previsto un regulador de presión de mando (también llamado: regulador de fase de calentamiento) que regula la presión de mando. Una reducción de la presión de mando hace disminuir la fuerza antagonista en el medidor del caudal de aire, permitiendo así que el plato suba más en el embudo, y con ello se eleve la válvula de corredera dejando pasar más combustible por las lumbreras. En el interior del regulador de presión de mando una válvula de membrana (1) es controlada por un muelle helicoidal (4) a cuya fuerza se opone una lamina de bimetálica (3). Si el motor está frío, durante el calentamiento, la lamina bimetálica se curva hacia abajo debido a la resistencia calefactora (2) (que es alimentada durante la fase de calentamiento del motor) contrarrestando la fuerza del muelle (4) con lo que la membrana (1) se mueve de tal manera que la presión de mando sobre la válvula corredera disminuye fugandose la gasolina hacia el regulador de presión y de este al deposito, al disminuir la presión de mando sube la válvula corredera y aumenta la riqueza de la mezcla suministrada a los cilindros del motor. Durante el arranque en frío la presión de mando es de 0,5 bar aproximadamente mientras que en condiciones normales se alcanza el valor de 3,7 bar.



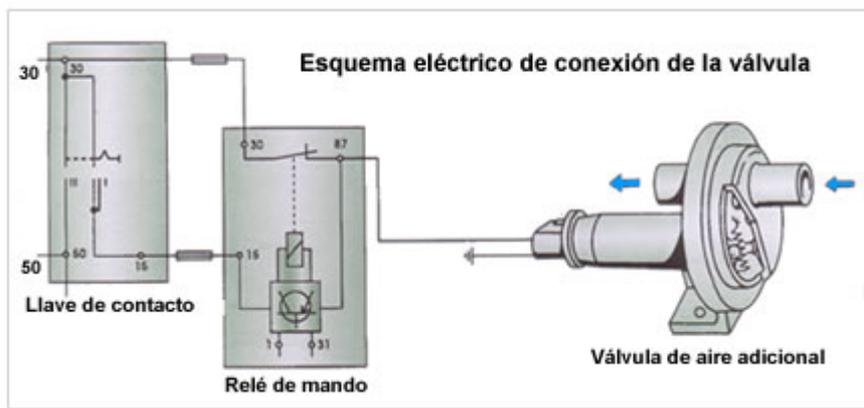
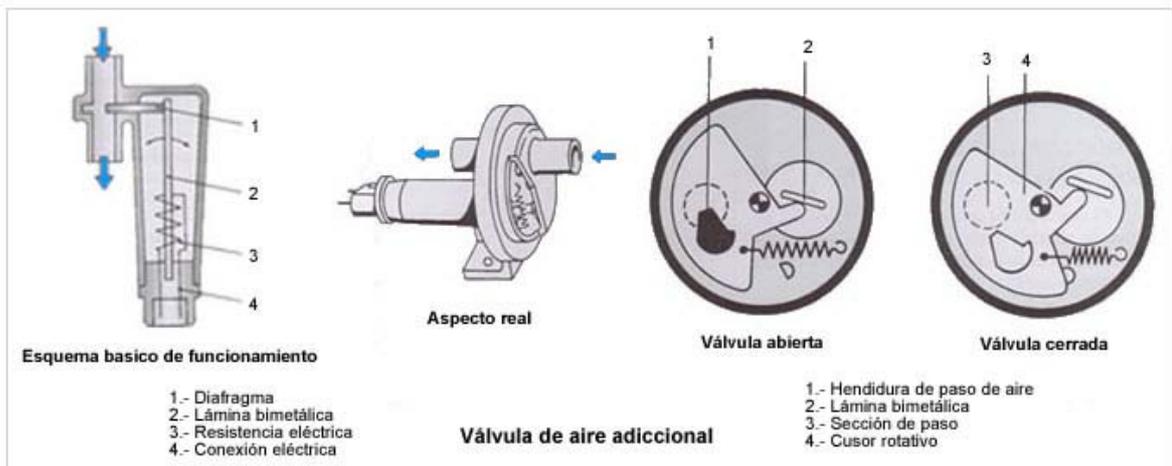
Para los motores concebidos para funcionar a carga parcial con mezclas aire/combustible muy pobres, se ha perfeccionado el regulador de la fase de calentamiento equipándolo con un empalme de depresión hacia el colector de admisión. Ello permite al regulador de la fase de calentamiento de ejercer una presión de control reducida con la correspondiente mezcla aire/combustible más rica, cuando el motor funciona a plena carga. En este estado de servicio el acelerador está totalmente abierto y la depresión del colector es muy débil. El efecto combinado de una segunda válvula de membrana y de un muelle helicoidal es de reducir el efecto de la válvula de membrana de control de presión, la cual a su vez reduce la presión de mando que provoca el enriquecimiento de la mezcla con el motor en carga. La membrana de regulación de carga (5) actúa sobre el segundo muelle (3) debido a que esta sometida en su parte superior a la depresión del colector de admisión y en su parte inferior a la presión atmosférica.

Con una carga de motor intermedia la depresión en el colector de admisión es suficiente para comprimir el muelle regulador de carga por lo que la membrana de la válvula de presión de mando (1) sube aumentando la presión de mando sobre la válvula de corredera por lo que se empobrece la mezcla que inyecta en los cilindros.



3.6.1.10 Válvula de aire adicional

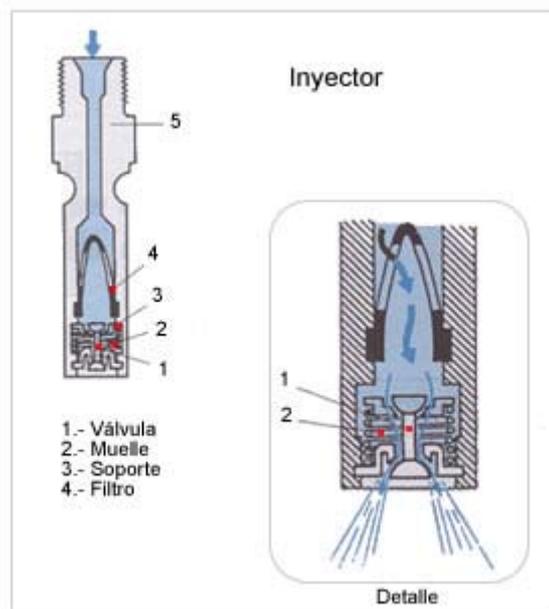
Las resistencias por rozamiento del motor frío hacen necesario aumentar el caudal de aire/combustible mientras el motor se va calentando. Esto permite asimismo mantener un régimen de ralentí estable. La válvula de aire adicional se encarga de aumentar el caudal de aire en el motor mientras que el acelerador continúa en posición de ralentí. La válvula de aire adicional abre un conducto en bypass con la mariposa; como todo el aire que entra ha de pasar por el medidor del caudal de aire, el plato sube y deja pasar una cantidad de combustible proporcional por las lumbreras del distribuidor-dosificador de combustible. Una tira de bimetálico controla el funcionamiento de la válvula de aire adicional al regular la sección de apertura del conducto de derivación. Al arrancar en frío queda libre una sección mayor que se va reduciendo a medida que aumenta la temperatura del motor, hasta que, finalmente, se cierra. Alrededor de la tira de bimetálico hay un pequeño elemento caldeable que se conecta cuando el motor entra en funcionamiento. De este modo se controla el tiempo de apertura y el dispositivo no funciona si el motor está caliente porque la tira recibe la temperatura del motor.



3.6.1.11 Inyectores

El combustible dosificado por el dosificador-distribuidor, es enviado a los inyectores y de estos se inyecta en los diversos conductos de admisión antes de las válvulas de admisión de los cilindros del motor. Los inyectores están aislados del calor que genera el motor evitando la formación de pequeñas burbujas de vapor en los tubos de inyección después de parar el motor. La válvula (1) responde incluso a las cantidades pequeñas, lo cual asegura una pulverización adecuada incluso en régimen de ralentí

Los inyectores no contribuyen en la dosificación. Las válvulas de inyección se abren automáticamente cuando la presión sobrepasa un valor fijado (3,3 bar) y permanecen abiertas; inyectando gasolina mientras se mantiene la presión. La aguja de la válvula oscila a una frecuencia elevada obteniéndose una excelente vaporización. Después del paro del motor los inyectores se cierran cuando la presión de alimentación es inferior a los 3,3 bar. Cuando se para el motor y la presión en el sistema de combustible



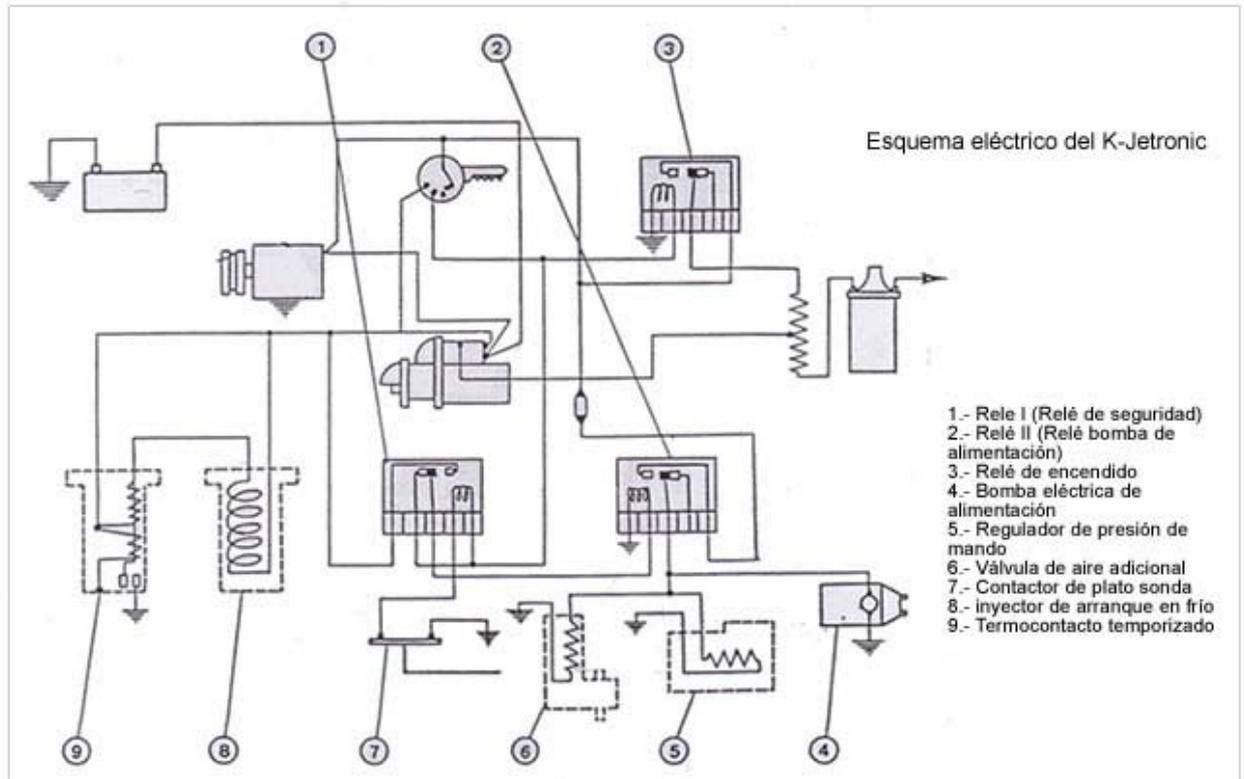
desciende por debajo de la presión de apertura de la válvula de inyección un muelle realiza un cierre estanco que impide que pueda llegar ni una gota más a los tubos de admisión.

VEHÍCULO	SISTEMA	AÑO
Audi 80/90/Coupe/Quattro	Bosch K-Jetronic	1983-97
Audi 100/200 Quattro		1984-88
Audi 200 Turbo/200 Turbo Quattro		1983-88
Audi Quattro		1980-87
Audi 100 2.0		1989-92
Ford Escort XR3i		1982-90
Ford Orion 1.6i		1983-90
Ford Sierra XR4i/Xr 4x4		1983-88
Ford Granada 2.8i		1977-85
Ford Capri 2.8i		1981-87
Mercedes-Benz 230E/TE/CE (123)		1976-85
Mercedes-Benz 280SE/SEL (116)		1976-80
Mercedes-Benz 350SE/SEL (116)		1976-80
Mercedes-Benz 450 SE/SEL (116)		1975-80
Mercedes-Benz 280SE/SEL (126)		1979-86
Merc-Benz 380SE/SEL/SEC (126)		1979-86
Merc-Benz 500SE/SEL/SEC (126)		1979-86
Mercedes-Benz 280SL/SLC (107)		1974-86
Mercedes-Benz 350SL/SLC (107)		1976-80
Mercedes-Benz 380SL/SLC (107)		1979-86
Mercedes-Benz 450SLC (107)		1978-79
Mercedes-Benz 500SL/SLC (107)		1978-81
Renault 30 TX		1978-84
Saab 900		1979-91
Saab 900 Turbo		1979-91
Volkswagen Golf/Jetta GTi		1976-90
Volkswagen Golf GTi 16V		1985-90
Volkswagen Jetta GTi 16V		1985-90
Volkswagen Passat GLi/GTi		1979-81
Volkswagen Passat/Santana 2.0		1983-87
Volkswagen Passat/Santana 2.1	1981-83	
Volkswagen Passat 2.2	1985-87	
Volkswagen Passat GT	1984	
Volkswagen Scirocco GTi	1976-90	
Volvo 240/244/245/Turbo	1974-86	
Volvo 740	1984-90	

kat: Catalizado

3.6.2 Esquema eléctrico para un sistema de inyección Bosch K-Jetronic

Como se ve en la figura inferior el esquema eléctrico de este sistema de inyección es muy sencillo, esto es debido a que no lleva centralita o unidad de control (ECU) que complica extraordinariamente el sistema.

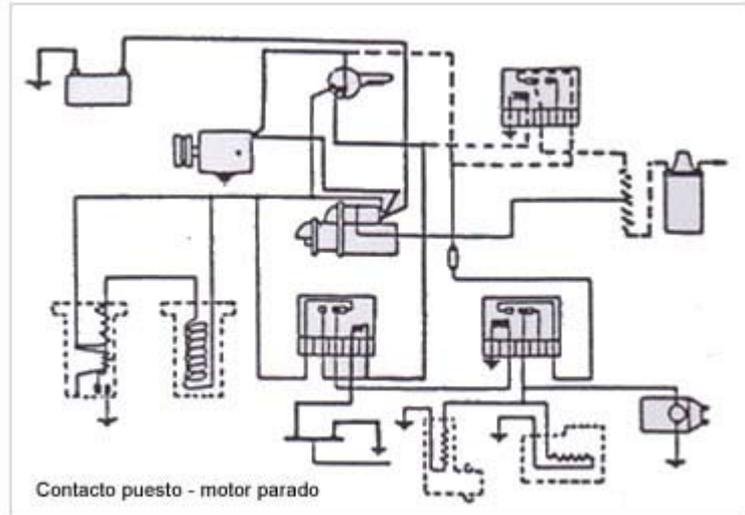


3.6.3 Funcionamiento

3.6.3.1 Contacto puesto - Motor parado

Al poner en circuito el encendido, el relé I (Relé de seguridad) se engancha.

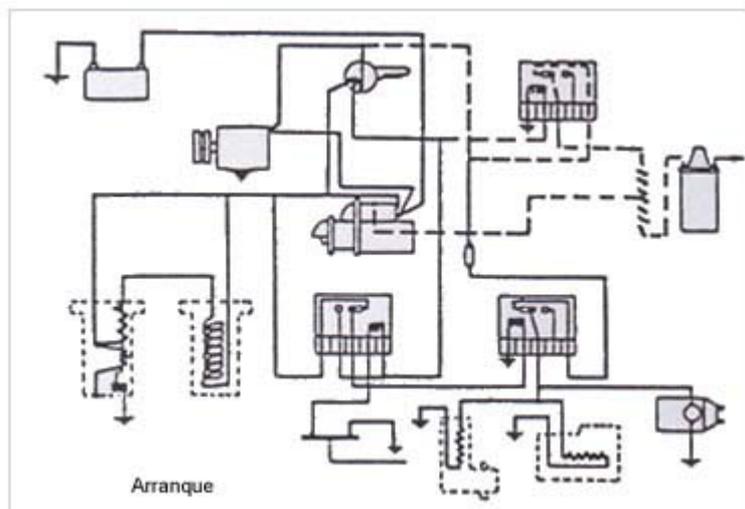
El relé II (Relé de bomba de alimentación) estando en reposo, significa que la bomba de alimentación está fuera de circuito.



3.6.3.2 Arranque

En el arranque, la corriente de mando del relé II pasa por el contacto de trabajo del relé I.

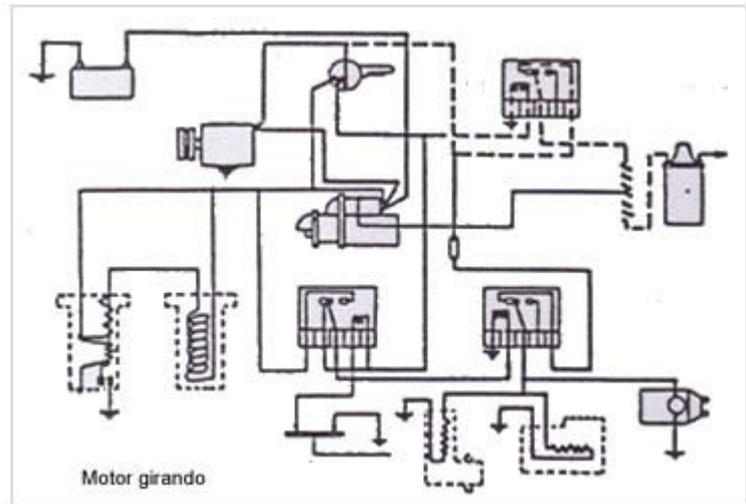
Simultáneamente, la corriente llega a la bomba de alimentación, al regulador de presión de mando y a la válvula de aire adicional. El termocontacto temporizado pone igualmente en circuito el inyector de arranque en frío.



3.6.3.3 Motor girando

En cuanto el motor espira aire, el plato sonda se desplaza en la divergente y corta la masa del relé I. Este ultimo se vuelve a la posición de descanso. En relé II queda excitado y la bomba de alimentación sigue funcionando.

Nota.- Si, en razón de cualquier circunstancia particular, el motor se detuviera, la bomba cesaría su funcionamiento automáticamente por el cierre del contactor de plato-sonda que corta la excitación del relé II.



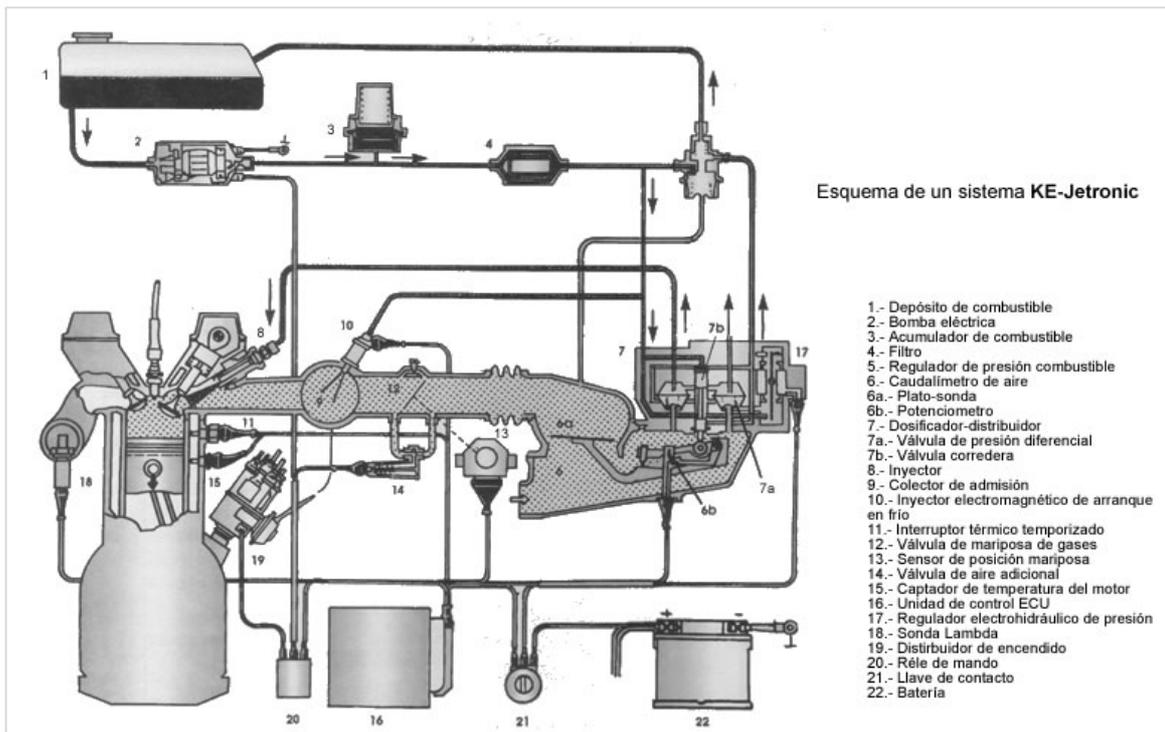
3.6.4 Diagn s de la inyección Bosch K-Jetronic

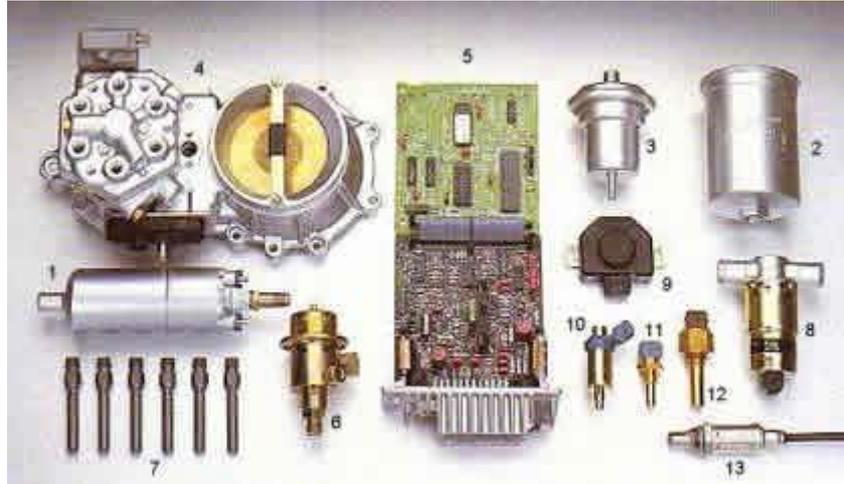
Cuadro de busqueda de averias

1) Motor frío, no arranca. 2) Motor frío, arranca pero se cala. 3) Motor caliente y no arranca. 4) Malos arranques en frío. 5) Malos arranques en caliente. 6) Funcionamiento irregular durante el calentamiento. 7) El motor arranca, pero se cala. 8) Régimen de ralenti incorrecto. 9) Retorno de llama en el colector de escape. 10) Sacudidas en las aceleraciones. 11) Sacudidas en desaceleración. 12) Rateos. 13) Potencia insuficiente. 14) Exceso de consumo de gasolina. 15) Ralenti/CO no conformes. 16) Picado de bielas en aceleración. 17) Contenidos en HC y/o NOx muy elevados.																	Causas posibles	Soluciones
X		X															Depósito de gasolina vacío	Llenar el depósito
X																	Bomba eléctrica de gasolina defectuosa	Control eléctrico/cambiar la bomba de gasolina
X	X	X	X	X	X	X	X		X			X		X	X	X	Filtro de gasolina obstruido	Cambiar el filtro de gasolina, limpiar el tamiz
	X		X		X	X	X					X	X	X			Tuberia de retorno de gasolina doblada o sucia	Revisar el montaje de la tuberia
				X		X	X						X	X		X	Presión de gasolina excesiva (presión del sistema)	Comprobar/cambiar el regulador de presión
X	X		X		X	X	X		X					X			Presión de gasolina insuficiente (presión del sistema)	Comprobar/cambiar el regulador de presión
X	X		X		X	X	X	X	X			X		X	X	X	Presión de mando excesiva	Comprobar/cambiar regulador calentamiento
	X	X		X	X	X	X			X	X	X		X	X	X	Presión de mando insuficiente	Comprobar/cambiar regulador calentamiento
X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	Inyectores no estancos	Cambiar los inyectores
							X	X			X	X	X	X	X	X	Inyectores parcialmente obstruidos	Cambiar los inyectores
X	X		X						X		X	X		X	X		Inyector de arranque en frío no funciona	Comprobar inyector arranque en frío y mando
X			X						X								Inyector de arranque en frío no estanco	Cambiar el inyector de arranque en frío
							X	X					X	X		X	Termocontacto temporizado defectuoso	Cambiar el termocontacto temporizado
			X										X	X			Captador de temperatura (del motor) defectuoso	Empalmar/cambiar el captador de temperatura
X	X		X		X		X	X		X	X		X	X		X	Reglaje incorrecto de la mariposa	Ajustar la mariposa
	X				X		X		X								Válvula de aire adicional no cierra	Comprobar/cambiar la válvula de aire adicional
				X		X	X	X						X	X	X	Colector de admisión/caudalimetro no estancos	Comprobar/cambiar el sistema de aspiración
			X	X	X		X	X	X			X		X	X	X	Inyectores flojos	Fijar los inyectores
							X					X	X	X	X	X	Fugas en el escape	Remediar fugas del escape
							X				X			X	X	X	Bujias defectuosas	Cambiar las bujias
X		X	X	X	X		X		X	X				X		X	Bobina defectuosa	Cambiar la bobina
X		X						X		X	X					X	Unidad de control de encendido defectuosa	Cambiar la unidad de control
X		X							X	X						X	Cables de encendido defectuosos	Cambiar las piezas defectuosas
								X	X	X				X		X	Mando del encendido fuera de tolerancias	Cambiar UCE del encendido
							X	X		X	X						Flexibles de depresión defectuosos	Cambiar las piezas defectuosas
							X	X	X		X	X					Corrector de avance defectuoso	Cambiar el distribuidor de encendido
X	X	X	X	X			X	X	X		X	X		X	X	X	Punto de encendido desajustado	Ajustar el encendido
X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	Motor en mal estado	
X		X	X	X					X		X	X				X	Carburante de mala calidad/inadecuado	Utilizar el carburante adecuado (p.ej, Super)
	X				X	X	X							X	X	X	Reglaje del ralenti incorrecto	Ajustar el ralenti

3.7 Inyección Mecánica-electrónica

El KE-Jetronic de Bosch es un sistema perfeccionado que combina el sistema K-Jetronic con una unidad de control electrónica (ECU). Excepto algunos detalles modificados, en el sistema KE-Jetronic encontramos los principios de base hidráulicos y mecánicos del sistema K-Jetronic. La diferencia principal entre los dos sistemas es que en el sistema KE se controlan eléctricamente todas las correcciones de mezcla, por lo tanto no necesita el circuito de control de presión con el regulador de la fase de calentamiento que se usa en el sistema K-Jetronic. La presión del combustible sobre el émbolo de control permanece constante y es igual a la presión del sistema. La corrección de la mezcla la realiza un actuador de presión electromagnético que se pone en marcha mediante una señal eléctrica variable procedente de la unidad de control. Los circuitos eléctricos de esta unidad reciben y procesan las señales eléctricas que transmiten los sensores, como el sensor de la temperatura del refrigerante y el sensor de posición de mariposa. El medidor del caudal de aire del sistema KE difiere ligeramente del que tiene el sistema K. El del sistema KE está equipado de un potenciómetro para detectar eléctricamente la posición del plato-sonda. La unidad de control procesa la señal del potenciómetro, principalmente para determinar el enriquecimiento para la aceleración. El dosificador-distribuidor de combustible instalado en el sistema KE tiene un regulador de presión de carburante de membrana separado, el cual reemplaza al regulador integrado del sistema K-jetronic.





1.- Bomba eléctrica de combustible; 2.- Filtro; 3.- Acumulador de presión; 4.- Dosificador-distribuidor; 5.- ECU;
6.- Regulador de presión; 7.- Inyectores; 8.- Regulador de ralentí; 9.- Sensor posición de mariposa;
10.- Inyector de arranque en frío; 11.- Sensor de temperatura; 12.- Termocontacto temporizado; 13.- Sonda lambda.

3.7.1 Actuador electrohidráulico o regulador de presión

El funcionamiento de este actuador puede describirse teniendo en cuenta el funcionamiento del sistema K-Jetronic, partiendo de que la alimentación a los inyectores se produce cuando las presiones en las cámaras de las válvulas de presión diferencial son diferentes. Sabiendo que la entrada de combustible a las cámaras inferiores (1) de las válvulas esta controlada por una placa de rebote (3) que puede obturar o reducir el paso del combustible procedente de la bomba de combustible (4), esta variaciones de caudal pueden afectar de forma importante el dosado de la mezcla. El actuador puede, en efecto, reducir o aumentar la presión según tapone, o no, el paso de combustible (10). Consta el actuador de la citada placa de rebote (3) que se mantiene en equilibrio entre dos electroimanes y otro imán permanente.

Las señales eléctricas que activan el actuador y por lo tanto la placa de rebote vienen proporcionadas por la centralita (ECU), de acuerdo con los datos que recoge por medio de sus sensores, y se logra así una regulación muy afinada en las presiones, y en la dosificación.

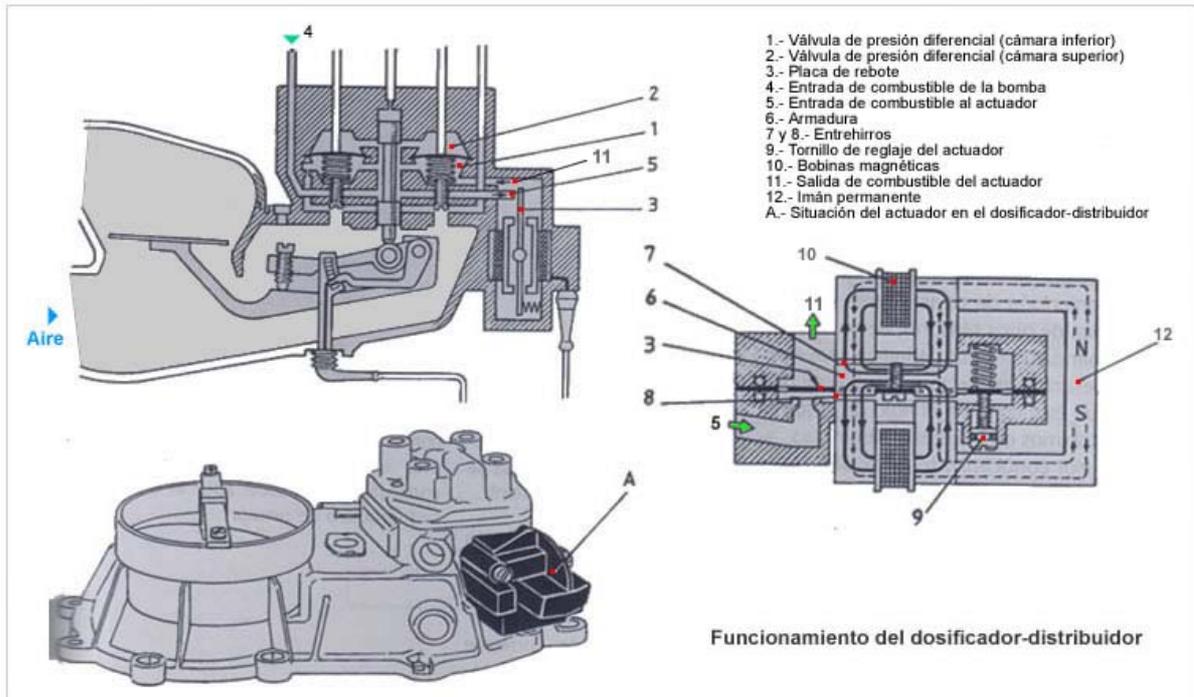
Si nos fijamos mas en el funcionamiento del actuador podemos ver la distribución de los flujos magnéticos que determinan la modulación de la presión. Por (5) tenemos la entrada de combustible al actuador a la presión que envía la bomba de combustible. La placa de rebote (3) significa un freno mayor o menor según su posición. El paso de combustible hacia las cámaras del dosificador se efectúa la salida (11). El principal elemento del actuador es el conjunto de imanes. En (12) tenemos el imán permanente del que las líneas de trazos y las flechas muestran el sentido de flujo magnético. Por otra parte tenemos las bobinas magnéticas (5) de los dos electroimanes, junto con una armadura (6) unida a la placa de rebote (3) y que puede desplazarla. Aquí se forman los entrehierros (7 y 8).

Como que el flujo del imán permanente es constante y el del electroimán es proporcional a la corriente que le manda la ECU capaz de hacer regulaciones de presión de centésimas de bar.

En situación de reposo, la placa de rebote da una dosificación equivalente a 14,7/1, razón por la cual, en el caso de fallo de ECU el motor puede seguir

funcionando; pero durante la marcha normal existe una gran variedad de dosificaciones que la citada UCE determina gracias a las informaciones que recibe de los sensores.

Como puede verse un tornillo de reglaje (9) permite la puesta punto del actuador.



3.7.2 Regulador de presión del circuito de alimentación de combustible

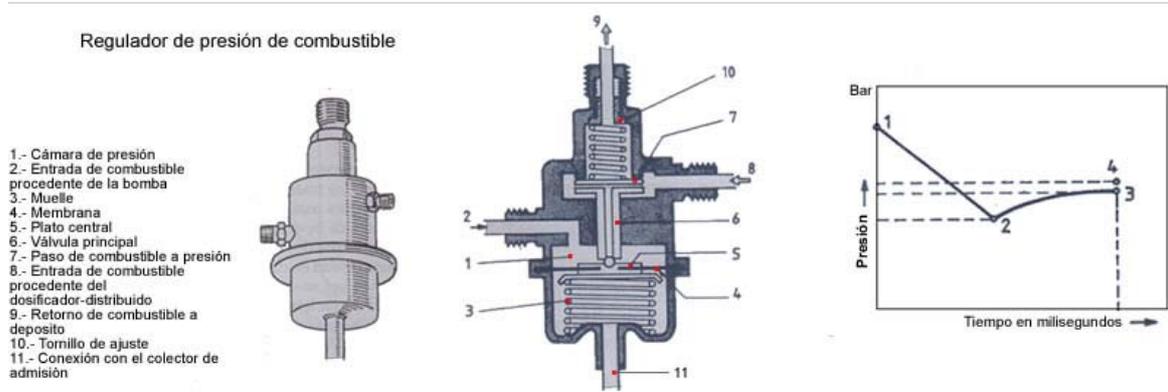
Otro elemento diferencial con respecto al sistema K-Jetronic es el uso de este elemento. Su misión es mantener un valor de presión estable en el circuito aun cuando el consumo sea elevado o se observen valores irregulares en la presión proporcionada por la electrobomba.

En cuanto la electrobomba se pone en marcha, el combustible pasa a llenar la cámara de presión (1) gracias a su entrada por (2). El valor de esta presión esta calculado para que venza la presión que ejerce el muelle (3) que empuja una membrana (4), con un plato central (5) que a su vez actúa sobre la válvula principal (6).

La válvula principal al moverse la membrana por los efectos de la presión abre el conducto (7) dejando una vía de descarga, entre (8 y 9), a la gasolina que proviene del actuador y, en general, del distribuidor-dosificador. En este momento, la presión general puede descender pero se autocorrije de inmediato por la posición de la membrana (4) y de la válvula principal (6). Un tornillo de ajuste (10) completa el equipo.

En el gráfico se representa los estados de presión que se producen en el regulador. Mientras la electrobomba funciona tenemos un valor de presión descrito por el punto (1) del gráfico. Cuando la electrobomba se para, la membrana cierra

inmediatamente el paso de la válvula principal (6), pero la presión desciende hasta el punto (2) del gráfico. Acto seguido, al hacerse sensible esta pérdida de presión en todo el circuito, el acumulador suelta el combustible retenido y, como consecuencia de ello, la presión asciende hasta el punto (3) del gráfico, ligeramente por debajo del valor de inyección que esta representado por (4). De esta forma y con el motor parado, el circuito se mantiene bajo presión.



El regulador también está en contacto con el estado de depresión del colector de admisión (11) que actúa sobre la membrana en ciertos momentos, dependiendo del estado de carga del motor. Cuando el motor funciona a medias cargas la depresión en el colector de admisión es grande por lo que se transmite a través de (11) al regulador tirando de la membrana hacia abajo para abrir la válvula principal (6) y así hacer disminuir la presión en el circuito de alimentación lo que se traduce en un empobrecimiento final de la mezcla que se inyecta en los cilindros. A plena carga de funcionamiento del motor no hay apenas depresión en el colector de admisión por lo que no afecta para nada en la posición de la membrana y así se aumenta la presión en el circuito de alimentación que se traduce en un enriquecimiento de la mezcla precisamente cuando más falta hace.

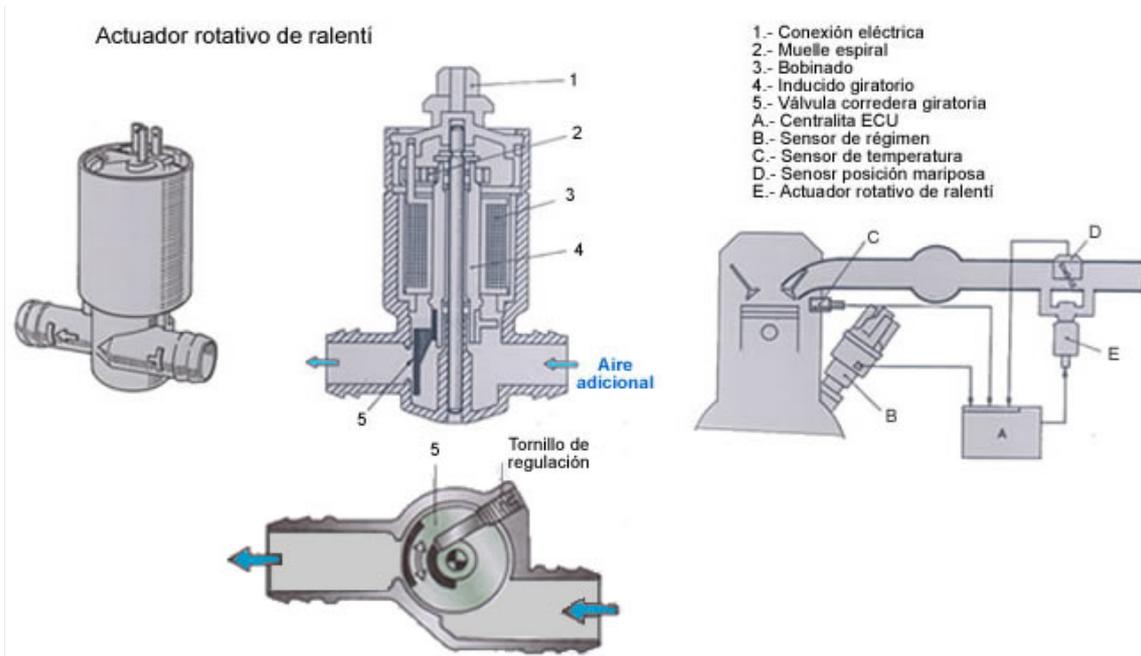
3.7.3 Actuador rotativo de ralenti

Este dispositivo sustituye a la válvula de aire adicional utilizada en el sistema K-Jetronic. Está constituido por un conducto por donde pasa la corriente de aire adicional que pone en by-pass a la mariposa de aceleración. Este conducto está controlado por una válvula corredera giratoria (5) que puede abrir más o menos el paso de este conducto según la posición que le imprima el inducido giratorio (4) cuya posición inicial viene controlada por el muelle espiral (2) que le sujeta por su extremo superior. El dispositivo está provisto de un bobinado (3) que recibe corriente a través de una conexión eléctrica (1).

Según el estado de saturación eléctrica a que se encuentre el bobinado se determina una variación angular (giro) del inducido. Esta variación angular del inducido arrastra a la válvula giratoria (5) lo que se traduce en diferentes posiciones de abertura para el paso del aire a través del by-pass.

El actuador rotativo es controlado por la centralita ECU. Esta tiene en cuenta los datos que le proporcionan los sensores de: temperatura motor, régimen de giro y posición de abertura de la mariposa de gases. Estos tres valores son tratados por la ECU y son comparados con los valores tipo que tiene memorizados, y de aquí se elabora una señal eléctrica que es enviada al bobinado del actuador rotativo el cual determina el ángulo de giro del inducido y con ello la abertura de la válvula corredera

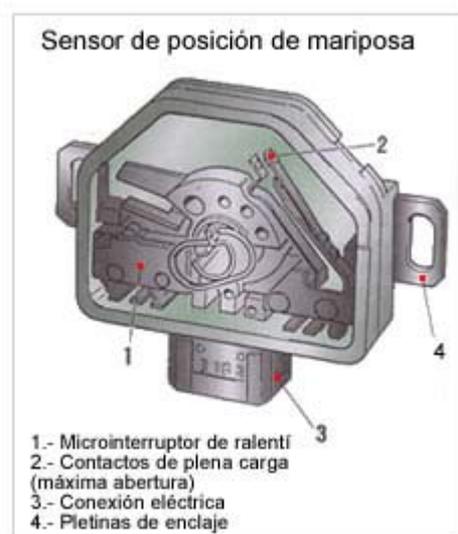
giratoria. De esta manera el régimen de ralentí se ajusta automáticamente no solo a la diferente temperatura del motor sino a otros estados del mismo e incluso a su desgaste ocasionado por el envejecimiento del motor..



El ángulo de giro del inducido esta limitado a 60°C y en caso de desconexión o de mal funcionamiento de la unidad se queda en una posición neutra, con una determinada sección de abertura, que permite el funcionamiento provisional del motor hasta el momento de la reparación del dispositivo.

3.7.4 Sensor de posición de mariposa

Este sensor llamado interruptor de mariposa tiene como misión informar a la unidad de control ECU de la posición en que se encuentra la mariposa de gases. En su interior incorpora dos contactos eléctricos correspondientes a la posición de ralentí y de plena carga cuando se encuentra el pedal del acelerador en reposo o pisado a fondo. La posición del interruptor de mariposa permite su graduación por medio de dos ranuras (pletinas de anclaje) donde unos tornillos la sujetan en la posición correcta.



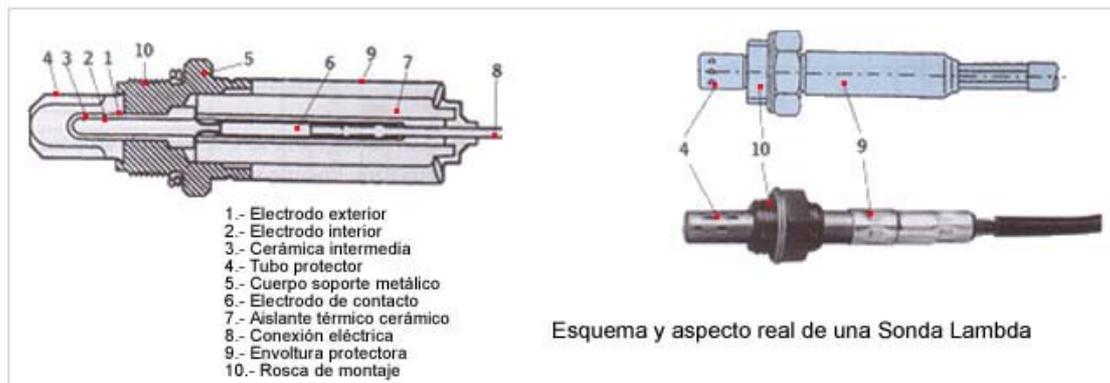
3.7.5 Fase de deceleración

Otra particularidad del sistema KE-Jetronic es la de interrumpir la inyección de combustible durante la fase de deceleración. Si el conductor levanta el pie del acelerador, la mariposa va a la posición cero. El sensor informa a la centralita de la posición de la mariposa, al mismo tiempo que el sistema de comando recibe información relativa al régimen de giro del motor. Si el régimen real se sitúa dentro de la zona de interrupción de inyección en fase de deceleración, el sistema invierte el sentido de corriente del mando de presión electrohidráulico en la bobina del regulador. De esta manera la presión en la cámara inferior de la válvula de presión diferencial se eleva prácticamente al valor de presión principal y el muelle de la cámara inferior cierra la salida de combustible hacia los inyectores.

3.7.6 Regulación Lambda

La sonda lambda transmite a la unidad de control ECU una señal característica de la composición instantánea de la mezcla (aire/gasolina). Esta sonda esta montada en un punto del colector de escape donde la temperatura necesaria para su funcionamiento exista en todos los regímenes motor. Esta señal sirve a la ECU para mantener una dosificación de la mezcla correcta en todos modos de funcionamiento del motor y para permitir el funcionamiento correcto del catalizador que es muy sensible e ineficaz para mezclas inadecuadas al régimen de funcionamiento del motor.

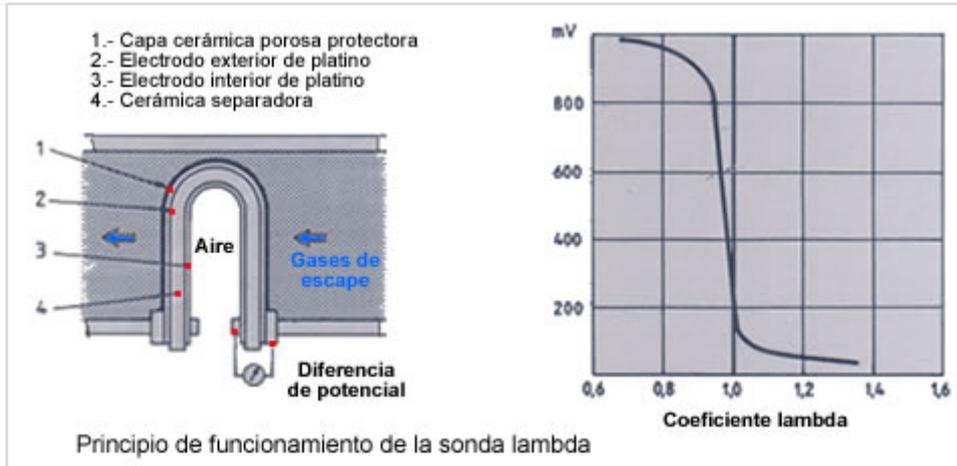
La sonda lambda esta en contacto en su cara exterior a los gases de escape mientras que en cara interna comunica con la atmósfera. Esta constituida por dos electrodos de platino microporoso separados por material cerámico (dióxido de circonio) que actúa como electrolito en el proceso de funcionamiento. El electrodo exterior es el negativo y esta en contacto con los gases de escape recubierto por una capa protectora de cerámica porosa. Ambos electrodos son permeables a los gases.



Cuando la sonda funciona se produce una tensión entre ambos electrodos. La tensión que suministra la sonda varia entre 200 y 800 mV. Se toma como referencia lambda que es el coeficiente de aire, con valor 1, que es cuando la relación estequiométrica es la ideal con un valor de mezcla 14,7/1, si el valor es mayor de 1, se entiende que la mezcla es rica y si es menor que 1 se entiende que la mezcla es pobre.

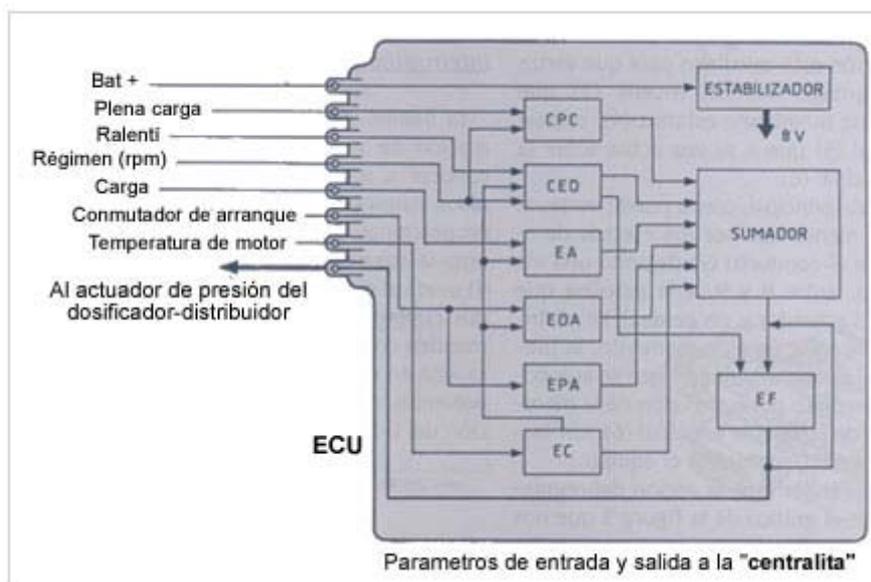
El tiempo de respuesta de la sonda de Lambda es muy pequeño, de milisegundos a unos 600 °C o 800 °C que es su temperatura ideal de trabajo, pero el problema es que por debajo de 300 °C de temperatura su funcionamiento es más lento

y defectuoso. Para tratar de remediarlo se le incorpora un pequeño calefactor (resistencia térmica) que permite alcanzar la temperatura de funcionamiento en unos 20 o 30 segundos, pero hasta que se alcance la temperatura la señal debe ser ignorada, lo mismo que en máxima aceleración puesto que en esta última situación prima la entrega de potencia sobre la calidad de los gases de escape.



3.7.7 Unidad de control

También llamada centralita o ECU (Electronic Control Unit) esta concebida bajo los mismos criterios y diseño que las utilizadas en los sistemas de inyección L-Jetronic, pero como las funciones en el sistema que nos ocupa son mucho más sencillas y limitadas, se construyen en técnica analógica, preferente, aunque también pueden encontrarse en ellas circuitos que trabajan por la técnica digital. El funcionamiento se resume diciendo que recibe las señales eléctricas que le mandan los sensores; estas señales que las compara con valores de tensión que tienen establecidos en sus circuitos-patrón, y según el resultado de esta comparación emite una señal eléctrica de control. Esta señal se manda a los electroimanes del actuador electrohidráulico de presión.



Para conocer el funcionamiento típico de la centralita es necesario saber cuales son los sensores que le proporcionan información:

- Sensor de mariposa de gases: manda dos señales eléctricas diferentes según la mariposa de gases se halle en posición de plena carga o de ralentí.
- Distribuidor de encendido: desde aquí se informa del numero de rpm del motor
- Arranque: esta señal indica cuando el conmutador de encendido y arranque esta conectado
- Temperatura motor: informa de la temperatura del motor tomando como medida la temperatura del liquido refrigerante.

Ademas esta centralita puede llevar otros circuitos correspondientes a funciones de corrección alimetrica y de análisis de la contaminación de gases de escape (sonda lambda).



La centralita internamente cuenta con un estabilizador de tensión que mantiene un valor muy estricto de 8 Voltios, de forma que no le afecten las variaciones de tensión del circuito eléctrico general del vehículo. Luego existen los bloques de amplificación de las señales recibidas procedentes de los sensores. Estos bloques son:

- Corrección de plena carga (CPC)
- Corte en deceleración (CED)
- Enriquecimiento para la aceleración (EA)
- Elevación después del arranque (EDA)
- Elevación para el arranque (EPA)
- Enriquecedor para el calentamiento (EC).

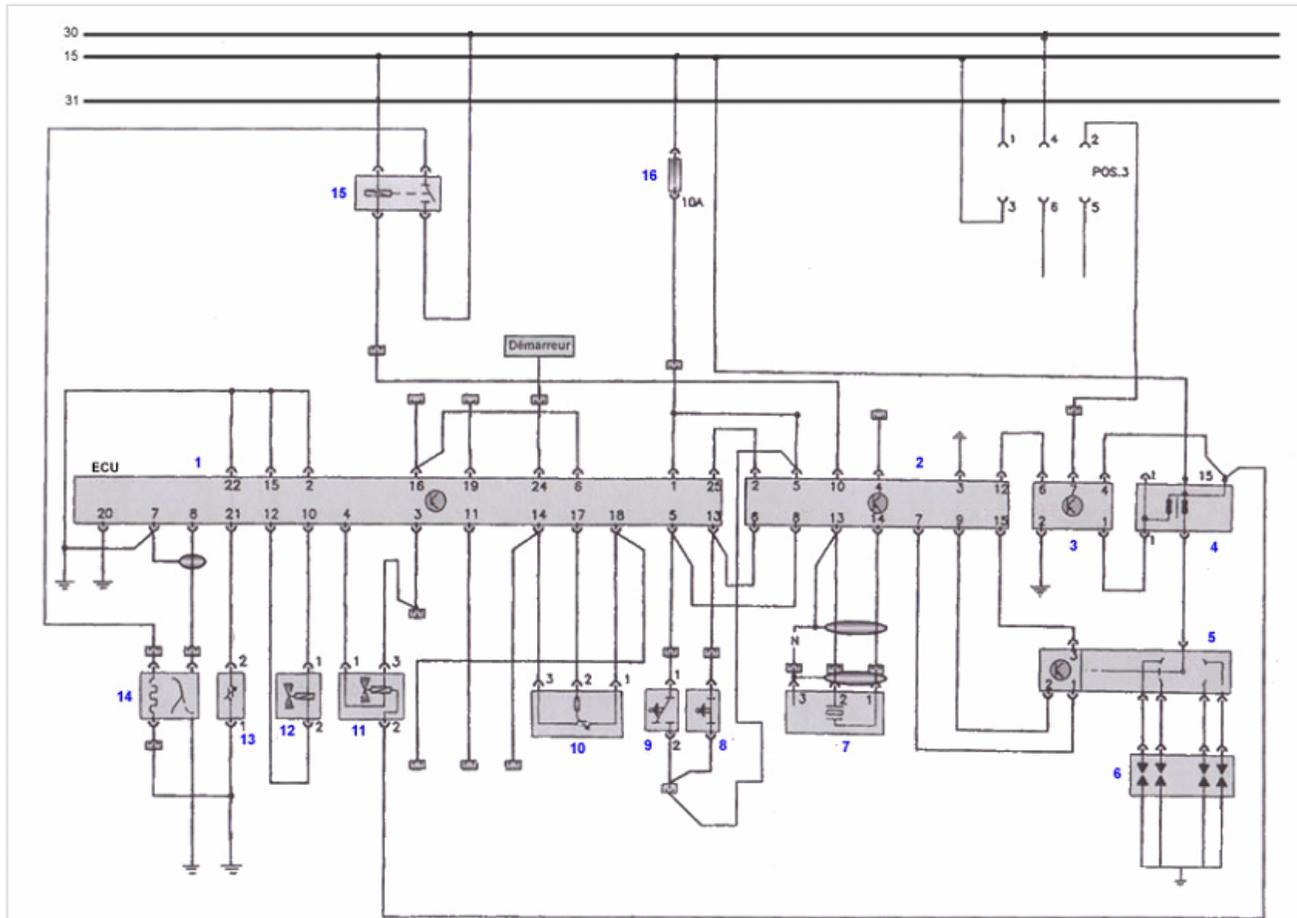
Todas las magnitudes recogidas en estos bloques deben pasar al sumador, en donde todas las señales son analizadas y se elabora una nueva señal que es verificada en el bloque de la etapa final (EF), la cual puede dar corriente positiva o negativa según se trate de una aceleración y una deceleración. Esta corriente se envía al actuador electrohidráulico de presión.

A pesar de la introducción de la electrónica en sus principales circuitos de mando, el KE-Jetronic puede seguir funcionando en caso de avería o incluso aunque quede inutilizada la centralita (ECU) si el motor esta caliente, ventaja importante que no comparten otros sistemas electrónicos.

VEHÍCULO	SISTEMA	AÑO
Audi 90 2.0 kat		1987-90
Audi 90 2.3E kat		1987-90
Audi 80 1.8 kat		1986-92
Audi 80/90 1.9 kat		1986-92
Audi 100/200 1.8 kat		1985-92
Audi 80/90 2.0		1990-92
Audi 100 2.2 kat		1984-91
AudiQuattro 2.2 kat		1984-91
Audi VW Passat 2.2 kat		1984-91
Audi 100 2.3E/100 Quattro		1987-91
Mercedes-Benz (201)	Bosch KE-Jetronic	1982-90
Mercedes-Benz 230E (124)		1985-90
Mercedes-Benz 260E (124)		1985-90
Merced-Benz 300E/CE/TE (124)		1985-90
Mercedes-Benz 260 SE (126)		1985-90
Mercedes-Benz 300 SE (126)		1985-90
Mercedes-Benz 300 SL (107)		1985-90
Mercedes 190E 1.8 (201)		1990-93
Volkswagen Golf GTi kat		
Volkswagen Jetta GTi kat		1985-90
Volkswagen Passat kat		1988-90
Volkswagen Sirocco kat		1985-90

3.7.8 Esquema eléctrico para un sistema de inyección Bosch KE-Jetronic

Como se ve en la figura inferior el esquema eléctrico de este sistema de inyección se complica bastante, además de incluir una centralita o unidad de control de inyección con regulación Lambda, también lleva en este caso un sistema de encendido con regulación antidetonante. Este esquema en concreto se refiere a un sistema de inyección montado por las marcas SEAT, AUDI.



Esquema eléctrico del sistema de inyección KE-Jetronic

1. Centralita o unidad de control (ECU)
2. Centralita de encendido
3. Amplificador de encendido (TSZ-H)
4. Bobina de encendido
5. Distribuidor de encendido con generador de impulsos Hall
6. Bujías
7. Detector de picado
8. Sensor posición mariposa
9. Sensor posición mariposa (en plena carga)
10. Sensor del caudalímetro de aire
11. Actuador de regulación de ralentí
12. Actuador de presión
13. Sensor de temperatura
14. Sonda Lambda
15. Rele de alimentación
16. Fusible

3.7.9 Diagnósis de la inyección Bosch KE-Jetronic

Cuadro de búsqueda de averías

Queja														
1. El motor no arranca o arranca con dificultad en frío.														
2. El motor no arranca o arranca con dificultad en caliente (problemas de arranque en caliente).														
3. Velocidad de ralenti irregular durante la fase de calentamiento (tirones).														
4. Velocidad de ralenti irregular con el motor en caliente (tirones).														
5. El motor no responde al control de la mariposa.														
6. Encendidos fallidos del motor al conducir bajo carga.														
7. Poca potencia.														
8. Autoencendido del motor.														
9. Alto consumo de combustible.														
10. Problemas de transición.														
11. Nivel de CO a ralenti demasiado alto.														
12. Nivel de CO a ralenti demasiado bajo.														
13. No se puede ajustar la velocidad a ralenti (demasiado alta).														
14. El motor arranca y después se para inmediatamente.														
Causa														
•	•					•	•							La bomba de combustible no funciona.
	•	•	•	•				•		•				Pérdidas en el sistema de admisión de aire del motor.
•	•	•	•	•		•		•	•	•	•			Agarrotamiento de la palanca de control del caudalímetro de aire o de pistón de control.
•	•					•								Tope de la placa sensora de aire mal colocado.
	•												•	Válvula auxiliar de aire que no se abre o se cierra.
•														Sistema de arranque en frío defectuoso.
	•	•				•	•	•						Fugas en la válvula de arranque en frío.
•	•					•	•							Presión del sistema fuera de la especificación.
•	•	•	•	•		•	•	•	•	•	•		•	Presión diferencial fuera de la especificación.
	•													Fugas en el sistema de combustible.
	•	•				•								Fugas en el inyector de combustible. La presión de apertura es demasiado baja.
		•	•	•		•	•	•		•			•	Cantidad irregular de combustible.
		•	•					•	•	•				Ajuste de ralenti incorrecto.
						•								La placa de la mariposa no se abre completamente.
•	•													Función del enriquecimiento del arranque fuera de especificación.
													•	Función del enriquecimiento después del arranque fuera de especificación.
•	•												•	Función del enriquecimiento de calentamiento fuera de especificación.
				•				•						Función del enriquecimiento de adeleración fuera de especificación.
				•	•			•						Función de enriquecimiento a plena carga fuera de especificación.
•	•													El interruptor de ralenti colocado de forma incorrecta.

3.8 Inyección L-jetronic y sistemas asociados

El L-Jetronic es un sistema de inyección intermitente de gasolina que inyecta gasolina en el colector de admisión a intervalos regulares, en cantidades calculadas y determinadas por la unidad de control (ECU). El sistema de dosificación no necesita ningún tipo de accionamiento mecánico o eléctrico.

3.8.1 Sistema Digijet

El sistema Digijet usado por el grupo Volkswagen es similar al sistema L-Jetronic con la diferencia de que la ECU calcula digitalmente la cantidad necesaria de combustible. La ECU controla también la estabilización del ralenti y el corte de sobrerégimen.

3.8.2 Sistema Digifant

El sistema Digifant usado por el grupo Volkswagen es un perfeccionamiento del sistema Digijet. Es similar al Motronic e incorpora algunas piezas VAG. La ECU controla la inyección de gasolina, el encendido, la estabilización del ralenti y la sonda Lambda (sonda de oxígeno). Este sistema no dispone de inyector de arranque en frío.

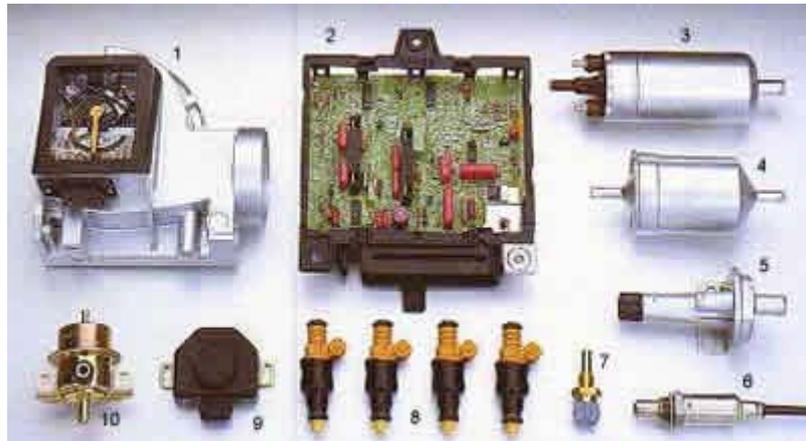
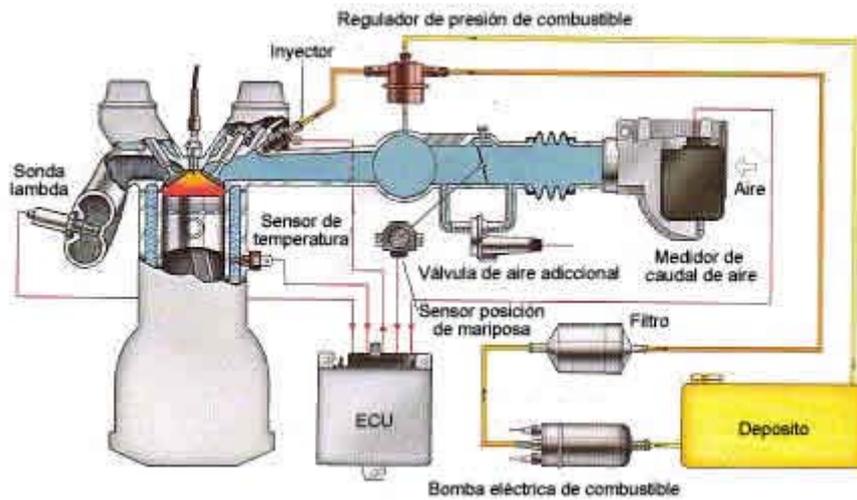
3.8.3 Motronic

El sistema Motronic combina la inyección de gasolina del L-Jetronic con un sistema de encendido electrónico a fin de formar un sistema de regulación del motor completamente integrado. La diferencia principal con el L-Jetronic consiste en el procesamiento digital de las señales.

VEHÍCULO	SISTEMA	AÑO
Alfa 33 1.5/1.7 i.e.	Bosch LE3.1/2-Jetronic	1990-92
Citroen BX 1.9 GTi	Bosch LE3-Jetronic	1986-90
Citroen CX 2.5 Ri/TRi/GTi	Bosch LE2-Jetronic	1983-90
Fiat Uno Turbo i.e.	Bosch LE2-Jetronic	1985-90
Jaguar XJ6 1.6/Sovereign	Lucas LH	1986-90
Lancia Thema 2000 i.e.	Bosch LE2-Jetronic	1985-90
Lancia Thema 2000 i.e. Tur	Bosch LE2-Jetronic	1985-90
Lancia Thema Turbo 16V	Bosch LE2-Jetronic	1988-92
Lancia Thema V6	Bosch LE2.2-Jetronic	1988-92
Opel Corsa GSI	Bosch LE3-Jetronic	1988-90
Opel Kadett E 1.8i	Bosch LE3-Jetronic	1986-90
Opel Ascona C 1.8i	Bosch LE3-Jetronic	1986-88
Opel Vectra 1.8i	Bosch LE3-Jetronic	1988-90
Opel Omega 1.8i	Bosch LE3-Jetronic	1986-88
Opel Senator 2.5i/3.0i	Bosch LE3-Jetronic	1988-90
Peugeot 205 GTi CTi 1.6/1.9	Bosch LE3-Jetronic	1984-91
Peugeot 309 SRi/GTi 1.6/1.9	Bosch LE3-Jetronic	1986-91
Peugeot 405	Bosch LE3-Jetronic	1988-90
Peugeot 505 GTi	Bosch LE3-Jetronic	1983-90
Peugeot 205/309 1.6/1.9	Bosch LE2-Jetronic	1984-92
Peugeot 605 2.0	Bosch LE2-Jetronic	1989-92
Saab 900 Turbo 16V	Bosch LH-Jetronic	1984-91
Saab 9000i 16V/Turbo	Bosch LH-Jetronic	1985-91
Seat Ibiza 1.5i/kat	Bosch LE2-Jetronic	1988-90
Seat Malaga 1.5i/kat	Bosch LE2-Jetronic	1988-90
Volvo 740 GLT 2.3 16V kat	Bosch LH-Jetronic 2.4	1988-90

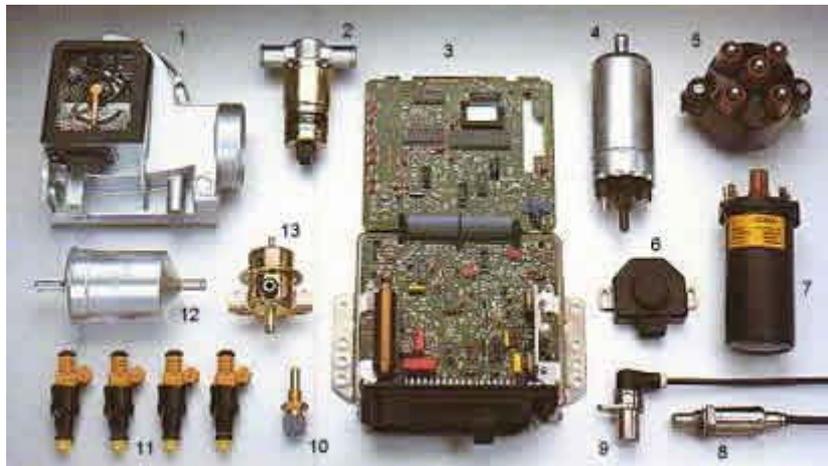
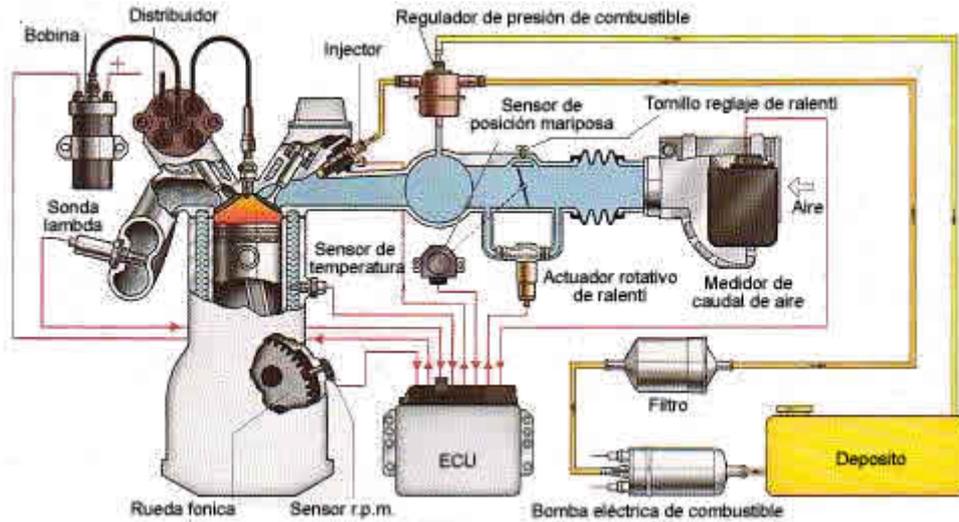
Kat: Catalizado

3.8.4 Esquema de un sistema L-jetronic



Componentes del sistema L-jetronic: 1.- Medidor de caudal de aire; 2.- ECU; 3.- Bomba eléctrica de gasolina
4.- Filtro; 5.- Válvula de aire adicional; 6.- Sonda lambda; 7.- Sensor de temperatura; 8.- Inyectores electromagnéticos
9.- Sensor de posición de la mariposa; 10.- Regulador de presión de combustible.

3.8.5 Esquema de un sistema Motronic



Componentes del sistema Motronic: 1.- Medidor de caudal de aire; 2.- Actuador rotativo de ralentí; 3.- ECU
4.- Bomba eléctrica de combustible; 5.- Distribuidor (Delco); 6.- Detector de posición de mariposa; 7.- Bobina de encendido
8.- Sonda lambda; 9.- Sensor de r.p.m.; 10.- Sensor de temperatura; 11.- Inyectores electromagnéticos; 12.- Filtro
13.- Regulador de presión de combustible.

3.8.6 Resumen de los sistemas L-Jetronic y Motronic.

3.8.6.1 Sistema de admisión

El sistema de admisión consta de filtro de aire, colector de admisión, mariposa y tubos de admisión conectados a cada cilindro. El sistema de admisión tiene por función hacer llegar a cada cilindro del motor el caudal de aire necesario a cada carrera del pistón.

3.8.6.2 Medidor del caudal de aire

El medidor del caudal de aire (8) registra la cantidad de aire que el motor aspira a través del sistema de admisión. Como todo el aire que aspira el motor ha de pasar por el medidor del caudal de aire, una compensación automática corrige las modificaciones del motor debidas al desgaste, depósitos de carbono en las cámaras

de combustible y variaciones en el ajuste de las válvulas. El medidor del caudal de aire envía una señal eléctrica a la unidad de control; esta señal, combinada con una señal del régimen, determina el caudal de combustible necesario. La unidad de control puede variar esta cantidad en función de los estados de servicio del motor.

3.8.6.3 Otros sensores

Un cierto número de sensores registran las magnitudes variables del motor supervisan su estado de funcionamiento. El interruptor de mariposa (12) registra la posición de la mariposa y envía una señal a la unidad de control electrónica para indicar los estados de ralentí, carga parcial o plena carga. Hay otros sensores encargados de indicar el régimen del motor (11), la posición angular del cigüeñal (sistemas Motronic), la temperatura del motor (10) y la temperatura del aire aspirado. Algunos vehículos tienen otro sensor, llamado "sonda Lambda" (16), que mide el contenido de oxígeno en los gases de escape. La sonda transmite una señal suplementaria a la UCE, la cual a su vez disminuye la emisión de los gases de escape controlando la proporción aire/combustible.

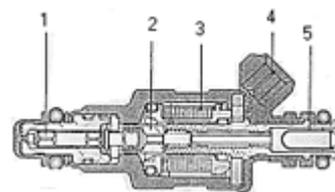
3.8.6.4 Unidad de control electrónica (UCE)

Las señales que transmiten los sensores las recibe la unidad de control electrónica (7) y son procesadas por sus circuitos electrónicos. La señal de salida de la UCE consiste en impulsos de mando a los inyectores. Estos impulsos determinan la cantidad de combustible que hay que inyectar al influir en la duración de la apertura de los inyectores a cada vuelta del cigüeñal. Los impulsos de mando son enviados simultáneamente de forma que todas los inyectores se abren y se cierran al mismo tiempo. El ciclo de inyección de los sistemas L-Jetronic y Motronic se ha concebido de forma que a cada vuelta del cigüeñal los inyectores se abren y se cierran una sola vez.

3.8.6.5 Sistema de alimentación

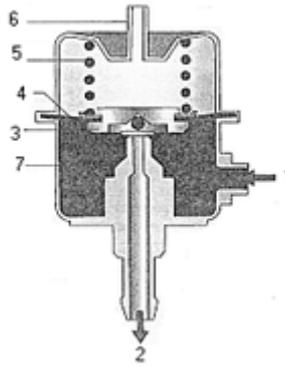
El sistema de alimentación suministra bajo presión el caudal de combustible necesario para el motor en cada estado de funcionamiento. El sistema consta de depósito de combustible (1), electro-bomba (2), filtro (3), tubería de distribución y regulador de la presión del combustible (4), inyectores (5) y en algunos modelos inyector de arranque en frío (6) en los sistemas de inyección mas antiguos. Una bomba celular de rodillos accionada eléctricamente conduce bajo presión el combustible desde el depósito, a través de un filtro, hasta la tubería de distribución. La bomba impulsa más combustible del que el motor puede necesitar como máximo y el regulador de presión del combustible lo mantiene a una presión constante. El combustible sobrante en el sistema es desviado a través del regulador de presión y devuelto al depósito. De la rampa de inyección parten las tuberías de combustible hacia los inyectores y por lo tanto la presión del combustible en cada inyector es la misma que en la rampa de inyección.

Los inyectores van alojadas en cada tubo de admisión, delante de las válvulas de admisión del motor. Se inyecta la gasolina en la corriente de aire delante de las válvulas de admisión y al abrirse el inyector el combustible es aspirado con el aire dentro del cilindro y se forma una mezcla inflamable debido a la turbulencia que se origina en la cámara de combustión durante el tiempo de admisión. Cada inyector está conectado eléctricamente en paralelo con la unidad de control que determina el tiempo de apertura de los inyectores y por consiguiente la cantidad de combustible inyectada en los cilindros.



Inyector electromagnético.

- 1.- Aguja.
- 2.- Núcleo magnético.
- 3.- Bobinado eléctrico.
- 4.- Conexión eléctrico.
- 5.- Filtro.



Regulador de presión

- 1.- Entrada de combustible.
- 2.- Salida de combustible hacia depósito.
- 3.- Carcasa metálica.
- 4.- Membrana.
- 6.- Tubo que conecta con el colector de admisión.
- 7.- Válvula.

3.8.6.6 Arranque en frío

Al arrancar en frío se necesita un suplemento de combustible para compensar el combustible que se condensa en las paredes y no participa en la combustión. Existen dos métodos para suministrar gasolina adicional durante la fase de arranque en frío:

1.- En el momento de arrancar el inyector de arranque en frío (6) inyecta gasolina en el colector de admisión, detrás de la mariposa. Un interruptor térmico temporizado (9) limita el tiempo de funcionamiento del inyector de arranque en frío, para evitar que los cilindros reciban demasiado combustible y se ahogue el motor. El interruptor térmico temporizado va instalado en el bloque-motor y es un interruptor de bimetálico calentado eléctricamente que es influenciado por la temperatura del motor. Cuando el motor está caliente, el interruptor de bimetálico se calienta con el calor del motor de forma que permanece constantemente abierto y el inyector de arranque en frío no inyecta ningún caudal extra.

2.- En algunos vehículos el enriquecimiento para el arranque en frío lo realiza la unidad de control junto con la sonda térmica del motor y los inyectores. La unidad de control prolonga el tiempo de apertura de los inyectores y así suministra más combustible al motor durante la fase de arranque. Este mismo procedimiento también se usa durante la fase de calentamiento cuando se necesita una mezcla aire/combustible enriquecida.

3.8.6.7 Válvula de aire adicional

En un motor frío las resistencias por rozamiento son mayores que a temperatura de servicio. Para vencer esta resistencia y para conseguir un ralentí estable durante la fase de calentamiento, una válvula de aire adicional (13) permite que el motor aspire más aire eludiendo la mariposa, pero como este aire adicional es medido por el medidor del caudal de aire, el sistema lo tiene en cuenta al dosificar el caudal de combustible. La válvula de aire adicional funciona durante la fase de calentamiento y se desconecta cuando el motor alcanza la temperatura de servicio exacta.

3.8.6.8 Actuador rotativo de ralentí

En algunos modelos, un actuador rotativo de ralentí (13) reemplaza a la válvula de aire adicional y asume su función para la regulación del ralentí. La unidad de control envía al actuador una señal en función del régimen y la temperatura del motor. Entonces el actuador rotativo de ralentí modifica la apertura del conducto en bypass, suministrando más o menos aire en función de la variación del régimen de ralentí inicial.

3.9 Inyección Electrónica.

3.9.1 L-jetronic y sistemas asociados

El L-Jetronic es un sistema de inyección intermitente de gasolina que inyecta gasolina en el colector de admisión a intervalos regulares, en cantidades calculadas y determinadas por la unidad de control (ECU). El sistema de dosificación no necesita ningún tipo de accionamiento mecánico o eléctrico.

3.9.2 Sistema Digijet

El sistema Digijet usado por el grupo Volkswagen es similar al sistema L-Jetronic con la diferencia de que la ECU calcula digitalmente la cantidad necesaria de combustible. La ECU controla también la estabilización del ralenti y el corte de sobrerégimen.

3.9.3 Sistema Digifant

El sistema Digifant usado por el grupo Volkswagen es un perfeccionamiento del sistema Digijet. Es similar al Motronic e incorpora algunas piezas VAG. La ECU controla la inyección de gasolina, el encendido, la estabilización del ralenti y la sonda Lambda (sonda de oxígeno). Este sistema no dispone de inyector de arranque en frío.

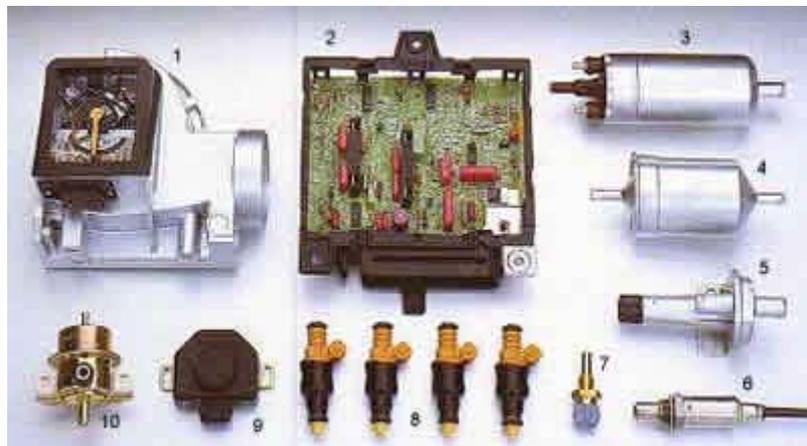
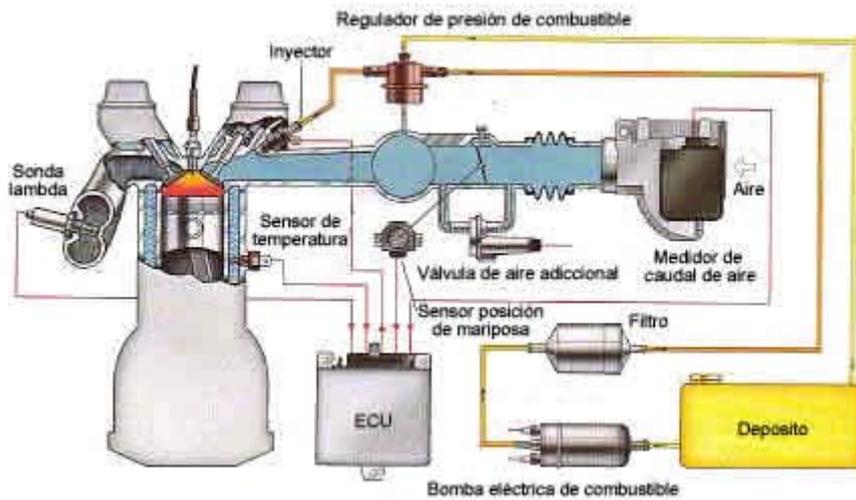
3.9.4 Motronic

El sistema Motronic combina la inyección de gasolina del L- Jetronic con un sistema de encendido electrónico a fin de formar un sistema de regulación del motor completamente integrado. La diferencia principal con el L-Jetronic consiste en el procesamiento digital de las señales.

VEHÍCULO	SISTEMA	AÑO
Alfa 33 1.5/1.7 i.e.	Bosc LE3.1/2-Jetronic	1990-92
Citroen BX 1.9 GTi	Bosch LE3-Jetronic	1986-90
Citroen CX 2.5 Ri/TRi/GTi	Bosch LE2-Jetronic	1983-90
Fiat Uno Turbo i.e.	Bosch LE2-Jetronic	1985-90
Jaguar XJ6 1.6/Sovereign	Lucas LH	1986-90
Lancia Thema 2000 i.e.	Bosch LE2-Jetronic	1985-90
Lancia Thema 2000 i.e. Tur	Bosch LE2-Jetronic	1985-90
Lancia Thema Turbo 16V	Bosch LE2-Jetronic	1988-92
Lancia Thema V6	Bosch LE2.2-Jetronic	1988-92
Opel Corsa GSI	Bosch LE3-Jetronic	1988-90
Opel Kadett E 1.8i	Bosch LE3-Jetronic	1986-90
Opel Ascona C 1.8i	Bosch LE3-Jetronic	1986-88
Opel Vectra 1.8i	Bosch LE3-Jetronic	1988-90
Opel Omega 1.8i	Bosch LE3-Jetronic	1986-88
Opel Senator 2.5i/3.0i	Bosch LE3-Jetronic	1988-90
Peugeot 205 GTi CTi 1.6/1.9	Bosch LE3-Jetronic	1984-91
Peugeot 309 SRi/GTi 1.6/1.9	Bosch LE3-Jetronic	1986-91
Peugeot 405	Bosch LE3-Jetronic	1988-90
Peugeot 505 GTi	Bosch LE3-Jetronic	1983-90
Peugeot 205/309 1.6/1.9	Bosch LE2-Jetronic	1984-92
Peugeot 605 2.0	Bosch LE2-Jetronic	1989-92
Saab 900 Turbo 16V	Bosch LH-Jetronic	1984-91
Saab 9000i 16V/Turbo	Bosch LH-Jetronic	1985-91
Seat Ibiza 1.5i/kat	Bosch LE2-Jetronic	1988-90
Seat Malaga 1.5i/kat	Bosch LE2-Jetronic	1988-90
Volvo 740 GLT 2.3 16V kat	Bosch LH-Jetronic 2.4	1988-90

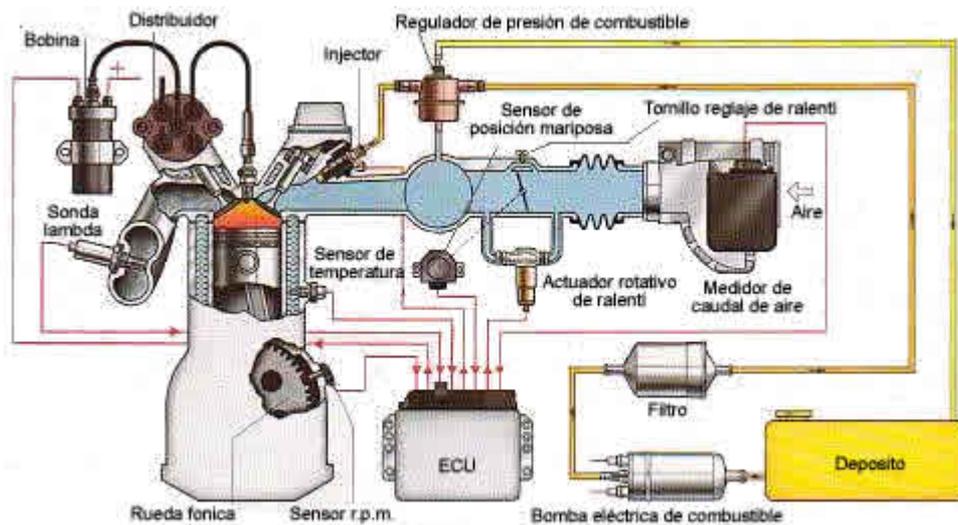
Kat: Catalizado

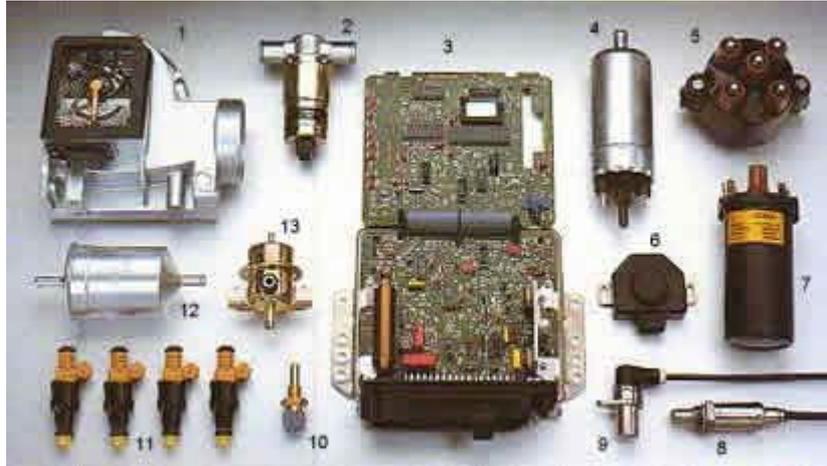
- Esquema de un sistema L-jetronic



Componentes del sistema L-jetronic: 1.- Medidor de caudal de aire; 2.- ECU; 3.- Bomba eléctrica de gasolina
 4.- Filtro; 5.- Válvula de aire adicional; 6.- Sonda lambda; 7.- Sensor de temperatura; 8.- Inyectores electromagnéticos
 9.- Sensor de posición de la mariposa; 10.- Regulador de presión de combustible.

- Esquema de un sistema Motronic





Componentes del sistema Motronic: 1.- Medidor de caudal de aire; 2.- Actuador rotativo de ralentí; 3.- ECU
 4.- Bomba eléctrica de combustible; 5.- Distribuidor (Delco); 6.- Detector de posición de mariposa; 7.- Bobina de encendido
 8.- Sonda lambda; 9.- Sensor de r.p.m; 10.- Sensor de temperatura; 11.- Inyectores electromagnéticos; 12.- Filtro
 13.- Regulador de presión de combustible.

3.9.5 Resumen de los sistemas L-Jetronic y Motronic.

3.9.5.1 Sistema de admisión

El sistema de admisión consta de filtro de aire, colector de admisión, mariposa y tubos de admisión conectados a cada cilindro. El sistema de admisión tiene por función hacer llegar a cada cilindro del motor el caudal de aire necesario a cada carrera del pistón.

3.9.5.2 Medidor del caudal de aire

El medidor del caudal de aire (8) registra la cantidad de aire que el motor aspira a través del sistema de admisión. Como todo el aire que aspira el motor ha de pasar por el medidor del caudal de aire, una compensación automática corrige las modificaciones del motor debidas al desgaste, depósitos de carbono en las cámaras de combustible y variaciones en el ajuste de las válvulas. El medidor del caudal de aire envía una señal eléctrica a la unidad de control; esta señal, combinada con una señal del régimen, determina el caudal de combustible necesario. La unidad de control puede variar esta cantidad en función de los estados de servicio del motor.

3.9.5.3 Otros sensores

Un cierto número de sensores registran las magnitudes variables del motor supervisan su estado de funcionamiento. El interruptor de mariposa (12) registra la posición de la mariposa y envía una señal a la unidad de control electrónica para indicar los estados de ralentí, carga parcial o plena carga. Hay otros sensores encargados de indicar el régimen del motor (11), la posición angular del cigüeñal (sistemas Motronic), la temperatura del motor (10) y la temperatura del aire aspirado. Algunos vehículos tienen otro sensor, llamado "sonda Lambda" (16), que mide el contenido de oxígeno en los gases de escape. La sonda transmite una señal suplementaria a la UCE, la cual a su vez disminuye la emisión de los gases de escape controlando la proporción aire/combustible.

3.9.5.4 Unidad de control electrónica (UCE)

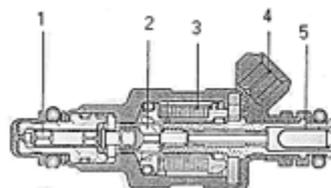
Las señales que transmiten los sensores las recibe la unidad de control electrónica (7) y son procesadas por sus circuitos electrónicos. La señal de salida de la UCE consiste en impulsos de mando a los inyectores. Estos impulsos determinan la cantidad de

combustible que hay que inyectar al influir en la duración de la apertura de los inyectores a cada vuelta del cigüeñal. Los impulsos de mando son enviados simultáneamente de forma que todas los inyectores se abren y se cierran al mismo tiempo. El ciclo de inyección de los sistemas L-Jetronic y Motronic se ha concebido de forma que a cada vuelta del cigüeñal los inyectores se abren y se cierran una sola vez.

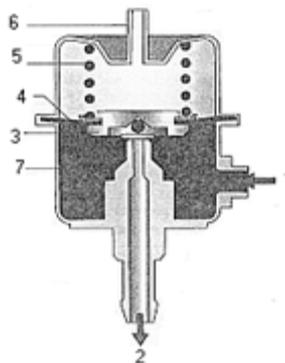
3.9.5.5 Sistema de alimentación

El sistema de alimentación suministra bajo presión el caudal de combustible necesario para el motor en cada estado de funcionamiento. El sistema consta de depósito de combustible (1), electro-bomba (2), filtro (3), tubería de distribución y regulador de la presión del combustible (4), inyectores (5) y en algunos modelos inyector de arranque en frío (6) en los sistemas de inyección mas antiguos. Una bomba celular de rodillos accionada eléctricamente conduce bajo presión el combustible desde el depósito, a través de un filtro, hasta la tubería de distribución. La bomba impulsa más combustible del que el motor puede necesitar como máximo y el regulador de presión del combustible lo mantiene a una presión constante. El combustible sobrante en el sistema es desviado a través del regulador de presión y devuelto al depósito. De la rampa de inyección parten las tuberías de combustible hacia los inyectores y por lo tanto la presión del combustible en cada inyector es la misma que en la rampa de inyección. Los inyectores van alojadas en cada tubo de admisión, delante de las válvulas de admisión del motor. Se inyecta la gasolina en la corriente de aire delante de las válvulas de admisión y al abrirse el inyector el combustible es aspirado con el aire dentro del cilindro y se forma una mezcla inflamable debido a la turbulencia que se origina en la cámara de combustión durante el tiempo de admisión. Cada inyector está conectado eléctricamente en paralelo con la unidad de control que determina el tiempo de apertura de los inyectores y por consiguiente la cantidad de combustible inyectada en los cilindros.

Inyector electromagnético.



- 1.- Aguja.
- 2.- Núcleo magnético.
- 3.- Bobinado eléctrico.
- 4.- Conexión eléctrica.
- 5.- Filtro.



Regulador de presión

- 1.- Entrada de combustible.
- 2.- Salida de combustible hacia depósito.
- 3.- Carcasa metálica.
- 4.- Membrana.
- 6.- Tubo que conecta con el colector de admisión.
- 7.- Válvula.

3.9.5.6 Arranque en frío

Al arrancar en frío se necesita un suplemento de combustible para compensar el combustible que se condensa en las paredes y no participa en la combustión. Existen dos métodos para suministrar gasolina adicional durante la fase de arranque en frío:

1. En el momento de arrancar el inyector de arranque en frío (6) inyecta gasolina en el colector de admisión, detrás de la mariposa. Un interruptor térmico temporizado (9) limita el tiempo de funcionamiento del inyector de arranque en frío, para evitar que los cilindros reciban demasiado combustible y se ahogue el motor. El interruptor térmico temporizado va instalado en el bloque-motor y es un interruptor de bimetálico calentado eléctricamente que es influenciado por la temperatura del motor. Cuando el motor está caliente, el interruptor de bimetálico se calienta con el calor del motor de forma que permanece constantemente abierto y el inyector de arranque en frío no inyecta ningún caudal extra.
2. En algunos vehículos el enriquecimiento para el arranque en frío lo realiza la unidad de control junto con la sonda térmica del motor y los inyectores. La unidad de control prolonga el tiempo de apertura de los inyectores y así suministra más combustible al motor durante la fase de arranque. Este mismo procedimiento también se usa durante la fase de calentamiento cuando se necesita una mezcla aire/combustible enriquecida.

3.9.5.7 Válvula de aire adicional

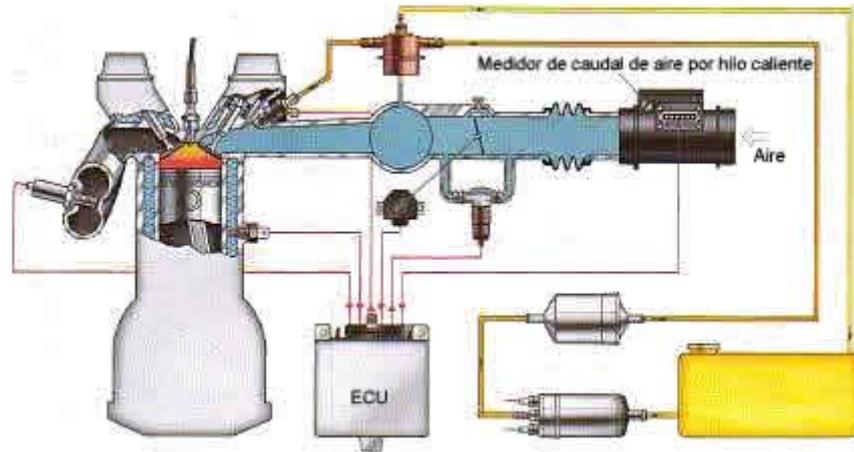
En un motor frío las resistencias por rozamiento son mayores que a temperatura de servicio. Para vencer esta resistencia y para conseguir un ralentí estable durante la fase de calentamiento, una válvula de aire adicional (13) permite que el motor aspire más aire eludiendo la mariposa, pero como este aire adicional es medido por el medidor del caudal de aire, el sistema lo tiene en cuenta al dosificar el caudal de combustible. La válvula de aire adicional funciona durante la fase de calentamiento y se desconecta cuando el motor alcanza la temperatura de servicio exacta.

3.9.5.8 Actuador rotativo de ralentí

En algunos modelos, un actuador rotativo de ralentí (13) reemplaza a la válvula de aire adicional y asume su función para la regulación del ralentí. La unidad de control envía al actuador una señal en función del régimen y la temperatura del motor. Entonces el actuador rotativo de ralentí modifica la apertura del conducto en bypass, suministrando más o menos aire en función de la variación del régimen de ralentí inicial.

3.9.6 Sistema Bosch LH-Jetronic.

Es un sistema de inyección electrónico de gasolina cuya diferencia principal con el sistema L-Jetronic es la utilización de un medidor de caudal de aire distinto (medidor de la masa de aire por hilo caliente).

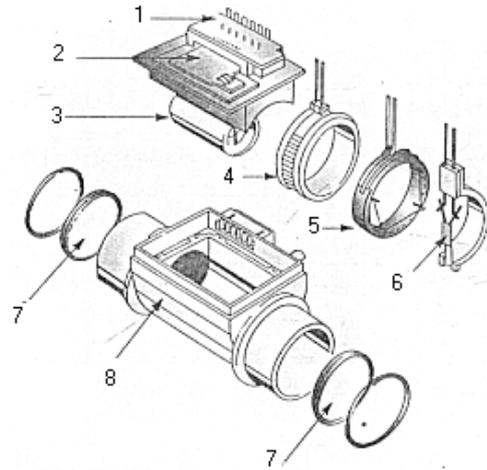


Componentes de un sistema LH-jetronic: Los mismos que el sistema L-jetronic con la diferencia del uso de un medidor de caudal de aire por hilo caliente (1), y un actuador rotativo de ralentí (2)

3.9.6.1 Medidor del caudal de aire

MEDIDOR DE LA MASA DE AIRE POR HILO CALIENTE

El medidor de la masa de aire por hilo caliente es un perfeccionamiento del medidor del caudal de aire clásico. En la caja tubular hay un tubo de medición del diámetro más pequeño, atravesado por una sonda térmica y un hilo. Estos dos componentes forman parte de un circuito de puente que mantiene el hilo a una temperatura constante superior a la temperatura del aire medido por el medidor. La corriente necesaria es directamente proporcional a la masa de aire, independientemente de su presión, su temperatura o su humedad. Se mide la corriente necesaria para mantener el hilo a esta temperatura superior y esta señal se envía a la unidad de control electrónica (UCE), la cual, combinada con una señal del régimen del motor, determina la cantidad de combustible necesario. Entonces la unidad de control puede modificar esta cantidad en función del estado de funcionamiento que indican los sensores adicionales. Dado que todo el aire que aspira el motor ha de pasar por el medidor de la masa de aire, una compensación automática corrige no sólo las variaciones de los estados de marcha, sino también los cambios debidos al desgaste, a la disminución de la eficacia del convertidor catalítico, a los depósitos de carbono o a modificaciones en el ajuste de las válvulas.



Despiece de un caudalímetro de hilo caliente.

- 1.- Conexiones eléctricas.
- 2.- Circuito electrónico de control.
- 3.- Conducto.
- 4.- Anillo.
- 5.- Hilo caliente.
- 6.- Resistencia de compensación térmica.
- 7.- Rejilla.
- 8.- Cuerpo principal.

3.9.6.2 Arranque en frío

Otra diferencia importante del sistema LH-Jetronic con respecto al L-jetronic es que suprime el inyector de arranque en frío. Al arrancar en frío se necesita un suplemento de combustible para compensar el combustible que se condensa en las paredes y no participa en la combustión. Para facilitar el arranque en frío se inyecta gasolina adicional utilizando la unidad de control junto con la sonda térmica del motor y los inyectores. La unidad de control prolonga el tiempo de apertura de los inyectores y así suministra más combustible al motor durante la fase de arranque. Este mismo procedimiento también se usa durante la fase de calentamiento cuando se necesita una mezcla aire/ combustible enriquecida.

3.9.6.3 Gestión de la inyección y el encendido en la misma ECU.

SISTEMAS QUE COMBINA LA GESTION DE LA INYECCION Y EL ENCENDIDO EN LA MISMA ECU

VEHÍCULO	SISTEMA	AÑO
Alfa Romeo Alfetta 2.0i	Bosch Motronic	1981-85
Alfa Romeo75 Twin Spark	Motronic ML4.q	1987-90
Alfa Romeo 90 2.0i	Bosch Motronic	1984-87
Alfa Romeo164 2.0 TS/V6	Motronic ML4.1	1986-90
Alfa 155 1.8 Twin Spark	Bosch Motronic M1.7	1992-94
Alfa 155 2.0 Twin Spark	Bosch Motronic M1.7	1992-94
Alfa 155 2.5 V6	Bosch Motronic M1.7	1992-94
Alfa 33 1.7 kat i.e.	BoschMotronic ML4.1	1990-92
Alfa 164 2.o Twin Spark	BoschMotronic ML3.1	1993-
Audi A4 1.6/1.8	Bosch Motronic 3.2	1995-
BMW 325i/325e	Bosch Motronic	1985-91
BMW 530i/535i/kat	Bosch Motronic	1980-90
BMW M535i/kat	Bosch Motronic	1985-88
BMW 730i/735i/kat	Bosch Motronic	1987-90
BMW 520i (E34)	Bosch Motronic M3.1	1988-90
BMW 525i (E34)	Bosch Motronic M3.1	1988-90
BMW 316i/318i/518i	Bosch Motronic 1.3	1988-92
BMW 316i/318i/518i	Bosch Motronic M1.7	1991-92
BMW 320i/325i	Bosch Motronic M3.1	1991-92
Citroën ZX 1.9	Bosch Motronic MP3.1	1991-92
Citroën BX 1.9 GTi	Bosch Motronic MP3.1	1990-92
Citroën XM 2.0	Bosch Motronic MP3.1	1990-92
Citroen ZX 1.9 8V	Bosch Motronic M1.3	1991-92
Citroën BX 1.9 TZI	Bosch Motronic M1.3	1990-92
Citroën BX 1.9 GTi 16V	BoschMotronic ML4.1	1988-92
Citroën BX 1.9 16V	Bosch Motronic M1.3	1990-92
Citroën ZX 1.8i	Bosch Motronic MP5.1	1992-94
Citroën Xantia 1.8i	Bosch Motronic MP5.1	1993-94
Citroën XM 2.0 Turbo	Bosch Motronic MP3.2	1991-94
Citroën XM 2.0 16V	Bosch Motronic MP5.1	1994-
Merced-Benz C180 (202)	PMS-Motronic	1993-
Merced-Benz C200 (202)	PMS-Motronic	1993-
Opel Kadett 2.0i GSi/kat	Bosch Motronic ML4	1986-90
Opel Ascona C 2.0i/kat	Bosch Motronic ML4	1986-88
Opel Omega 2.0i	Bosch Motronic ML4	1986-90
Opel Corsa-A 1.6i kat	Bosch Motronic M1.5	1991-93
Opel Astra-F 2.0	BoschMotronic M1.5.2	1993-
Opel Astra-F 2.0	Bosch Motronic M2.8	1993-
Opel Vectra 2.0	Bosch Motronic M2.8	1993-95
Opel Vectra 2.0 Turbo	Bosch Motronic 2.7	1993-95
Opel Vectra 2.5 V6	Bosch Motronic M2.8	1993-
Opel Omega-B 2.0	Bosch Motronic 1.5.4	1994-
Opel Calibra 2.0	Bosch Motronic M2.8	1993-
Opel Calibra 2.0 Turbo	Bosch Motronic 2.7	1993-
Opel Calibra 2.5 V6	Bosch Motronic M2.8	1993-

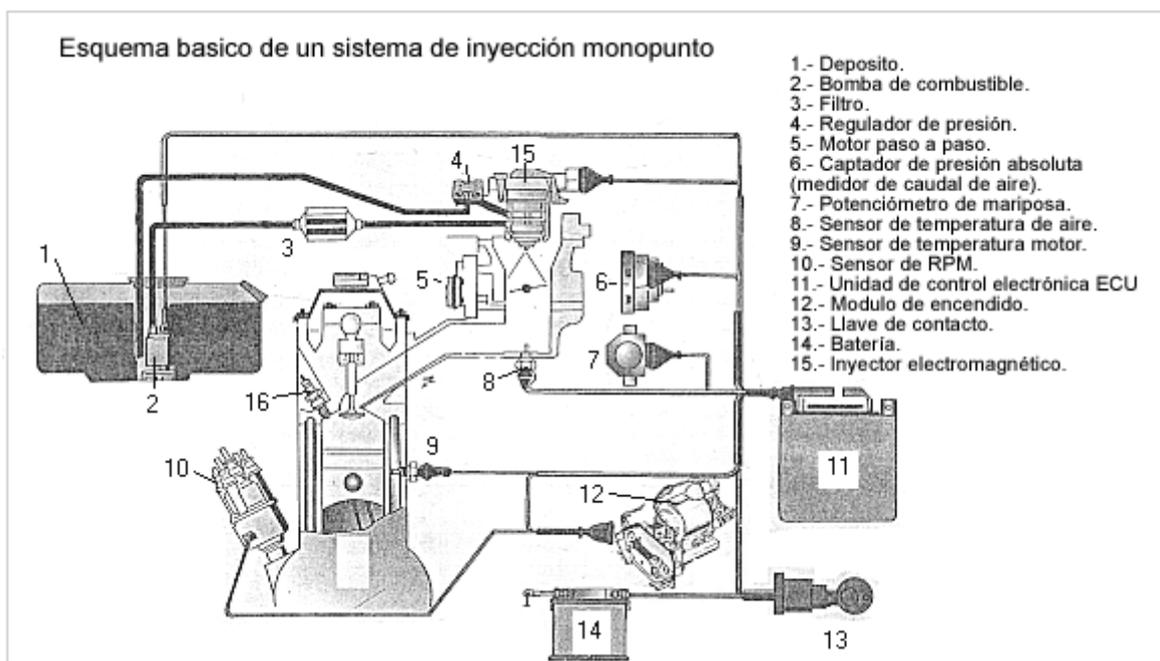
Opel Senator-B 2.6i 12V	Bosch Motronic 1.5	1990-93
Opel kadett/astra GSi 16V	Bosch Motronic M2.5	1988-92
Opel Vectra 2000 16V	Bosch Motronic M2.5	1989-92
Opel Calibra 2.0i 16V.	Bosch Motronic M2.5	1990-92
Kade/Calibr/Vect/Ome 2.0	Bosch Motronic M1.5	1990-92
Peugeot 306 1.6/1.8i	Motronic MP5.1	1992-94
Peugeot 405 1.8i	Motronic MP5.1	1992-94
Peugeot 405 Mi 16	Bosch Motronic ML4	1988-92
Peugeot 106 1.4	Bosch Motronic MP3.1	1992-
Peugeot 405 Mi 16	Bosch Motronic MP3.2	1993-
Peugeot 205/309/405 1.9	Bosch Motronic M1.3	1989-92
Peugeot 309/405 1.9 16V	Bosch Motronic M1.3	1990-92
Peugeot 405 1.9/ 605 2.0	Bosch Motronic MP3.1	1990-92
Volvo 740 kat/Turbo	Bosch Motronic	1985-91
Volvo 960 3.0 24V	Motronic 1.8	1991-92

VEHÍCULO	SISTEMA	AÑO
Renault 21 2.0i	Renix Electronic	1986-90
Renault 25 V6 Turbo	Renix Electronic	1985-90
Volvo 480 ES	Renix	1986-88
Renault Clio 1.8 RT	Bendix/Renix Multipunto	1991-92
Renault 19 1.8 16V	Bendix/Renix Multipunto	1990-92
Renault 19 1.7i	Renix/Bendix MPI	1989-94
Renault Espace 2.0i	Renix Multipunto	1988-91
Renault 26 V6	Renix/Bendix MPI	1988-93
Renaut Espace V6	Renix/Bendix MPI	1991-

VEHÍCULO	SISTEMA	AÑO
Toyota Corolla GT 16V	Toyota TCCS	1984-90
Toyota Corolla Coupe GT	Toyota TCCS	1984-87
Toyota Celica 2.0 GT	Toyota TCCS	1985-90
Toyota Camry 2.0i	Toyota TCCS	1986-90
Toyota MR2	Toyota TCCS	1985-90
Toyota 3.0i	Toyota TCCS	1986-90
Toyota Camry GLXi V6	Toyota TCCS EFI	1989-92
Toyota Carina II 2.0i	Toyota TCCS EFI	1988-92
Toyota Camry GLi	Toyota TCCS EFI	1986-92
Toyota Camry 2.2	Toyota TCCS EFI	1991-94
Toyota Previa	Toyota TCCS EFI	1990-94
Toyota Corolla 1.3i	Toyota TCCS EFI	1992-
Toyota Corolla 1.6i	Toyota TCCS EFI	1992-
Toyota Corolla 1.8i	Toyota TCCS EFI	1992-
Toyota Carina E 1.6i	Toyota TCCS EFI	1992-
Toyota Carina E 2.0i	Toyota TCCS EFI	1992-
Toyota Carina E 2.0 GTi	Toyota TCCS EFI	1992-

3.9.7 Sistemas de inyección monopunto

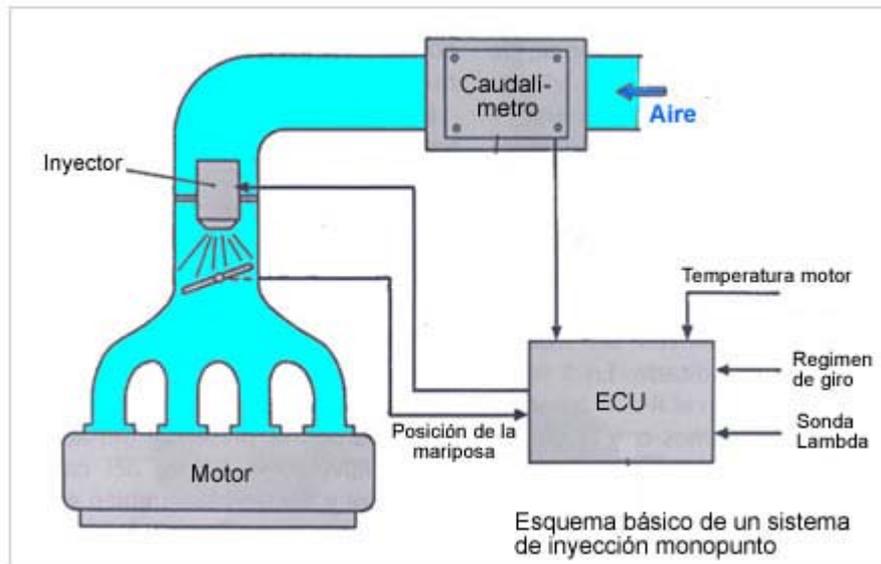
Este sistema apareció por la necesidad de abaratar los costes que suponía los sistemas de inyección multipunto en ese momento (principios de la década de los 90) y por la necesidad de eliminar el carburador en los coches utilitarios de bajo precio para poder cumplir con las normas anticontaminación cada vez más restrictivas. El sistema monopunto consiste en único inyector colocado antes de la mariposa de gases, donde la gasolina se a impulsos y a una presión de 0,5 bar.



3.9.7.1 Inyector

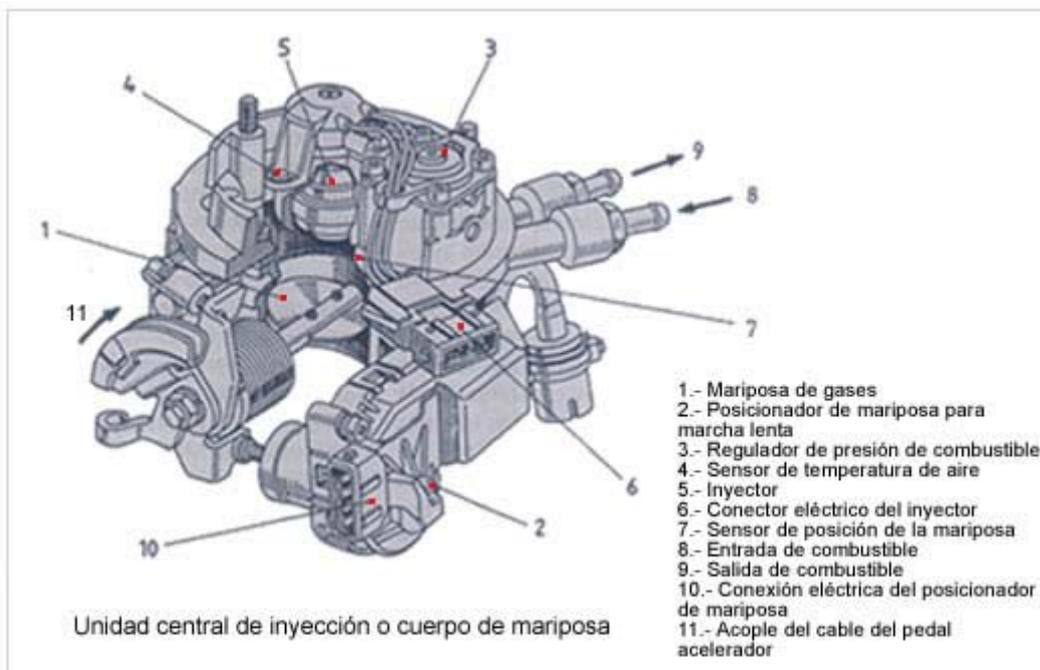
Los tres elementos fundamentales que forman el esquema de un sistema de inyección monopunto son el inyector que sustituye a los inyectores en el caso de una inyección multipunto. Como en el caso del carburador este inyector se encuentra colocado antes de la mariposa de gases, esta es otra diferencia importante con los sistemas de inyección multipunto donde los inyectores están después de la mariposa.

La dosificación de combustible que proporciona el inyector viene determinada por la ECU la cual, como en los sistemas de inyección multipunto recibe información de diferentes sensores. En primer lugar necesita información de la cantidad de aire que penetra en el colector de admisión para ello hace uso de un caudalímetro, también necesita otras medidas como la temperatura del motor, el régimen de giro del mismo, la posición que ocupa la mariposa de gases, y la composición de la mezcla por medio de la sonda Lambda. Con estos datos la ECU elabora un tiempo de apertura del inyector para que proporcione la cantidad justa de combustible.



3.9.7.2 Unidad electronica (ECU)

El elemento distintivo de este sistema de inyección es la "unidad central de inyección" o también llamado "cuerpo de mariposa" que se parece exteriormente a un carburador. En este elemento se concentran numerosos dispositivos como por supuesto "el inyector", también tenemos la mariposa de gases, el regulador de presión de combustible, regulador de ralentí, el sensor de temperatura de aire, sensor de posición de la mariposa, incluso el caudalímetro de aire en algunos casos.

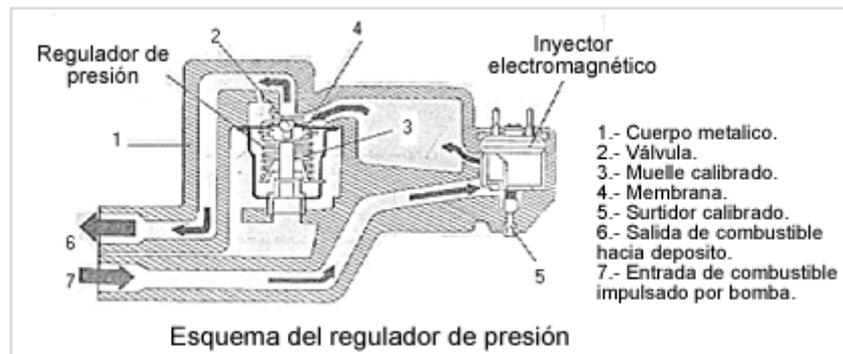


3.9.7.3 Regulador de presión

El regulador de presión es del tipo mecánico a membrana, formando parte del cuerpo de inyección donde está alojado el inyector. El regulador de presión está compuesto de una carcasa contenedora, un dispositivo móvil constituido por un cuerpo metálico y una membrana accionada por un muelle calibrado.

Cuando la presión del carburante sobrepasa el valor determinado, el dispositivo móvil se desplaza y permite la apertura de la válvula que deja salir el excedente de carburante, retornando al depósito por un tubo.

Un orificio calibrado, previsto en el cuerpo de mariposa pone en comunicación la cámara de regulación con el tubo de retorno, permitiendo así disminuir la carga hidrostática sobre la membrana cuando el motor está parado. La presión de funcionamiento es de 0,8 bar.

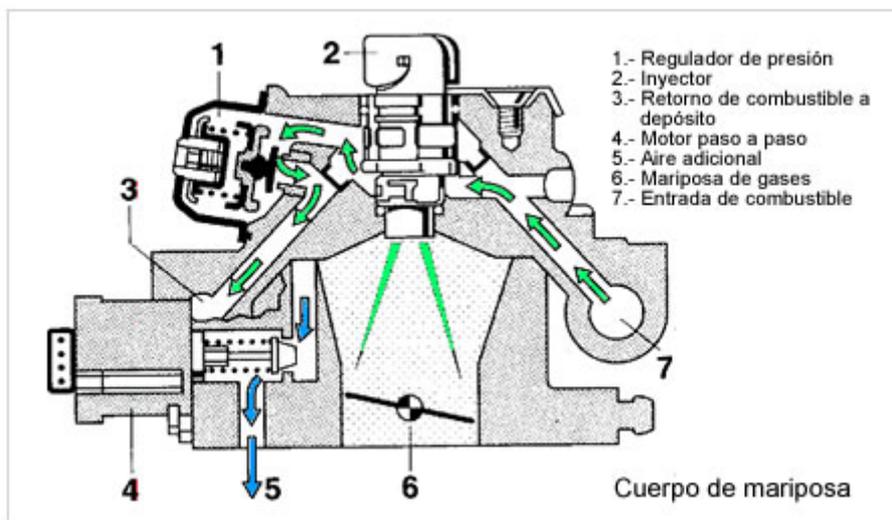
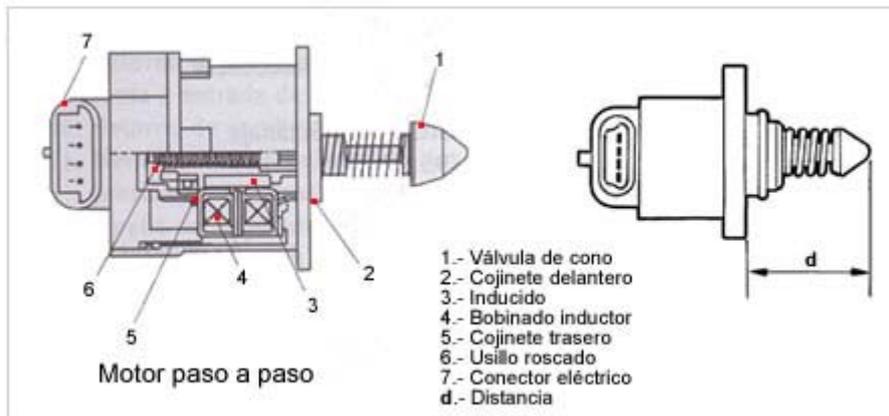


3.9.7.4 Motor Paso a Paso

El motor paso a paso o también llamado posicionador de mariposa de marcha lenta, sirve para la regulación del motor a régimen de ralentí. Al ralentí, el motor paso a paso actúa sobre un caudal de aire en paralelo con la mariposa, realizando un desplazamiento horizontal graduando la cantidad de aire que va directamente a los conductos de admisión sin pasar por la válvula de mariposa. En otros casos el motor paso a paso actúa directamente sobre la mariposa de gases abriéndola un cierto ángulo en ralentí cuando teóricamente tendría que estar cerrada.

El motor paso a paso recibe unos impulsos eléctricos de la unidad de control ECU que le permiten realizar un control del movimiento del obturador con una gran precisión. El motor paso a paso se desplaza en un sentido o en otro en función de que sea necesario incrementar o disminuir el régimen de ralentí.

Este mecanismo ejecuta también la función de regulador de la puesta en funcionamiento del sistema de climatización, cuando la unidad de control recibe la información de que se ha puesto en marcha el sistema de climatización da orden al motor paso a paso para incrementar el régimen de ralentí en 100 rpm.



3.9.7.5 Sistemas Monopunto

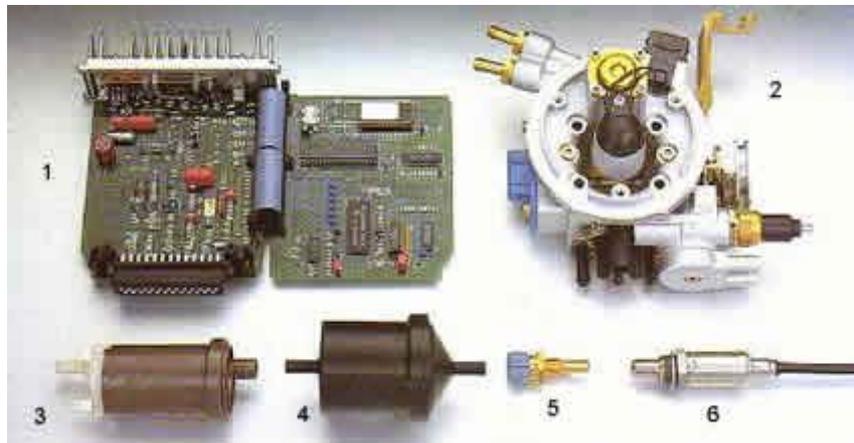
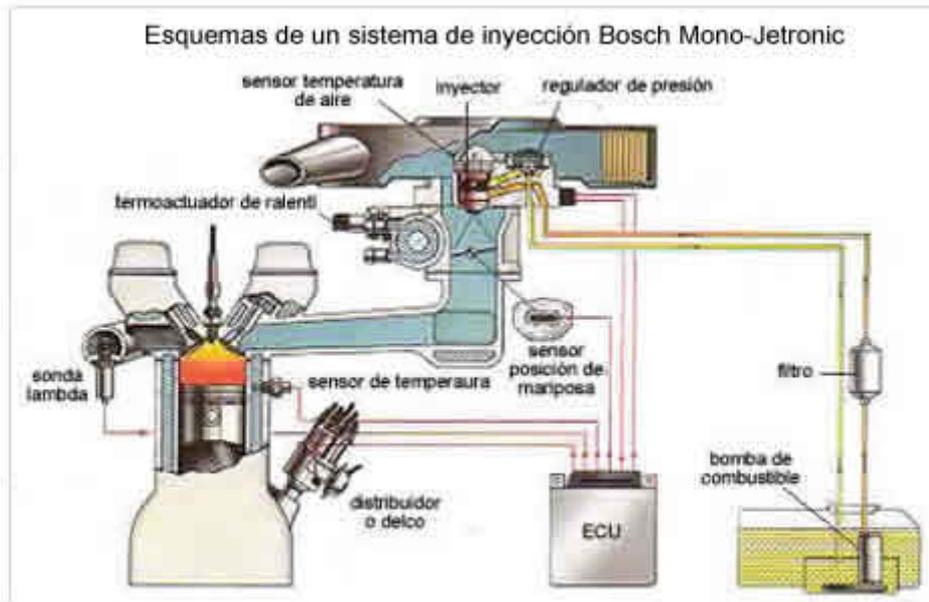
VEHÍCULO	SISTEMA	AÑO
Citroën ZX/BX 1.6	MMFD Monopunto G5	1991-92
Citroën XM 1.9	MMFD Monopunto G5	1990-92
Citroën AX 1.0	BoschMA3.0 Monopunto	1991-94
Citroën AX 1.4	BoscMA3.0 Monopunto	1991-94
Citroën AX 1.1i	Bosch Monopunto A2.2	1993-94
Citroën AX/ZX 1.4i	Bosch Monopunto A2.2	1991-94
Citroën Saxo 1.0	Bosch Monopunto MA3	1996-
Citroën Saxo 1.1	BoscMonopunto MA3.1	1996-
Fiat Regata 100S i.e.	Fiat SPI	1986-90
Opel Corsa-A 1.2i/1.4i	GM Multec SPI	1991-93
Opel Corsa-B 1.2i/1.4i	GM Multec SPI	1993-94
Opel Astra/Astra-F 1.4i	GM Multec SPI	1991-94
Opel Astra F 1.6	Multec-Central	1993-97
Opel Vectra B 1.6	GM Multec Central	1995-
Peugeot 205/309/405 1.6	MMFD Monopunto G5	1990-92
Peugeot 605 2.0	MMFD Monopunto G5	1990-92

Peugeot 106 1.1	MMFD G6 Monopunto	1993-
Peugeot 205 1.1	MMFD G6 Monopunto	1993-
Peugeot 205 1.6	MMFD G6 Monopunto	1992-94
Peugeot 306 1.1	MMFD G6 Monopunto	1993-
Peugeot 105 1.6	MMFD G6 Monopunto	1993-
Renault Clio 1.2/1.4	Bosch Monopunto SPI	1991-92
Renault 19 1.4	Bosch Monopunto SPI	1990-92
Renault Clio 1.2/1.4	AC Delco Monopunto	1994-
Renault Express 1.4	AC Delco Monopunto	1994-
Renault 19 1.4	AC Delco Monopunto	1994-
Renault Laguna 1.8i	Bosch Monopunto	1994-
Renault 19 1.8i	Bosch Monopunto SPI	1992-94
Renault Clio 1.8i	Bosch Monopunto SPI	1992-94
Renault Clio 1.4	AC Delco Monopunto	1994-97
Renaul Extra/Express1.4	AC Delco Monopunto	1995-
Rover 820E/SE	Rover SPI	1986-90
Rover Metro 1.4 16V	Rover MEMS SPi	1990-92
Rover 214/414	Rover MEMS SPi	1989-92
Volkswagen Golf 1.8/kat	Bosch Mono-Jetronic	1987-90
Volkswagen Jetta 1.8/kat	Bosch Mono-Jetronic	1987-90
Volkswage Passat 1.8/kat	Bosch Mono-Jetronic	1988-90

kat: Catalizado

3.9.8 Sistema Bosch Mono-Jetronic

Una vez mas el fabricante Bosch destaca con un sistema de inyección, en este caso "monopunto", donde se encuentran los componentes mas característicos de este sistema así como los componentes comunes con otros sistemas de inyección multipunto, siendo el mas parecido el L-Jetronic.



Componentes del sistema Mono-jetronic: 1.- ECU; 2.- Cuerpo de mariposa; 3.- Bomba de combustible; 4.- Filtro
5.- Sensor temperatura refrigerante; 6.- Sonda lambda.

3.9.8.1 Sistema de admisión

El sistema de admisión consta de filtro de aire, colector de admisión, cuerpo de mariposa/inyector y los tubos de admisión conectados a cada cilindro. El sistema de admisión tiene por misión hacer llegar a cada cilindro del motor la cantidad de mezcla aire/combustible necesaria a cada carrera de explosión del pistón.

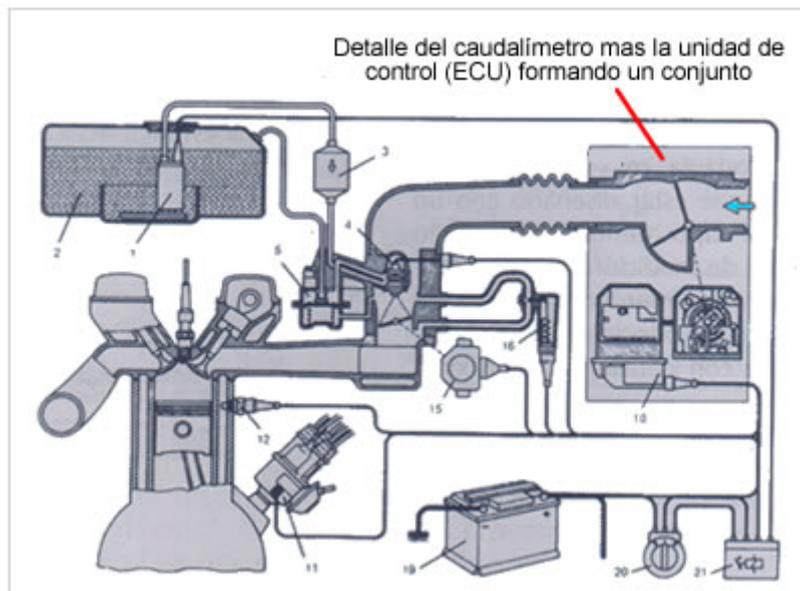
3.9.8.2 Cuerpo de la mariposa

El cuerpo de la mariposa (figura 1ª aloja el regulador de la presión del combustible, el motor paso a paso de la mariposa, el sensor de temperatura de aire y el inyector

único. La ECU controla el motor paso a paso de la mariposa y el inyector. El contenido de CO no se puede ajustar manualmente. El interruptor potenciómetro de la mariposa va montado en el eje de la mariposa y envía una señal a la ECU indicando la posición de la mariposa. Esta señal se convierte en una señal electrónica que modifica la cantidad de combustible inyectado. El inyector accionado por solenoide pulveriza la gasolina en el espacio comprendido entre la mariposa y la pared del venturi. El motor paso a paso controla el ralentí abriendo y cerrando la mariposa. El ralentí no se puede ajustar manualmente.

3.9.8.3 Caudalímetro

La medición de caudal de aire se hace por medio de un caudalímetro que puede ser del tipo "hilo caliente", o también del tipo "plato-sonda oscilante". El primero da un diseño mas compacto al sistema de inyección, reduciendo el numero de elementos ya que el caudalímetro de hilo caliente va alojado en el mismo "cuerpo de mariposa". El caudalímetro de plato-sonda forma un conjunto con la unidad de control ECU (como se ve en la figura inferior)..



3.9.8.4 Interruptor de la mariposa

El interruptor de la mariposa es un potenciómetro que supervisa la posición de la mariposa para que la demanda de combustible sea la adecuada a la posición de la mariposa y al régimen del motor. La ECU calcula la demanda de combustible a partir de 15 posiciones diferentes de la mariposa y 15 regímenes diferentes del motor almacenados en su memoria.

3.9.8.5 Sensor de la temperatura del refrigerante

La señal que el sensor de la temperatura o sonda térmica del refrigerante envía a la ECU asegura que se suministre combustible extra para el arranque en frío y la cantidad de combustible más adecuada para cada estado de funcionamiento.

3.9.8.6 Distribuidor

La ECU supervisa el régimen del motor a partir de las señales que transmite el captador situado en el distribuidor del encendido.

3.9.8.7 Sonda Lambda

El sistema de escape lleva una sonda Lambda (sonda de oxígeno) que detecta la cantidad de oxígeno que hay en los gases de escape. Si la mezcla aire/combustible es demasiado pobre o demasiado rica, la señal que transmite la sonda de oxígeno hace que la ECU aumente o disminuya la cantidad de combustible inyectada, según convenga.

3.9.8.8 Unidad de control electrónica (ECU)

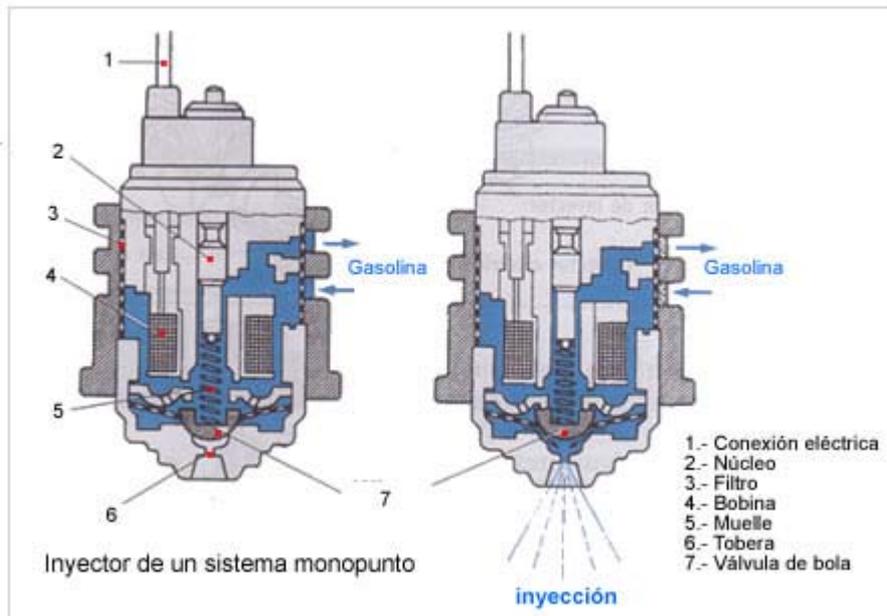
La UCE está conectada con los cables por medio de un enchufe múltiple. El programa y la memoria de la ECU calculan las señales que le envían los sensores instalados en el sistema. La ECU dispone de una memoria de autodiagnóstico que detecta y guarda las averías. Al producirse una avería, se enciende la lámpara de aviso o lámpara testigo en el tablero de instrumentos.

3.9.8.9 Sistema de alimentación

El sistema de alimentación suministra a baja presión la cantidad de combustible necesaria para el motor en cada estado de funcionamiento. Consta de depósito de combustible, bomba de combustible, filtro de combustible, un solo inyector y el regulador de presión. La bomba se halla situada en el depósito de la gasolina y conduce bajo presión el combustible, a través de un filtro, hasta el regulador de la presión y el inyector. El regulador de la presión mantiene la presión constante a 0,8-1,2 bar, el combustible sobrante es devuelto al depósito. El inyector único se encuentra en el cuerpo de la mariposa y tiene una boquilla o tobera especial, con seis agujeros dispuestos radialmente, que pulveriza la gasolina en forma de cono en el espacio comprendido entre la mariposa y la pared del venturi. El inyector dispone de una circulación constante de la gasolina a través de sus mecanismos internos para conseguir con ello su mejor refrigeración y el mejor rendimiento durante el arranque en caliente. El combustible pasa del filtro al inyector y de aquí al regulador de presión.

La bobina (4) recibe impulsos eléctricos procedentes de la unidad de control ECU a través de la conexión eléctrica (1). De este modo crea un campo magnético que determina la posición del núcleo (2) con el que se vence la presión del muelle (5). Este muelle presiona sobre la válvula de bola (7) que impide el paso de la gasolina a salir de su circuito.

Cuando la presión del muelle se reduce en virtud del crecimiento del magnetismo en la bobina, la misma presión del combustible abre la válvula de bola y sale al exterior a través de la tobera (6) debidamente pulverizado, se produce la inyección.



La apertura del inyector es del tipo "sincronizada", es decir, en fase con el encendido. En cada impulso del encendido, la unidad de control electrónica envía un impulso eléctrico a la bobina, con lo que el campo magnético así creado atrae la válvula de bola levantándolo hacia el núcleo. El carburante que viene de la cámara anular a través de un filtro es inyectado de esta manera en el colector de admisión por los seis orificios de inyección del asiento obturado.

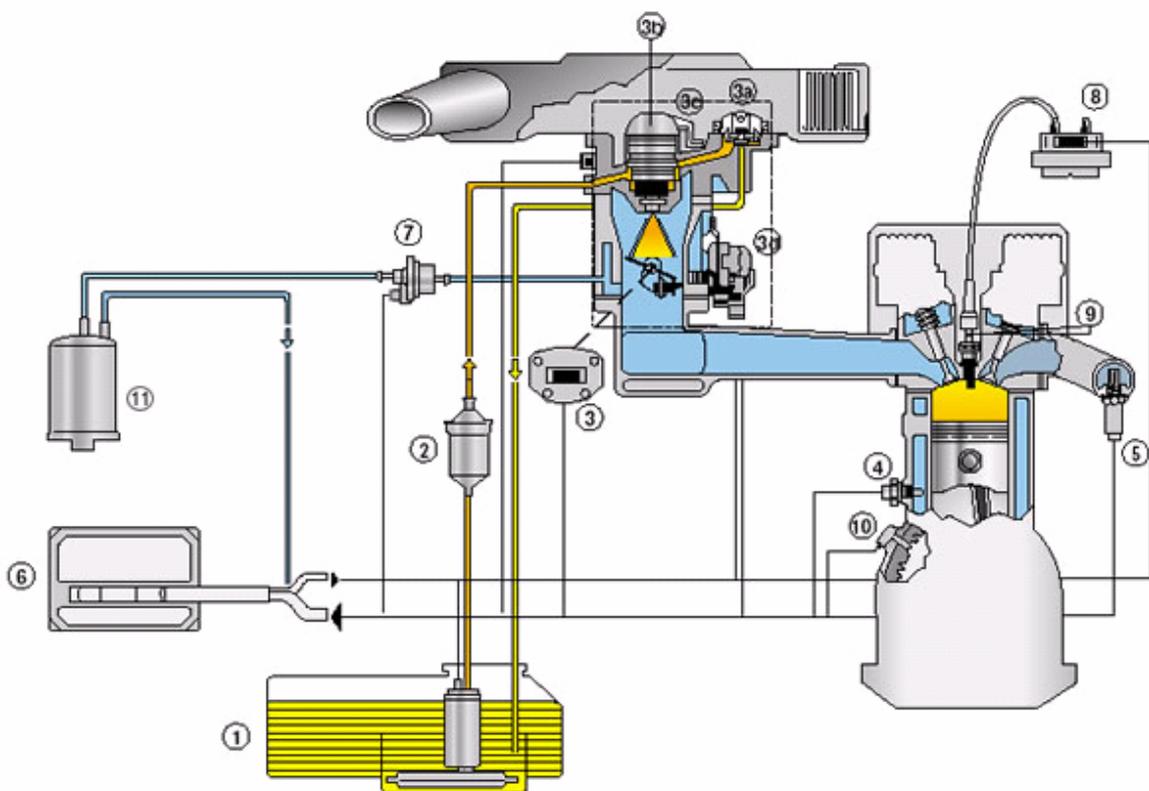
Al cortarse el impulso eléctrico, un muelle de membrana devuelve la válvula de bola a su asiento y asegura el cierre de los orificios.

El exceso de carburante es enviado hacia el regulador de presión a través del orificio superior del inyector. El barrido creado de esta manera en el inyector evita la posible formación de vapores.

3.9.9 Sistema Bosch Mono-Motronic

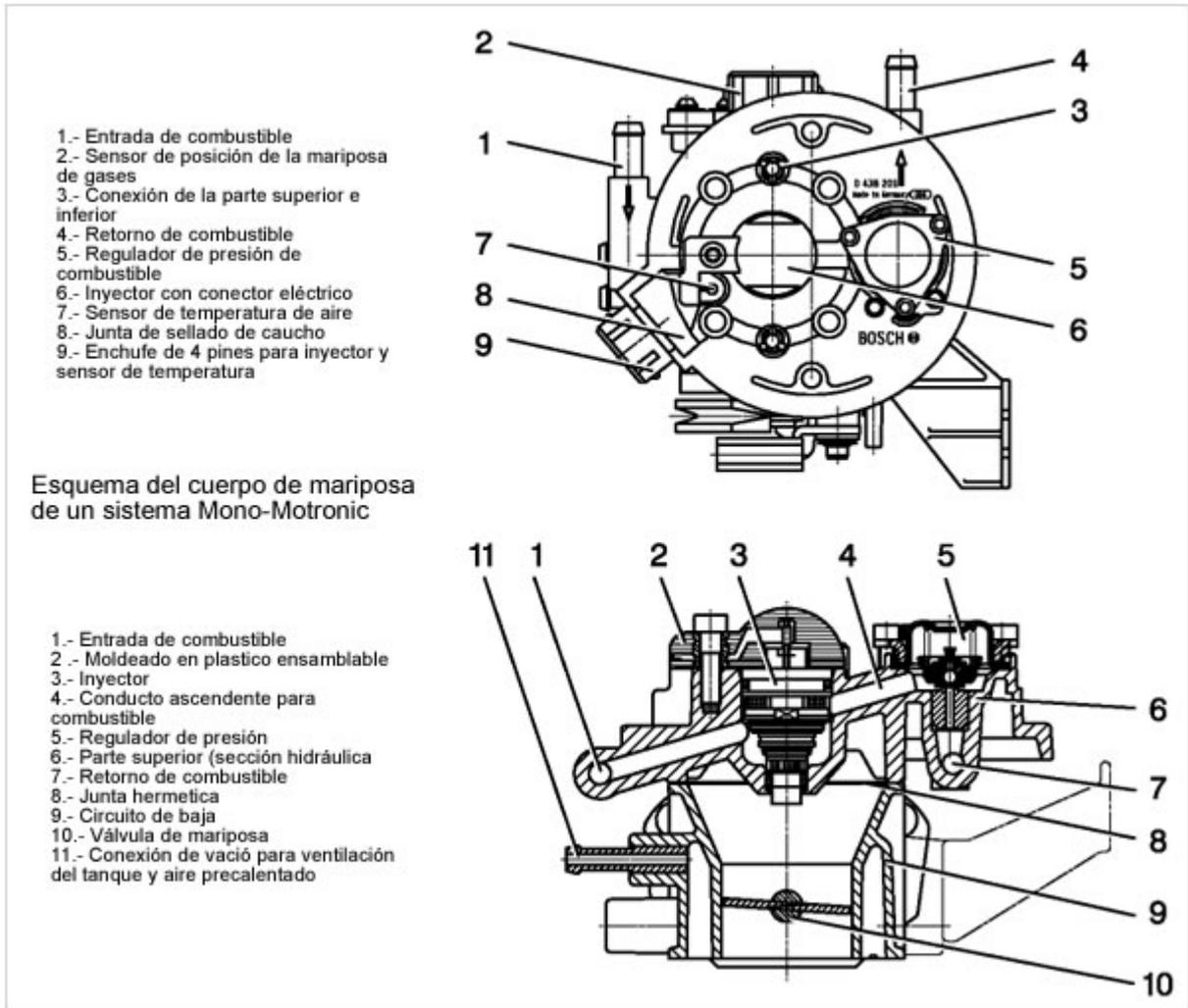
La diferencia fundamental con el sistema anterior es que integra en la misma unidad de control (ECU) la gestión de la inyección de gasolina así como la del encendido. Este sistema se puede equiparar al sistema de inyección multipunto Motronic por la forma de trabajar y por los elementos comunes que tienen. Dentro de este sistema podemos encontrar dos esquemas: los que utilizan encendido con distribuidor (figura del final de pagina) y los que utilizan encendido estático o sin distribuidor (como el de la figura inferior). La unidad central de inyección o cuerpo de mariposa funciona igual que la utilizada en el sistema Mono-Jetronic así como el sistema de alimentación de combustible y el sistema de admisión de aire.

- Esquema Sistema Mono Motronic



- | | |
|--|---|
| 1.- Bomba de combustible | 5.- Sonda Lambda |
| 2.- Filtro | 6.- Unidad de control (ECU) |
| 3.- Sensor de posición de mariposa | 7.- Válvula de ventilación del canister |
| 3a.- Regulador de presión de combustible | 8.- Bobina de encendido doble (de chispa perdida) |
| 3b.- Inyector | 9.- Bujía de encendido |
| 3c.- Sensor de temperatura de aire | 10.- Sensor de rpm |
| 3d.- Actuador de ralenti | 11.- Canister |
| 4.- Sensor de temperatura del refrigerante motor | |

- Esquema Cuerpo Mariposa

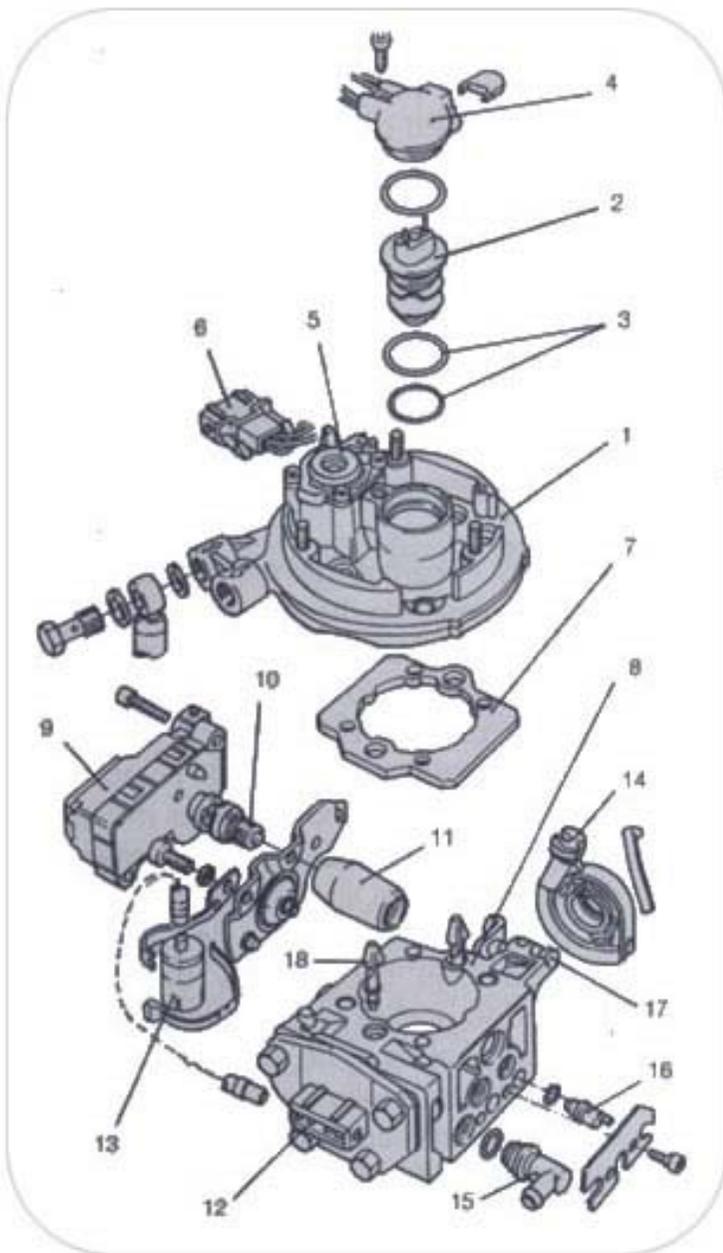


En la figura 1 de la página siguiente podemos ver como elemento fundamental unidad central de inyección o también llamado cuerpo de mariposa (1) sobre la cual se aplica la carcasa del filtro de aire (2). El paso de aire viene regulado, en estos equipos, por una caja termostática (3) que distribuye la entrada de aire caliente o frío, según la estación del año, de la forma ya conocida en muchos motores de todas las marcas.

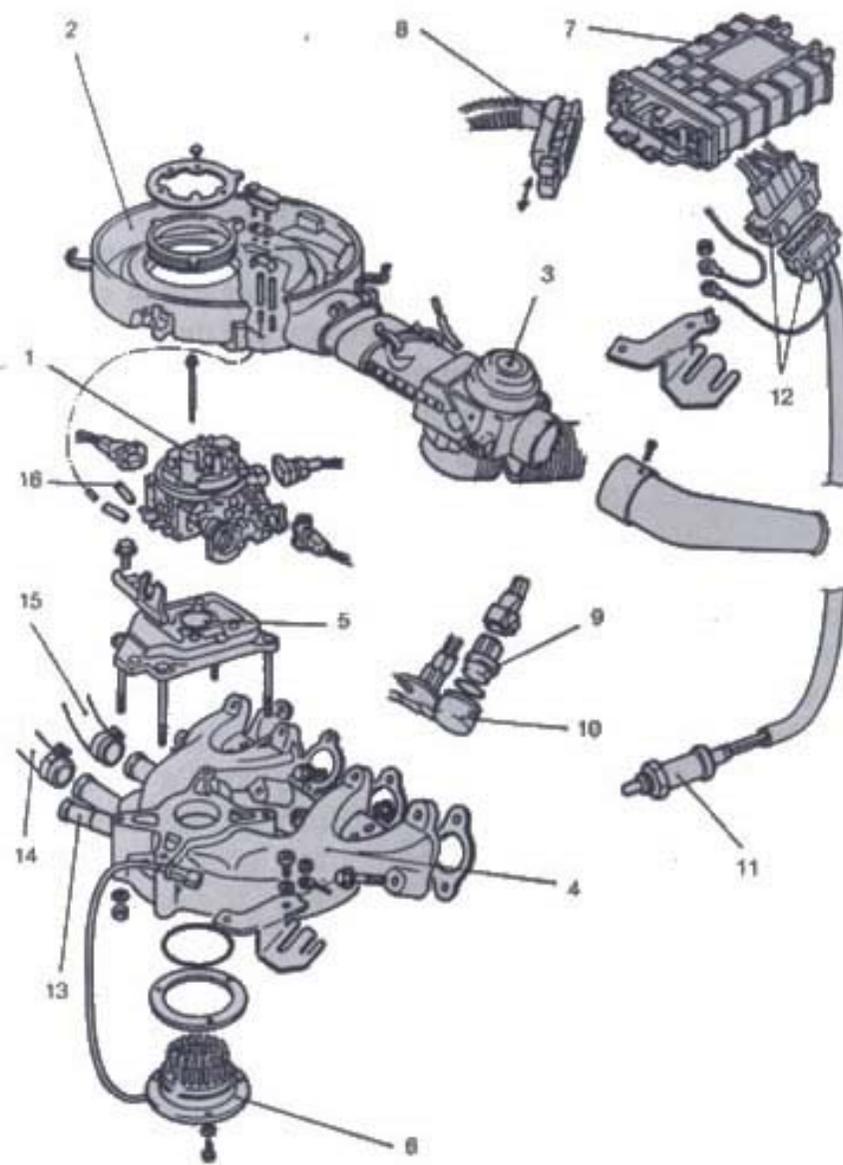
La unidad de inyección se ajusta al colector de admisión (4) a través de una brida (5) y sus elementos de sujeción. Se ve también que se utiliza el calentador del aire de admisión (6) conocido normalmente con el nombre de "erizo" propio de los motores de la marca Seat y Volkswagen.

Otros elementos importantes son: la unidad de control ECU (7) con su conector (8), también está el sensor de temperatura del líquido refrigerante (9) en contacto con el refrigerante (10) en la culata, y la sonda de oxígeno Lambda (11) junto con su enchufe y conector de cuatro bornes (12) que atiende también a la calefacción de la misma sonda.

En (13) tenemos la toma de depresión para el servofreno. En (16) tenemos el tubo que va hacia la válvula electromagnética para el depósito de carbón activo o canister.



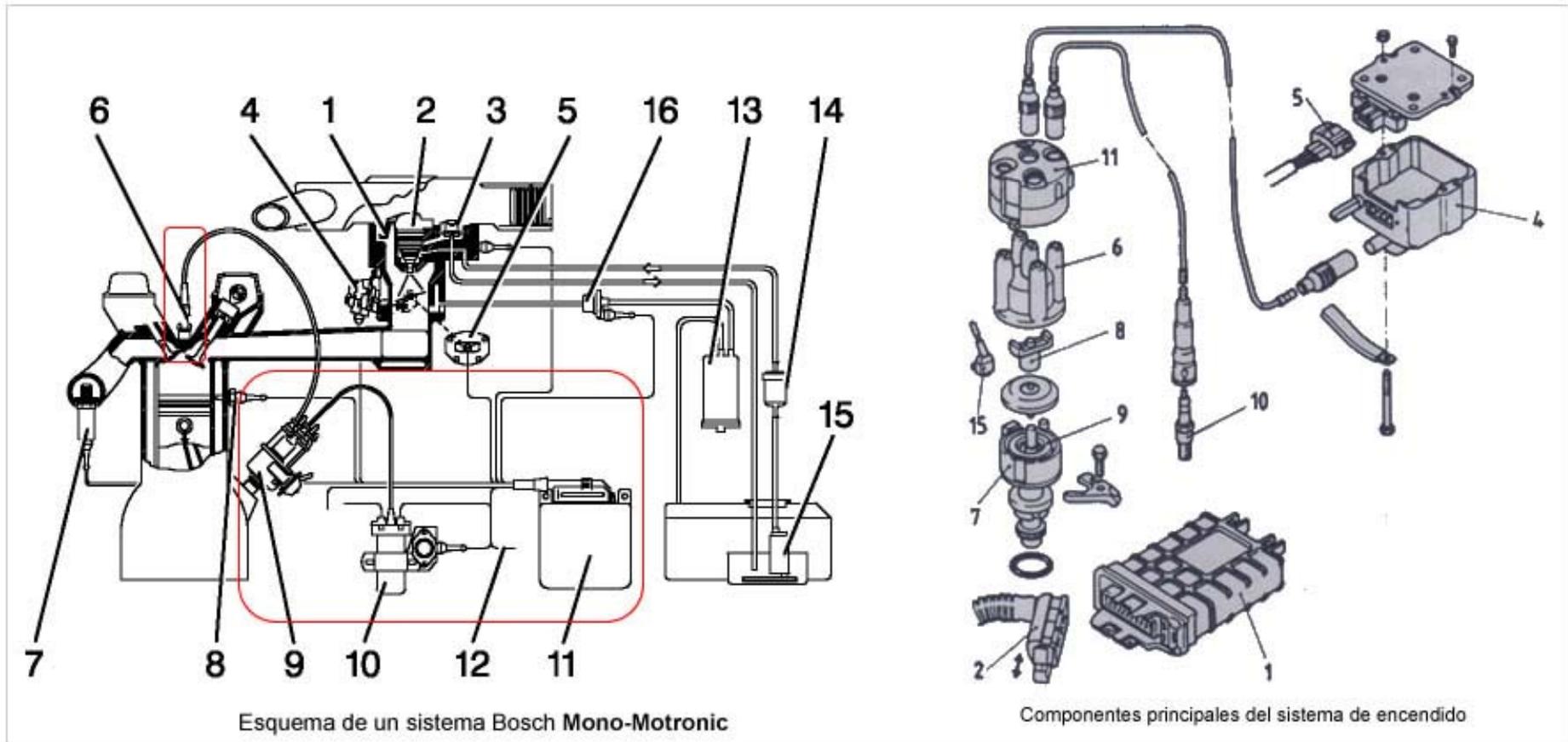
Detalle del despiece del cuerpo de mariposa



Despiece del sistema de alimentación de un motor con inyección monopunto Bosch Mono-Motronic

En la figura inferior tenemos un esquema de un sistema de inyección Mono-Motronic, así como la parte de componentes que forman el sistema de encendido de un vehículo de la marca SEAT.

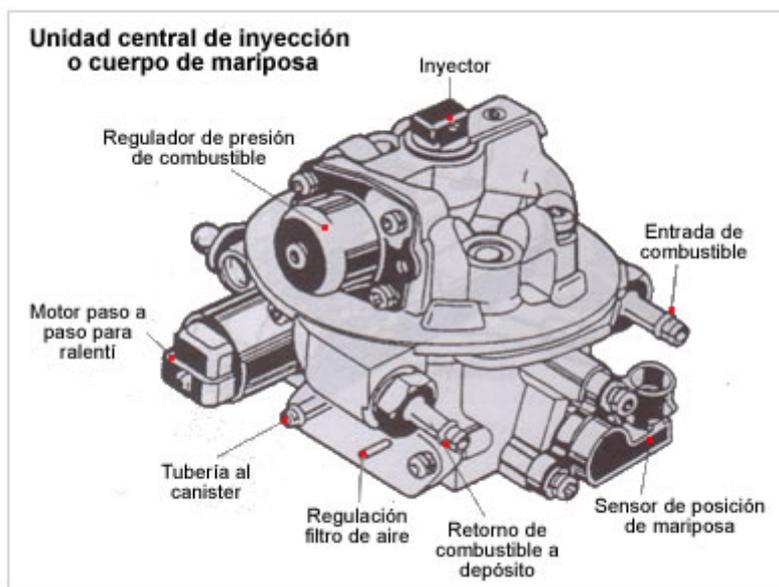
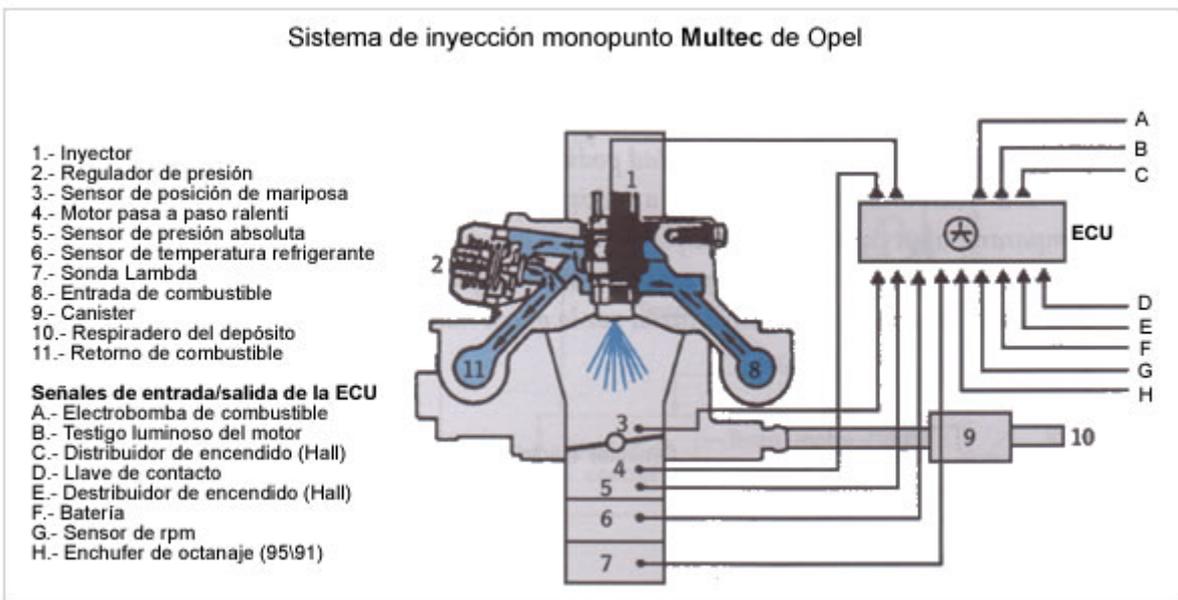
La unidad de control ECU, a través de los cables que se derivan de su conector (2) controla por igual tanto el sistema de inyección como el sistema de encendido a través de su modulo electrónico o amplificador (4). Este modulo integra a su vez la bobina de encendido. El modulo esta conectado con la ECU a través del conector (5). Desde aquí recibe las ordenes necesarias (teniendo en cuenta el régimen de giro del motor y la carga) procedentes de la ECU de forma que la transformación de la corriente en alta tensión se produce de acuerdo con las curvas memorizadas en la ECU y con un resultado de avance de encendido perfectamente adecuado a las necesidades variantes del motor, en condiciones similares o iguales a lo que ocurre en el Motronic multipunto. Los demás elementos del sistema de encendido están formados por las diferentes partes de distribuidor (7) con un generador de impulsos de efecto Hall (9), también tenemos la bujía (10) y los cables de alta tensión.

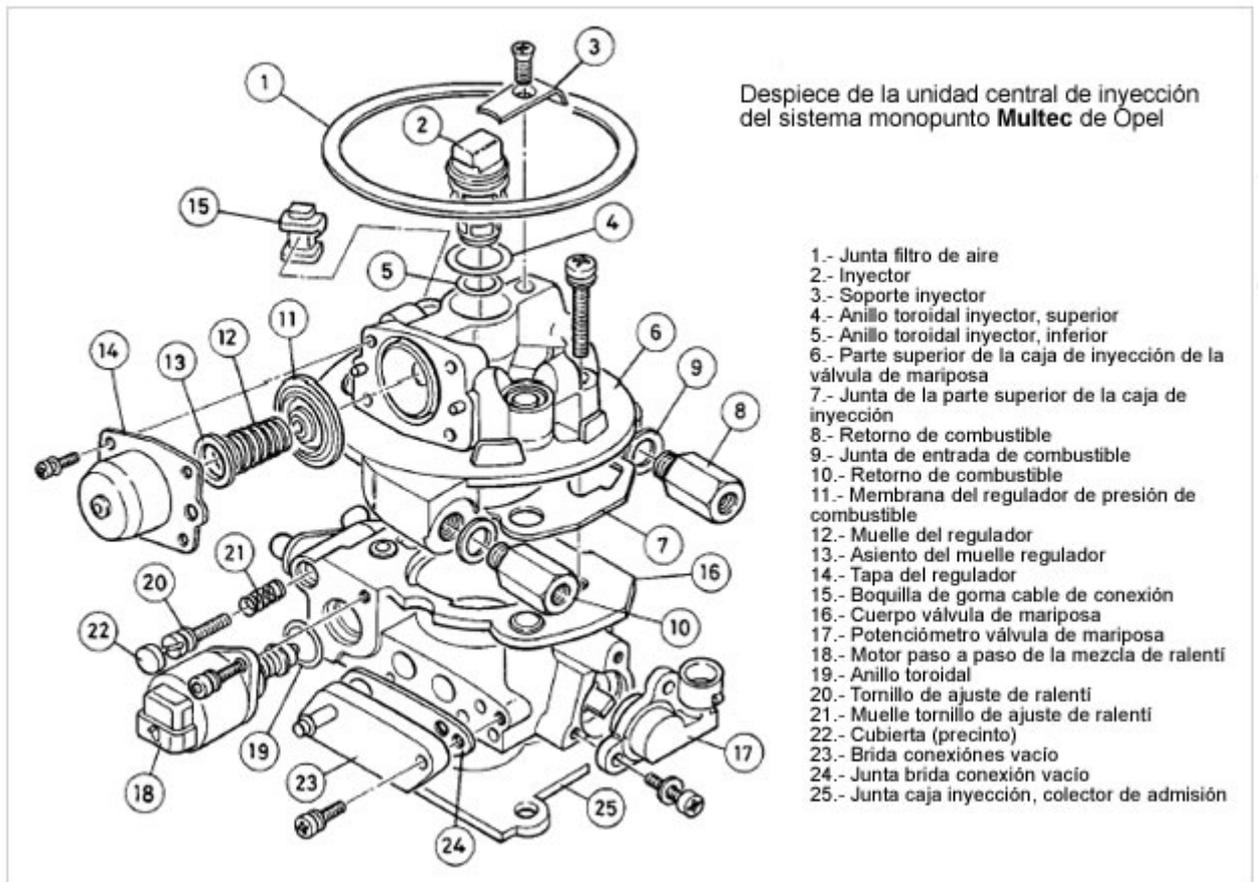


3.9.10 Sistema de inyección monopunto MULTEC de Opel

Es un modelo de inyección monopunto propio de Opel. Gestiona la inyección y el encendido. Este sistema lo encontramos en los modelos: Corsa (91), Corsa (93), Kadett (91), Astra (91), Astra-F (93), Vectra (91) y Vectra-B (98).

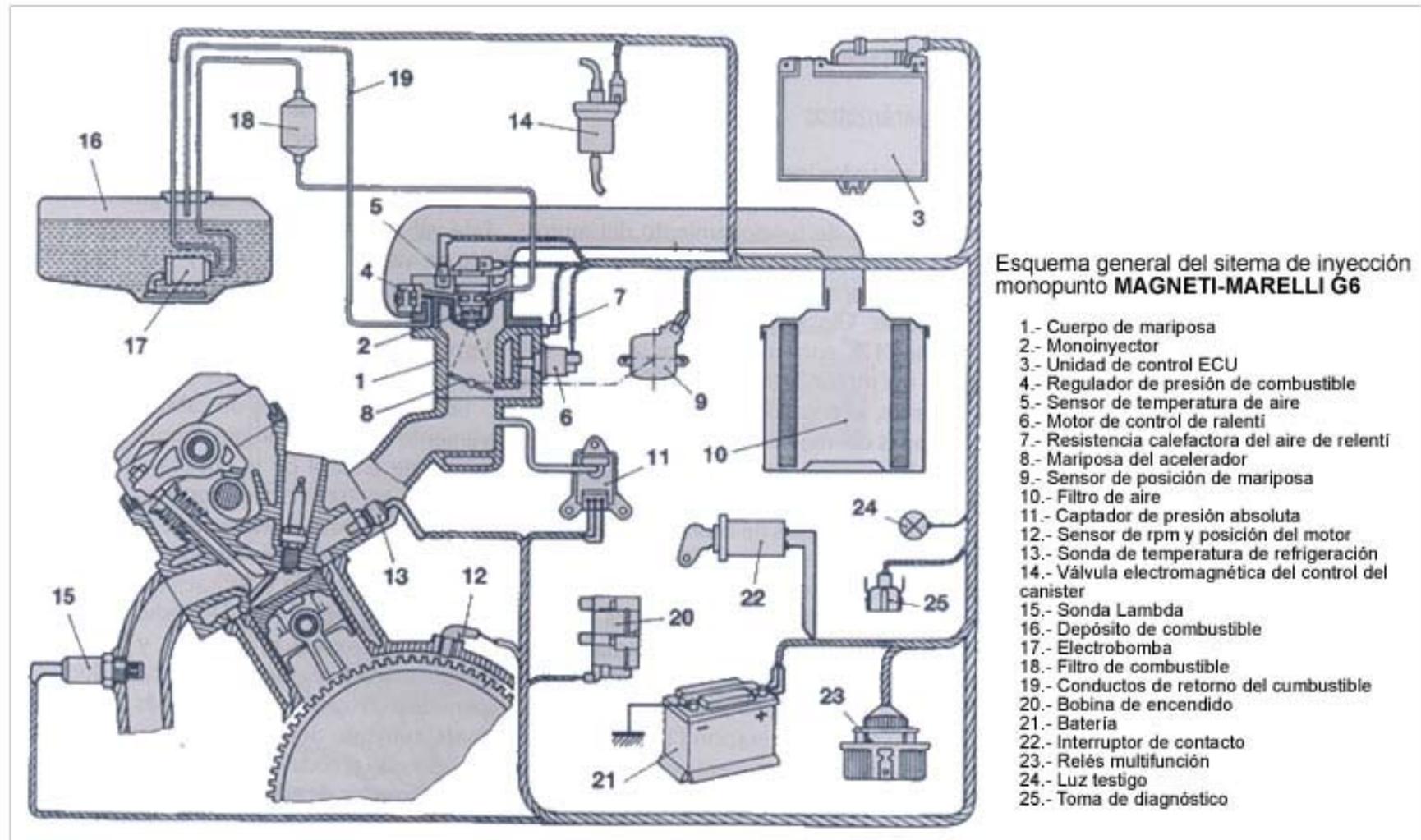
Como todos los sistemas, este también ha ido evolucionando desde su inicio hasta el final de su producción. Los primeros modelos disponían de un distribuidor con generador inductivo (como los Corsa 1.2, 1.3 con carburador) y la memoria de programa PROM era insertable y sustituible en caso de avería. Después se cambió a distribuidor de efecto Hall y en los últimos modelos el encendido es con generador inductivo en el volante y bobinas DIS o distribuidor normal.





3.9.11 Sistema MAGNETI-MARELLI G6

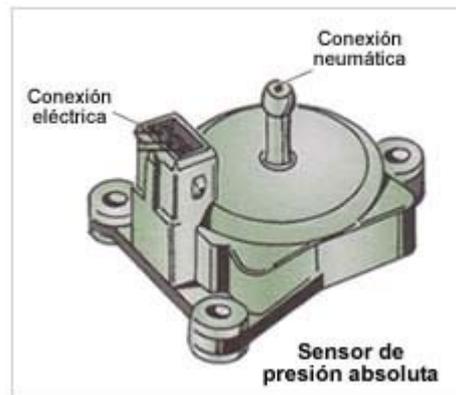
Este sistema de origen Italiano es muy parecido al Mono-Motronic de Bosch, el G6 y sus derivados controlan conjuntamente la inyección y el encendido.



El funcionamiento por lo tanto es similar al ya estudiado para el Mono-Motronic pero vamos a destacar varias diferencias como es la forma de medir el aire de admisión por medio de un captador de presión.

3.9.11.1 Captador de presión

El captador de presión absoluta (MAP), viene a sustituir al conocido caudalímetro de "plato-sonda" oscilante o al de "hilo caliente". Por medio de este captador (11) la unidad de control ECU recibe permanente información sobre el estado de depresión reinante en el interior del colector de admisión. Los valores proporcionados pueden ser traducidos a valores relativos a la cantidad de aire que existe en el circuito y ello le permite a la ECU poder determinar con exactitud, y en cada caso, la dosificación de la mezcla, es decir, la cantidad de combustible inyectada a través del inyector.



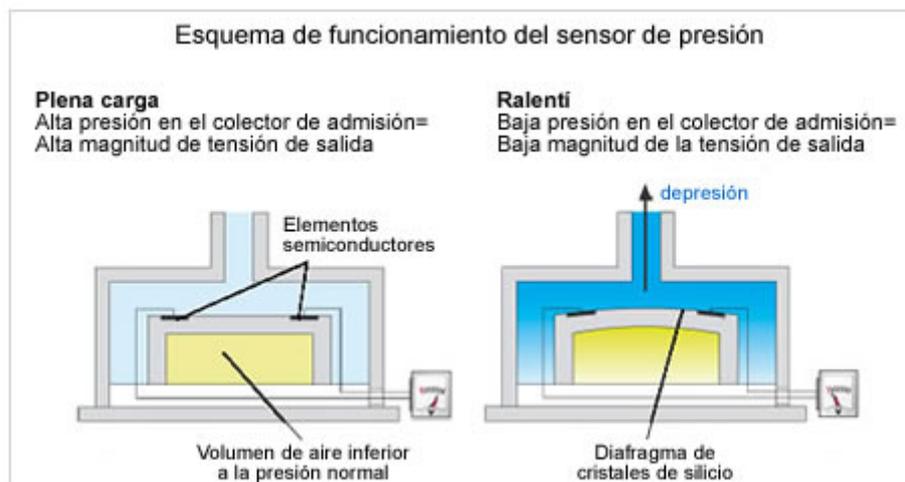
El captador de presión detecta las variaciones y presión en el interior del colector de admisión según los cambios de carga y velocidad de rotación del motor. Este sistema permite conjuntamente con el valor de temperatura de aire saber el peso del aire que entra en el colector de admisión y así poder establecer con exactitud la cantidad de gasolina a inyectar para conseguir una determinada relación de mezcla.

El captador esta constituido por un diafragma realizado en materia aislante dentro del cual están emplazadas unas resistencias que forman un puente de medida.

El puente de resistencias esta formado por sensores piezoelectricos que son sensibles a las deformaciones mecánicas.

El diafragma esta unido mediante un tubo al colector de admisión de manera que las variaciones de presión actúan directamente sobre el diafragma provocando su deformación. Esta deformación actúa sobre el puente de resistencias variando la tensión de salida.

La tensión de salida del puente es ajustada a las escalas de trabajo deseadas de manera que se obtiene una tensión final de salida comprendida entre 0 y 5 V. siguiendo de manera lineal las variaciones de presión.

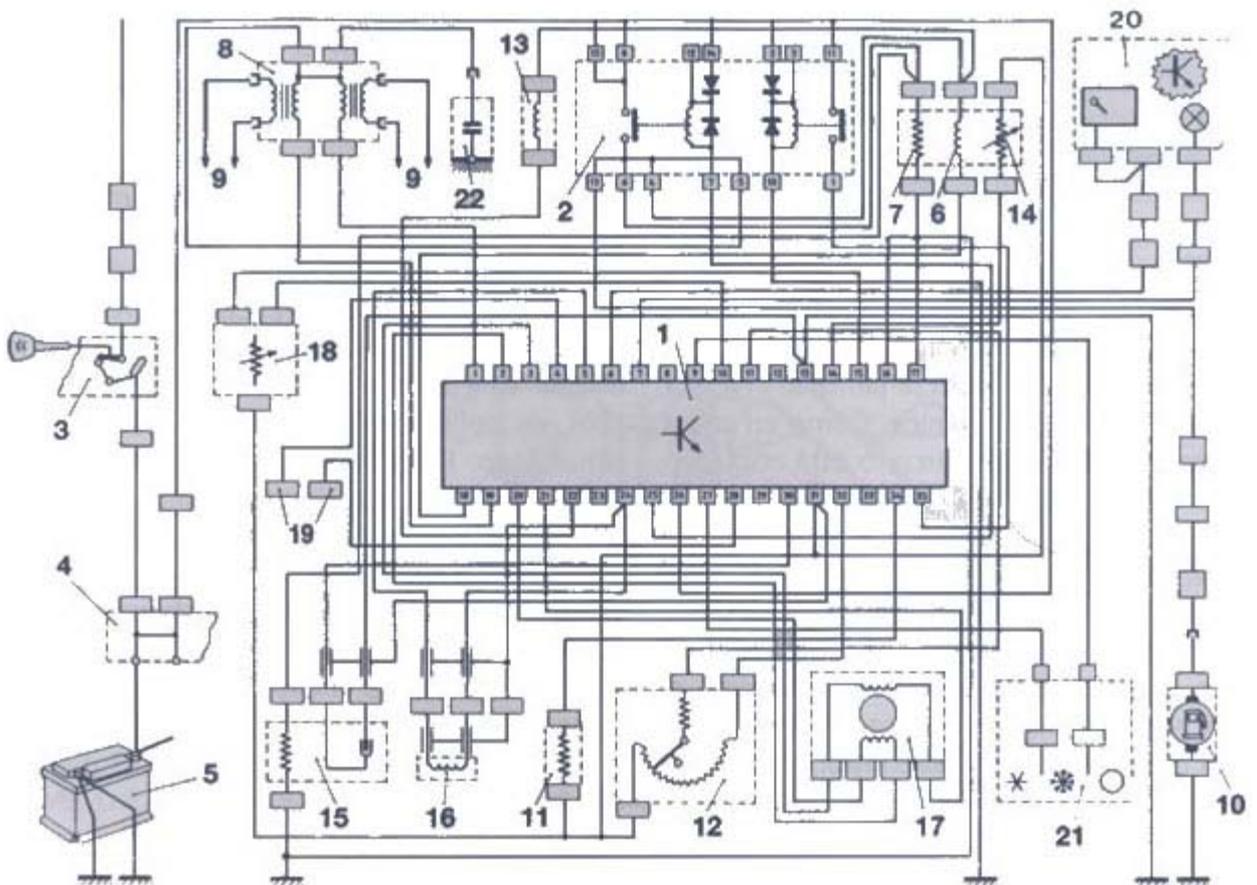


3.9.11.2 Sensor de rpm

Para conocer el nº de rpm del motor y la posición de los pistones con respecto al PMS se utiliza un sensor de rpm que se enfrenta a los dientes del volante motor. Con esta información la unidad de control sabe el nº de rpm del motor así como el momento de hacer saltar la chispa en la bujía de acuerdo con el avance de encendido mas conveniente.

3.9.11.3 Canister

Este sistema también lleva incorporado una válvula electromagnética (14) para el control del canister. El canister es el filtro de carbón activo que controla los gases producidos por los vapores del combustible que se encuentra en el interior del circuito de combustible sobre todo en el depósito (16). La presencia de la válvula electromagnética permite a la ECU abrir paso de estos gases en precisas y determinada circunstancias. Cuando el motor está parado, por ejemplo. Los gases quedan almacenados en el filtro o canister, hasta que el motor se pone en funcionamiento en cuyo momento la ECU puede dar orden de apertura a la válvula electromagnética y efectuar una purga del canister. De esta forma se aprovecha el combustible y se evita la salida al exterior la salida de los gases nocivos. Esta válvula también es conocida con el nombre de "válvula de aireación" y al canister se le suele llamar también "filtro de carbón activo".



Esquema eléctrico de una inyección monopunto **Magneti-Marelli G6**

- | | |
|---|--|
| 1.- Unidad de control ECU | 12.- Sensor de posición de mariposa |
| 2.- Relé de inyección | 13.- Electroválvula de purga del canister |
| 3.- Llave de contacto | 14.- Sonda de temperatura del aire de admisión |
| 4.- Caja de derivación de la batería | 15.- Sonda Lambda |
| 5.- Batería | 16.- Captador de régimen motor |
| 6.- Inyector | 17.- Motor paso a paso ralentí |
| 7.- Resistencia de calentamiento del aire de alimentación | 18.- Sonda de presión absoluta |
| 8.- Bobina de encendido (chispa perdida) | 19.- Toma de diagnóstico |
| 9.- Bujías | 20.- Luz de testigo de funcionamiento y cuentarrevoluciones |
| 10.- Electroboomba de combustible | 21.- Posibles conexiones a equipos varios como el aire acondicionado |
| 11.- Sensor de temperatura de combustible | 22.- Condensador de la bobina de encendido |

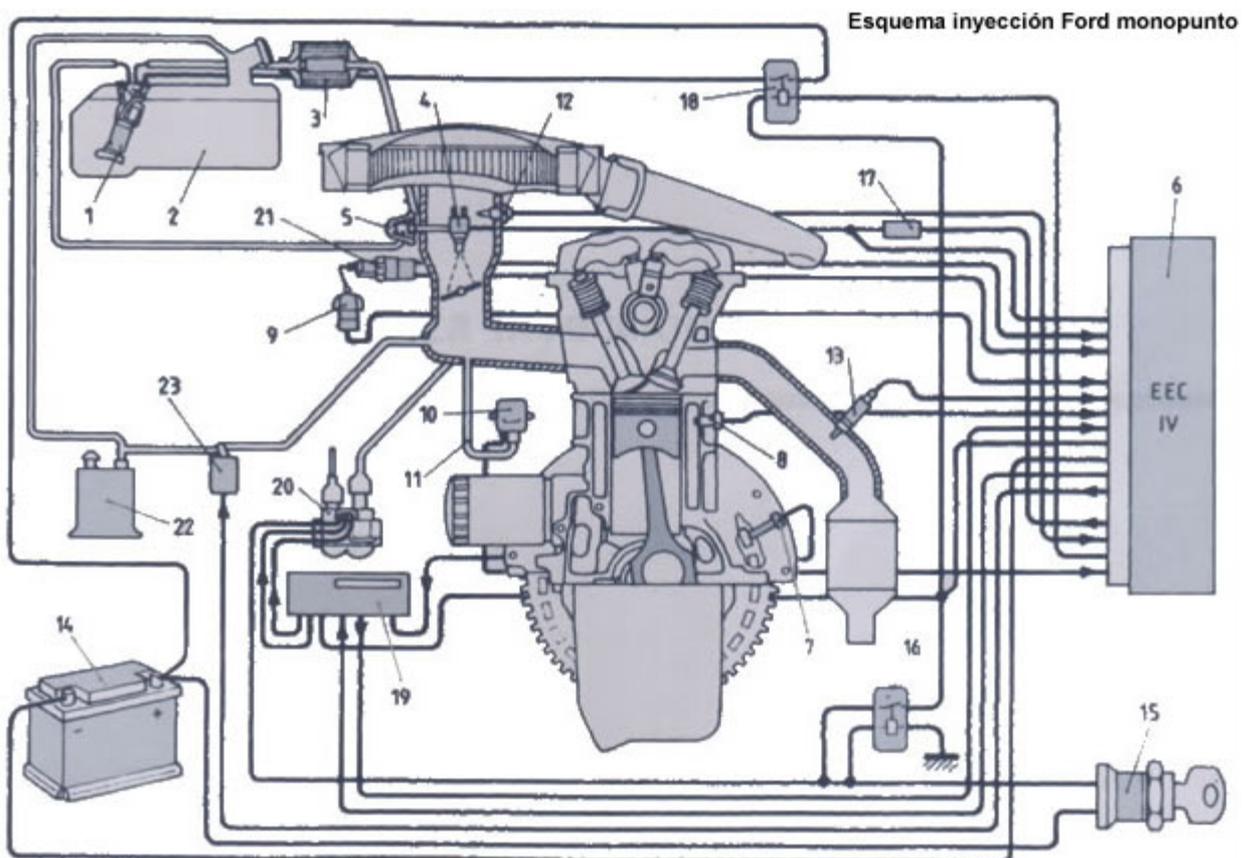
3.9.12 Sistema de inyección monopunto de Ford.

Este sistema que pertenece en concreto al modelo Ford Escort, está provisto de un captador de presión absoluta para la medida del aire que entra en los cilindros del motor.

En la parte superior tenemos los elementos clásicos de un sistema de inyección, es decir, la electrobomba (1) sumergida en el depósito de combustible (2). La gasolina pasa a través del filtro (3) y va a parar directamente al inyector (4). Como en casos similares, la presión del circuito está controlada por un regulador de presión (5).

La unidad de control ECU (6), que es del tipo EEC IV, de forma que ejerce un perfecto control tanto de la inyección como del encendido. La ECU recibe información del régimen de giro del motor a través de una toma que se encuentra en la base del bloque, que no es otro que el captador de posición del cigüeñal (7), y el estado de la temperatura del motor a través del sensor (8). También recibe información del estado de giro de la mariposa de gases a través del sensor de posición de la mariposa (9).

La medición del caudal de aire se lleva a cabo por medio de un captador de la presión absoluta (10) que trabaja en contacto con el interior del colector de admisión a través del tubo o toma de depresión (11).



También recibe información la ECU de la sonda de temperatura de aire (12) y de la sonda Lambda (13), además de la llegada de la corriente directa procedente de la batería (14) o de la llave de contacto (15) cuando este está conectado. El relé general de alimentación (16) suministra tensión a la ECU.

La ECU controla a su vez: el inyector (4) a través de una resistencia compensadora (17), también controla la electrobomba de combustible (1) a través del relé (18) y el circuito de encendido representado por el módulo de encendido (19) desde el que se ejerce el control sobre la bobina (20), de doble arrollamiento (chispa perdida) para

encendido simultáneo. Por último tenemos la válvula de ralentí y calentamiento (21) constituida por un motor paso a paso.

Los sistemas de inyección utilizados por la casa Ford están provistos también de un sistema canister que se aplica incluso para las instalaciones más modestas, como es el caso general de los sistemas monopunto. El canister (22) es controlado por la electroválvula de purga (23).

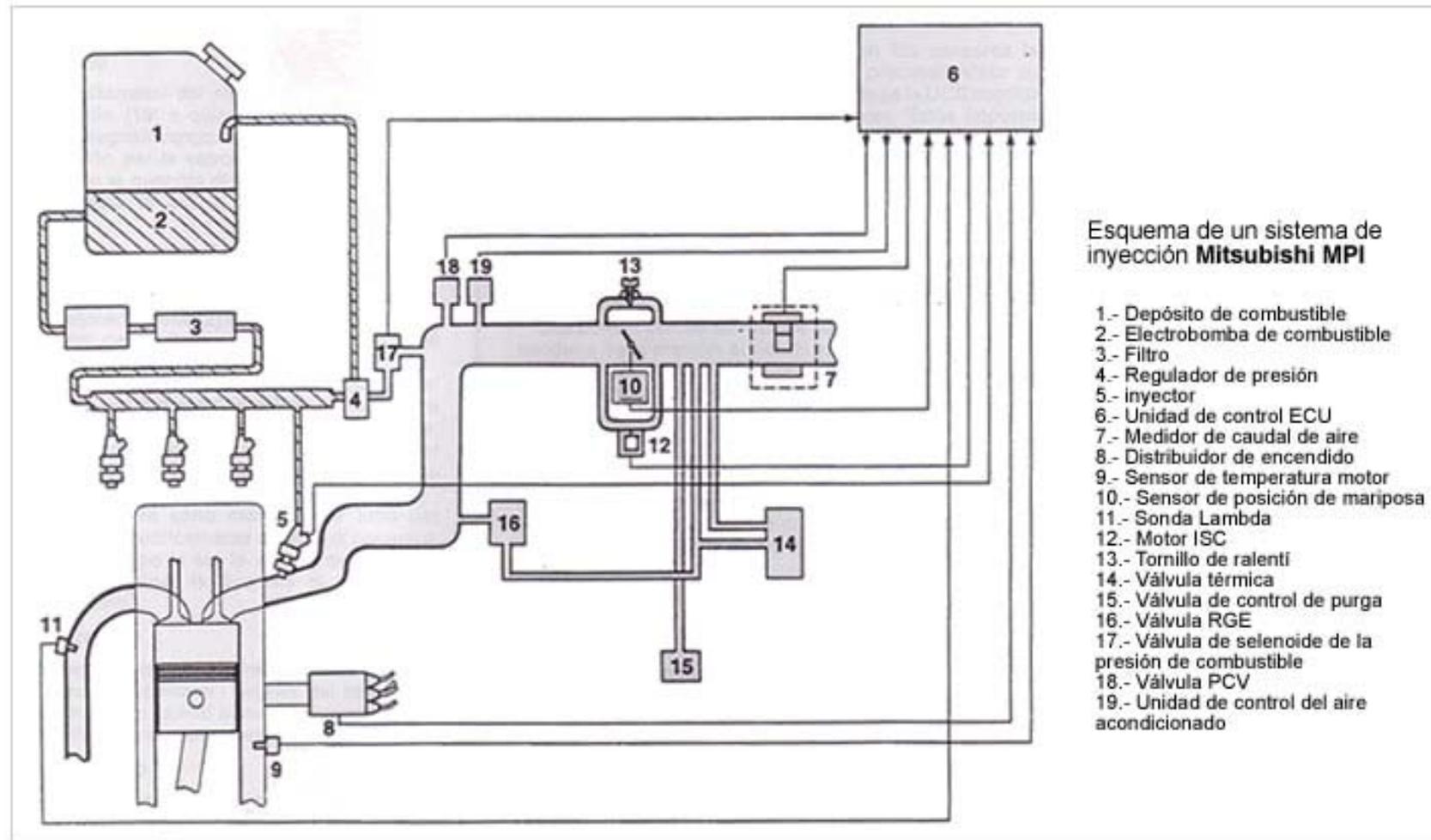
- Esquema de diagnóstico de un sistema de inyección monopunto

El motor no arranca.										
El motor arranca con dificultad.										
El motor arranca y luego se para.										
El régimen de ralentí falla en frío.										
Régimen de ralentí irregular o falla en caliente.										
No aguanta el ralentí.										
Fallos en el motor.										
Falta de potencia.										
Consumo elevado.										
Humo en todos los regímenes.										
X	X						X			Bomba de combustible defectuosa.
X	X	X					X	X	X	Regulador de presión de combustible.
			X	X			X			Regulador inicial de la mariposa de aceleración
		X	X	X	X					Válvula de aire acondicionado.
				X	X		X	X		Inyector.
			X	X			X	X		Captador de presión absoluta.
X		X					X			Captador de posición de cigüeñal.
				X			X			Reglaje del mando de aceleración.
		X		X			X	X		Pontenciómetro de posición de mariposa.
		X	X	X			X		X	Sonda de temperatura de aire y de agua.
X	X				X	X	X			Bujías de encendido defectuosas.
X		X								Circuito de encendido primario (alimentación).
X	X				X	X	X			Circuito de encendido secundario A.T. (bobina).
					X			X		Reglaje de la riqueza (sonda de oxígeno).
X		X		X		X				Controlar los contactos de conexión módulo.
X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	Hacer una prueba con un módulo electrónico nuevo

3.9.13 Sistema de inyección multipunto Mitsubishi MPI

La gestión de los motores Mitsubishi esta confiada a un sistema propio de la marca, lo cual permite la estandarización de los elementos y que la colocación de los elementos sea prácticamente idéntico para diferentes modelos de la marca. Los métodos de puesta a punto y de diagnóstico están unificados para toda la gama.

La parte mas característica del sistema de inyección de esta marca esta en el caudalímetro de aire y el cuerpo de la mariposa. En los primeros sistemas, la medida del caudal de aire estuvo confiado a un sistema de ultrasonidos, pero en la actualidad ha sido sustituido por un sistema de medición por presión. En cuanto a la regulación de ralentí, o bien se actúa directamente sobre el eje de la mariposa (motor con un solo árbol de levas) o bien se trata de una válvula en derivación con la mariposa (motor con doble árbol de levas).



3.9.13.1 Alimentación de combustible

La bomba de combustible (2) esta sumergida en el depósito, cuenta con una válvula a la salida para mantener la presión al pararse y otra válvula de sobrepresión tarada a 6 bar. Esta pilotada por una salida del relé principal que impide su funcionamiento si el motor esta en marcha o el motor de arranque no gira. Un conector libre situado cerca de la unidad de control ECU permite accionar la bomba dándole masa, para comprobar el funcionamiento, el caudal y la presión máxima de impulsión. El combustible se filtra a continuación por medio de un elemento colocado en el compartimento motor sobre el salpicadero, para ser distribuido a los inyectores en la rampa de inyección. Los inyectores son de apertura electromagnética y simultánea durante el arranque, para pasar a secuencial en funcionamiento normal. El sobrante de combustible vuelve al depósito desde el regulador de presión (4) situado en punta de la rampa, manteniendo constante la diferencia de presión entre la gasolina y el colector de admisión.

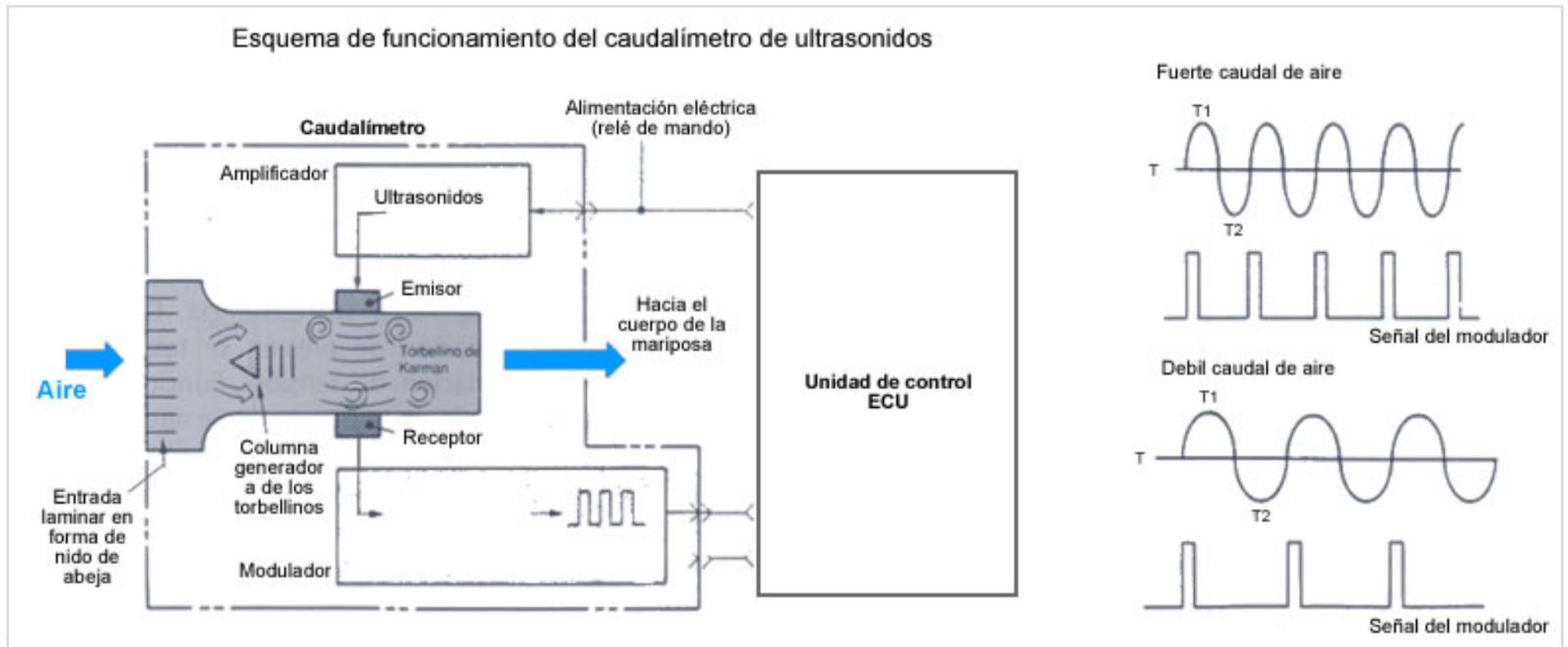
3.9.13.2 Alimentación de aire

Después del paso del aire por el filtro, se mide su caudal mediante un caudalímetro. En una primera época, se utilizó un sistema de ultrasonidos (del tipo *Karman Vortex*) y, posteriormente, un sistema de presión.

El cuerpo del caudalímetro incluye también el captador de presión atmosférica y la sonda de temperatura de aire.

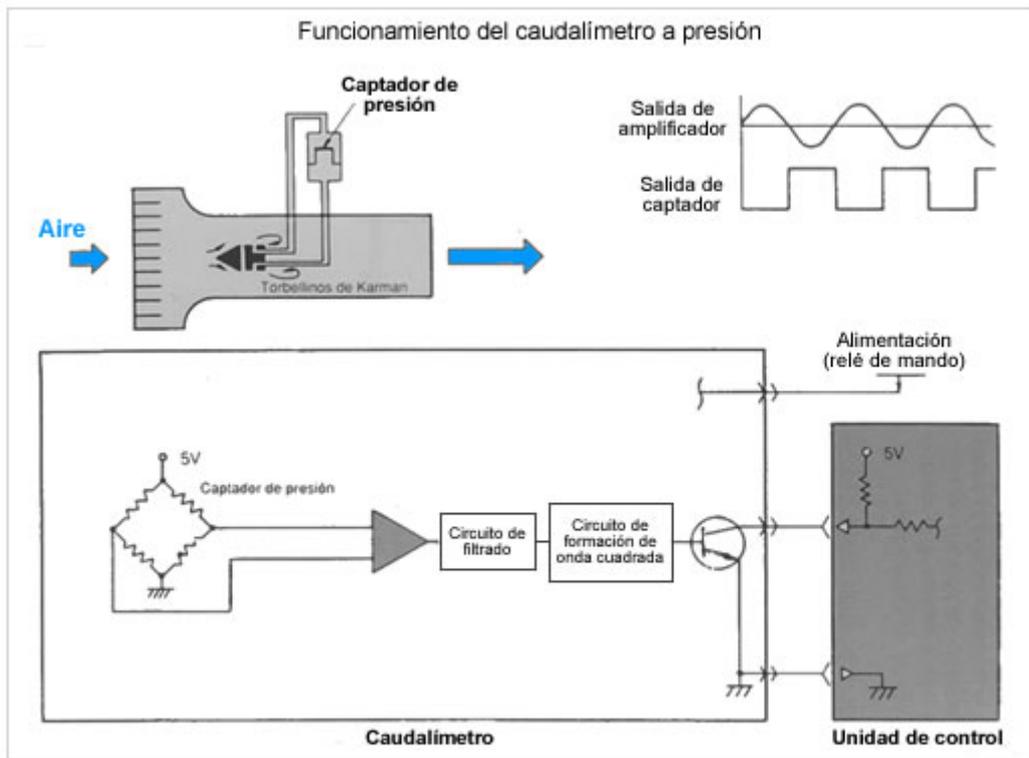
3.9.13.3 Funcionamiento del caudalímetro de ultrasonidos

El flujo de aire pasa por un conductor que tiene una entrada en forma de nido de abeja, que sirve para crear una corriente laminar ya que el flujo no debe ser turbulento o arremolinado. El flujo es dividido a continuación en dos partes por medio de una columna de forma triangular colocada en el centro del conducto; esto tiene como consecuencia originar torbellinos de Karman, que se producen alternativamente a izquierda y derecha de la columna y poseen sentidos de arrollamientos contrarios. El numero de torbellinos creados es directamente proporcional a la velocidad del flujo. Un emisor situado en uno de los extremos produce ultrasonidos de una frecuencia determinada bajo la acción de la unidad de control; un receptor colocado frente al emisor recibe los ultrasonidos y transmite una señal a la unidad de control. Cuando no hay caudal de aire ni, por consiguiente, torbellinos de Karman, el tiempo invertido por la onda para pasar del emisor al receptor es constante; por el contrario cuando hay torbellinos, hay una cierta atenuación o aceleración de la onda que depende de la dirección y sentido de los torbellinos, esto hace que el tiempo invertido en pasar del emisor al receptor toma una forma sinusoidal. Un modulador envía una señal eléctrica a la unidad de control cada vez que que la sinusoide pasa por un mínimo (T1). La frecuencia de la señal es directamente proporcional al caudal volumétrico.



3.9.13.4 Funcionamiento del caudalímetro a presión

El flujo de aire llega al caudalímetro a través de una rejilla en forma de nido de abeja encargada de alinear el flujo de aire y a continuación, al igual que en el caudalímetro de ultrasonidos, una columna divide la corriente en dos flujos para formar torbellinos de Karman. Dos tomas de presión estáticas colocada a ambos lados de la columna están unidas al captador de presión. Al ser los torbellinos alternos, el captador de presión sufre un fenómeno de bombeo y emite una señal sinusoidal cuya frecuencia es directamente proporcional al numero de torbellinos y, por lo tanto, al caudal. El modulador transforma esta señal sinusoidal en una señal cuadrada que es enviada a la unidad de control.

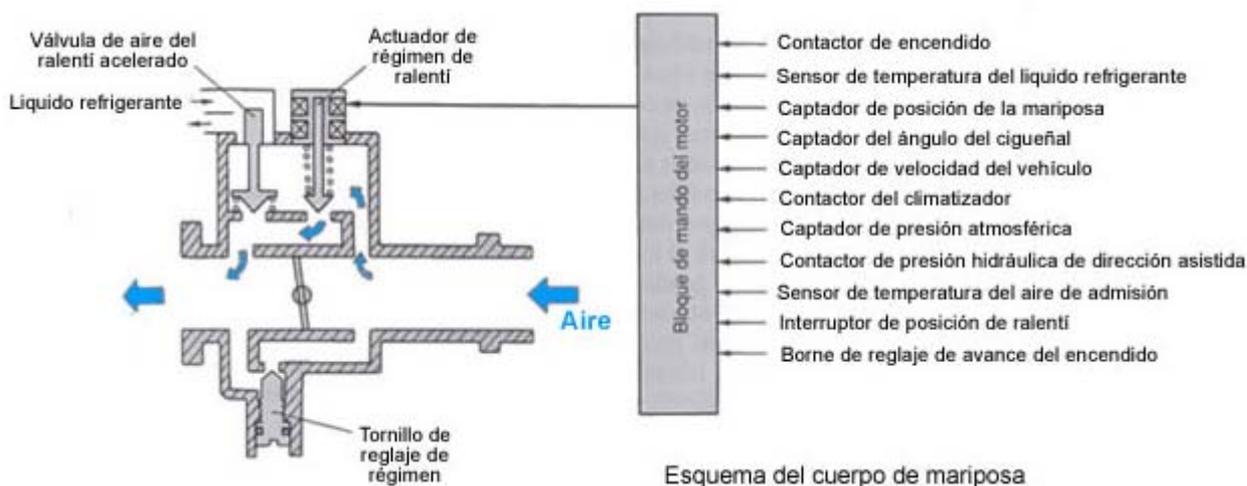


3.9.13.5 Funcionamiento del captador de presión atmosférica

Este captador se compone de un semiconductor sometido en una cara a la presión atmosférica y en la otra, a una presión nula (vacío). La deformación sufrida por el semiconductor bajo la acción de la presión hace variar su resistencia. De este modo la variación de presión se transforma en una variación de tensión.

3.9.13.6 Cuerpo de mariposa

El cuerpo de la mariposa incluye el potenciómetro, el interruptor de posición del ralenti, el actuador del ralenti y la válvula de aire adicional.



3.9.13.7 Funcionamiento de la válvula de aire adicional

Es un elemento termodilatante de cera, sumergido en el líquido refrigerante, que gobierna la apertura y el cierre de un conductor en derivación con la mariposa. El conducto se cierra a partir de 50°C.

3.9.13.8 Funcionamiento del actuador de ralenti

El actuador de ralenti es un motor paso a paso que acciona, o bien directamente el eje de la mariposa, haciéndolo girar (motor de un solo árbol de levas en cabeza), o bien sobre una válvula que cierra más o menos un conducto en derivación con la mariposa (motor de doble árbol de levas en cabeza). El motor permite una rotación por pasos de 15°. Un captador controla la posición del actuador e informa de la misma a la unidad de control.

3.9.13.9 Funcionamiento del interruptor de ralenti

Cuando la mariposa está cerrada, el interruptor cierra el circuito y lo abre en caso contrario. En los primeros motores con un solo árbol de levas en cabeza, formaba parte del actuador de ralenti y aseguraba la conexión entre este y el eje de la mariposa. Posteriormente, en todos los motores, está situado en uno de los extremos del eje de la mariposa y asegura su tope de ralenti, teniendo una posición ajustable para evitar el contacto entre la mariposa y el cuerpo. Esta posición se ajusta en fábrica y no debe modificarse.

3.9.13.10 Funcionamiento del potenciómetro

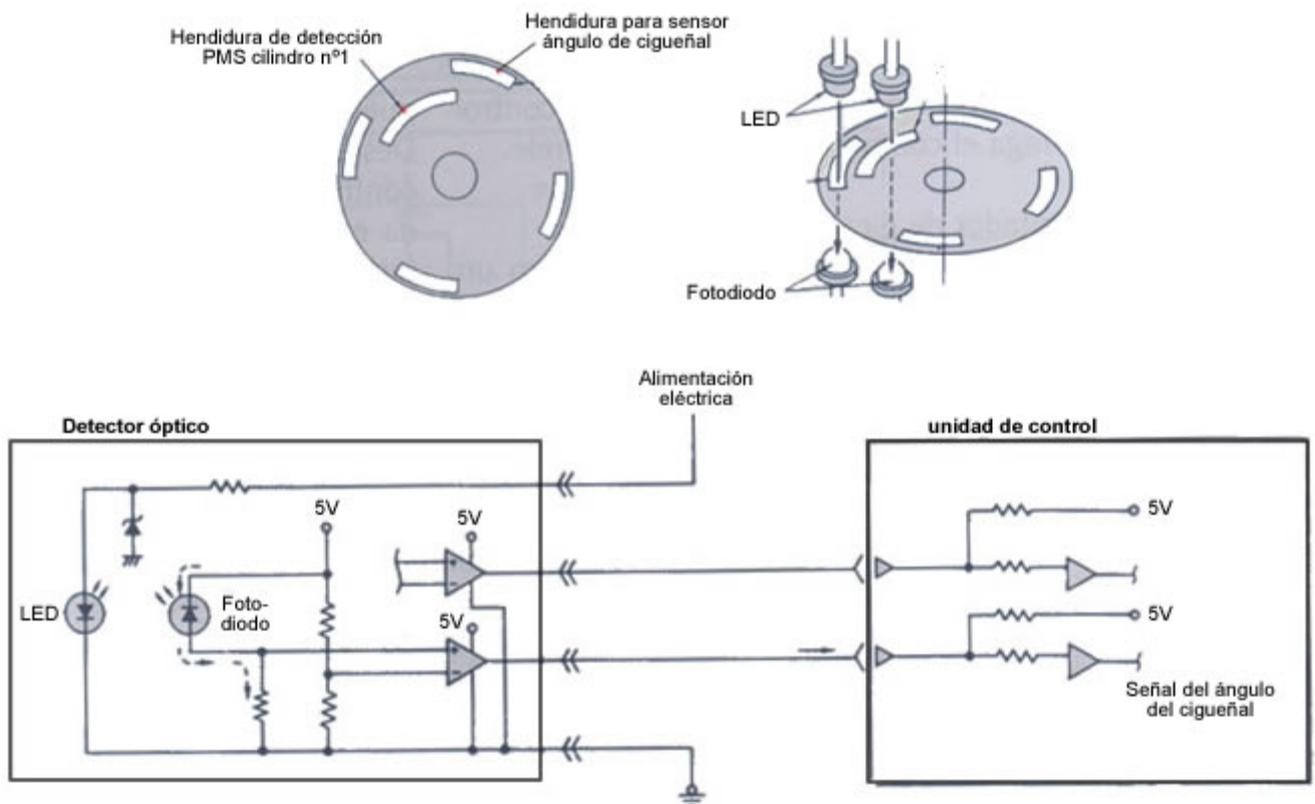
Informa a la unidad de control de la posición angular de la mariposa. La tensión en sus bornes depende de la posición de la mariposa. Se ajusta en fábrica y no debe sufrir ninguna modificación.

3.9.13.11 Sensores de rpm y ángulo de cigüeñal

Son dos uno informa a la unidad de control ECU del régimen del motor y de la posición de un pistón con respecto al PMS, el otro identifica el cilindro en cuestión. Estos sensores están reagrupados o bien en el distribuidor de encendido o bien en una caja en el extremo del árbol de levas de admisión, cuando se trata de un encendido estático.

Funcionamiento

Un disco giratorio lleva 4 hendiduras repartidas cada 90° en su periferia y otras 2 cerca del centro. La parte de detección se compone de 2 diodos electrolumiscentes (LED) y 2 fotodiodos colocados a ambos lados del disco, que detectan el paso de las hendiduras. Cada vez que una hendidura pasa por delante de un LED, el haz luminoso alcanza el fotodiodo y cierra el circuito. Una vez ha girado la hendidura, el haz ya no llega al fotodiodo, que abre el circuito. Este dispositivo produce así señales en forma de impulsos, utilizables por la unidad de control.



3.9.13.12 Captador de velocidad del vehículo

Este captador está colocado en el indicador de velocidad del cuadro de instrumentos y mediante su información, la unidad de control el régimen de ralentí cuando la velocidad es distinta de 0. Su funcionamiento se basa en un relé herméticamente sellado. Un imán de 4 polos es movido al girar el cable del velocímetro (el cable que viene de la caja de cambios). En consecuencia, el paso de los polos delante del relé le hace conductor 4 veces por vuelta. Este relé convierte el número de vueltas del cable en impulsos eléctricos y según la frecuencia de la señal, la unidad de control conoce la velocidad del vehículo.

3.9.13.13 Interruptor de presión hidráulica de la dirección asistida

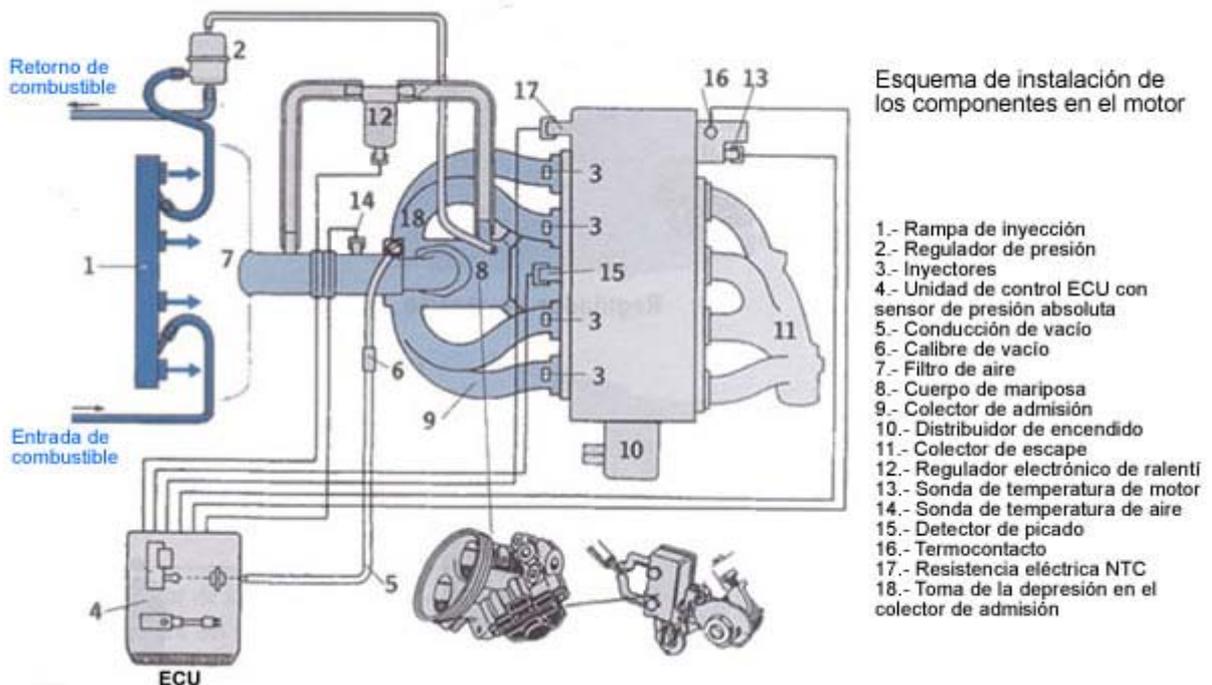
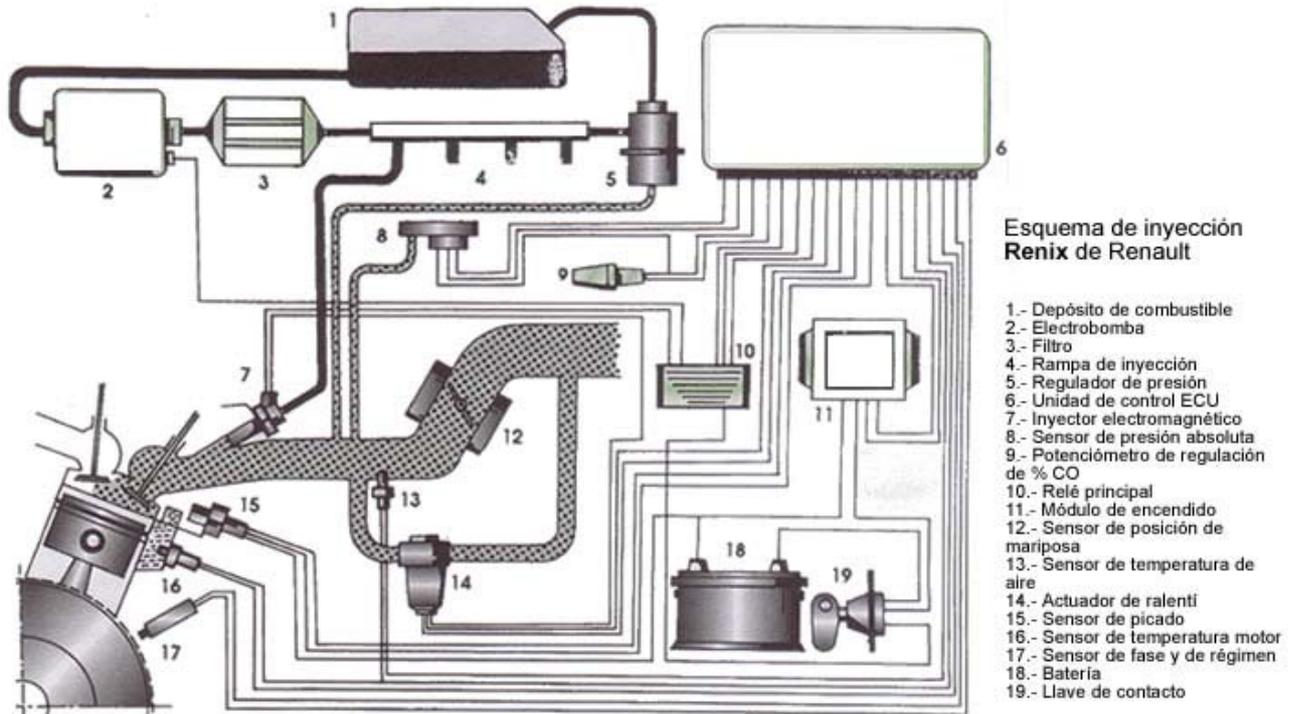
Es un manocontacto colocado en la salida de impulsión de la bomba de la servodirección. En cada movimiento del volante, aumenta la presión y el manocontacto cierra el circuito para informar de ello a la unidad de control que de este modo, actúa instantáneamente sobre el régimen de ralentí, para compensar la caída de régimen que provoca la potencia absorbida por la bomba.

3.9.13.14 Interruptor del climatizador

El contacto del climatizador recibe información de la unidad de mando del climatizador, de los manocontactos en los circuitos de climatización y del sensor de temperatura del motor. Solicita el embrague del compresor de climatización a la unidad de control, que efectúa esta operación después de haber aumentado el régimen de ralentí para avanzar a la caída de vueltas que se deriva de la puesta en marcha del climatizador. La unidad de control embraga el compresor a través de un relé.

3.9.14 Sistema de inyección y encendido integrado RENIX de Renault

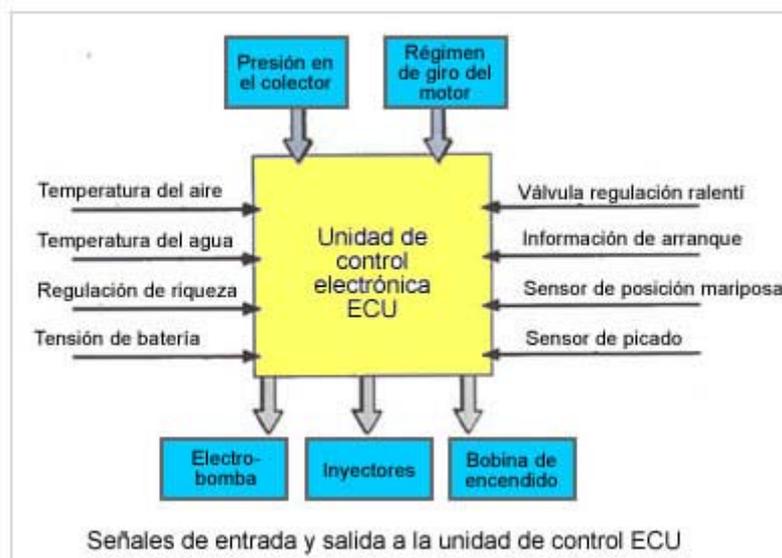
Este sistema ideado por Renault trabaja de forma muy similar al sistema Motronic de Bosch, con el sistema de inyección y encendido integrado en la misma unidad de control ECU. El sistema Renix es de inyección simultánea, de forma que todos los inyectores inyectan gasolina al mismo tiempo y una vez cada vuelta de cigüeñal.



3.9.14.1 Unidad de control ECU

Esta unidad trabaja en modo digital y consta de un microprocesador, como unidad fundamental. La unidad de control va alojada en el cofre motor, debidamente aislada y protegida. Como en todos los casos semejantes precisa de una serie de sensores para recibir las informaciones que le son necesarias para cumplir eficazmente con su trabajo.

Principalmente la ECU debe conocer el régimen de giro del motor y la presión que existe en el colector de admisión, ya que de estos valores dependerá la dosificación básica del combustible. Después necesita una serie de periféricos de referencia tales como:



3.9.14.2 Sensor de temperatura del aire

Funciona por medio de un termistor (resistencia de valor variable en función de la temperatura) que manda a la ECU una señal eléctrica según la temperatura del aire aspirado. Se halla colocado en el cuerpo de la mariposa

3.9.14.3 Temperatura del refrigerante motor

Actúa de igual forma que el anterior. Las señales eléctricas enviadas permiten a la ECU determinar las correcciones de riqueza de la dosificación y el avance necesario.

3.9.14.4 Regulación de riqueza

A través del potenciómetro de riqueza de ralenti.

3.9.14.5 Tensión de batería

Para conocer siempre el estado de tensión de la red y hacer las modificaciones necesarias tanto en la inyección como en el encendido.

3.9.14.6 Detector de picado

Para hacer las correcciones en el avance de encendido inmediatamente que se detecta el picado.

3.9.14.7 Información de arranque

La ECU ha de poder distinguir si se trata o no de una situación de arranque.

3.9.14.8 Sensor de posición de mariposa

Este sensor avisa de la posición de ralentí por no hallarse accionado el pedal del acelerador y la posición de plena carga (pedal pisado al máximo).

3.9.14.9 Válvula de regulación de ralentí

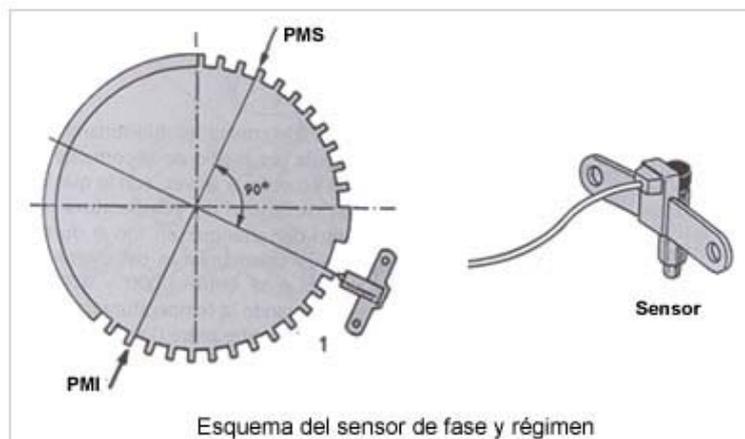
Ha de funcionar en caso de puesta en marcha y durante determinados momentos del giro del motor.

Una vez que la ECU tiene información del estado de funcionamiento del motor elabora las señales de salida para el control de la bomba de combustible, los inyectores y la bobina de encendido.

3.9.14.10 Sensor de fase y régimen

Para conseguir integrar el encendido resulta indispensable que la ECU conozca en todo momento el estado angular de giro en que se encuentra el cigüeñal. La unidad de control ECU puede determinar de esta forma no solamente la posición que el cigüeñal tiene en cada momento, sino también la velocidad de régimen (n° de rpm).

El sensor trabaja conjuntamente con el volante motor. El volante motor consta de un círculo que se ha dispuesto para ser tallado en el 44 dientes, aunque se han dejado 4 sin tallar (dos en cada semigiro) pues esta en la zona en la que se va producir la señal que la ECU podrá elaborar. De este modo se produce la señal exacta 90° antes de los PMS y 90° antes del PMI a cada vuelta completa del cigüeñal.



El sensor esta formado por un imán permanente al cual esta enrollado una espiral.

Cerca del sensor se encuentra una rueda fónica dentada (volante motor) que gira sincronizadamente con el motor. Cuando la rueda fónica gira pasando cerca del sensor rompe las líneas de fuerza generadas por el imán permanente y se induce una tensión en la bobina del sensor.

3.9.14.11 Sensor de presión absoluta

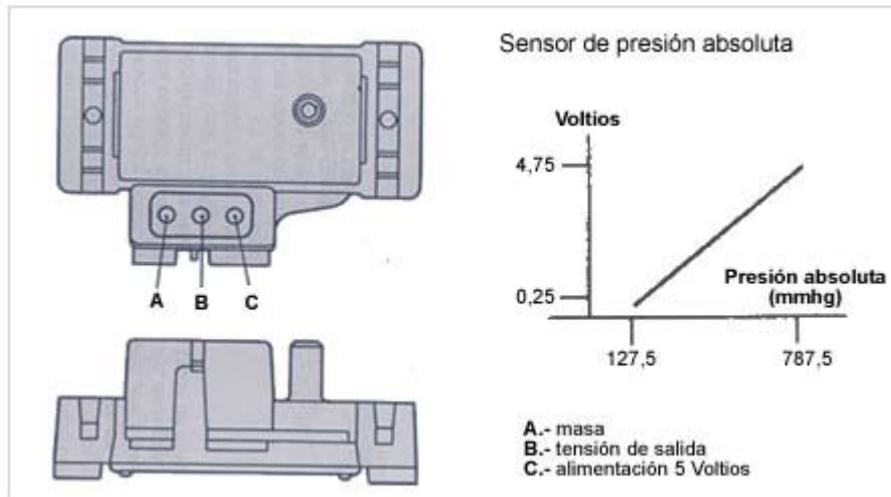
Este elemento permite junto con el valor de temperatura de aire saber el peso del aire que entra en el colector de admisión y así poder establecer con exactitud la cantidad de gasolina a inyectar para conseguir una determinada relación de mezcla.

El captador esta constituido por un diafragma realizado en materia aislante dentro del cual están emplazadas unas resistencias que forman un puente de medida.

El puente de resistencias esta formados por sensores piezoelectricos que son sensibles a las deformaciones mecánicas.

El diafragma esta unido mediante un tubo al colector de admisión de manera que las variaciones de presión actúan directamente sobre el diafragma provocando su deformación. Esta deformación actúa sobre el puente de resistencias variando la tensión de salida.

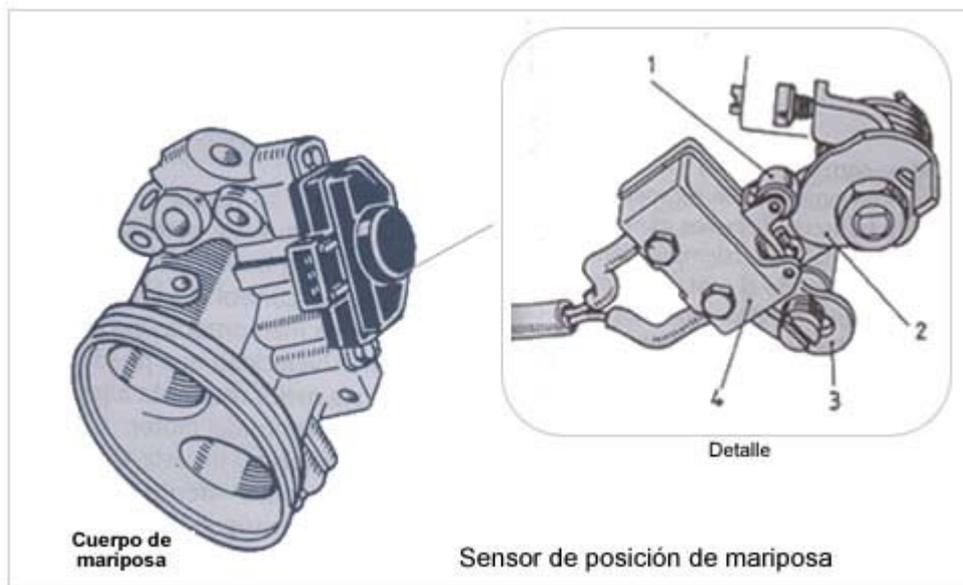
La tensión de salida del puente es ajustada a las escalas de trabajo deseadas de manera que se obtiene una tensión final de salida comprendida entre 0 y 5 V. siguiendo de manera lineal las variaciones de presión.



3.9.14.12 Sensor posición mariposa

La ECU necesita saber los estados de plena carga del motor (pedal de acelerador pisado a fondo) así como el estado en el que el pedal no está pisado, estos datos nos los proporciona el sensor de posición de mariposa. Este elemento es del tipo de "todo o nada" y su funcionamiento se basa en el recorrido que un rodillo (1) efectúa a través de una leva (2) al ser desplazada con el pie del conductor la palanca de la mariposa de gases. El rodillo (1) es en realidad el extremo de una palanca (3) que dentro de la caja de contactos (4) permite establecer un circuito eléctrico según se trate de cada una de las posiciones extremas de la mariposa y que no actúa en el caso de posiciones intermedias.

La transmisión de estas señales a la ECU determina el ligero enriquecimiento de la mezcla cuando se está en la posición de máxima abertura, y el corte de suministro cuando se establece un proceso de deceleración.



3.9.14.13 Válvula de regulación de ralentí

Es similar a la utilizada en otros sistemas de inyección (Motronic, Ke-Motronic, etc). Se trata de una válvula de cierre que gira solamente 90° con lo que abre o cierra el conducto de aire adicional que determina el arranque y la velocidad de calentamiento del motor. La ECU determina el funcionamiento de esta válvula por medio de la corriente que le envía de acuerdo, a su vez, con lo que le indican los sensores de temperatura. En el momento del arranque en frío o durante el régimen de calentamiento del motor el giro del mismo sube entre 1000 y 1100 rpm, siempre y cuando la temperatura del agua refrigerante entre 0 y 20° C.

Si el conductor pisa el pedal del acelerador y supera este régimen, la ECU manda cerrar la válvula y se establece una posición de equilibrio que se desarrolla en el caudal de mantenimiento en régimen de ralentí. Cuando se da el contacto y el motor está parado, se abre esta válvula, lo que se denota por un ruido característico. La válvula permanece abierta durante la puesta en marcha del motor.

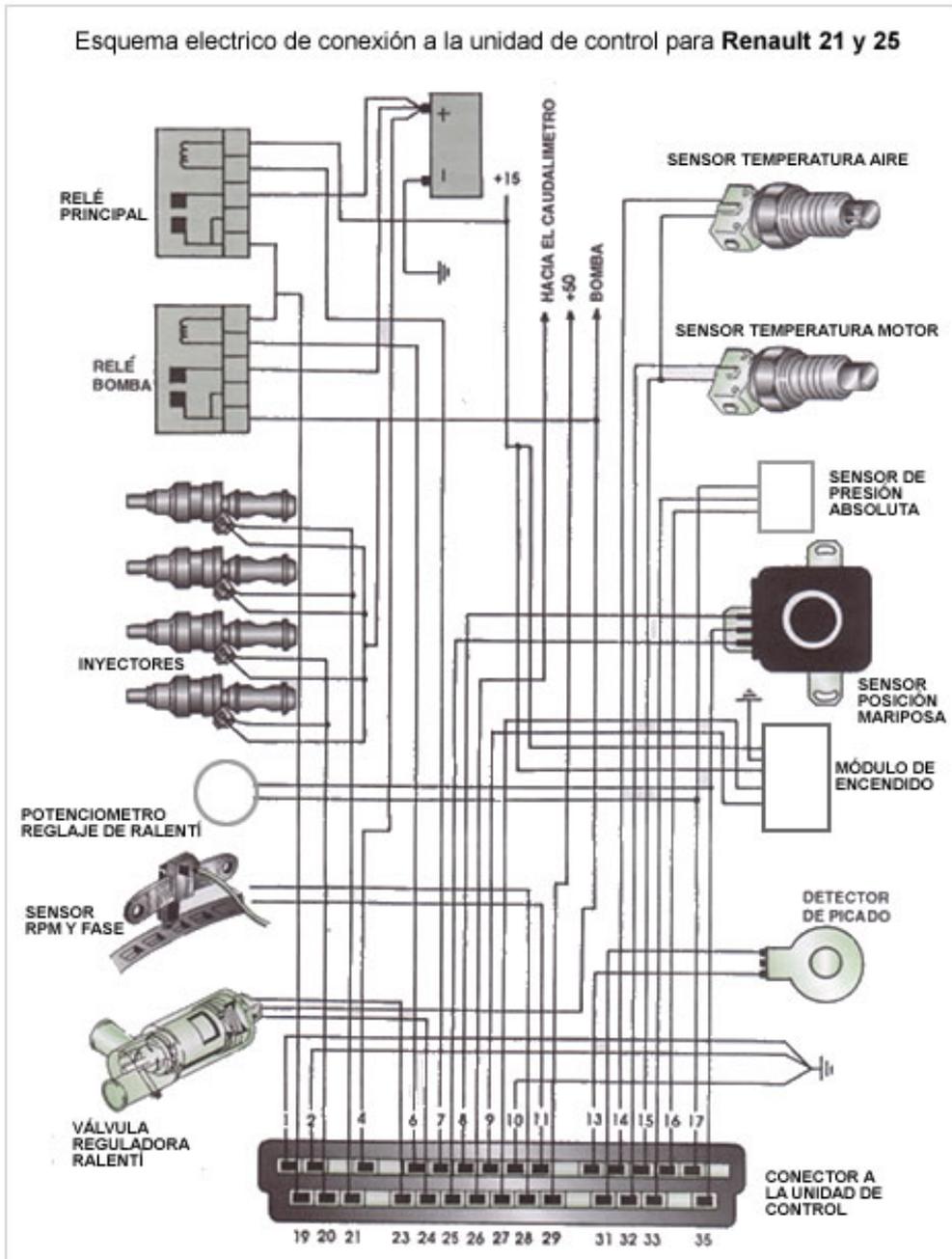


3.9.14.14 Potenciómetro de riqueza de ralentí

Su función principal es la de dosificar el combustible con relación al aire. También sirve para recuperar los desgastes que se producen en los diferentes componentes del sistema, tales como los inyectores, los sensores de aire y de presión y el regulador de presión de gasolina. Posee un tornillo de regulación que está protegido con un tapón de inviolabilidad.

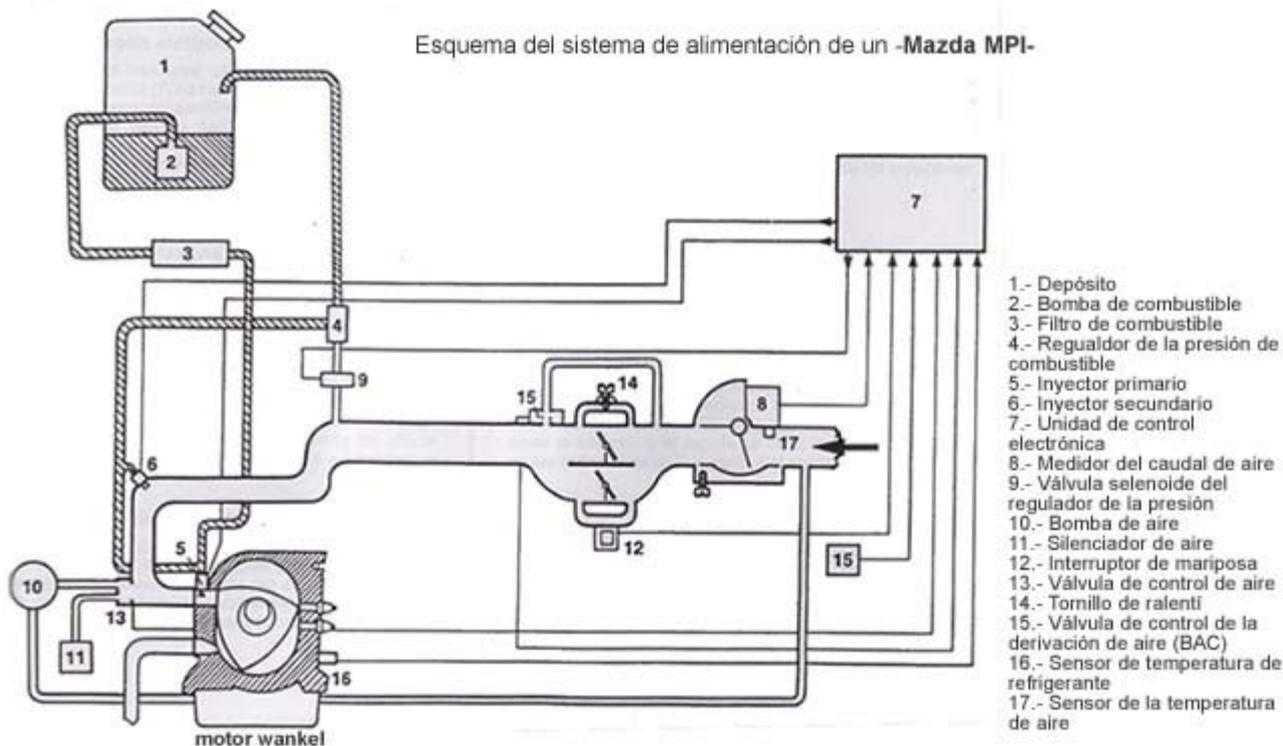


- Esquema eléctrico



3.9.15 Inyección electrónica de gasolina para motor wankel -Mazda MPI-

El motor Mazda MPI instalado en el modelo Mazda RX7 con motor giratorio (wankel) de doble cámara es un sistema de inyección intermitente. El inyector primario inyecta gasolina en la lumbrera de admisión y el inyector secundario lo hace en el colector de admisión. El cuerpo de la mariposa lleva incorporadas dos válvulas de mariposa, la primaria y la secundaria. El medidor del caudal de aire no necesita ningún tipo de accionamiento mecánico.



3.9.15.1 Elementos que forman el sistema Mazda MPI

3.9.15.1.1 Sistema de admisión

El sistema de admisión consta de filtro de aire, medidor del caudal de aire, colector de admisión y tubos de admisión conectados a cada cámara giratoria. El sistema de admisión tiene por función hacer llegar a las cámaras la cantidad de aire necesaria a cada ciclo de combustión. La forma especial del colector de admisión utiliza las pulsaciones de alta velocidad del motor giratorio para proporcionar un efecto de sobrealimentación a la mezcla aire/combustible dentro de las cámaras de combustión.

3.9.15.1.2 Medidor del caudal de aire

El medidor del caudal de aire o caudalímetro registra la cantidad de aire que el motor aspira a través del sistema de admisión. El caudalímetro (8) envía una señal eléctrica a la unidad de control (7), la cual determina la cantidad de combustible necesaria. La cantidad variará en función del estado de funcionamiento del motor que supervisan varios sensores.

3.9.15.1.3 Otros sensores

Varios sensores supervisan el estado de funcionamiento del motor y, junto con la UCE, registran sus magnitudes variables. El interruptor de la mariposa (12) registra la posición de las mariposas. El sensor de la temperatura o sonda térmica (16) registra la temperatura del refrigerante, mientras que el sensor de la temperatura del aire (17) mide la temperatura del aire de admisión.

3.9.15.1.4 Unidad de control electrónica

Las señales eléctricas que transmiten los sensores las recibe la unidad de control (7) y son procesadas por sus circuitos electrónicos. La señal de salida de la UCE consiste en impulsos de mando a los inyectores. Estos impulsos determinan la cantidad de combustible que hay que inyectar al controlar el tiempo de apertura de los inyectores a cada revolución del motor.

3.9.15.1.5 Sistema de alimentación

Consta de depósito de gasolina (1), electrobomba (2), que se halla sumergida en el depósito de la gasolina, filtro de combustible (3), regulador de presión (4) y las válvulas de inyección o inyectores (5 y 6).

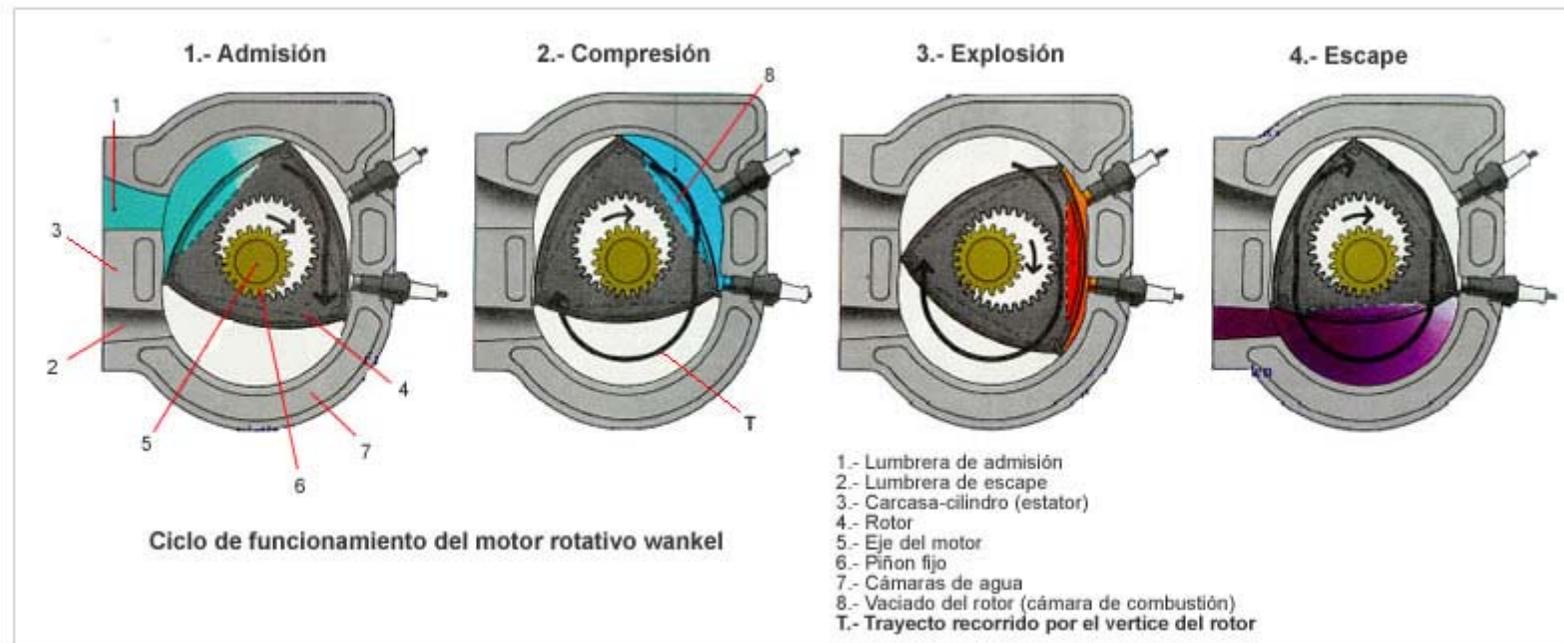
Una bomba celular de rodillos accionada eléctricamente conduce bajo presión el combustible desde el depósito, a través de un filtro, hasta los inyectores. La bomba impulsa más gasolina de la que el motor puede necesitar como máximo y la cantidad sobrante es devuelta al depósito. Una válvula solenoide (9) instalada en el tubo de vacío entre el colector y el regulador de la presión se encarga de las variaciones de la presión del combustible.

3.9.15.1.6 Válvula de control de la derivación del aire (BAC)

Para vencer las resistencias por rozamiento en un motor frío una válvula de control de la derivación del aire "(BAC, By-pass Air Control) (15) permite que entre más aire eludiendo la mariposa para conseguir un ralentí estable durante la fase de calentamiento. La UCE controla la válvula.

3.9.15.1.7 Constitución del motor wankel

Esta constituido por una carcasa en forma de elipse -estator- (que se puede comparar al bloque en el motor alternativo), que encierra el cilindro y todas las piezas móviles del motor, la forma del cilindro se llama hipotrocoide. En la carcasa van las lumbreras de admisión y de escape, las camisas de liquido refrigerante, la o las bujías de encendido y a ella se fija el piñón sobre el que rueda el rotor por su corona dentada interior.



El rotor, que es el émbolo giratorio, tiene forma de triángulo equilátero curvilíneo y gira excéntricamente apoyado en el piñón fijo y sus vértices se mantienen siempre en contacto con la superficie del cilindro o carcasa del estator. Para mantener estanqueidad entre las tres cámaras en que en todo momento esta dividido el "cilindro" por el "émbolo", este lleva en sus vértices una especie de patines que serian los segmentos en el motor alternativo. Entre el "émbolo" o rotor y el eje motor va un importante rodamiento de rodillos para articular ambos.

Estos motores funcionan en un ciclo de cuatro tiempos y producen tres ciclos de trabajo en cada vuelta completa del mismo, por lo que equivalen a un motor de tres cilindros.

En cada cara del triángulo del rotor, va un vaciado que es la cámara de compresión. Cada cara del rotor actúa como un pistón y realiza los cuatro tiempos del ciclo por vuelta, por lo que el motor de un solo rotor equivale a uno de tres cilindros y dos tiempos ateniéndose a que estos se realizan en una revolución del motor, aunque lo cierto es que por cada vuelta del rotor el árbol motor da 3 vueltas, siendo ello debido a 2 causas: primera, el número de dientes de la corona interna del rotor es 1,5 veces el de dientes de piñón fijo, (ejemplo: para corona 45 - piñón 30); segunda, el rotor tiene un movimiento de rotación y otro de translación; ambas causas recogidas en la excéntrica del eje del motor hace que este sea impulsado a una velocidad angular triple de la del rotor.

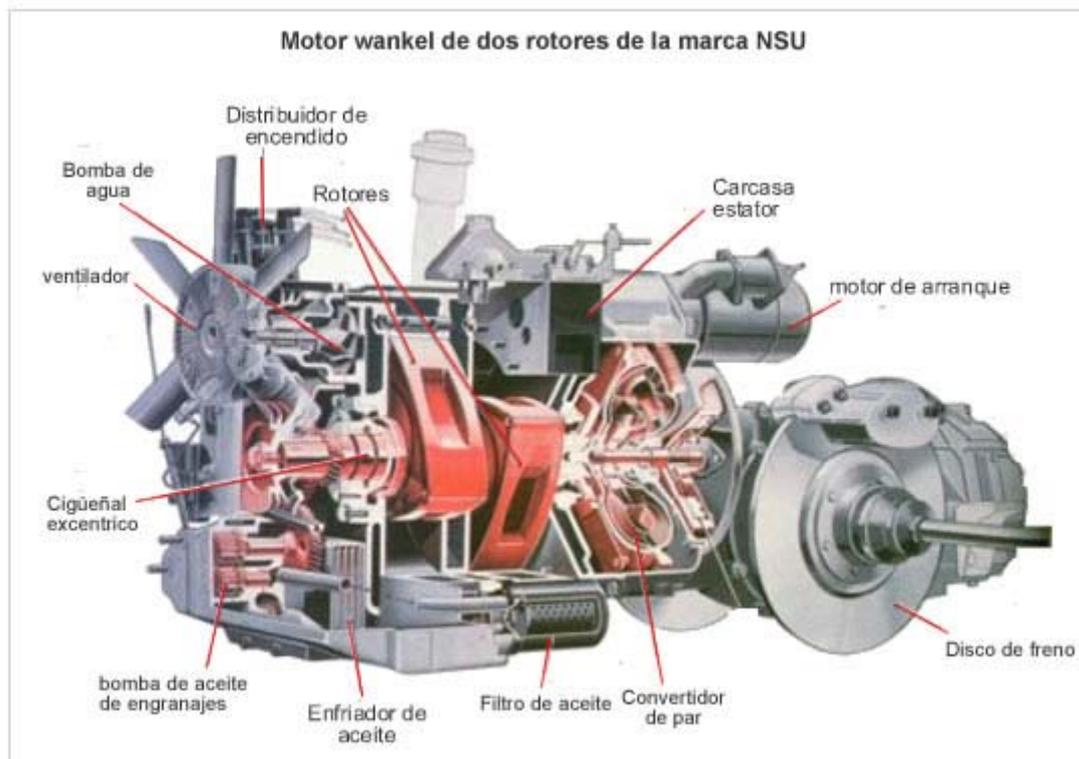
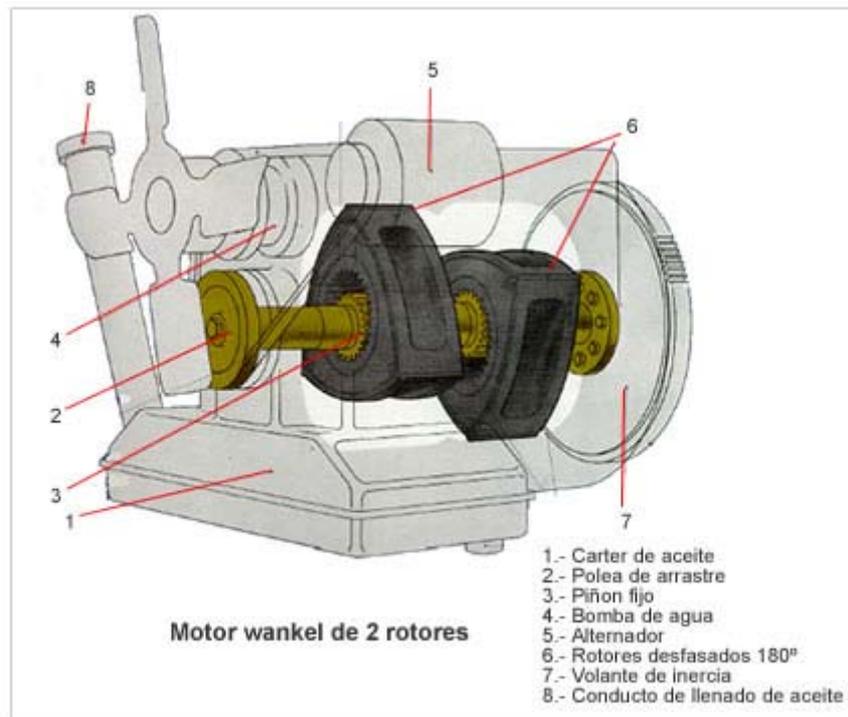
Comparado con los motores alternativos el motor wankel tiene las siguientes:

Ventajas:

- Menos pesado (1/3) y mas sencillo y compacto al disminuir considerablemente el número de piezas.
- Mas silencioso y suave.
- Puede girar a mayor número de revoluciones sin los efectos de inercia tan apreciables.
- Como el motor de 2 tiempos, elimina el sistema de distribución.
- Precio mucho menor fabricado en serie.

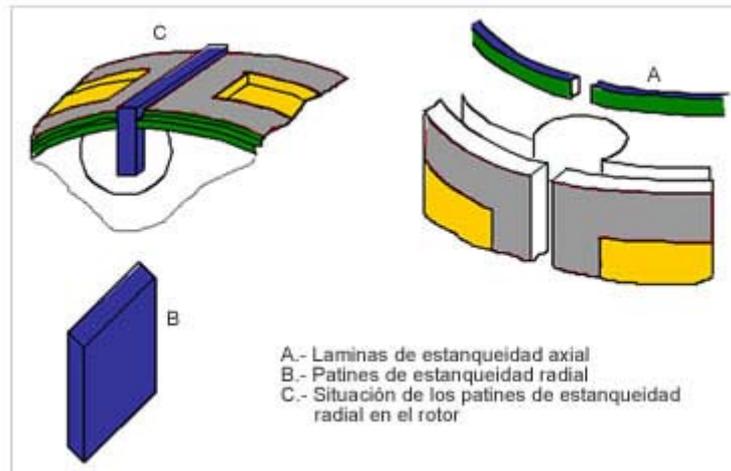
Inconvenientes:

- Refrigeración muy potente y complicada, pues un lado del motor (por las lumbreras) esta a unos 150°C y por el opuesto (cámara de combustión) a unos 1000°C.
- Engrase complejo; el eje a presión, el rotor con mezcla (como el 2 tiempos) del 1 al 2%.
- El cierre entre compartimentos formados por las caras del rotor es uno de los mayores problemas que plantea este motor.
- El par cae rápidamente por debajo de las 1000 rpm del motor, lo que hace que sea poco elástico
- Poco freno motor.



El revolucionario motor de Felix Wankel tuvo que esperar a que la tecnología de sellado alcanzara un nivel tal que le permitiera realizar la combustión en condiciones aceptables. A pesar de los progresos realizados en el sellado de los motores Wankel, actualmente la relación de compresión todavía está bastante limitada en relación con los motores convencionales.

El modelo RX de Mazda se viene fabricando desde los años 70, (actualmente denominado Mazda RX-7). El Mazda RX-7 incorpora un motor Wankel de dos rotores que giran sincronizadamente para entregar mayor potencia, y dos turbos para proporcionarles mayor carga. Con estos dos turbos (uno para bajas velocidades de giro y otro para altas) el motor proporciona 255 caballos de potencia con 1.3 litros de desplazamiento. Los motores RX-7 se consideran bastante fiables en los primeros seis años de vida, después los sellos comienzan a estropearse y necesitan ser reemplazados.



Los estrictos requerimientos para mantener las cámaras selladas entre si era para Felix Wankel el desafío más grande, y fue la causa del fracaso de la tecnología rotativa en el decenio de 1970. Entonces simplemente no se encontró la forma de obtener un motor razonablemente eficiente. La estanqueidad entre el rotor y la carcasa se consigue por medio de unos patines situados en los vértices del rotor y la estanqueidad entre el rotor y las tapas se obtiene mediante la colocación de unas láminas que se alojan en unos canales laterales tallados a ambos lados del rotor. Los patines y las láminas van provistos de expansores elásticos, situados por debajo de ellos en las ranuras del rotor, que aseguran su salida incluso cuando el motor está parado.

Otro problema detectado en el motor Wankel, y que aún no ha sido totalmente resuelto, es una tendencia a provocar "dieseling" en determinadas condiciones de funcionamiento. Como el punto de combustión del rotor es muy preciso, cuando el tiempo se retrasa un poco, puede ocurrir que la combustión empiece antes de que el rotor gire por si mismo. Esto provoca que la explosión empuje al rotor en sentido contrario al ciclo de rotación, lo cual puede dañar al motor. Esto ocurre con frecuencia a baja velocidad.