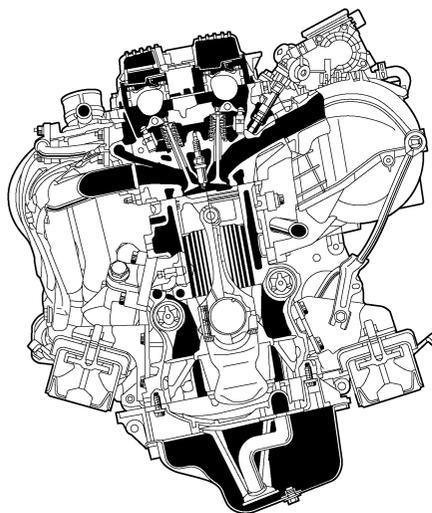
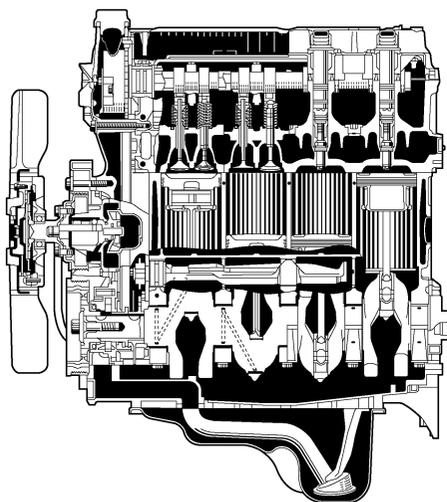


■ MOTOR 2TR-FE

1. General

- El nuevo motor 2TR-FE que se ha adoptado para el nuevo modelo de Land Cruiser Prado es un motor de nuevo desarrollo, de 4 cilindros inclinados, 2,7 litros, 16 válvulas y tipo DOHC (motor con dos árboles de levas en culata).
- Este motor ha adoptado el sistema DIS (Direct Ignition System = Sistema de encendido directo), el sistema ETCS-i (Electronic Throttle Control System-intelligent = Sistema de control electrónico de acelerador inteligente), el sistema VVT-i (Variable Valve Timing-intelligent = Distribución de válvulas variable inteligente) y un sistema de inyección de aire*. Se ha desarrollado para conseguir un óptimo rendimiento, lograr que sea muy silencioso, así que su rendimiento en el consumo de combustible sea el óptimo y unas limpias emisiones.
- El motor 2TR-FE está disponible para su uso tanto para gasolinas con o sin plomo, dependiendo de su país de destino.

*: El sistema de inyección de aire se ha adoptado sólo en el modelo para gasolina sin plomo.



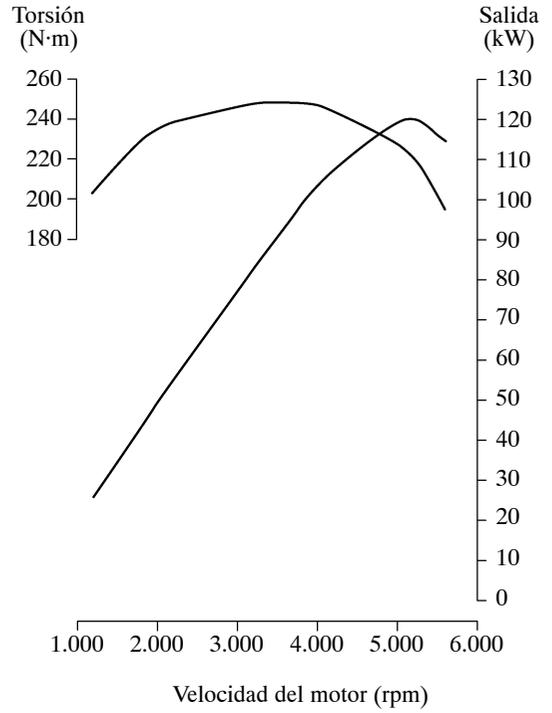
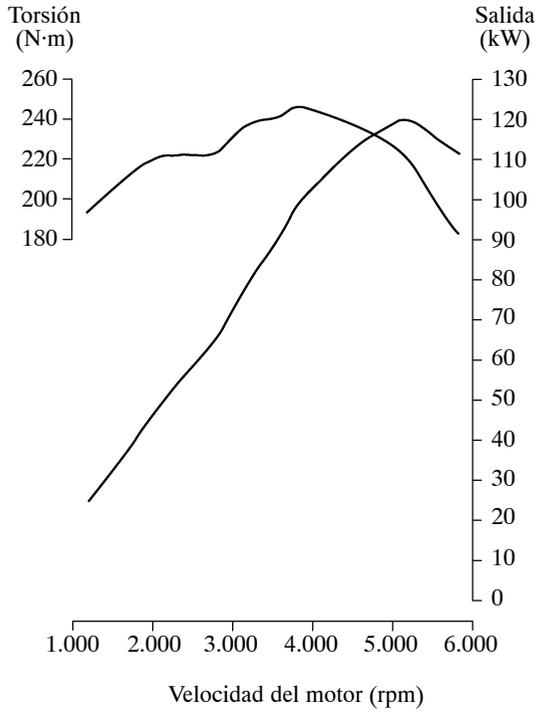
276PD07

► Especificaciones del motor ◀

Modelo		Land Cruiser Prado nuevo		Land Cruiser Prado anterior	
Tipo del motor		2TR-FE (Modelo con motor de gasolina sin plomo)	2TR-FE (Modelo con motor de gasolina con plomo)	3RZ-FE (Modelo con motor de gasolina sin plomo)	3RZ-FE (Modelo con motor de gasolina con plomo)
N.º de cilindros y su disposición		Cilindro 4, en línea	←	←	←
Mecanismo de la válvula		16-Válvulas DOHC, Impulsión por cadena (con VVT-i)	←	16-Válvulas DOHC, Impulsión por cadena (sin VVT-i)	←
Cámara de combustión		Tipo cubierta inclinada	←	←	←
Múltiples		Flujo transversal	←	←	←
Sistema de combustible		EFI	←	←	←
Sistema de encendido		DIS	←	←	←
Cilindrada cm ³		2,694	←	←	←
Calibre × Carrera mm		95,0 × 95,0	←	←	←
Relación de compresión		9,6 : 1	←	9,5 : 1	←
Salida máx. [SAE-NET]		120 kW @ 5.200 rpm	←	112 kW @ 4.800 rpm	108 kW @ 4.800 rpm
Torsión máx. [SAE-NET]		246 N·m @ 3.800 rpm	←	240 N·m @ 4.000 rpm	230 N·m @ 4.000 rpm
Distribución de válvulas	Admisión	Abierto	35° BTDC ~ 0° BTDC	←	2° BTDC
		Cerrada	29° ABDC ~ 64° ABDC	←	48° ABDC
	Escape	Abierto	44° BBDC	←	42° BBDC
		Cerrada	8° ATDC	←	2° ATDC
Orden de encendido		1-3-4-2	←	←	←
Combustible		Gasolina sin plomo	Gasolina con plomo	Gasolina sin plomo	Gasolina con plomo
Número de octanos de investigación		95 o más	←	91 o más	←
Grado de aceite		API SJ, SL, EC o ILSAC	←	←	←
Regulación de las emisiones		EURO III	—	EURO II	—
Peso del servicio del motor* (Referencia) kg		157	←	170,5	←

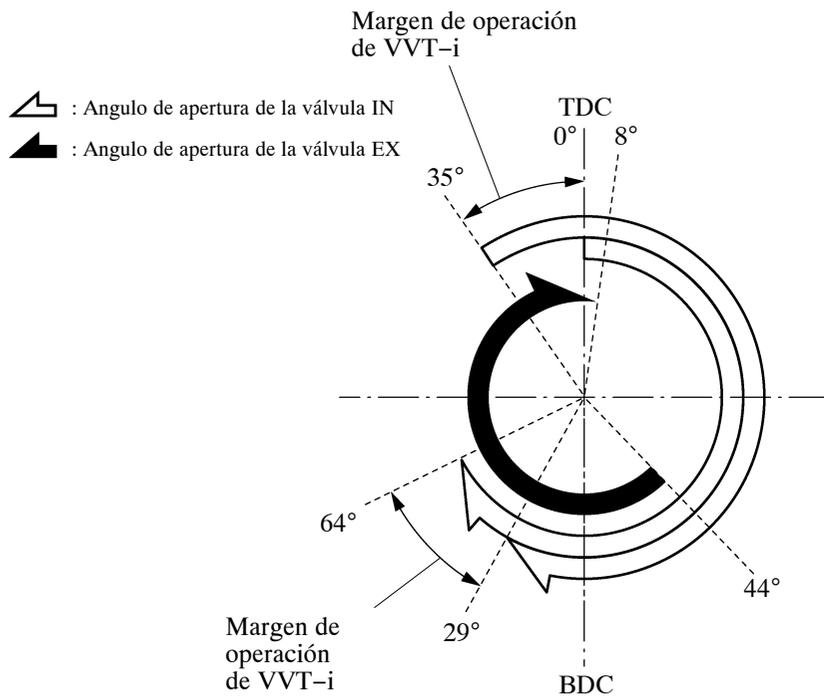
*: El peso indicado en el cuadro incluye el peso de carga total de aceite y agua en el vehículo.

► Curva de rendimiento ◀



276PD15

► Distribución de válvulas ◀



276PD61

2. Características del motor 2TR-FE

El motor 2TR-FE ha conseguido el rendimiento indicado gracias a la adopción de los elementos descritos a continuación:

- (1) Un rendimiento óptimo y una gran fiabilidad.
- (2) Bajo nivel sonoro y de vibraciones
- (3) Peso ligero y diseño compacto
- (4) Fácil mantenimiento del mismo
- (5) Emisiones limpias y economía de combustible

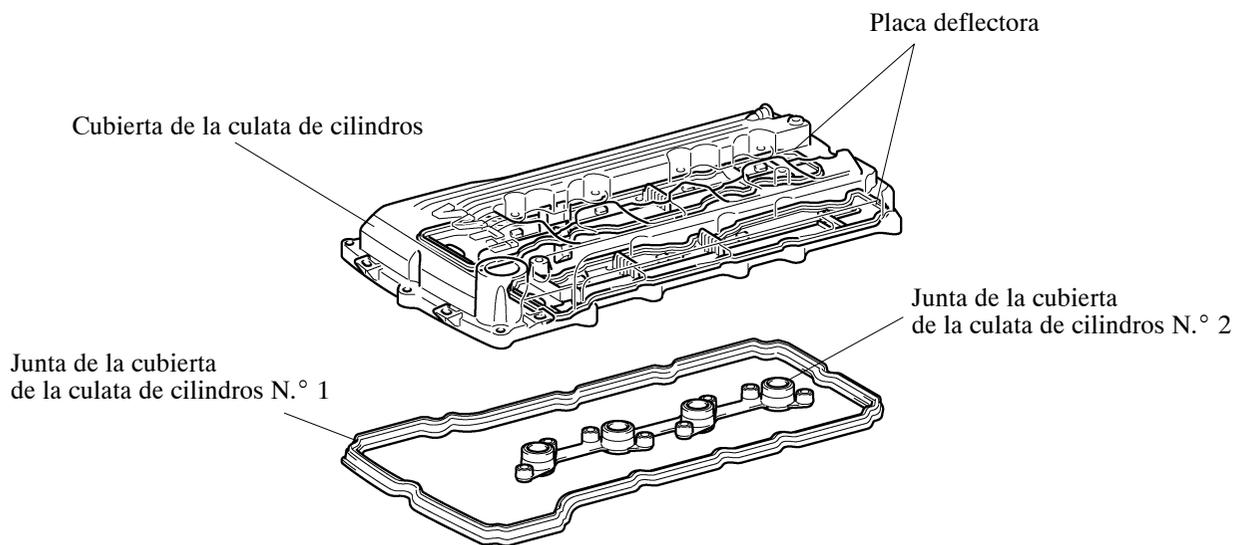
	Elemento	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Motor	Se utiliza una cubierta de la culata de los cilindros fabricada en material plástico.			○		
	El cabezal del pistón utiliza un área de forma cónica.	○				○
	Se utilizan 2 ejes de compensación.		○			
	Se utilizan un cárter de aceite N.º 1 fabricado mediante aleación de aluminio.		○	○		
Mecanismo de válvulas	Se ha adoptado la utilización de un mecanismo para la válvula, la cual hace que el árbol de levas accione los balancines empujavalvulas giratorios y de esta manera abrir y cerrar las válvulas.	○				○
	Se utiliza un regulador de sujeción hidráulica.	○	○		○	
	Se usa el sistema VVT-i.	○				○
	Se usan la cadena de distribución y el tensor de la cadena.	○		○	○	
Sistema de enfriamiento	Se usa un conducto de bifurcación de agua fabricada en plástico.			○		
Sistema de admisión y de escape	Se usa el múltiple de admisión plástico.			○		
	Se usa el múltiple de escape de acero inoxidable.			○		
	Se usa un TWC (Three Way Catalytic Converter = Convertidor catalítico de tres vías). *					○
	Se usa el cuerpo del acelerador de tipo sin articulación.			○	○	
Sistema de combustible	Se utilizan inyectores de gran longitud de 12 orificios (para los modelos que utilizan gasolina sin plomo) y de 4 orificios (para los modelos que utilizan gasolina con plomo), ofreciendo unas grandes prestaciones.	○				○
	Se usan las bujías incandescentes de tipo alcanzable a la larga distancia.	○				○
Sistema de encendido	El sistema DIS (Direct Ignition System = Sistema de encendido directo) hace innecesario el ajuste del reglaje del encendido.	○		○	○	○
	Se utilizan segmentos conductores tipo alternador.	○		○		
Sistema de arranque	Se utiliza un mecanismo de arranque PS (Planetary reduction-Segment conductor motor = Motor conductor de reducción del segmento planetario).	○		○		
Sistema de control del motor	Se usa el ETCS-i.	○				○
	Se utiliza un sensor de golpeteo de tipo plano.	○				
	El sensor de la posición de aceleración y de la posición del pedal del acelerador utilizan sensores de tipo no-contacto.	○				
	Se utiliza un sensor para controlar la relación de aire y combustible que permite un control preciso de dicha relación.*					○
	Se han adaptado una inyección de aire.*					○

*: para los modelos de gasolina sin plomo

3. Motor

Cubierta de la culata de cilindros

- La cubierta de la culata de los cilindros está fabricada en plástico para de esta manera reducir su peso y sus niveles de alta sonoridad.
- La junta de la tapa de la culata de cilindros utiliza un material de goma acrílica. Este material consigue una gran fiabilidad y una gran resistencia a altas temperaturas.
- La tapa de la culata de los cilindros disponen de unos deflectores que reducen el consumo de aceite de motor a través de la ventilación de los gases. Los deflectores están soldados a la cubierta de la culata de los cilindros por lo que resulta imposible su extracción.

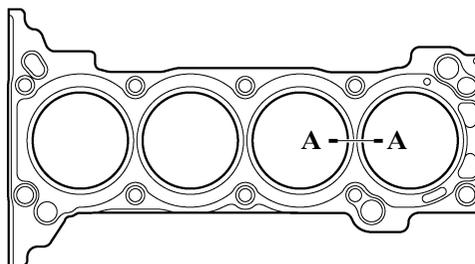


271EG05

5

Junta de la culata de cilindros

- Se ha adoptado una junta de la culata de los cilindros de acero laminado.
- Dispone de una lámina alrededor del diámetro del cilindro para incrementar la su superficie de estanqueidad, mejorando su rendimiento y durabilidad.

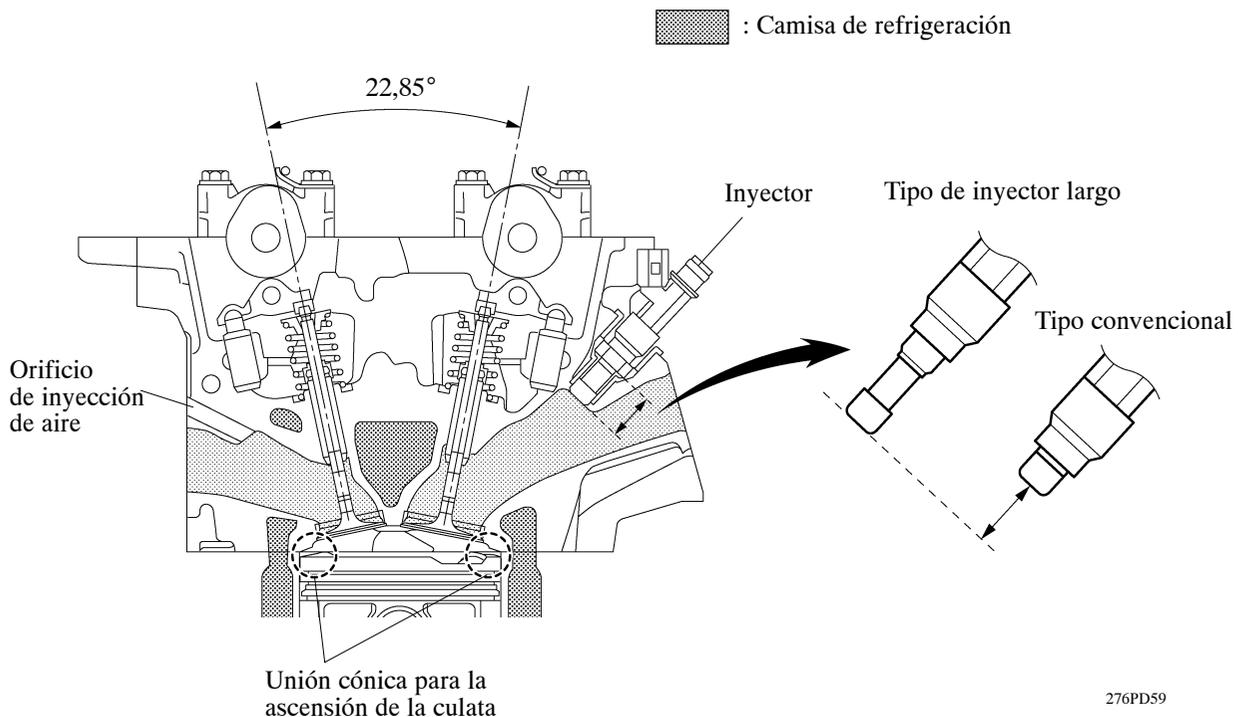


Sección transversal A - A

271EG06

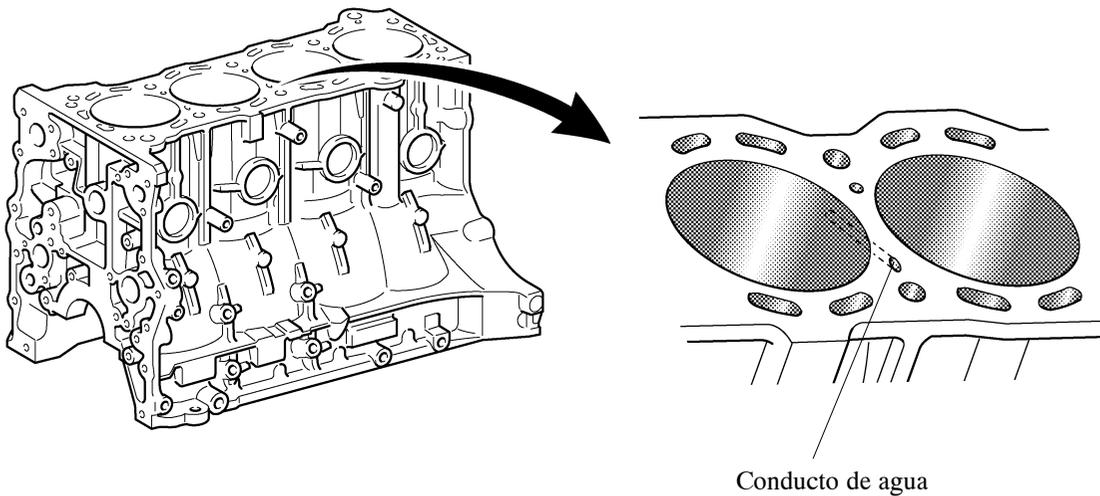
Culata de cilindros

- La culata de los cilindros, la cual ha sido fabricada con una aleación de aluminio, contiene una cámara de combustión a una pendiente. La bujía de incandescencia se ha ubicado en el centro de la cámara de combustión para mejorar la acción antigolpeteo del motor.
- El ángulo de las válvulas de admisión y escape se ha reducido pasando a ser de $22,85^\circ$ para hacer posible una culata de los cilindros compacta.
- Se utiliza una difusión de la corriente transversal de los gases de admisión y escape para mejorar el rendimiento de los mismos.
- Se utiliza una cámara de combustión con junta cónica para mejorar el efecto antigolpeteo del motor y un mejor rendimiento de la admisión. Además, se han mejorado tanto las prestaciones como el consumo del motor.
- Los pernos de la culata de los cilindros vienen fabricados parcialmente en material plástico para su sujeción.
- Los inyectores utilizan unos inyectores de gran longitud y están montados en la culata para reducir de esta manera la distancia entre el inyector y la válvula de admisión, evitando así que el combustible se adhiera en las paredes del orificio de admisión y reduciéndose las emisiones de escape.
- El enrutador de la cámara de agua de la culata de los cilindros se ha optimizado para conseguir una mejor refrigeración del sistema.
- En el modelo con sistema de inyección de aire se ha incorporado un orificio de inyección de aire que dirige el aire desde la bomba de aire al orificio de escape de cada cilindro en la parte superior del orificio de escape.



Bloque de cilindros

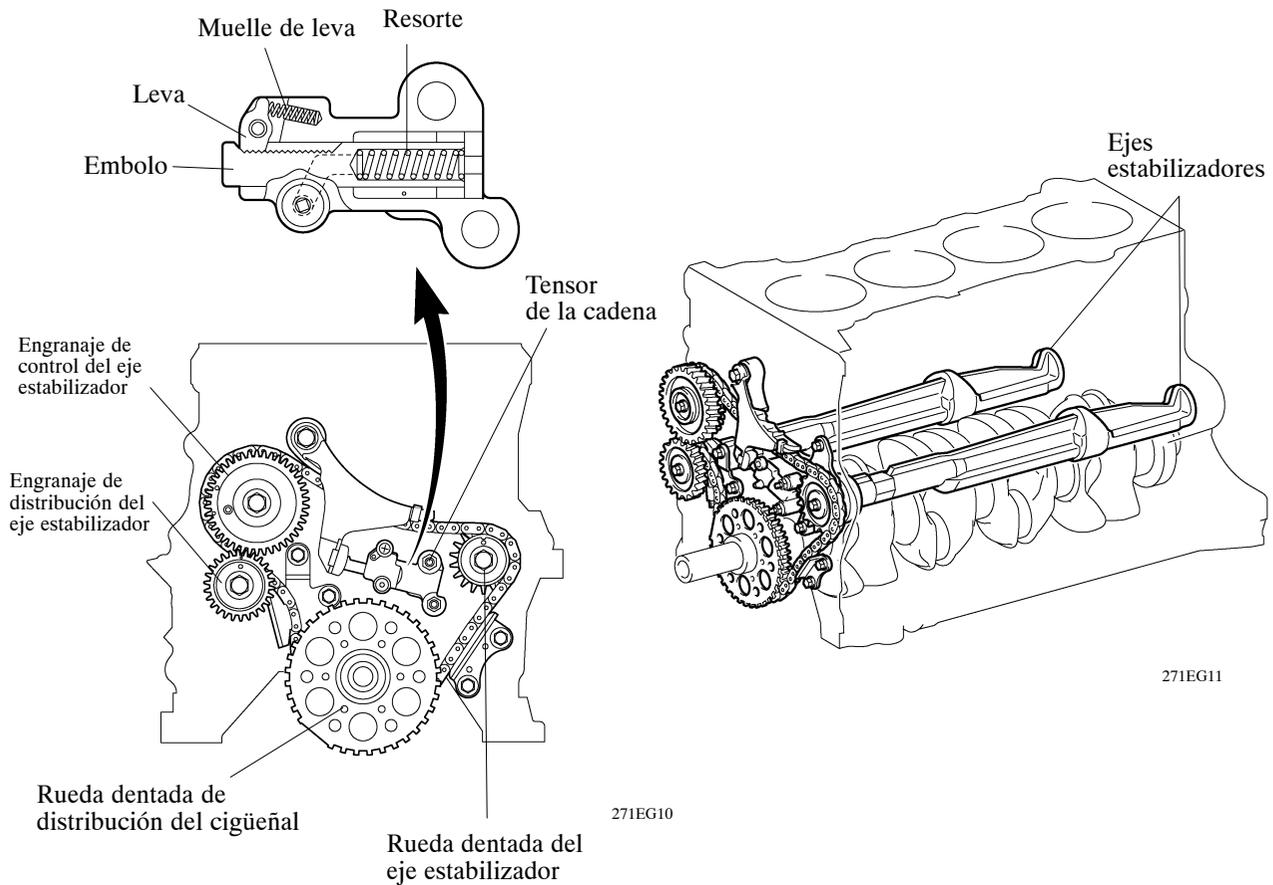
- El bloque de los cilindros ha sido fabricada en hierro colado, con cada costal a cada lado mejorado mejorándose su rigidez y reduciéndose tanto las vibraciones como su nivel sonoro, consiguiéndose que sea mucho más silencioso.
- Se han incorporado conductos refrigeradores de agua entre los cilindros. Permitiendo que fluya líquido refrigerante entre los cilindros se consigue que la temperatura de las paredes del cuerpo de los cilindros se mantenga estable.



271EG09

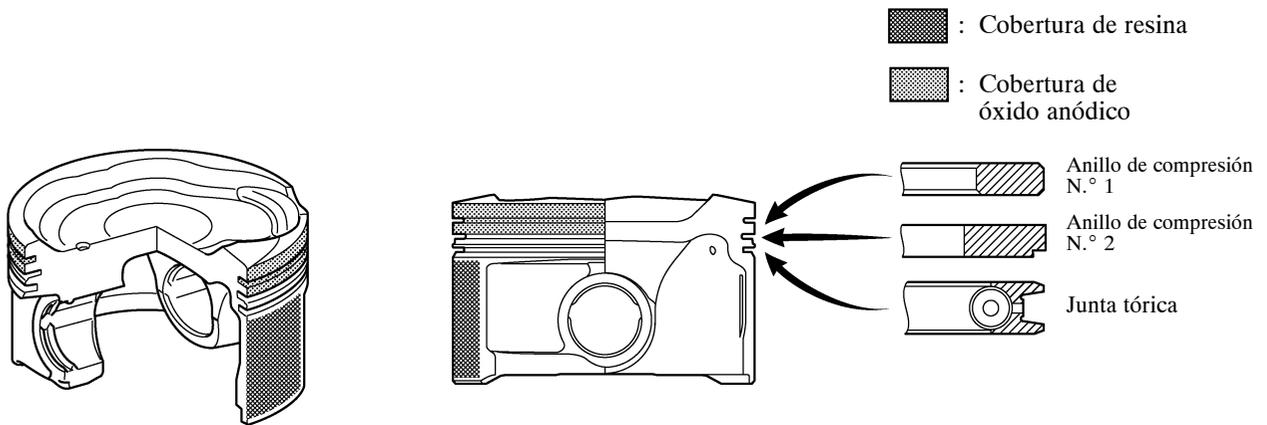
Eje equilibrador

- Para los motores de 4 cilindros en línea, la causa principal producto de las vibraciones una fuerza de inercia desequilibrada de las partes recíprocas tales como de los pistones y varillaje de conexión. El motor 2TR-FE reduce la producción de vibraciones mediante 2 ejes de compensación o y de esta manera anular o eliminar esta fuerza de inercia desequilibrada, reduciéndose el ruido del motor (ruido retumbante).
- El bloque de los cilindros incorpora 2 ejes de compensación. Por medio de una cadena y rueda dentada intermedia, ambos ejes de compensación giran al doble de la velocidad del cigüeñal con cada eje de compensación girando en dirección opuesta al otro.
- El tensor de la cadena utiliza un resorte y presión de aceite para mantener siempre la tensión de la cadena. Se ha incluido, además, un mecanismo del tipo rueda dentada con trinquete de no retorno.



Pistón

- El pistón ha sido fabricado con una aleación de aluminio.
- La parte del cabezal del pistón utiliza una unión cilíndrica de ascenso para conseguir el óptimo consumo de combustible.
- La falda del pistón ha estado recubierta con una resina especial para reducir la pérdida por fricción.
- Las acanaladuras del anillo superior han estado recubiertas con óxido anódico para mejorar su resistencia al desgaste así como su resistencia a la oxidación.
- En los modelos con motor de gasolina con plomo, se ha recubierto con una capa de PVD (Physical Vapor Deposition = Deposición en fase de vapor) en la superficie del N.º 1 anillo de compresión, y la superficie del N.º 2 el anillo de compresión incorpora una placa cromada para mejorar su resistencia al desgaste.

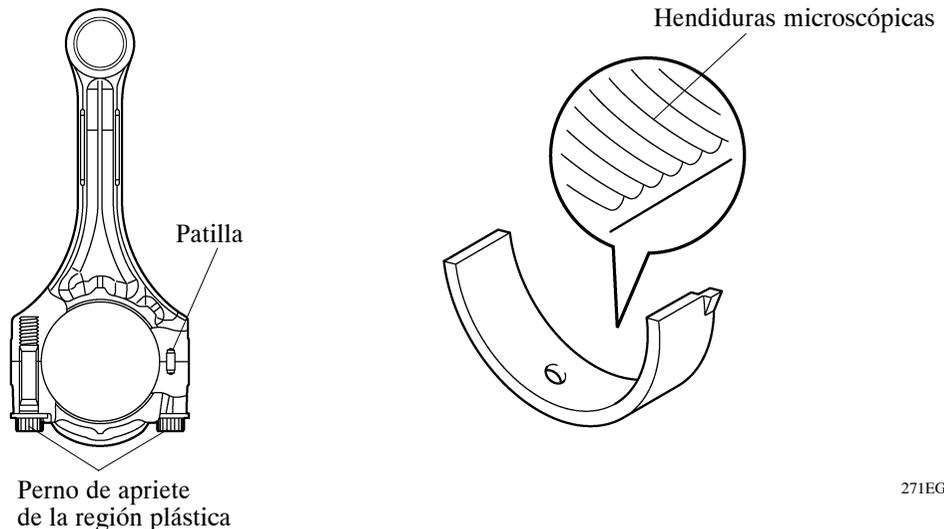


Para el modelo con motor de gasolina sin plomo

271EG12

Biela y cojinete de la biela

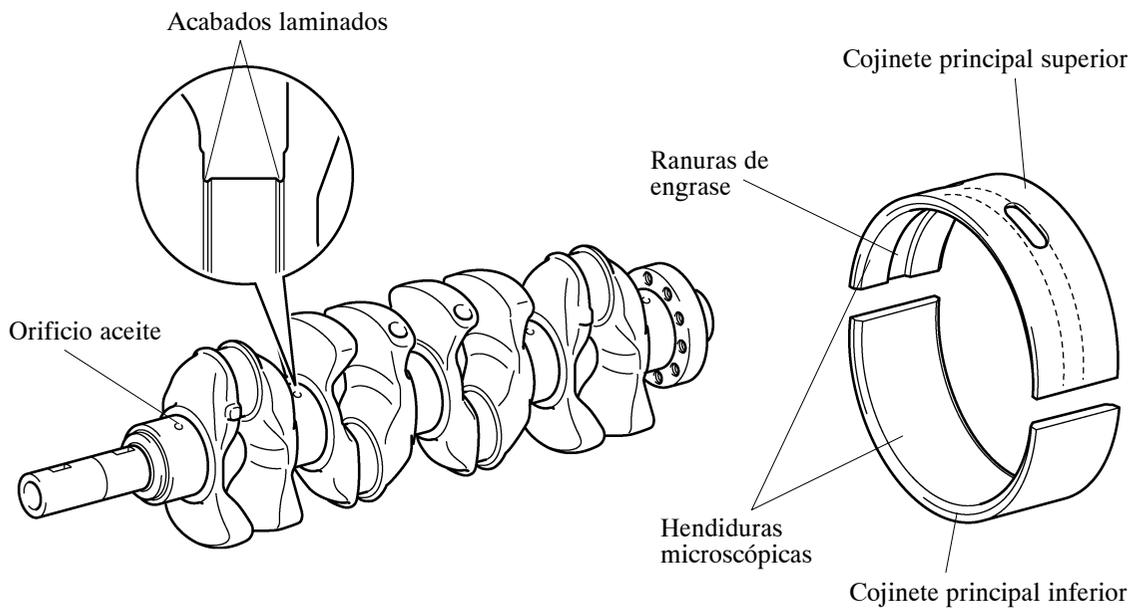
- Las bielas forjadas para conseguir una gran solidez se utilizan para lograr la reducción del peso.
- Las superficies de contacto de las tapas de los cojinetes de las bielas disponen de unas patillas para minimizar el cambio de las tapas durante su montaje.
- Se usan los pernos de apriete de la región plástica.
- La superficie de los cojinetes de las bielas incorporan unas hendiduras de proporciones microscópicas para obtener el desalojo óptimo de la cantidad de aceite. Como resultado, el viraje del motor en frío se ha mejorado y las vibraciones del motor se han reducido.



271EG13

Cigüeñal y cojinete del cigüeñal

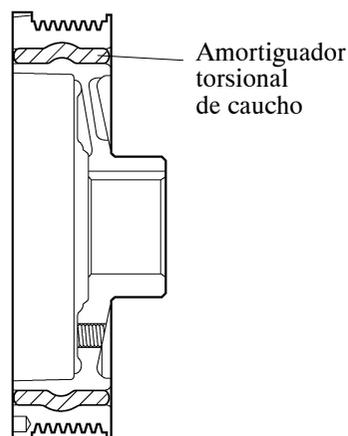
- El cigüeñal tiene 5 casquillos y 8 contrapesos.
- Todos los pasadores y molduras tienen acabados laminados para obtener la rigidez adecuada.
- El cojinete del cigüeñal ha sido fabricado con una aleación de aluminio.
- Las tapas de los cojinetes del cigüeñal están ajustadas mediante 2 pernos fabricados parcialmente en material plástico en cada cojinete.
- De manera similar a los cojinetes de las bielas, las superficies de los cojinetes del cigüeñal incorporan unas hendiduras microscópicas para lograr el desalojo óptimo de la cantidad de aceite. Como resultado, el viraje del motor en frío se ha mejorado y las vibraciones del motor se han reducido.
- El cojinete superior incorpora una hendidura en su circunferencia interior.



271EG14

Polea del cigüeñal

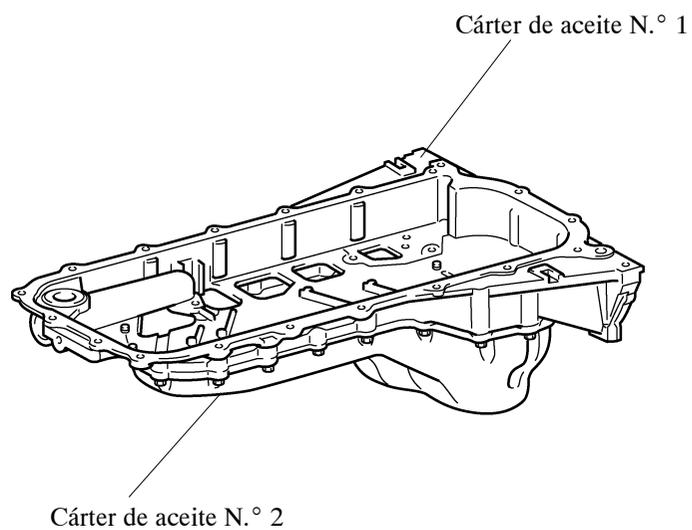
La rigidez del amortiguador torsional de goma se ha mejorado para conseguir la reducción de ruidos.



271EG15

Cárter de aceite

- El material utilizado un cárter de aceite N.º 1 ha sido fabricado mediante una aleación de aluminio.
- El material utilizado un cárter de aceite N.º 2 ha sido fabricado en acero.
- El cárter de aceite N.º 1 se ha ajustado al bloque del cilindro y a la transmisión aumentándose en lo posible su solidez.

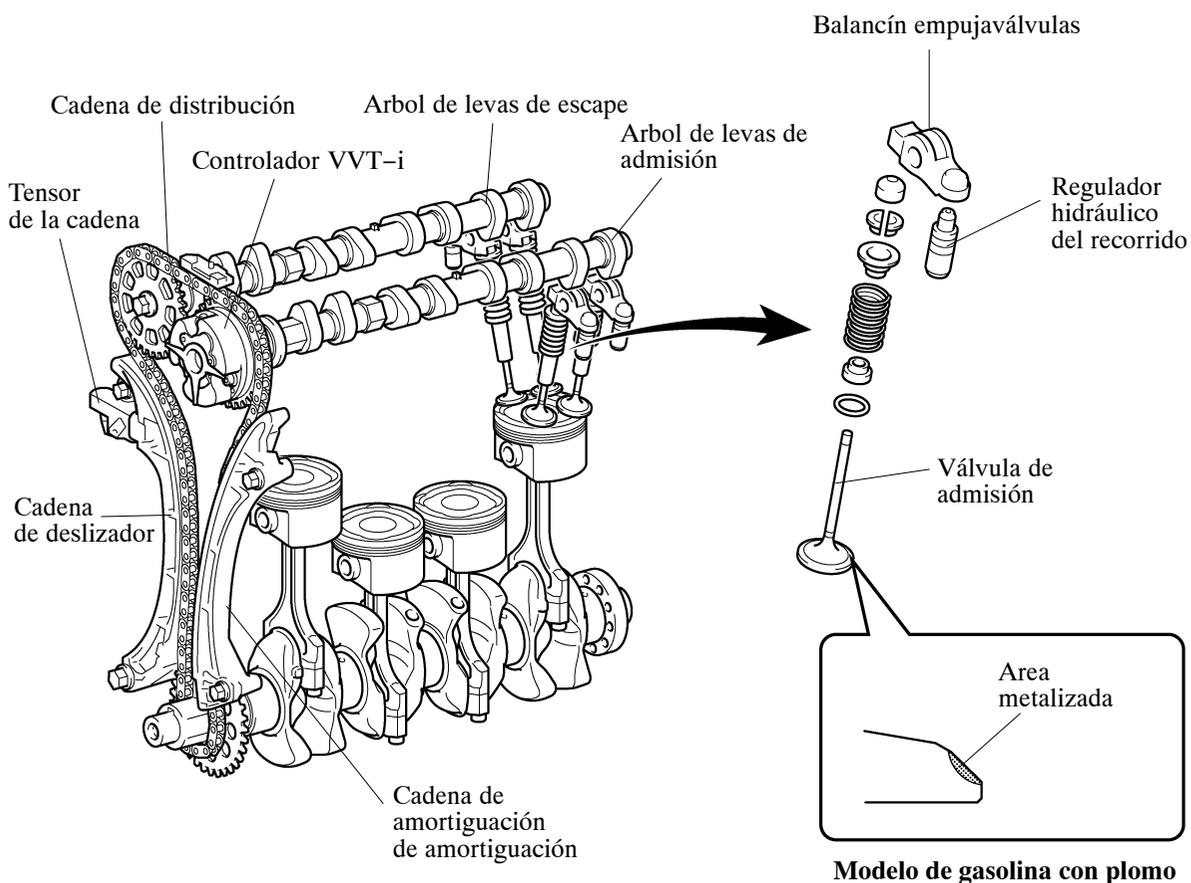


276PD08

4. Mecanismo de la válvula

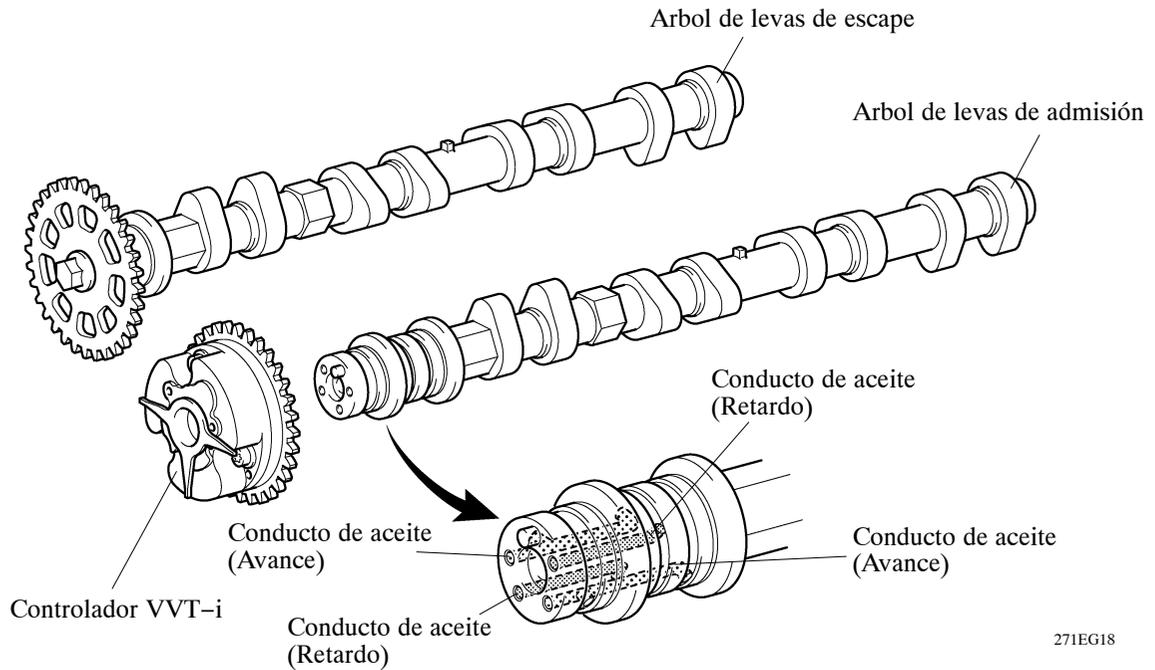
Descripción general

- El motor PTR-FE ha adoptado un mecanismo actuador de la válvula que utiliza un balancín empujaválvulas giratorio con rodamientos de aguja incorporados. Esto reduce la fricción producida entre las bielas en todo su área (balancines empujaválvulas giratorios) que empujan las válvulas hacia abajo, mejorándose el consumo de combustible.
- Se ha adoptado un regulador hidráulico que produce una holgura constante y una holgura de cero mediante la utilización de presión de aceite y fuerza de resorte de muelles.
- El sistema VVT-i se utiliza para obtener un consumo de combustible mínimo, un rendimiento mejorado del motor y reducir las emisiones de escape. Para obtener más detalles sobre el control de VVT-i, vea la página 44.
- En los modelos de gasolina con plomo, las superficies de las válvulas de admisión y escape han sido metalizadas para mejorar su resistencia al desgaste.



Arbol de levas

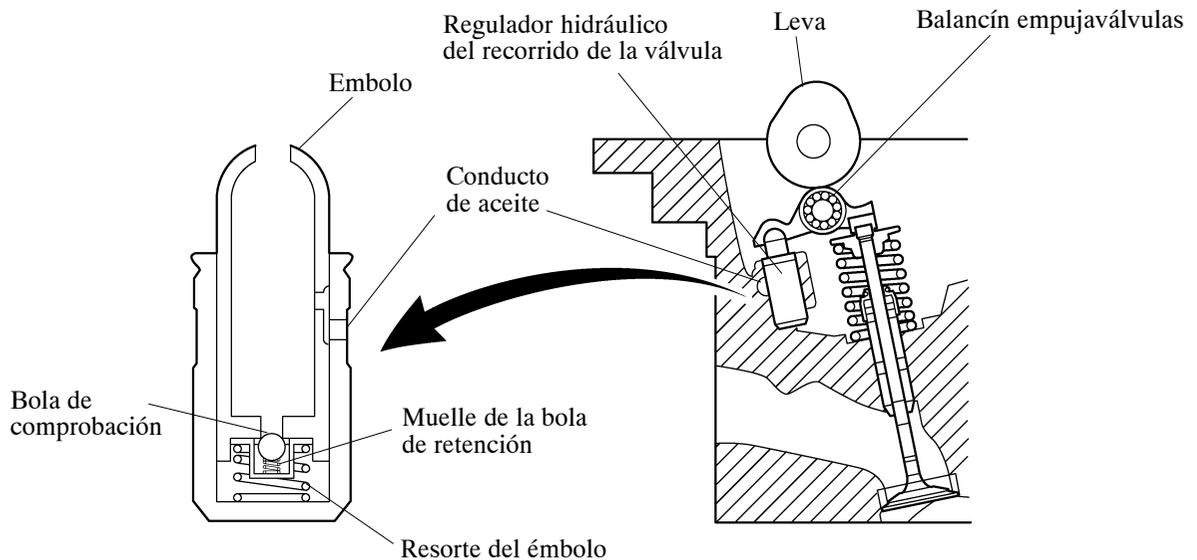
- Se ha incorporado un conducto de aceite en el árbol de levas de admisión para de esta manera posibilitar el suministro de aceite a presión al sistema VVT-i.
- Se ha instalado un controlador del sistema VVT-i delante del árbol de levas de admisión para variar el reglaje de las válvulas de admisión.



271EG18

Regulador hidráulico del recorrido

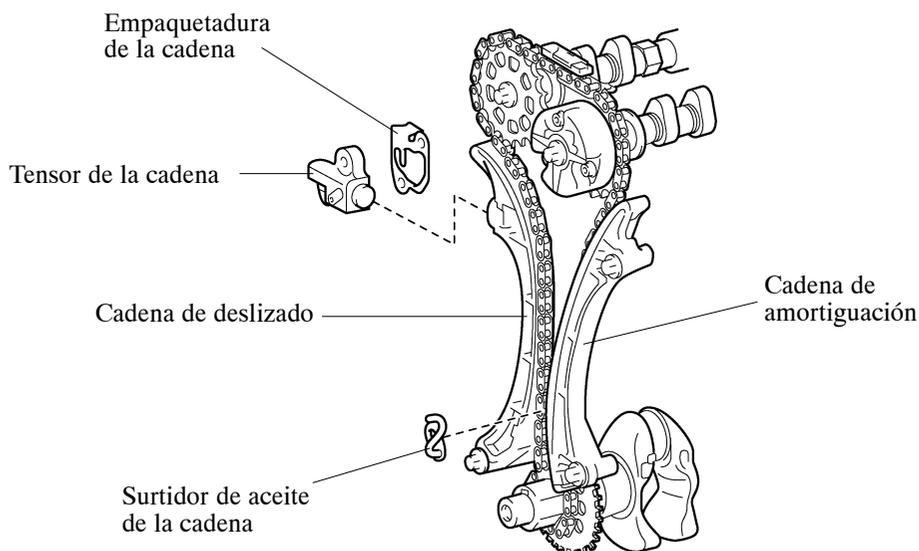
- El regulador del recorrido hidráulico que está ubicado en el punto de apoyo del balancín empujaválvulas está compuesto principalmente de un brazo móvil, un muelle resorte del brazo móvil, una bola tope y un muelle de la bola de retención.
- El aceite de motor que es suministrado por la culata de los cilindros y el muelle resorte accionan el regulador hidráulico del recorrido. La presión del aceite y la fuerza del muelle que actúan sobre el brazo móvil empujan el balancín empujaválvulas contra la leva para ajustar la holgura de la válvula creada durante la operación de apertura y cierre de la válvula. De esta manera se logra una mejora del nivel acústico del motor, consiguiendo ser más silencioso, y además se consigue que los ajustes de la holgura de la válvula sean innecesarios.



271EG19

Cadena de distribución y tensor de la cadena

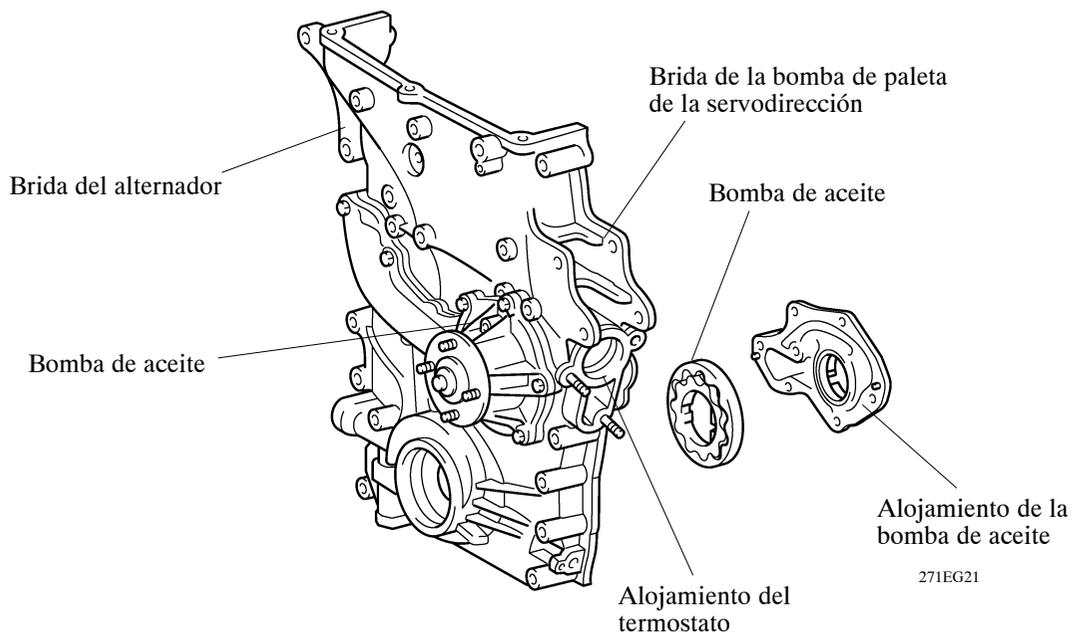
- Se ha adoptado una cadena de rodillos de alta resistencia con un paso de 9,525 mm, haciendo que el motor sea más compacto y obteniéndose una mayor fiabilidad de la cadena de distribución.
- El surtidor de aceite de la cadena de distribución lubrica la cadena de distribución.
- El tensor de la cadena utiliza un resorte y presión de aceite para mantener siempre la tensión de la cadena. El tensor de la cadena elimina el ruido producido por la cadena de distribución.



271EG20

Cubierta de la cadena de distribución

Los componentes indicados en la lista de abajo se han integrado en la cubierta de la cadena de distribución para reducir el número de los componentes (bomba de agua de la cámara de turbulencia, alojamiento del termostato, alojamiento de la bomba de aceite, soporte del alternador y soporte de la bomba de paletas de la servodirección).

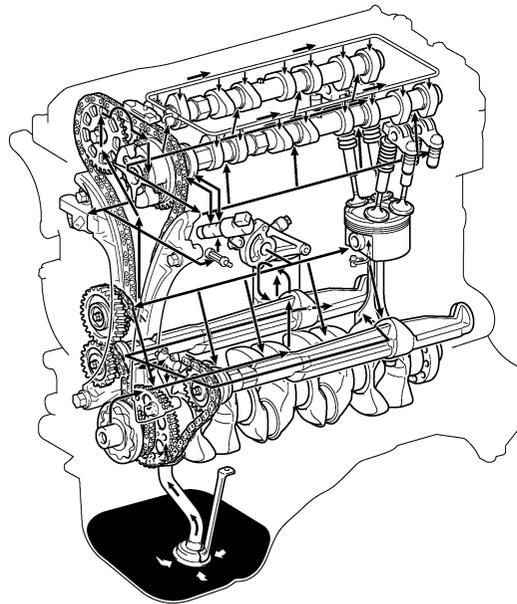


271EG21

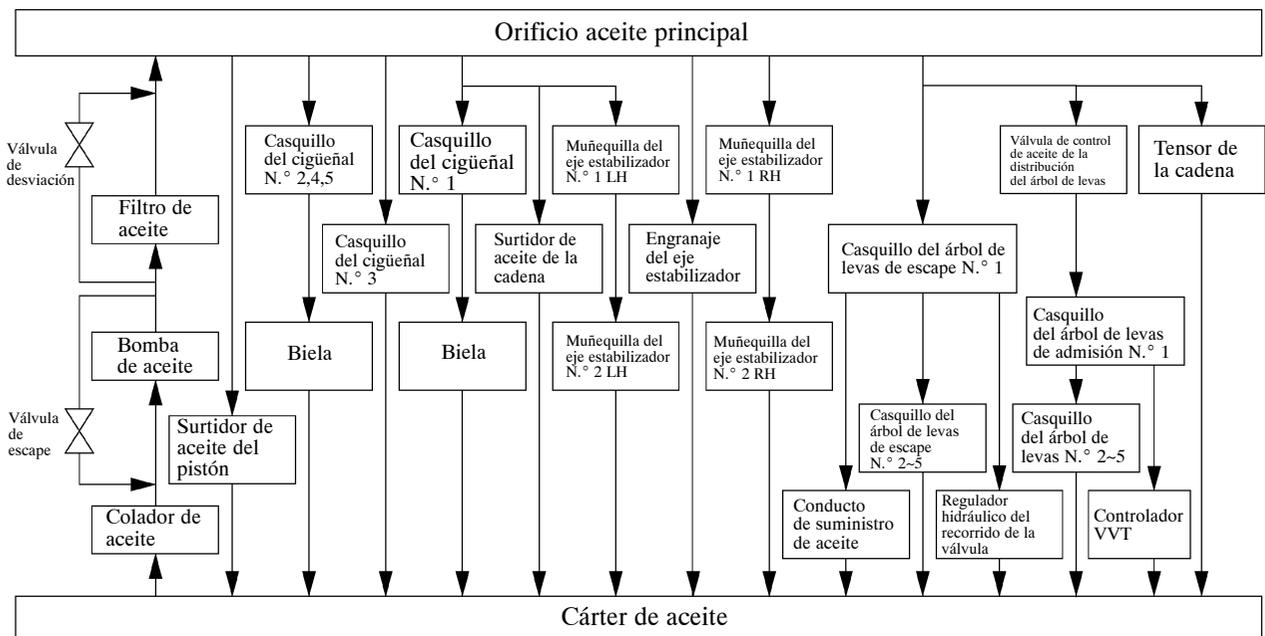
5. Sistema de lubricación

Descripción general

- El circuito de lubricación se ha presurizado totalmente y todo el aceite pasa a través de un filtro de aceite.
- El engranaje de tipo trocoide de la bomba de aceite es controlado directamente por el cigüeñal.
- La cámara del rotor de la bomba de aceite se ha sustituido en la cubierta de la cadena de distribución para simplificar la construcción y hacer que el motor sea más compacto.
- Se han incorporado unos chorros de lubricación de los pistones para lubricar y refrigerar los pistones y además un surtidor de chorro de aceite en la cadena de distribución para lubricar ésta.
- Se ha incorporado un conducto de suministro de aceite para proporcionar aceite de motor a las levas y al balancín empujaválvulas y de esta manera asegurar una óptima lubricación en todas las superficies deslizantes.



271EG66



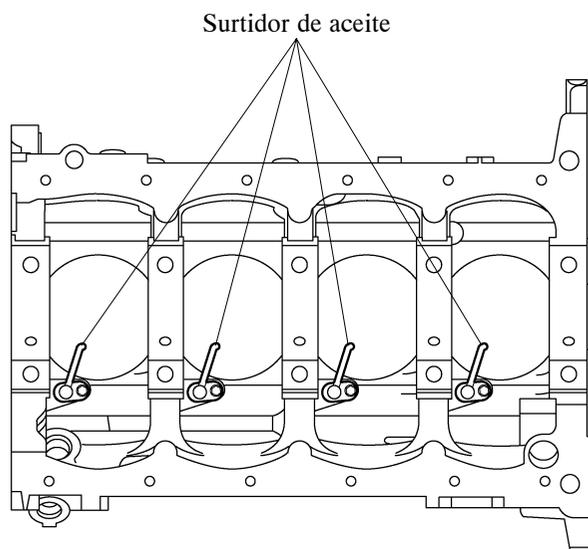
271EG96

► Capacidad de aceite ◀

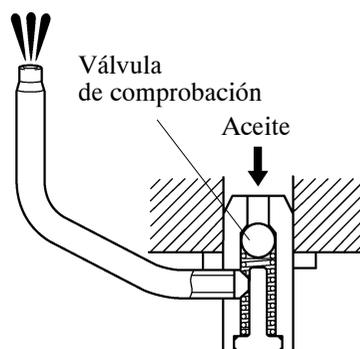
Seco	Litros	6,1
Con filtro de aceite	Litros	5,8
Sin filtro de aceite	Litros	5,1

Surtidor del pistón

- Se han incorporado unos surtidores a chorro de aceite de los pistones para el lubricado de los mismos en el bloque de los cilindros.
- Estos surtidores de chorro de aceite incorporan una válvula de retención para evitar la alimentación de aceite cuando el nivel de presión del aceite sea bajo. Esta medida previene que la presión general del aceite del motor se vea reducida considerablemente .



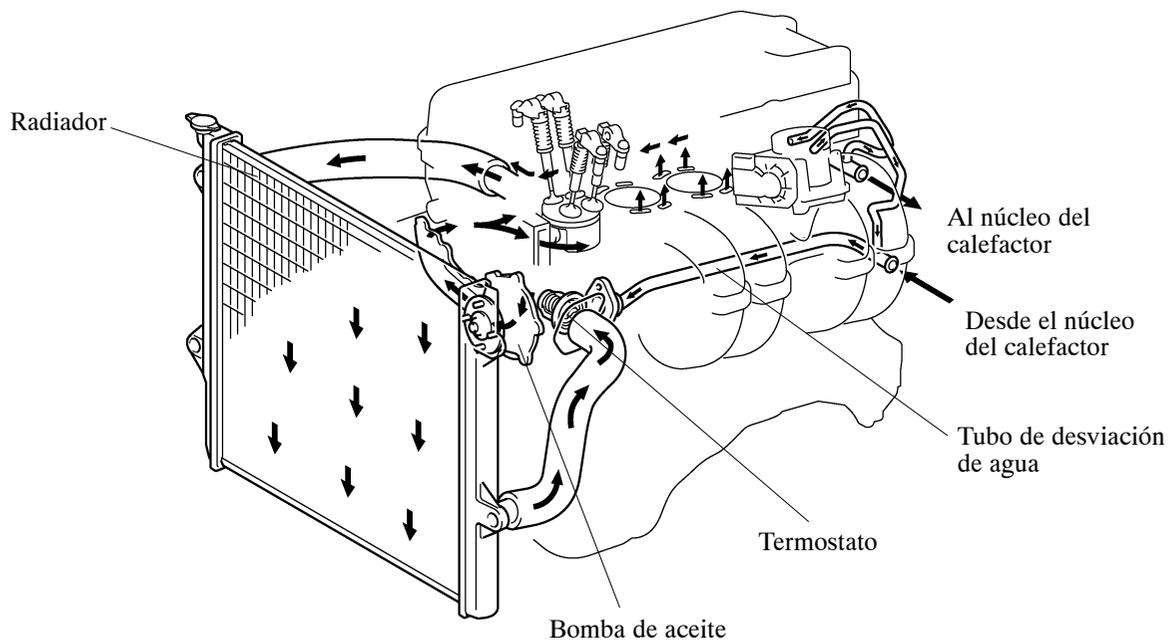
Vista lateral trasera



Sección transversal del surtidor de aceite

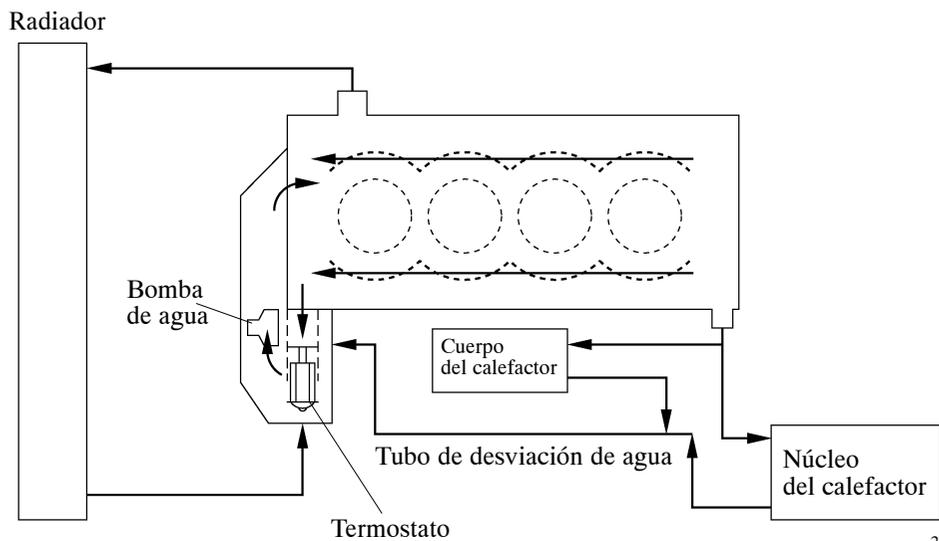
6. Sistema de enfriamiento

- El sistema de refrigeración utiliza un sistema de circulación forzada de la presión con un depósito de tipo aire libre.
- Se ha montado un termostato con válvula de desviación de aire, la cual ha sido ubicada en el alojamiento de entrada de agua para mantener una temperatura de distribución adecuada en el sistema de refrigeración.
- Se ha instalado una bomba de agua en la cámara de turbulencia y un alojamiento del termostato en la cubierta de la cadena de distribución para conseguir una más sencilla construcción y la compacidad del motor.
- Se utiliza un núcleo de aluminio en el radiador para lograr un peso ligero.
- El conducto de bifurcación de agua ha sido fabricado en material plástico para conseguir la reducción de su peso.
- Un ventilador de acoplamiento de control de temperatura en tres niveles controla la velocidad del ventilador para mejorar el rendimiento de la refrigeración y reducir el ruido producido por el ventilador.
- Se ha adoptado la utilización del TOYOTA genuine Super Long Life Coolant (SLLC) refrigerante de motor genuino de extralarga duración. Como consecuencia se ha conseguido que los intervalos de la necesarias tareas de mantenimiento se hayan alargado.



276PD09

► Diagrama del sistema ◀



276PD60

► Especificaciones ◀

Refrigerante del motor	Tipo		TOYOTA Genuine Super Long Life Coolant – refrigerante de extralarga duración genuino TOYOTA o un refrigerante de calidad similar, es decir un refrigerante de base etileno glicol sin silicatos, amino, nitratos y sin borato. Un refrigerante de larga duración que incorpora tecnología de ácido orgánico híbrido (El refrigerante de larga duración de tecnología de ácido orgánico híbrido es una combinación de ácidos orgánicos y de fosfato bajos.) No utilice sólo agua.	TOYOTA Genuine Long Life Coolant (LLC) – refrigerante de extralarga duración genuino Toyota o equivalente
	Color		Rosado	Rojo
	Capacidad litros	MT	8,3	←
		AT	8,1	←
	Intervalos de las labores de mantenimiento	Primera vez	160.000 km	Cada 40.000 km o 24 meses, lo primero que ocurra
Subsecuente		Cada 80.000 km		
Termostato	Temperatura de apertura	°C	80 - 84	←

- SLLC está premezclada (50 % refrigerante y 50 % agua desionizada), de manera que no es necesaria la disolución cuando se añade o sustituya en el vehículo.
- Si el LLC está mezclado con SLLC, deben someterse a los intervalos de LLC (cada 40.000 km o 24 meses).

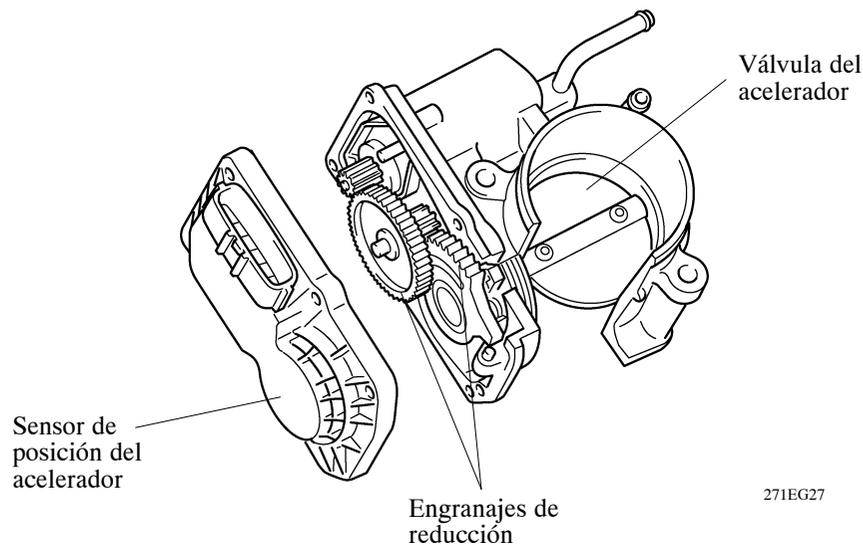
7. Sistema de admisión y de escape

Descripción general

- Se ha incorporado un múltiple de admisión fabricado en material plástico para conseguir la reducción del peso.
- Se usa el cuerpo del acelerador de tipo sin eslabón.
- Se utiliza un colector de escape y un tubo de escape fabricados en acero inoxidable, reduciéndose el peso y mejorando su resistencia a la corrosión.
- Se proporcionan los dos TWCs (Three-Way Catalytic Converters = Convertidor catalítico de tres vías) en el tubo de escape de todos los modelos con motor de gasolina sin plomo.
- Se ha adoptado un sistema ETCS-i (Electronic Throttle Control System-intelligent = Sistema inteligente de control electrónico de la aceleración) para conseguir un excelente control de la aceleración en todas las circunstancias de conducción. Para obtener mayor información sobre el sistema de control ETCS-i, vea la [página 139](#).
- También se ha adoptado un sistema de inyección de aire en los modelos de gasolina sin plomo para asegurar un calentamiento apropiado del TWC cuando se arranca el motor en frío. Para obtener mayor información sobre el control del sistema de inyección de aire, vea la [página 48](#).

Cuerpo del acelerador

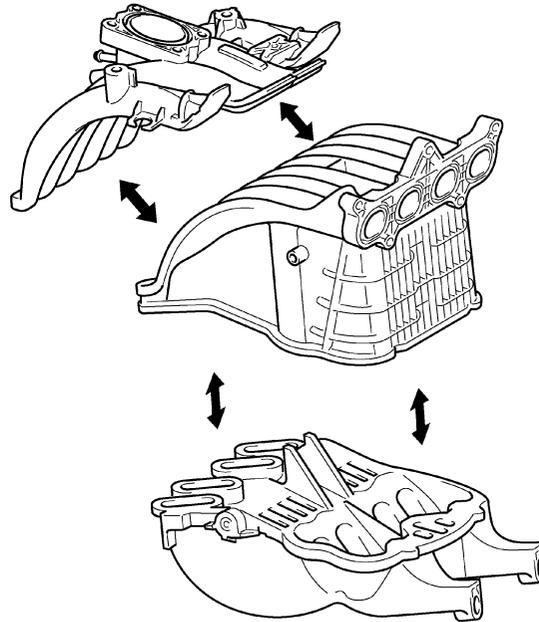
- Se usa un moto DC con una excelente respuesta y un consumo mínimo para el motor control de la aceleración. La ECU del motor controla la relación de trabajo de la dirección y del amperaje de la corriente que fluye hacia el motor de control de la aceleración para regular el ángulo de apertura de la válvula de mariposa.
- Se ha instalado un cuerpo del acelerador tipo sin articulación, éste proporciona un excelente control de la aceleración.



271EG27

Múltiple de admisión

- El colector de admisión ha sido fabricado en materiales plásticos para reducir el peso y el volumen calorífico transmitido por la culata de los cilindros. Como resultado, se ha hecho posible la reducción de la temperatura de aire de admisión y se ha mejorado la eficacia volumétrica de admisión.
- El colector de admisión consiste de tres partes, las cuales están integradas mediante soldado de vibración.



271EG28

— REFERENCIA —

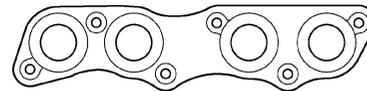
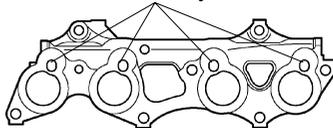
Soldadura por vibración:

La soldadura por vibración es un tipo de soldadura por fricción. En este proceso, una parte del trabajo a ser soldado permanece estacionario mientras al otro componente se le aplica una vibración y presión determinadas. De esta manera se consigue la unión e integración de las dos superficies quedando éstas soldadas. Este método crea una unión más fuerte que otros métodos de soldadura, como por ejemplo los métodos que utilizan la unión o soldado mediante productos adhesivos.

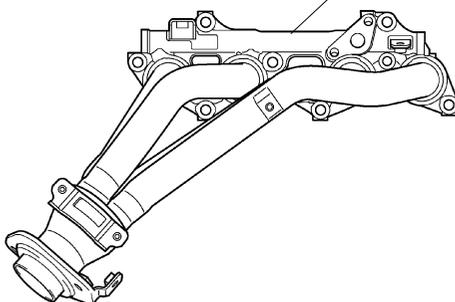
Colector de escape

- Se ha incorporado un tubo de escape de acero inoxidable para reducir el peso.
- Un conducto de inyección de aire que dirige el aire desde la bomba de aire eléctrica al orificio de inyección de aire en la culata de los cilindros ha sido instalada en los modelos que incorporan el sistema de inyección de aire.

Orificio de inyección de aire

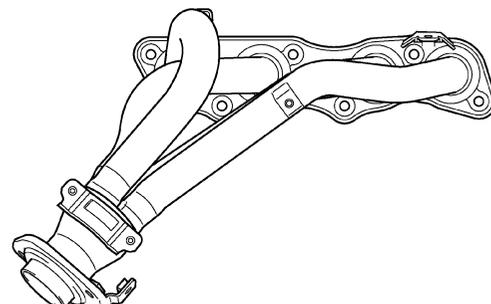


Tubo de inyección de aire



con sistema de inyección de aire
(Modelo de gasolina sin plomo)

276PD10

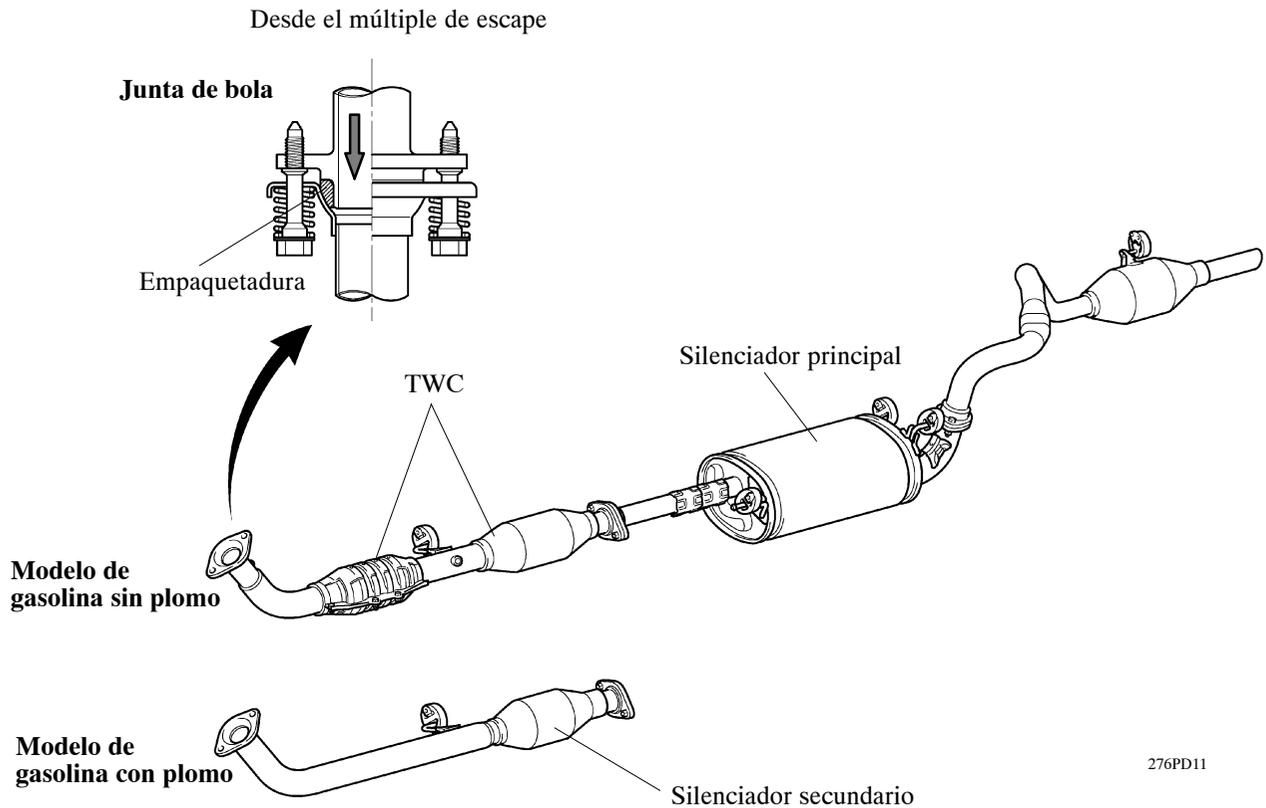


sin sistema de inyección de aire
(Modelo de gasolina con plomo)

271EG30

Tubo de escape

- Dos TWCs de tipo cerámico se han suministrado en el tubo de escape de los modelos de motores que utilizan gasolina sin plomo. Las prestaciones de las emisiones de escape del motor se han mejorado gracias a estos TWCs. En los motores de los modelos que utilizan gasolinas con contenido de plomo, se ha montado un silenciador secundario en lugar de TWC.
- El tubo de escape fabricado de acero inoxidable reduce el peso del mismo y obtiene una óptima resistencia contra la corrosión.
- Se ha utilizado una rótula para unir el tubo delantero de escape y el colector de escape. Consiguiéndose una simple y eficaz construcción, reduciéndose las vibraciones y consiguiéndose una mayor fiabilidad.

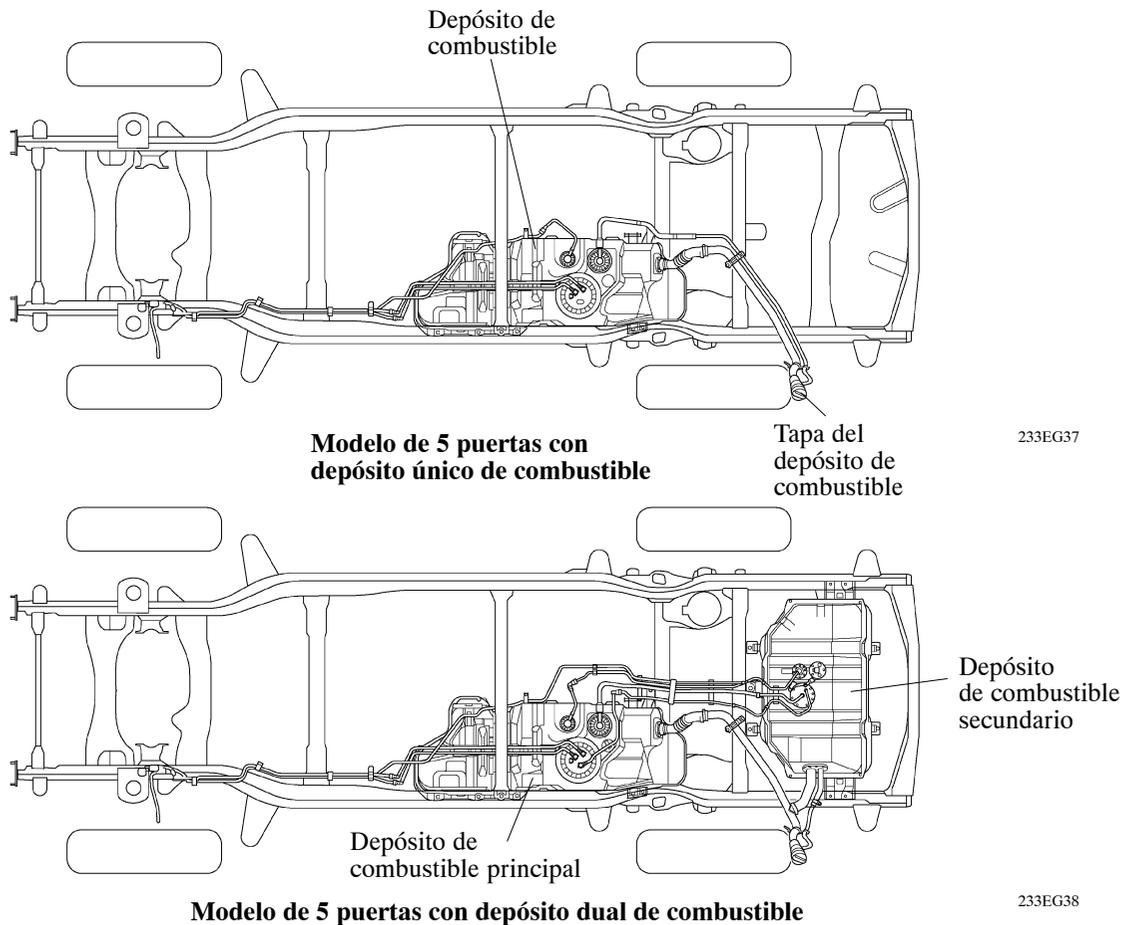


276PD11

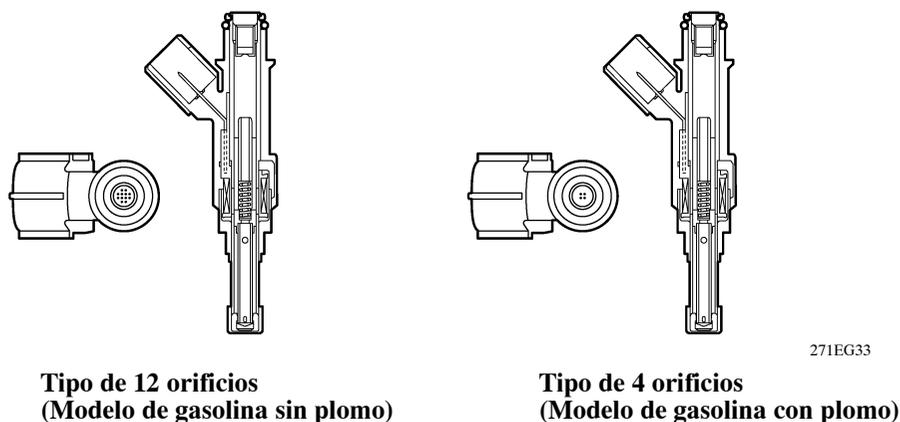
8. Sistema de combustible

Descripción general

- El inyector ha sido diseñado en forma de larga tobera. Esta característica del inyector acorta la distancia entre el inyector y la válvula de admisión, lo cual previene que el combustible se adhiera en las paredes del puerto de admisión y las emisiones atmosféricas de escape se ven reducidas. Dependiendo del tipo de combustible que se utilice, se han incorporado inyectores diferentes. Utilizándose inyectores de 4 orificios en los modelos de gasolina con plomo y de 12 orificios para los modelos de gasolina sin plomo.
- Se ha adoptado la utilización de un depósito de combustible de material plástico multilaminado.
- También se ha incorporado una bomba de combustible de modulo de alta ligereza y compactibilidad con un medidor del transmisor de combustible.
- Se ha utilizado un conector rápido del tubo de escape con la mangueta del combustible para conseguir una máxima serviciabilidad.

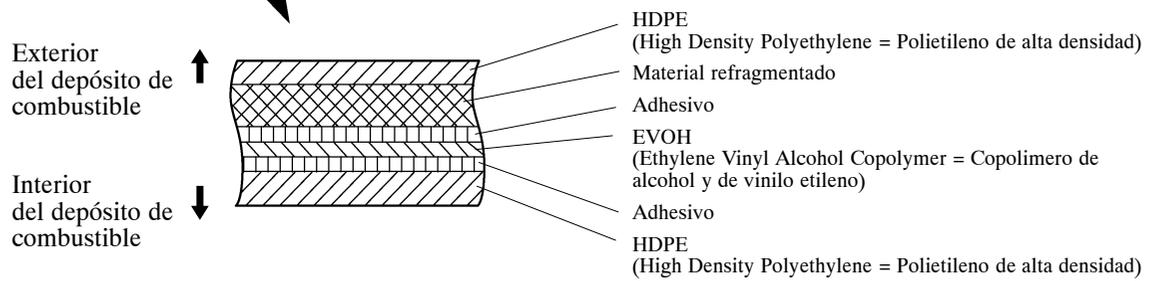
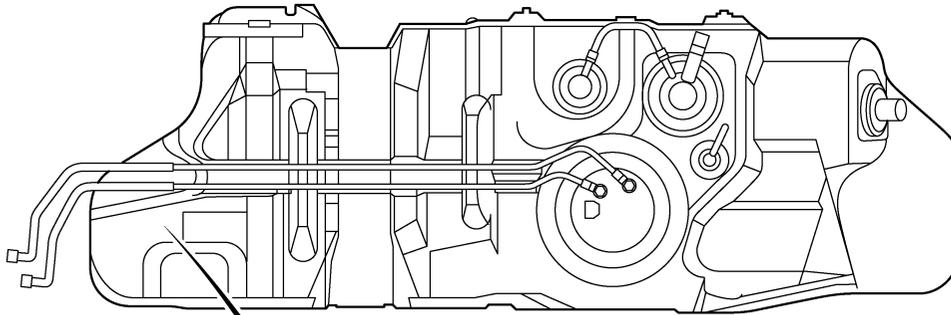


► Inyector ◀



Depósito de combustible

El depósito de combustible fabricado de materiales plásticos multilaminados consiste de seis capas o láminas de cuatro diferentes tipos de materiales.

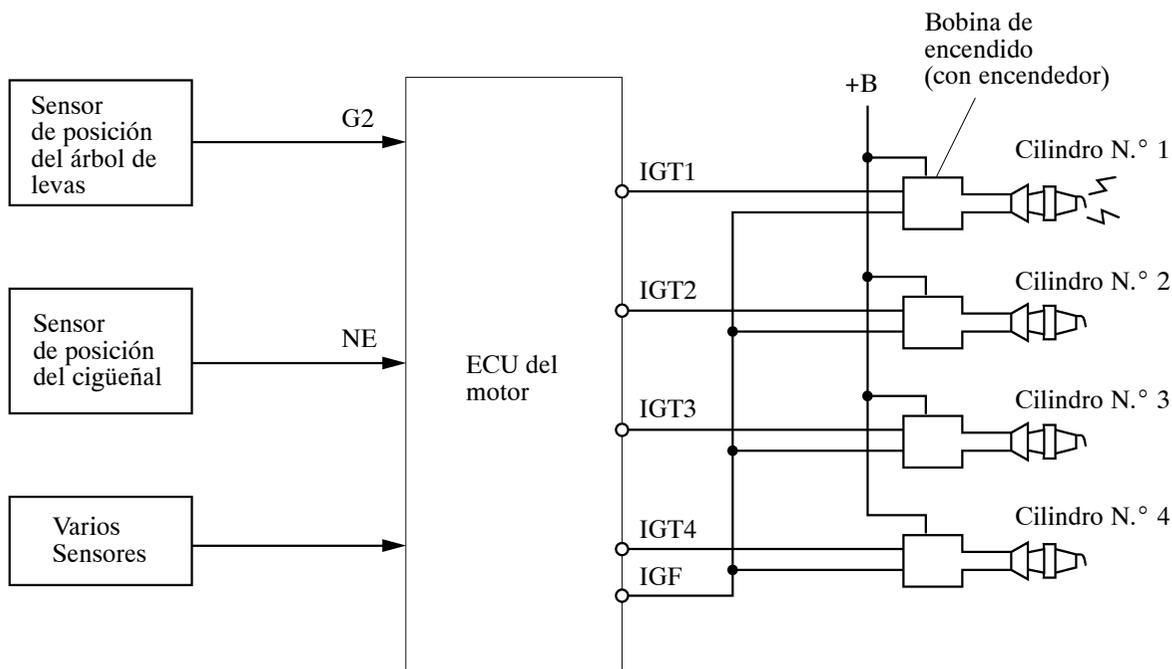


233EG72

9. Sistema de encendido

Descripción general

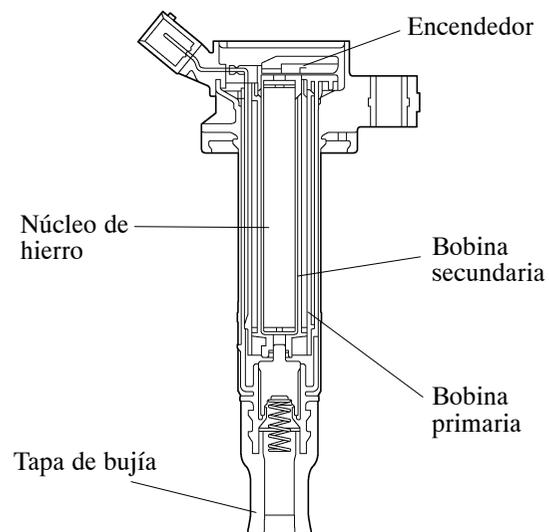
Se usa una DIS (Direct Ignition System = Sistema de encendido directo). Este DIS mejora la exactitud del encendido, reduce la pérdida significativa de la tensión y optimiza la fiabilidad general del sistema de encendido gracias a la eliminación del distribuidor. El DIS en el motor es un sistema independiente de encendido, el cual incorpora una bobina de encendido en cada cilindro.



165EG25

Bobina de encendido

El DIS dispone de 4 bobinas de ignición, una para cada cilindro. Las conexiones de las bujías de incandescencia que producen el contacto de las bujías están integradas en la bobina de encendido. Además, el encendedor ha sido encapsulado para simplificar el sistema.

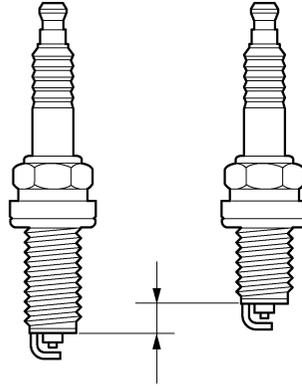


Sección transversal de la bobina de encendido

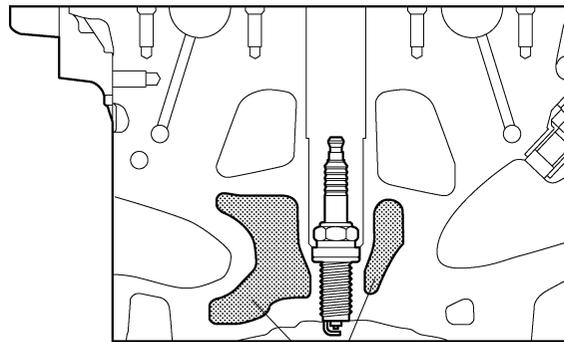
271EG35

Bujía

Se han incorporado bujías de incandescencia tipo de gran alcance. Ese tipo de bujías permiten que el área de la culata de los cilindros donde se montan las bujías pueda tener mayor grosor. Con lo cual se consigue que la cámara de agua pueda ampliarse hasta la proximidad de la cámara de combustión, lo que contribuye a las prestaciones mejoradas de la refrigeración.



Tipo de largo alcance Tipo convencional



Camisa de refrigeración

271EG36

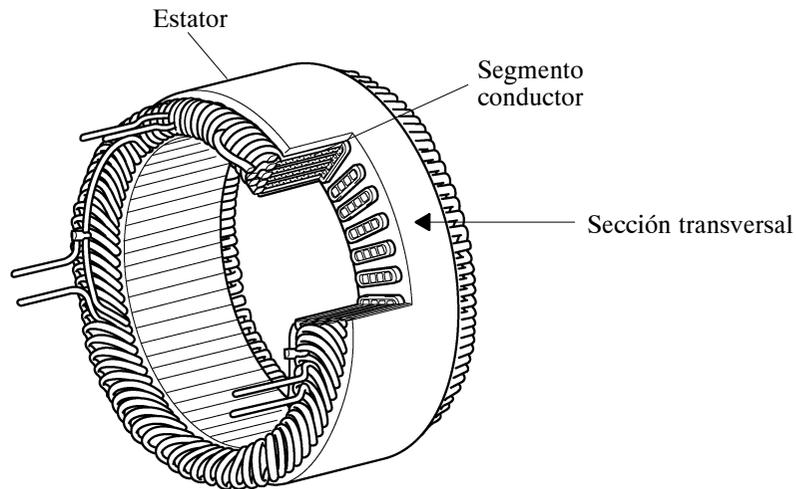
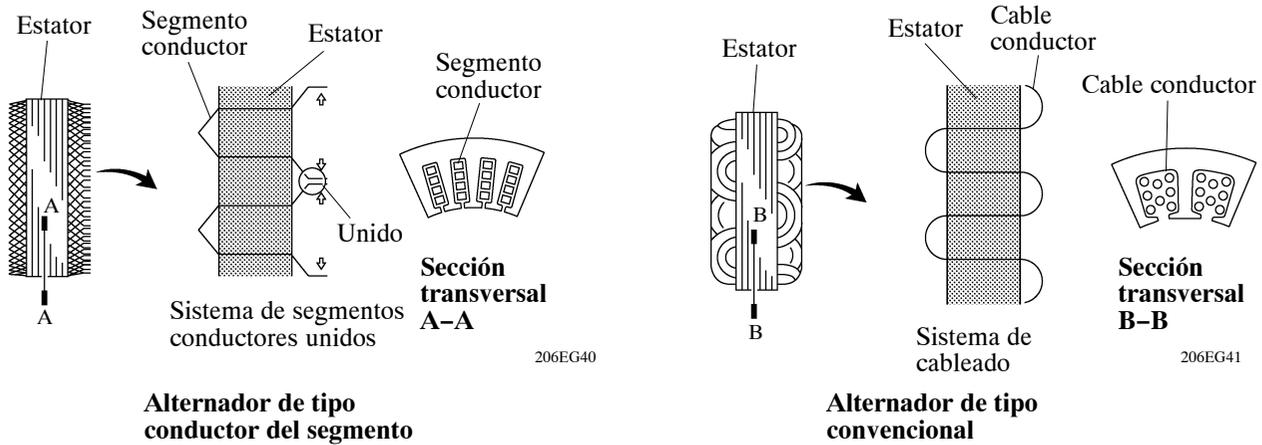
► **Especificaciones** ◀

Modelo con motor de gasolina sin plomo	DENSO	SK20HR11
	NGK	ILFR6C11
Modelo con motor de gasolina con plomo	DENSO	K20HR-U11
	NGK	LFR6C11
Holgura de la bujía		1,1 mm

10. Sistema de carga

Alternador

- Un alternador de segmento conductor compacto y ligero, el cual genera una salida de gran amperaje de manera perfectamente eficiente se ha adoptado como componente estándar.
- Este alternador dispone de sistema de unión de segmentos conductores, en el cual se produce la unión de segmentos conductores múltiples para formar el estator. Comparándolo con un sistema de cableado estándar, se reduce la resistencia eléctrica debido a la forma de los segmentos conductores, y su disposición ayuda a hacer que el alternador sea más compacto.



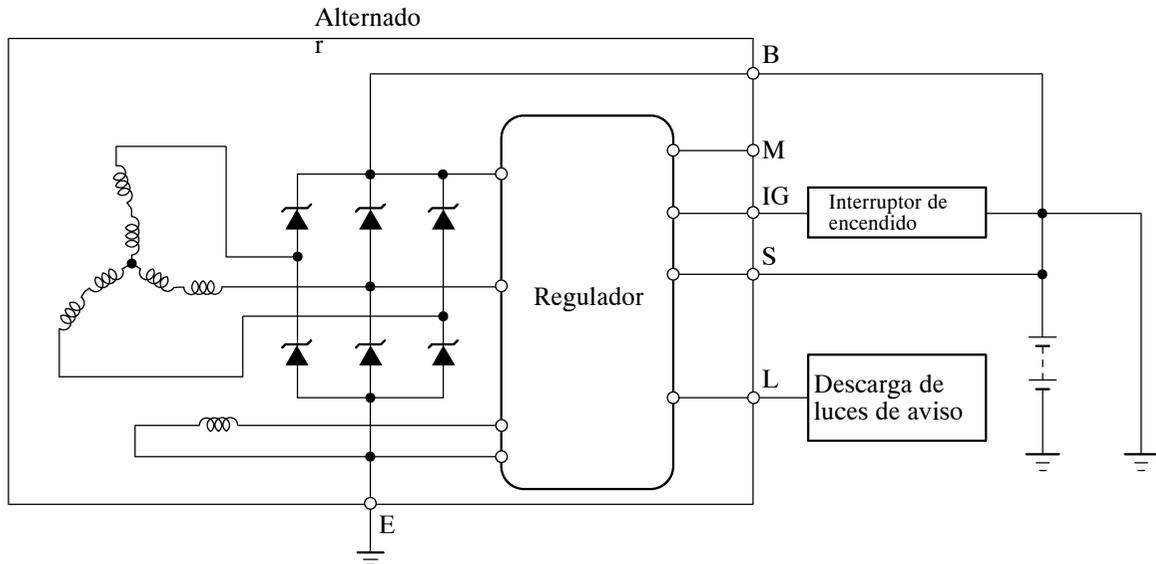
206EG42

Estator de segmentos conductores tipo alternador

► Especificaciones ◀

Tipo	SE08
Voltaje determinado	12 V
Potencia nominal	80A
Velocidad inicial de salida inicial	1.250 rpm Max.

► Diagrama de conexiones eléctricas ◀



271EG37

Observaciones para las labores de servicio

Aunque el circuito de carga de un alternador convencional es supervisado a través de una terminal F, este control no puede realizarse en el alternador de tipo de segmentos conductores mediante la utilización de la terminal F debido a que se ha eliminado este terminal. Para más detalles, consulte el suplemento del manual de reparaciones de Land Cruiser/ Land Cruiser Prado (Pub. N.º RM1151S).

11. Sistema de arranque

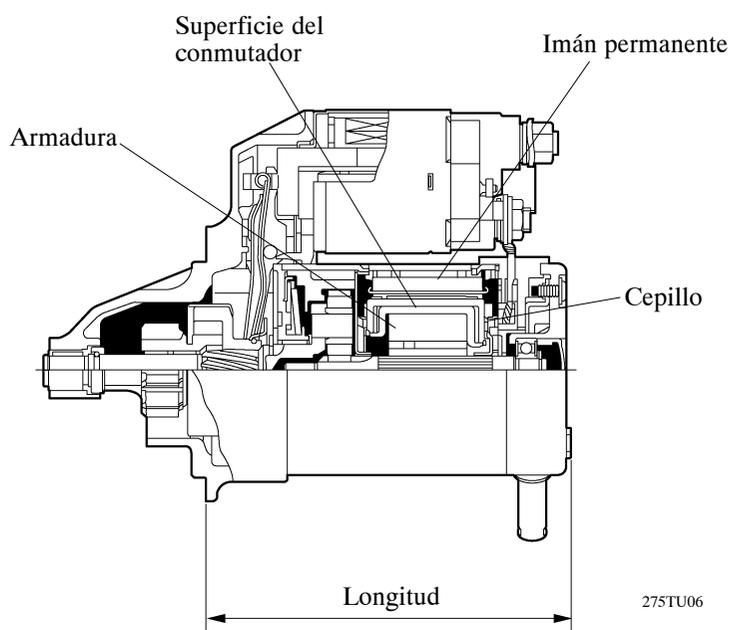
Descripción general

Se ha adoptado un mecanismo de arranque que utiliza un compacto y ligero PS (Planetary reduction-Segment conductor motor = Motor conductor de reducción del segmento planetario).

Mecanismo de arranque PS (Planetary reduction-Segment conductor motor = Motor conductor de reducción del segmento planetario)

1) Descripción general

- Debido a que este mecanismo de arranque tipo PS incorpora una armadura, la cual usa conductores rectangulares, y su superficie funciona como si se tratase de un conmutador, se ha logrado mejorar tanto sus par de salida como su longitud total.
- En lugar de la bobina de campo utilizada en el mecanismo convencional de arranque, el mecanismo de arranque tipo PS utiliza dos imanes constantes: imanes principales e imanes interpolares. Los imanes principales e interpolares han sido dispuestos eficientemente para incrementar el flujo magnético y acortar la longitud de la culata.



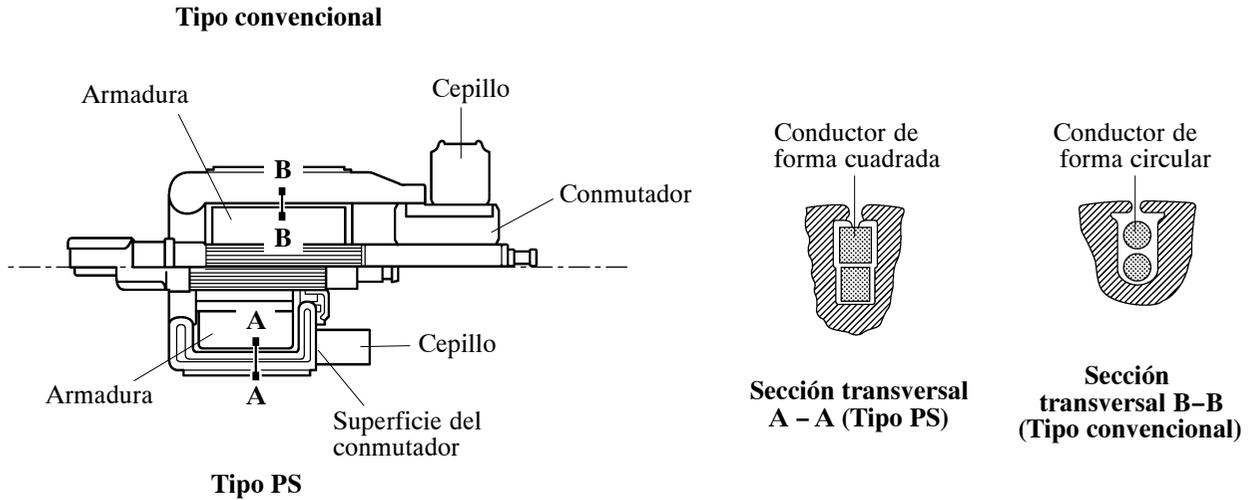
► Especificaciones ◀

Tipo de encendedor	PS1.6 (tipo PS)	
Suministrador	DENSO	
Salida nominal	1,6 kW	
Voltaje nominal	12 V	
Longitud*	mm	128,6
Peso	g	2.800
Rotación de dirección*	Sentido de las agujas del reloj	

*: Vista desde el lado de piñón

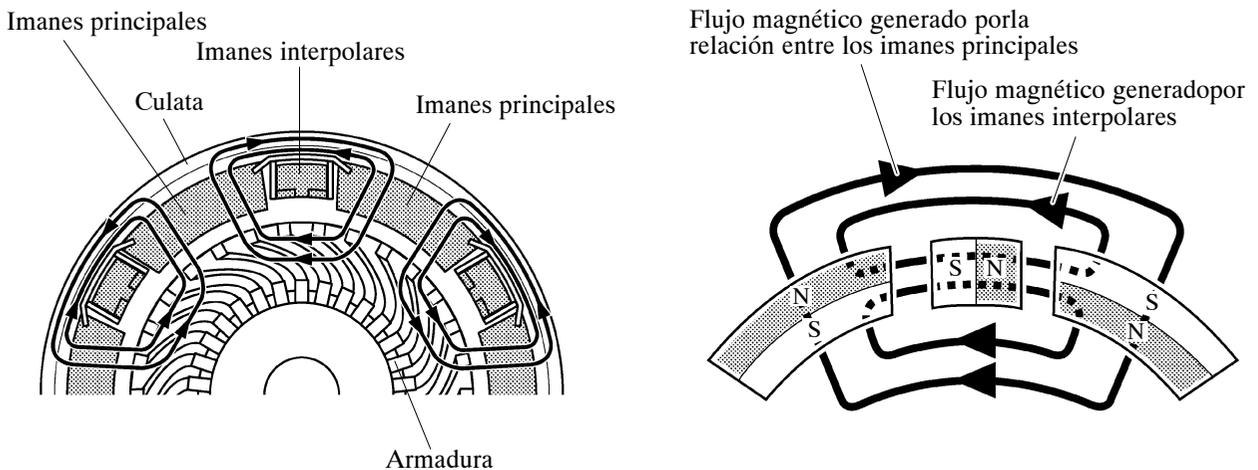
2) Construcción

- En vez de diseñar la bobina de la armadura con un tipo convencional de cableado conductor en forma circular, el mecanismo de arranque tipo PS utiliza conductores de forma cuadrada. Este tipo nuevo de construcción permite obtener las mismas prestaciones conseguidas mediante los numerosos conductores rebobinados circularmente pero sin incrementar su masa. Como resultado se ha conseguido incrementar el par del motor de salida, y gracias a la armadura de la bobina se ha conseguido que sea más compacto.
- Gracias a que la superficie cuadrada del conductor en la armadura de la bobina funciona como si fuese un conmutador, la longitud total del mecanismo de arranque tipo PS se ha reducido.



206EG20

- En vez de las bobinas de campo usadas en los mecanismos de arranque de tipo convencional, el mecanismo de arranque de tipo PS incorpora dos imanes permanentes: imanes principales e imanes interpolares. Los imanes principales e interpolares están dispuestos de forma alternada en el interior de la culata, permitiendo el flujo magnético que se genera entre los imanes principal e interpolar para añadir el flujo magnético que es generado por los imanes principales. Además de incrementarse el volumen de flujo magnético, esta construcción reduce la longitud total de la culata.

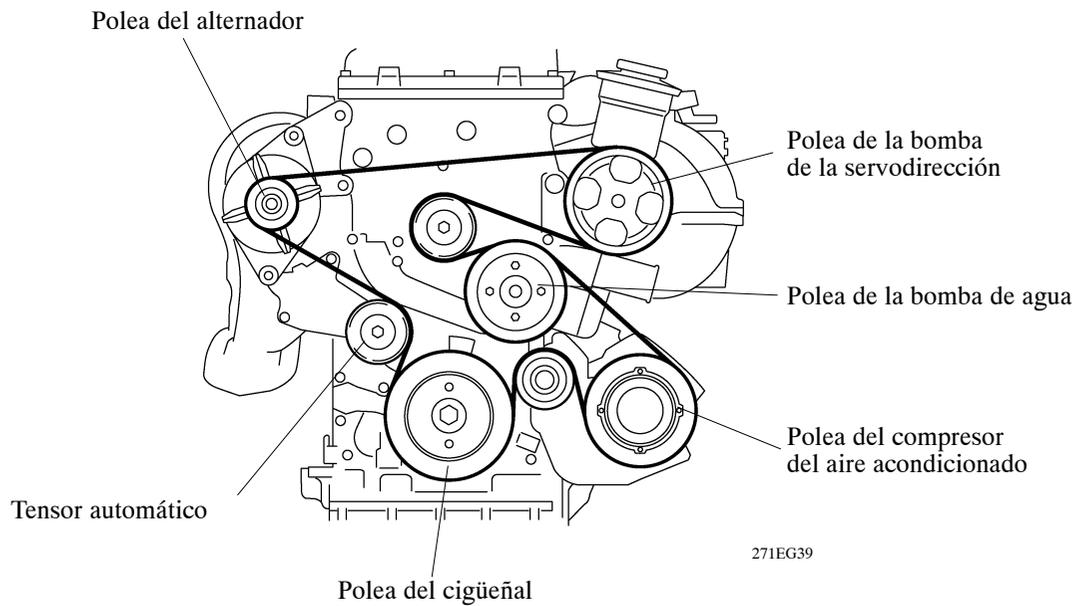


Sección transversal de la culata

222EG15

12. Sistema de transmisión de la correa ondulada

- Los componentes accesorios están impulsados mediante una correa ondulada que consiste en una correa en V. Esta reduce la longitud total del motor, su peso y el número de componentes del motor.
- El tensador automático elimina la necesidad de ajustes de tensión de la correa.



13. Sistema de control del motor

Descripción general

El sistema de control del motor 2TR-FE dispone de los siguientes sistemas.

Sistema	Descripción general	2TR-FE (sin plomo)	2TR-FE (con plomo)
EFI (Electric Fuel Injection = Inyección de combustible eléctrico)	<ul style="list-style-type: none"> El sistema EFI tipo L detecta directamente la admisión de la masa del aire mediante un medidor de flujo de aire tipo cable caliente. El sistema de inyección de combustible es un sistema de inyección de combustible secuencial multipuerto. El inyector de combustible puede operar de dos formas: Inyección sincronizada. Este tipo de inyección tiene lugar al unísono con la duración básica del inyector y proporciona una corrección adicional basándose en las señales suministradas por los sensores. Inyección no sincronizada. Este tipo de inyección del combustible tiene lugar cuando las señales proporcionadas por los sensores son detectadas, independientemente de la posición del cigüeñal. La inyección sincronizada está a su vez dividida en un grupo de inyecciones durante el arranque en frío, y realiza la inyección independiente después de haber puesto en funcionamiento el motor. 	○	○
ESA (Electric Spark Advance = Avance del la chispa eléctrica)	<ul style="list-style-type: none"> La regulación del encendido viene determinada por la ECU del motor; para ello la ECU se basa en las señales recibidas desde diferentes sensores. La ECU del motor corrige la regulación del encendido en respuesta a las detonaciones del motor. Este sistema selecciona el tiempo óptimo del encendido de acuerdo con las señales recibidas desde los sensores y envía la señal de ignición (IGT) al encendedor. 	○	○
ETCS-i (Electronic Throttle Control System-intelligent = Sistema de control del regulador electrónico inteligente [Vea la página 39])	Controla óptimamente la apertura de la válvula del acelerador de acuerdo con el volumen de presión del pedal acelerador y con la condición del motor del vehículo.	○	○
VVT-i (Variable Valve Timing-intelligent = Distribución de válvulas variable inteligente [Vea la página 44])	Controla la admisión del árbol de levas logrando una óptima distribución de la válvula de admisión para conseguir la distribución apropiada en respuesta a las condiciones de motor.	○	○
Control de sistema de inyección de aire [Vea la página 48]	La ECU del motor controla cuando se produce la inyección de aire, basándose en las señales del sensor del medidor del flujo de aire y de la temperatura del agua.	○	—
Control de la bomba de combustible [Vea la página 53]	<p>La velocidad de la bomba del combustible es controlada por el relé de esta bomba y mediante el resistor de la misma bomba.</p> <p>Se ha adoptado el control del corte del combustible para detener la bomba del combustible cuando se haya eyectado el cojín de aire durante una colisión frontal o lateral.</p>	○	○
Sensor de la relación de aire-combustible, Control del calefactor del sensor de oxígeno	Mantiene la temperatura del sensor de la relación aire-combustible o sensor de oxígeno a un nivel apropiado para incrementar la precisión en la detección de la concentración de oxígeno de los gases de escape.	○	—

*: para los modelos con sistema de cojín de aire SRS

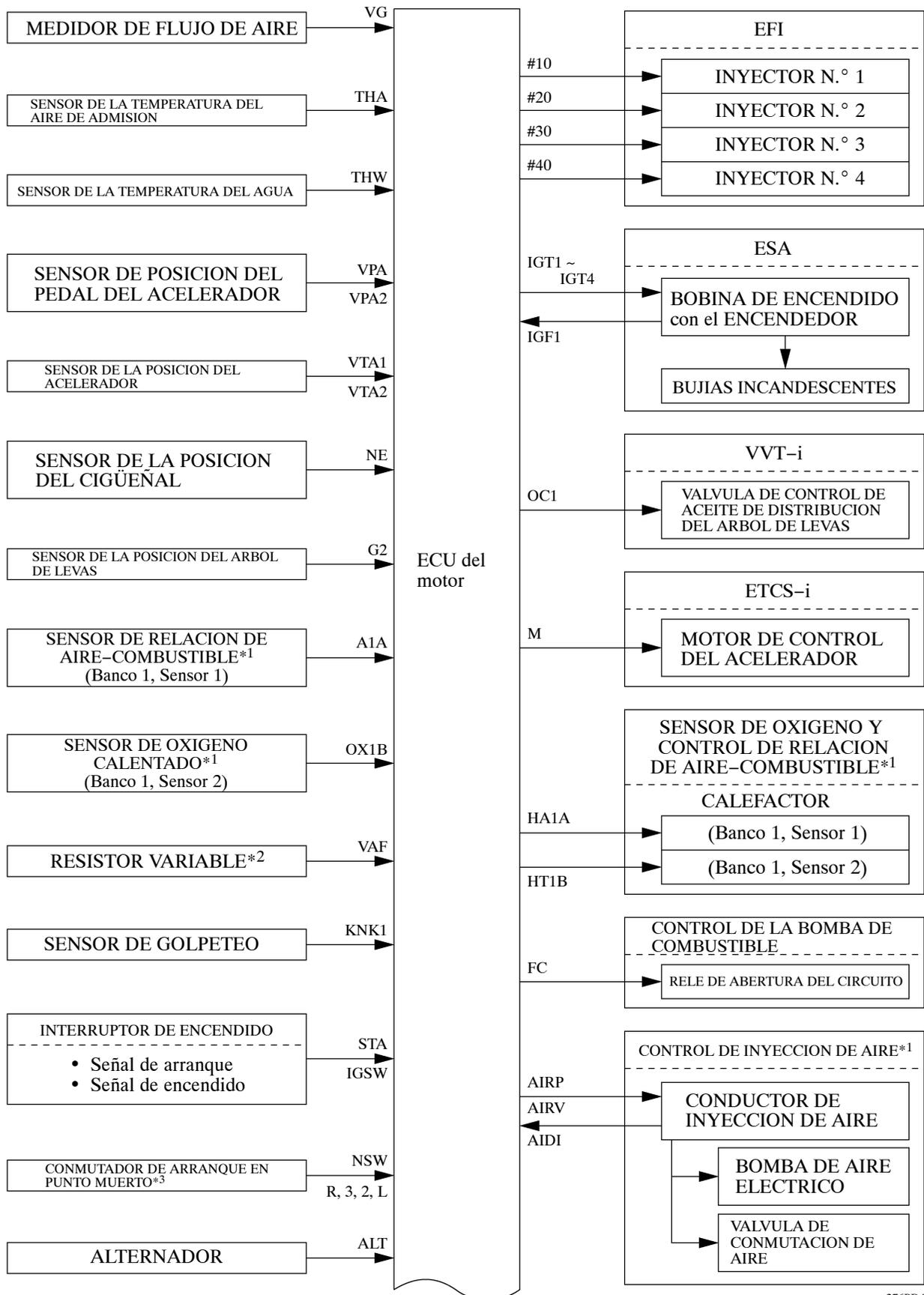
(Continuación)

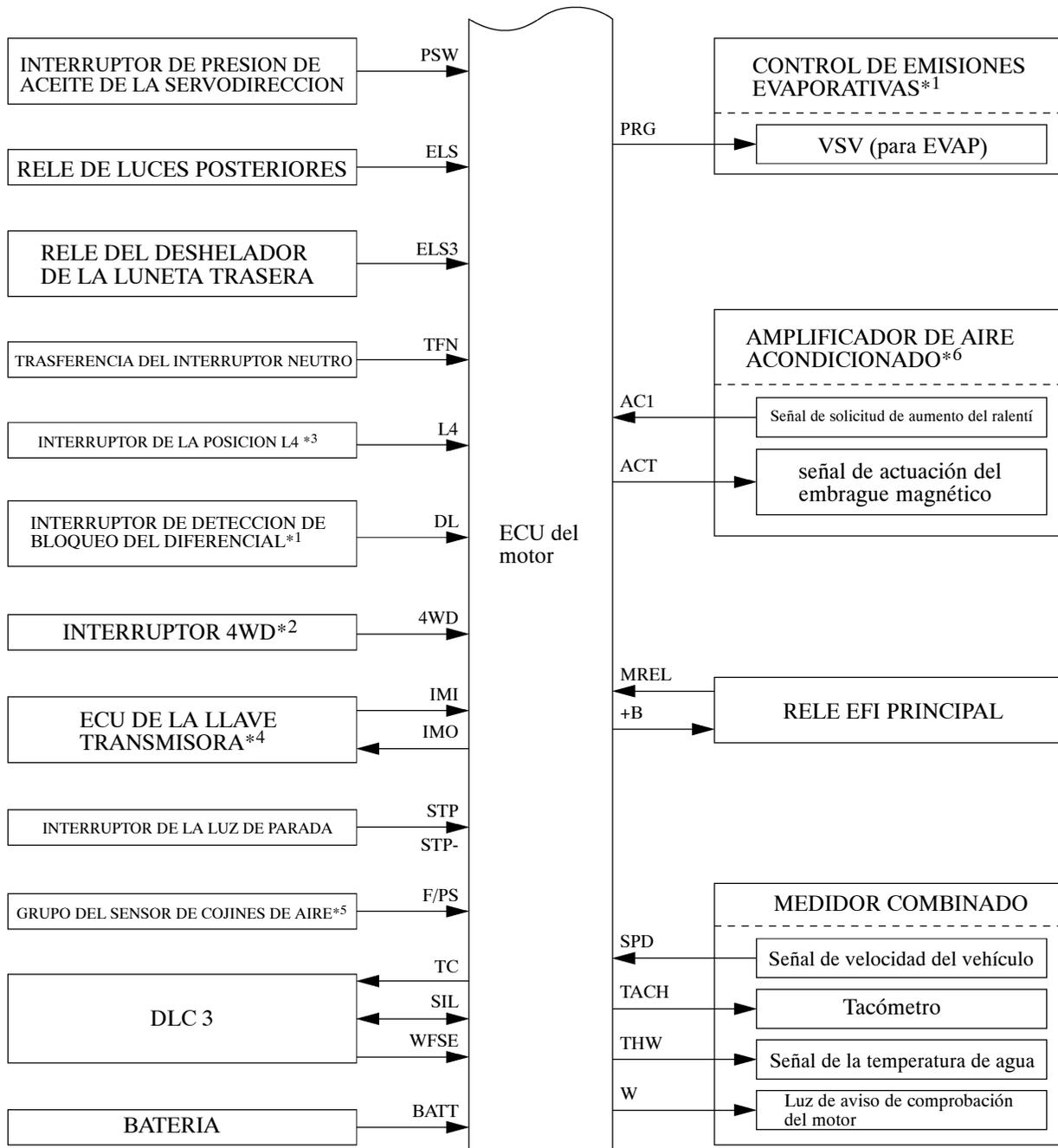
Sistema	Descripción general	2TR-FE (sin plomo)	2TR-FE (con plomo)
Control de corte del acondicionador de aire*	Activando y desactivando el compresor del aire acondicionado (en ON y en OFF) de acuerdo con la condición del motor se consigue una conducción adecuada.	○	○
Control de emisiones evaporativas	La ECU del motor controla el flujo de purga de las emisiones evaporativas (HC) en el recipiente de carbonilla de acuerdo con las condiciones del motor.	○	—
Inmovilizador del motor	Prohíbe tanto el suministro de combustible como el encendido si se produce un intento de puesta en funcionamiento de motor con una llave de encendido que no se valida.	○	—
	El código de identificación ID incorporado en la ECU de la llave transmisora está comparado con la de la llave del encendido.	○	—
Diagnóstico [Vea la página 54]	Cuando la ECU del motor detecta una anomalía o funcionamiento incorrecto, la ECU del motor diagnostica y memoriza la sección que haya sufrido la anomalía.	○	○
Seguridad doble [Vea la página 54]	Cuando la ECU del motor detecta un funcionamiento incorrecto, la ECU del motor se detiene o supervisa el motor de acuerdo con los datos que ya están almacenados en la memoria.	○	○

*: para los modelos con aire acondicionado

Construcción

La configuración del sistema de control del motor 2TR-FE viene indicada en la siguiente tabla gráfica.

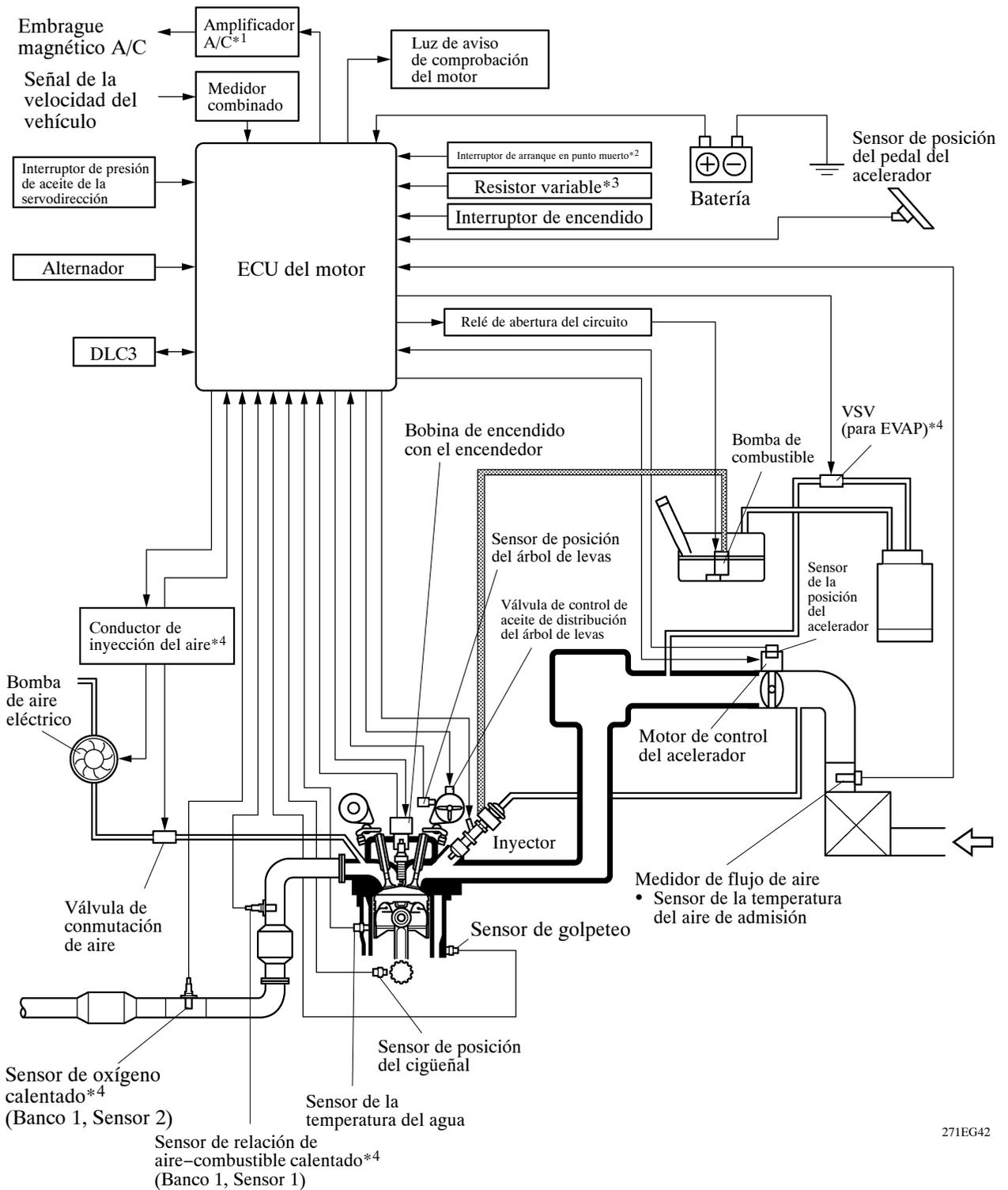




276PD41

- *1: para modelos con motor de gasolina sin plomo
- *2: para modelos con motor de gasolina con plomo
- *3: para modelos con transmisión automática
- *4: para modelos con inmovilizador del motor
- *5: para modelos con sistema de cojín de aire SRS
- *6: para modelos con aire acondicionado

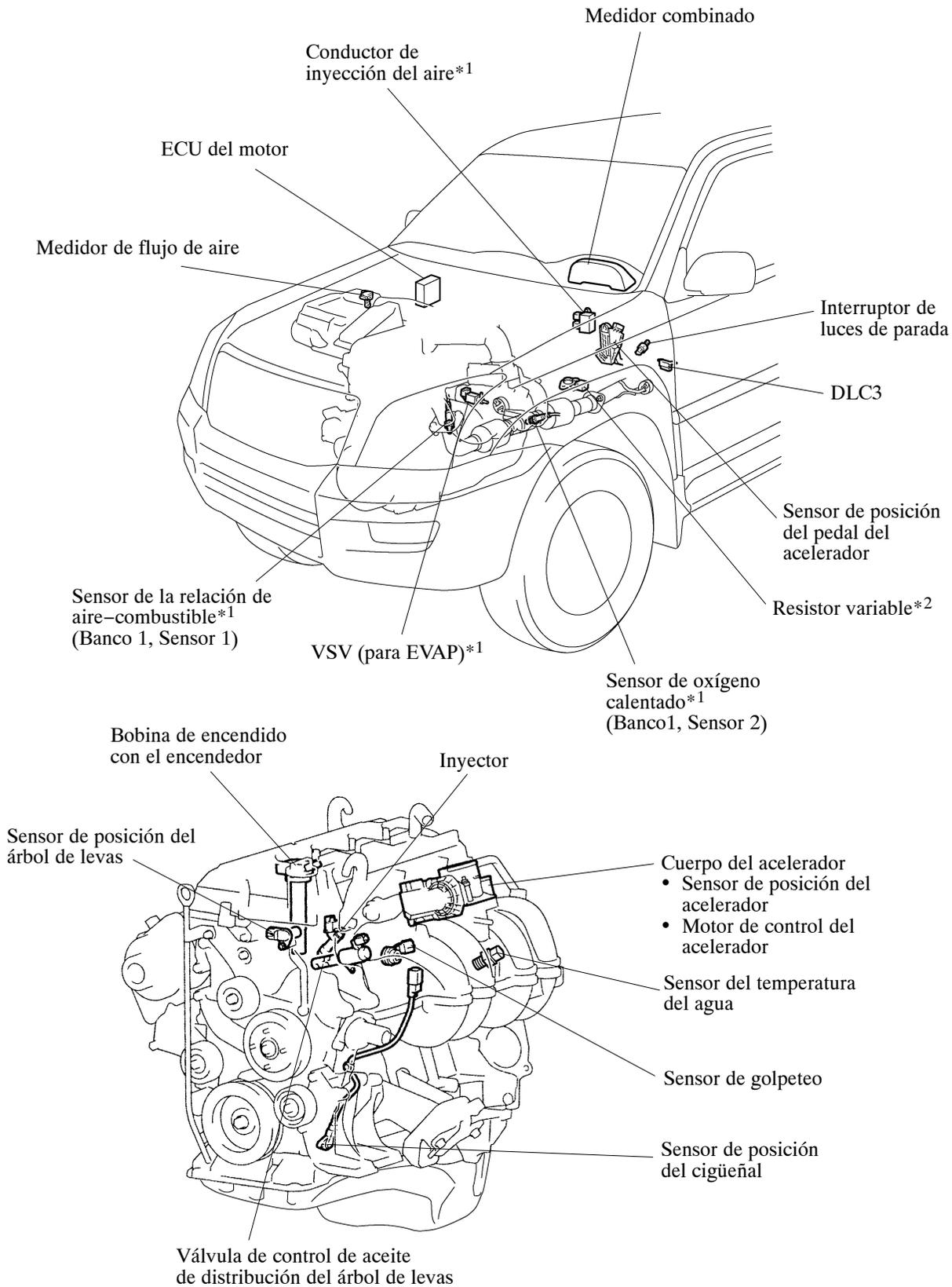
Diagrama del sistema de control del motor



5

*1: para modelos con aire acondicionado
 *2: para modelos con transmisión automática
 *3: para modelos con motor de gasolina con plomo
 *4: para modelos con motor de gasolina sin plomo

Disposición de componentes principales



*1: para modelos con motor de gasolina sin plomo
 *2: para modelos con motor de gasolina con plomo

Componentes principales del sistema de control del motor

1) Descripción general

Los principales componentes del sistema de control del motor 2TR–FE son los siguientes:

Componente	Descripción general	Cantidad	Función
ECU del motor	CPU de 32 bits	1	La ECU del motor controla de modo óptimo el EFI, ESA y ISC para ajustarse a las condiciones de operatividad del motor de acuerdo con las señales suministradas por los sensores.
Sensor de oxígeno (Banco 1, Sensor 2)* ¹	Tipo de la tapa con calefactor	1	Este sensor detecta la concentración de oxígeno en las emisiones de escape. Para ello mide la fuerza electromotriz que es generada por el propio sensor.
Sensor de la relación de aire–combustible (Banco 1, Sensor 1)* ¹	Tipo plano con calefactor	1	De la misma forma que el sensor de oxígeno, este sensor detecta la concentración de oxígeno en las emisiones de escape. Sin embargo, detecta la concentración de oxígeno en las emisiones de escape linealmente.
Medidor de flujo de aire	Tipo hilo caliente	1	Este sensor incorpora un filo caliente para detectar directamente el volumen de aire de admisión.
Sensor de posición del cigüeñal (Diente rotor)	Tipo de bobina captora (36-2)	1	El sensor detecta la velocidad del motor y realiza la identificación del cilindro.
Sensor de posición del árbol de levas (Diente rotor)	Tipo de bobina captora (3)	1	Este sensor efectúa la identificación del cilindro.
Sensor de la temperatura de agua	Tipo de termistor	1	Este sensor detecta la temperatura del refrigerante del motor mediante el termistor interno.
Sensor de la temperatura de aire de admisión	Tipo de termistor	1	Este sensor detecta la temperatura del aire de admisión del motor mediante el termistor interno.
Sensor de golpeteo	Tipo piezoeléctrico integrado (Tipo plano)	1	Este sensor detecta el golpeteo del motor indirectamente mediante la detección de las vibraciones que tienen lugar en el bloque del motor causadas por el golpeteo.
Sensor de posición del acelerador	Tipo sin articulación	1	Este sensor detecta el ángulo de apertura de la válvula del acelerador.
Sensor de posición del pedal del acelerador	Tipo sin articulación	1	Este sensor detecta el volumen de esfuerzo producido sobre el pedal del acelerador.
Inyector	Tipo 12 orificios* ¹ Tipo 4 orificios* ²	4	El inyector es una tobera de funcionamiento electromagnético el cual inyecta combustible de acuerdo con las señales recibidas de la ECU del motor.
Resistor variable* ²	Resistor variable	1	Este es un resistor variable para ajustar la relación de aire–combustible mientras el motor está en ralentí. El valor de ralentí CO está ajustado de acuerdo con el valor especificado mediante el rotor del motor.

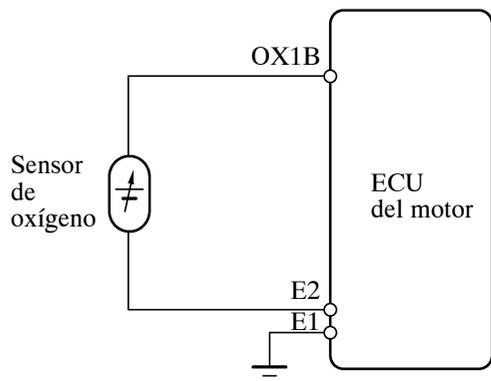
*1: para modelos con motor de gasolina sin plomo

*2: para modelos con motor de gasolina con plomo

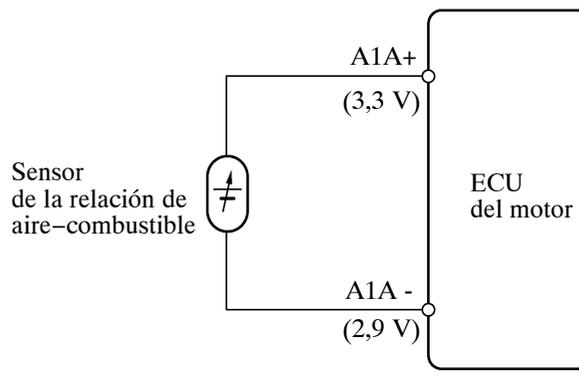
2) Sensor de oxígeno y sensor de relación de aire-combustible

a. Descripción general

- El sensor de oxígeno y el sensor de la relación de aire-combustible son diferentes en cuanto a sus características de ejecución de salida.
- EL voltaje de salida del sensor de oxígeno cambia de acuerdo con la concentración de oxígeno en las emisiones de escape. La ECU del motor utiliza esta tensión de salida para determinar si la relación presente de aire-combustible es más rica o más pobre que la relación estequiométrica.
- Se aplican 0,4V aproximadamente en el sensor de la relación de aire-combustible, lo que hace variar el amperaje de salida de acuerdo con la concentración de las emisiones de escape. La ECU del motor convierte los cambios en el amperaje de salida en voltaje para de esta manera detectar linealmente la relación presente de aire-combustible.

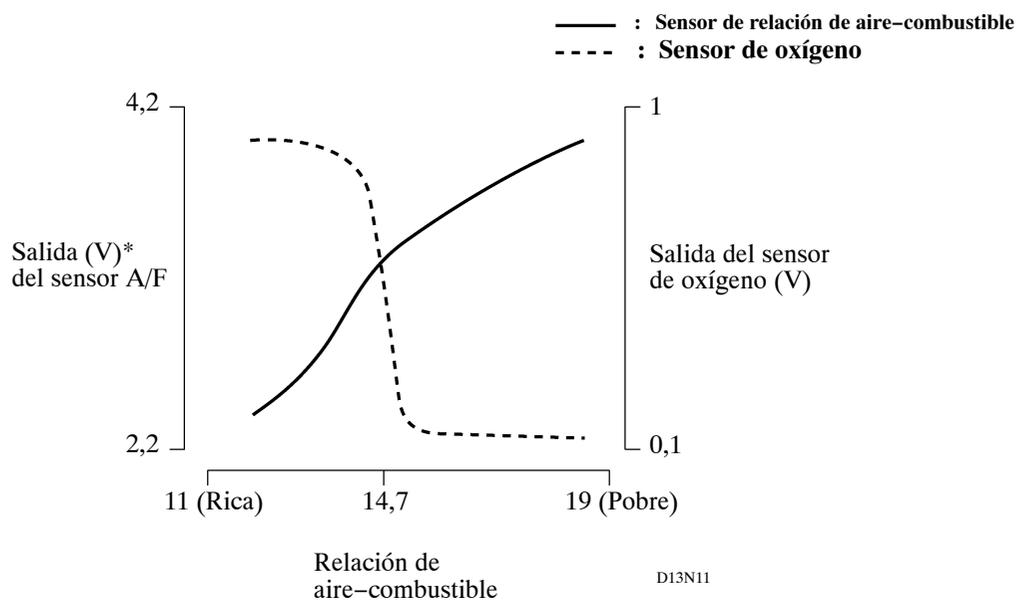


Circuito del sensor de oxígeno



Circuito del sensor de la relación de aire-combustible

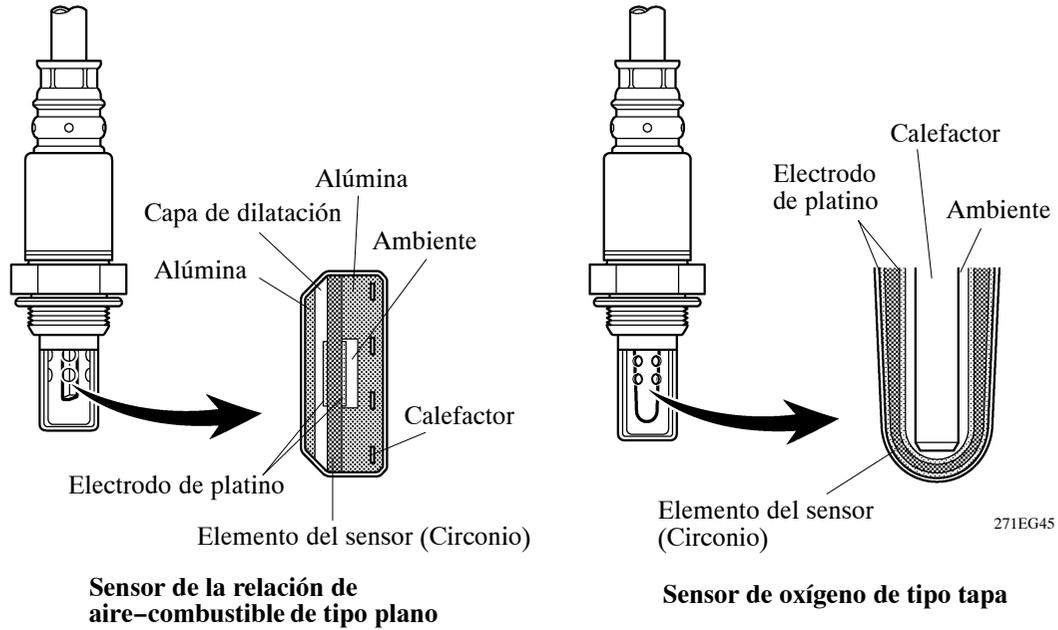
276PD57



*: Este valor calculado se utiliza internamente en la ECU del motor, y no se trata del voltaje de la terminal de la ECU del motor.

b. Construcción

- La construcción básica del sensor de oxígeno y del sensor de la relación de aire-combustible es similar. Sin embargo, son diferentes en cuanto a que uno es de tipo plano y el otro de tipo cazoleta, dependiendo de los tipos de calefactores utilizados en su construcción.
- El sensor de tipo cazoleta incorpora un elemento detector o sensor que circunda un calentador.
- El sensor de tipo plano utiliza alúmina, este elemento mejora la conductividad calorífica y el aislamiento, para integrar un elemento sensor con el calentador, optimizando el calentamiento inicial del sensor.

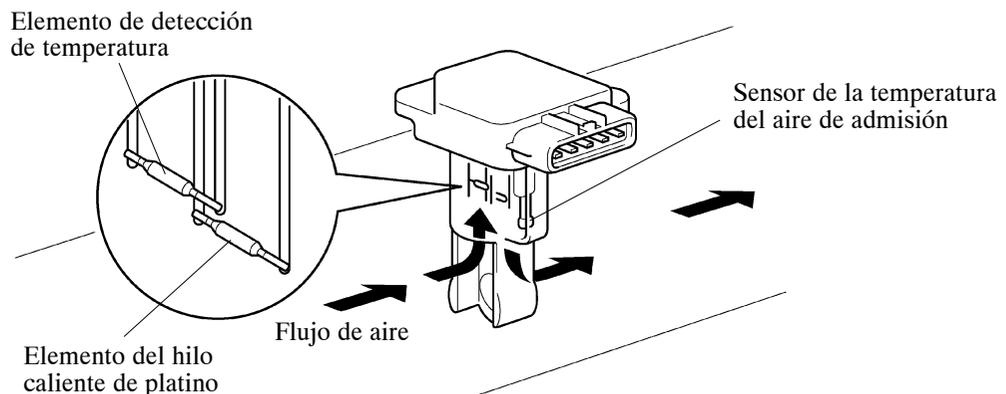


► **Especificación de calentamiento** ◀

Tipo de sensor	Tipo plano	Tipo de tapa
Duración de calentamiento	Aprox. 10 seg.	Aprox. 30 seg.

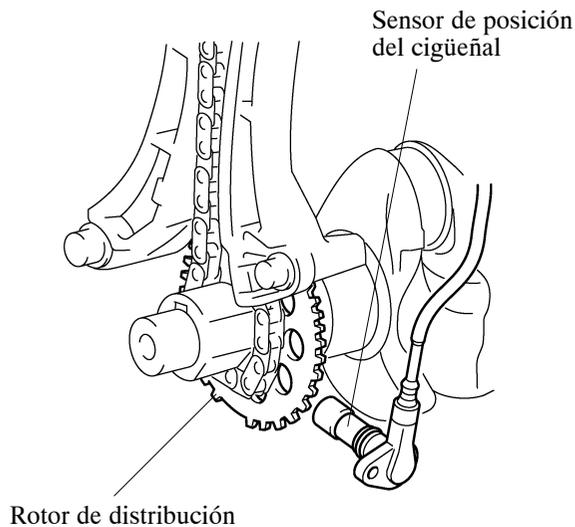
3) Medidor de flujo de aire

- Este medidor de flujo de aire, de tipo conectable, permite que una parte o porción del aire de admisión fluya a través del área de detección. Midiendo directamente la masa y la relación del flujo del aire de admisión, la precisión en la detección se ha mejorado y la resistencia del aire de admisión se ha visto reducida.
- Este medidor del flujo de aire tiene incorporado un sensor de la temperatura del aire.



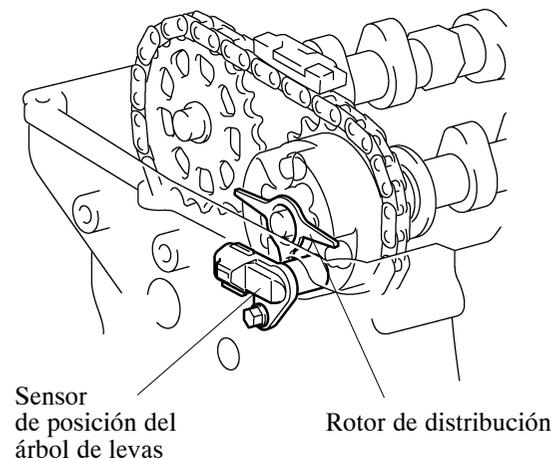
4) Sensor del cigüeñal y sensor de posición del árbol de levas

- El reglaje de del rotor del cigüeñal consiste en 34 dientes con 2 dientes de pérdida. El sensor de posición del cigüeñal emite una señal de salida de la rotación del cigüeñal cada 10° , y los dientes de pérdida se utilizan para determinar el centro del ángulo muerto superior.
- Para detectar la posición del cigüeñal, se utiliza un regulador del rotor en el eje del cigüeñal que genera 3 pulsos cada 2 revoluciones del este.



271EG46

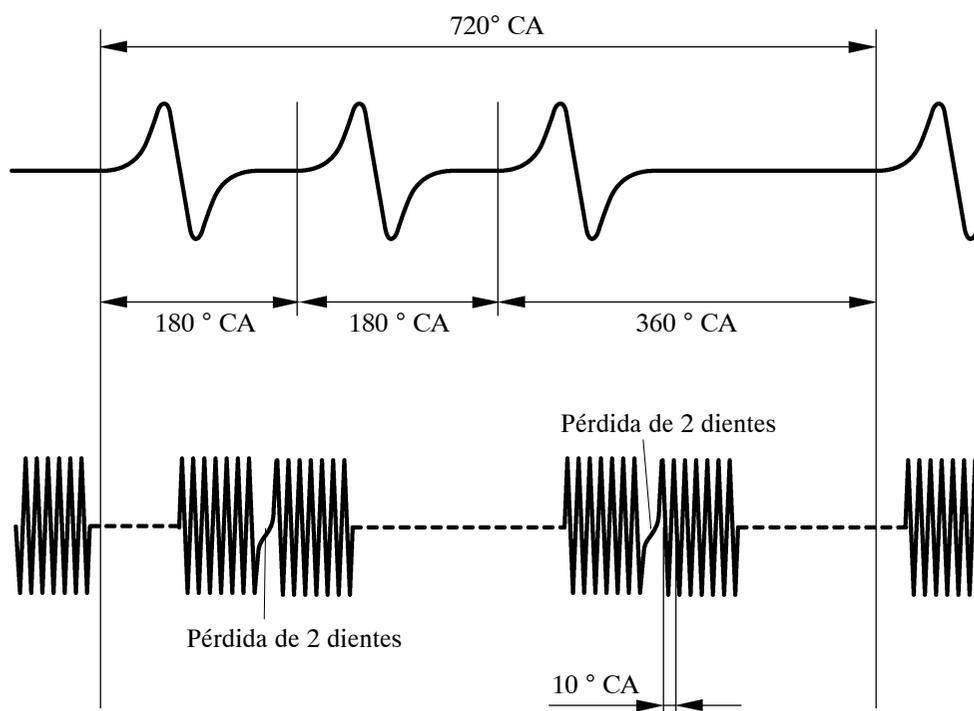
Sensor de posición del cigüeñal



271EG47

Sensor de posición del árbol de levas

► Ondas de salida del sensor ◀



5) Sensor de golpeteo de (tipo plano)

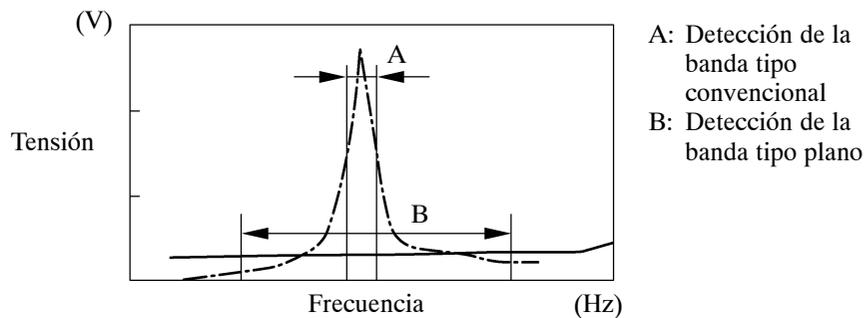
a. Descripción general

Este sensor de golpeteo convencional (tipo resonante), una placa de vibración que tiene el mismo punto de resonancia que la frecuencia de golpeteo del motor viene incorporada y puede detectar las vibraciones en esta banda de frecuencia.

Por otro lado, un sensor de golpeteo de tipo plano (tipo no resonante) puede detectar las vibraciones en un aspecto de la banda de frecuencia de 6 kHz a 15 kHz, y dispone de las siguientes características.

- La frecuencia de golpeteo del motor cambiará un poco dependiendo de la velocidad del motor. El sensor de golpeteo de tipo plano puede detectar las vibraciones incluso cuando se haya cambiado la frecuencia del golpeteo del motor. Por lo que se ha incrementado la detección de las vibraciones en comparación con el sensor de golpeteo convencional, y se ha mejorado el control del tiempo de encendido.

- : Características de la resonancia del tipo convencional
- : Características de la resonancia del tipo plano



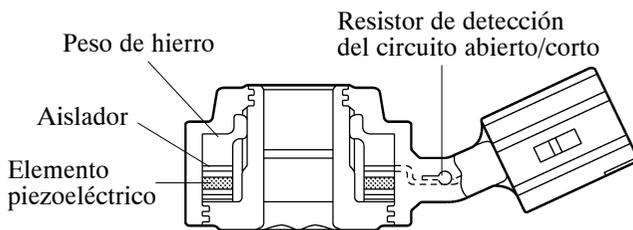
A: Detección de la banda tipo convencional
 B: Detección de la banda tipo plano

Características del sensor de golpeteo

214CE04

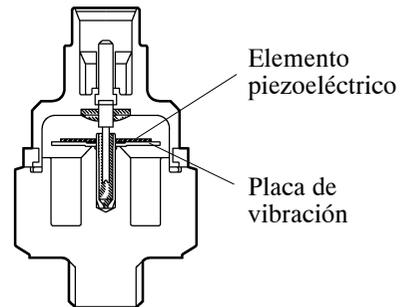
b. Construcción

- El sensor de golpeteo de tipo plano está instalado en el motor mediante un espárrago en el bloque del cilindro. Por esta razón, existe un orificio para el espárrago en el centro del sensor.
- En el interior del sensor está instalado un peso en la zona superior y un elemento piezoeléctrico bajo el peso a través del aislador.
- Se ha integrado un resistor para la detección de la presencia de un cortocircuito o circuito en abierto.



Sensor de golpeteo de tipo plano (Tipo sin resonancia)

214CE01

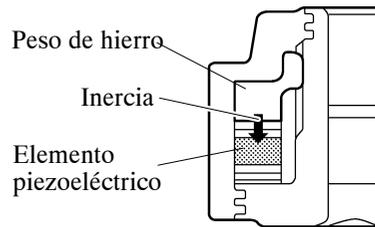


Sensor de golpeteo de tipo convencional (Tipo con resonancia)

214CE02

c. Operación

La vibración de golpeteo es transmitida al peso de acero y su inercia aplica una presión en el elemento piezoeléctrico. Esto genera una fuerza electromotriz.

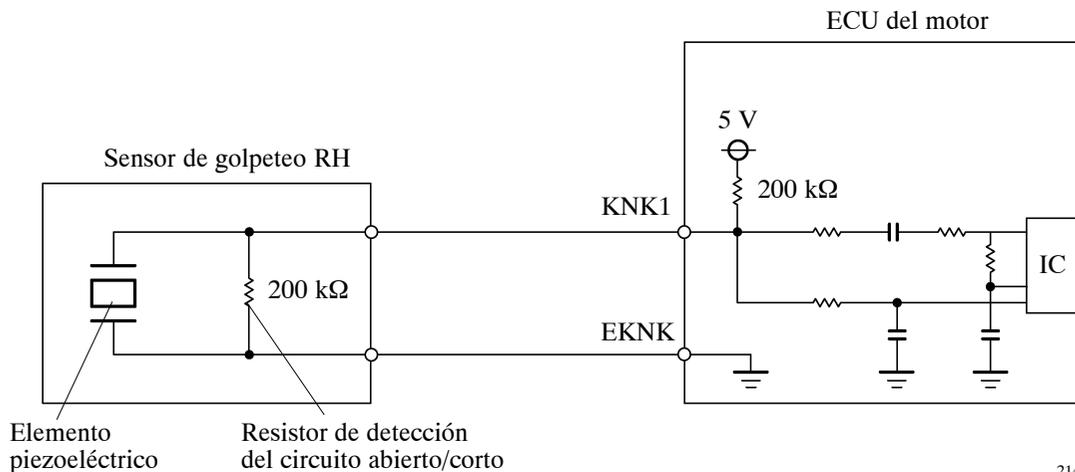


d. Resistor de detección del circuito abierto/corto

214CE08

Cuando el encendido está en ON, el resistor de detección de circuito abierto/cortocircuito en el sensor de golpeteo y el resistor en la ECU del motor mantiene el voltaje en la terminal KNK1 del motor constante.

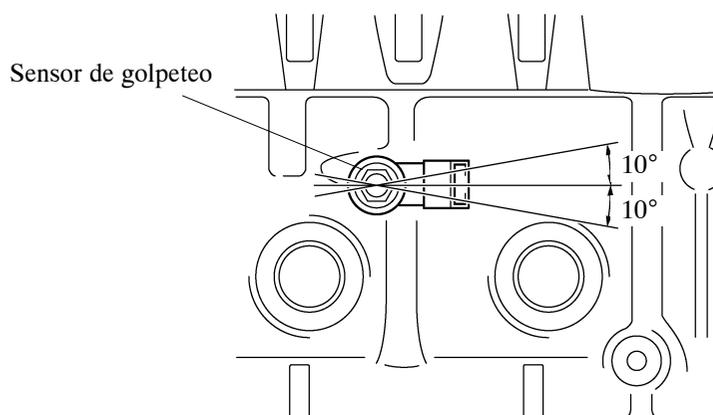
Un IC (Integrated Circuit = Circuito integrado) en la ECU del motor está siempre supervisando el voltaje de la terminal KNK1. Si el circuito abierto/cortocircuito ocurre entre el sensor de golpeteo y la ECU del motor, el voltaje de la terminal KNK1 cambiará y la ECU del motor detectará el circuito en abierto/en corto y almacenará un DTC (Diagnostic Trouble Code = Código de problemas de diagnóstico) en la memoria.



214CE06

Observaciones para las labores de servicio

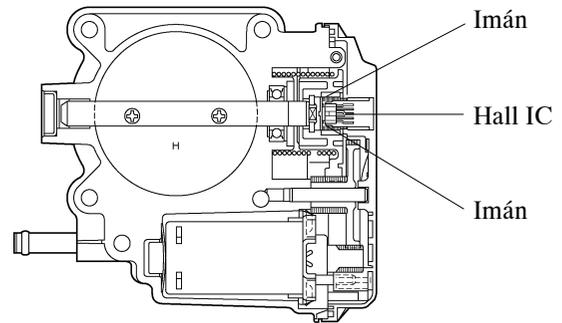
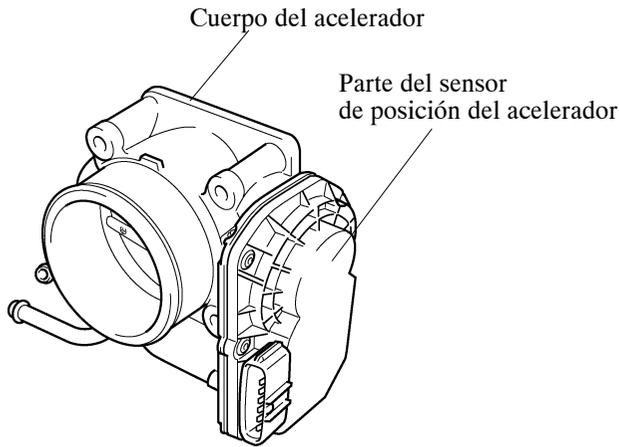
- De acuerdo con esto con la adopción de resistor de detección del circuito en abierto/corto, el método de inspección para los sensores ha cambiado. Para más detalles, consulte el suplemento del manual de reparaciones de Land Cruiser/ Land Cruiser Prado (Pub. N.º RM1151S).
- Para prevenir la acumulación de agua en el conector, asegúrese de instalar un sensor de golpeteo de tipo plano en la posición como se muestra en la siguiente ilustración.



271EG03

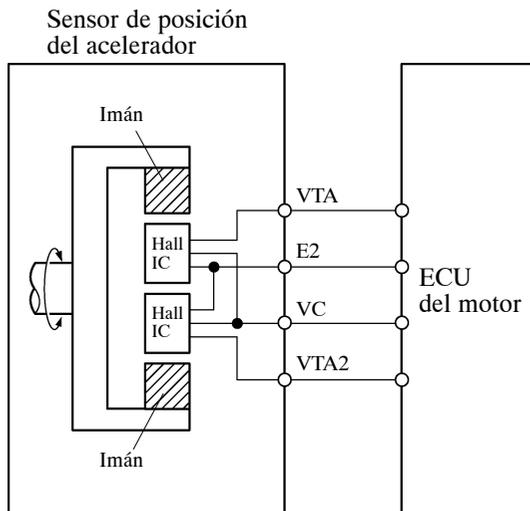
6) Sensor de posición del acelerador

El sensor de la posición del acelerador está montado en el cuerpo del acelerador para detectar el ángulo de apertura de la válvula del acelerador. El sensor de la posición del acelerador convierte la densidad del flujo magnético, este cambia la culata magnética (ubicada en el mismo eje que el eje del acelerador) guiará alrededor del circuito integrado de efecto Hall IC, convirtiendo las señales en señales eléctricas para hacer funcionar el motor control del acelerador.

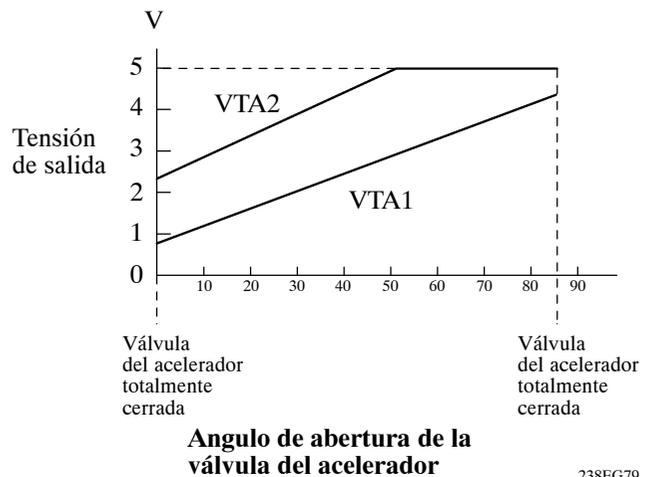


Sección transversal

271EG48



230LX12



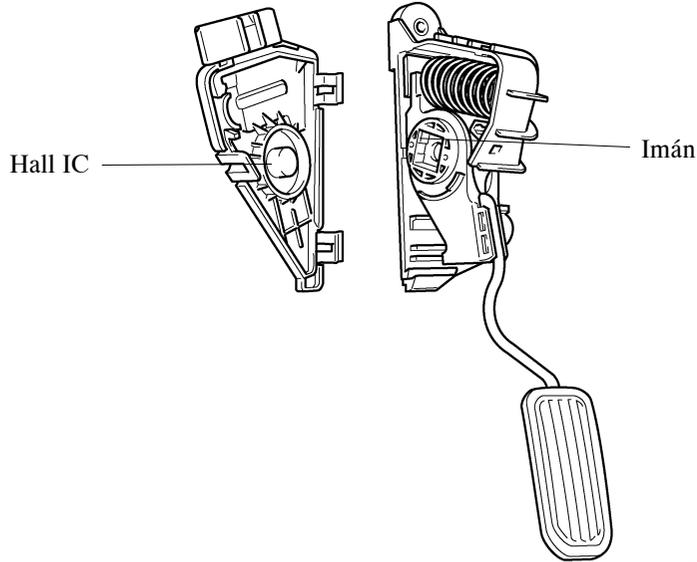
238EG79

Observaciones para las labores de servicio

El método de inspección difiere del método utilizado por el sensor de la posición del acelerador convencional debido a que este sensor utiliza un circuito integrado de efecto hall. Para más detalles, consulte el suplemento del manual de reparaciones de Land Cruiser/ Land Cruiser Prado (Pub. N.º RM1151S).

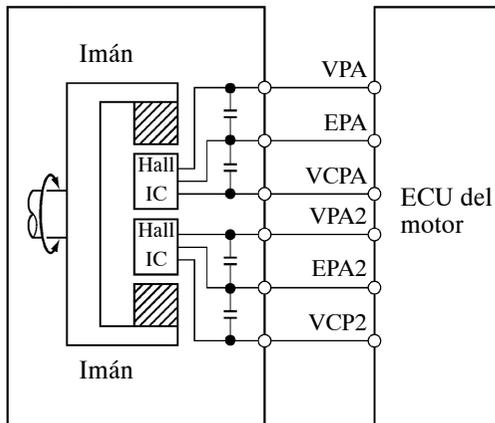
7) Sensor de posición del pedal del acelerador

La culata magnética que está montada en la base del brazo del pedal acelerador gira alrededor del Hall IC de acuerdo con la cantidad de esfuerzo aplicada en el pedal del acelerador. El Hall IC convierte los cambios en el flujo magnético que tienen lugar en ese momento y los convierte en señales eléctricas, y emite estas a la ECU del motor.

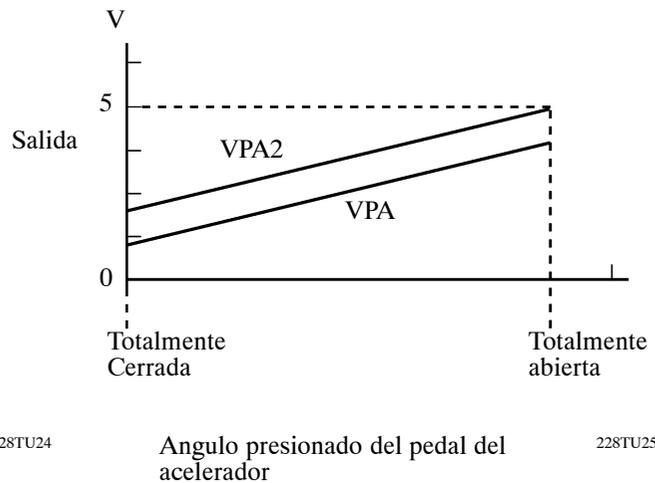


271EG49

Sensor de posición del pedal del acelerador



228TU24



228TU25

Observaciones para las labores de servicio

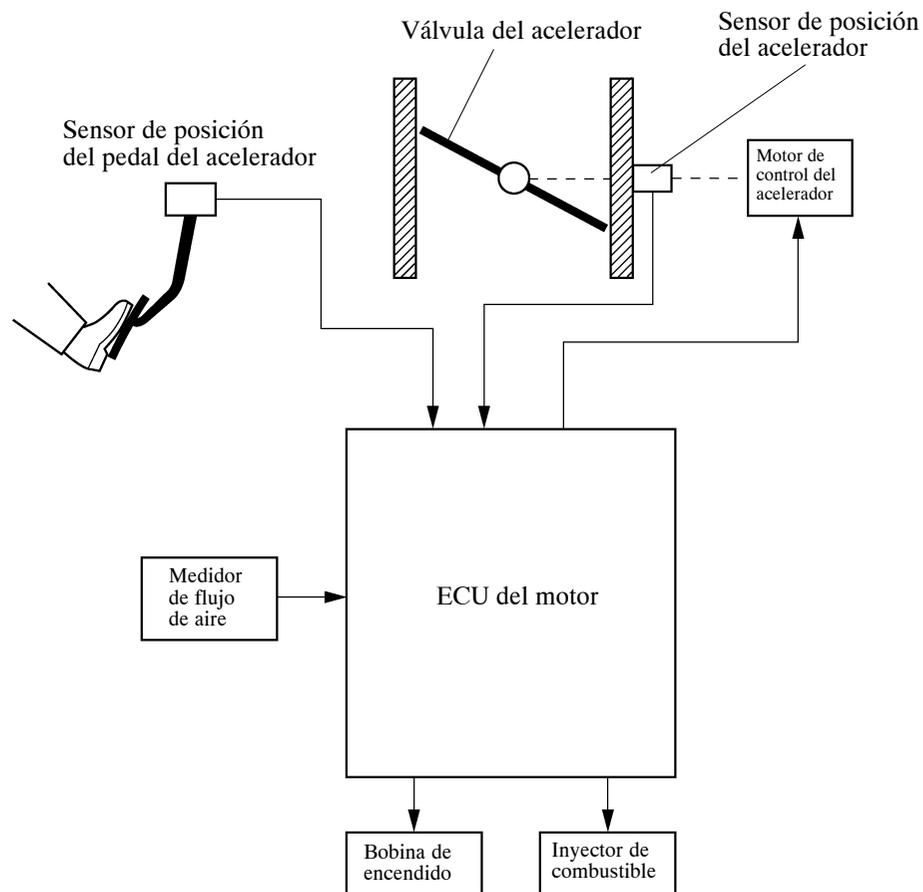
El método de inspección difiere del método utilizado por el sensor de la posición del acelerador convencional debido a que este sensor utiliza un hall IC. Para más detalles, consulte el suplemento del manual de reparaciones de Land Cruiser/ Land Cruiser Prado (Pub. N.º RM1151S).

ETCS-i (Electronic Throttle Control System-intelligent = Sistema inteligente de control electrónico del acelerador)

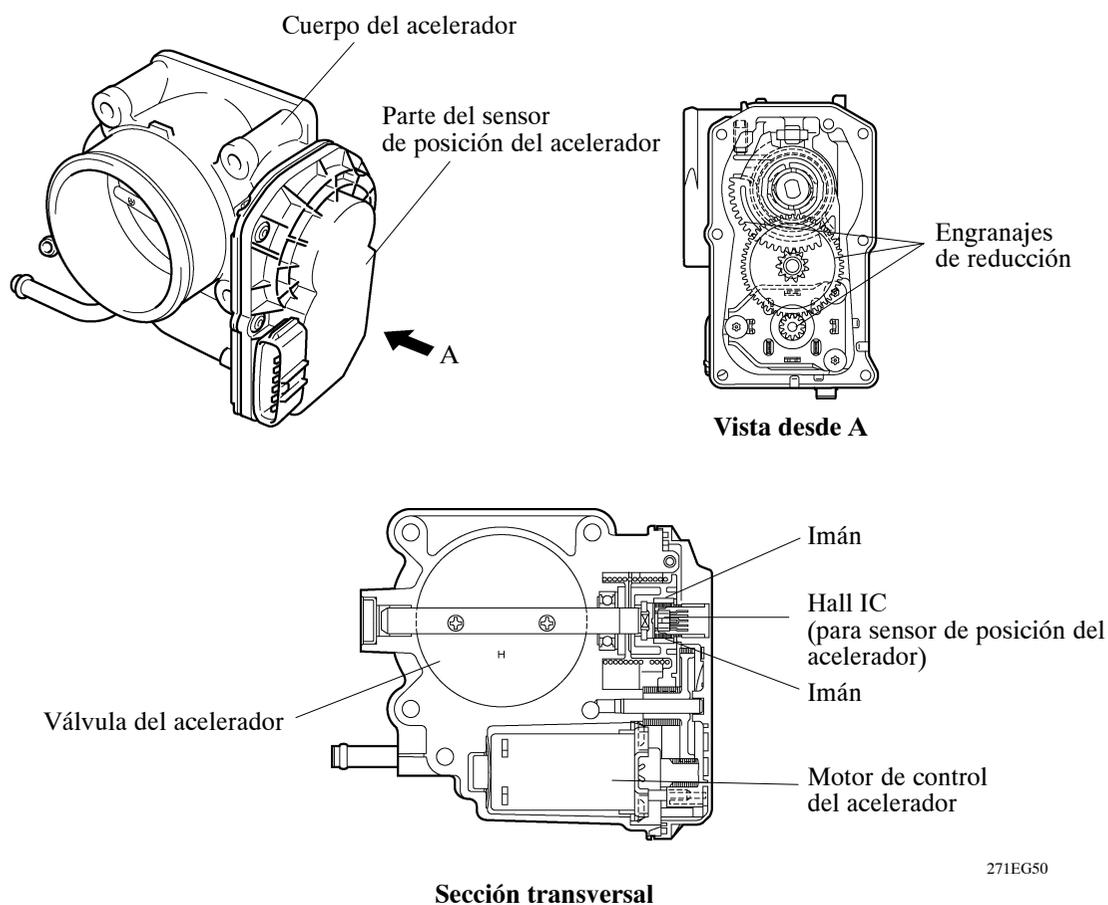
1) Descripción general

- Se utiliza un sistema ETCS-i, siendo posible un control excelente del acelerador en cualquiera que sea la condición de operatividad.
El cable del acelerador se ha suprimido y se ha adoptado la utilización de un sensor de posición del pedal del acelerador.
- En el cuerpo convencional del acelerador, la apertura de la válvula del acelerador viene determinada por el volumen de esfuerzo del pedal del acelerador. En contraste, el sistema ETCS-i utiliza una ECU de motor para calcular la apertura de la válvula del acelerador que sea apropiada para las condiciones respectivas de conducción y utiliza el motor de control del acelerador para controlar la apertura.
- El ETCS-i controla el sistema ISC (Idle Speed Control = Control de velocidad de ralentí).
- En caso de una condición anormal, este sistema cambia a modo de emergencia.

► Diagrama del sistema ◀



2) Construcción



271EG50

a. Sensor de posición del acelerador

El sensor de la posición del acelerador está montado en el cuerpo del acelerador para detectar el ángulo de apertura de la válvula del acelerador. Para obtener más detalles, consulte la sección sobre los principales componentes del sistema de control del motor en la [página 37](#).

b. Motor de control del acelerador

Se usa un moto DC con una excelente respuesta y un consumo mínimo para el motor control de la aceleración. La ECU del motor controla la relación de trabajo de la dirección y del amperaje de la corriente que fluye hacia el motor de control de la aceleración para regular el ángulo de apertura de la válvula de mariposa.

3) Operación

a. Descripción general

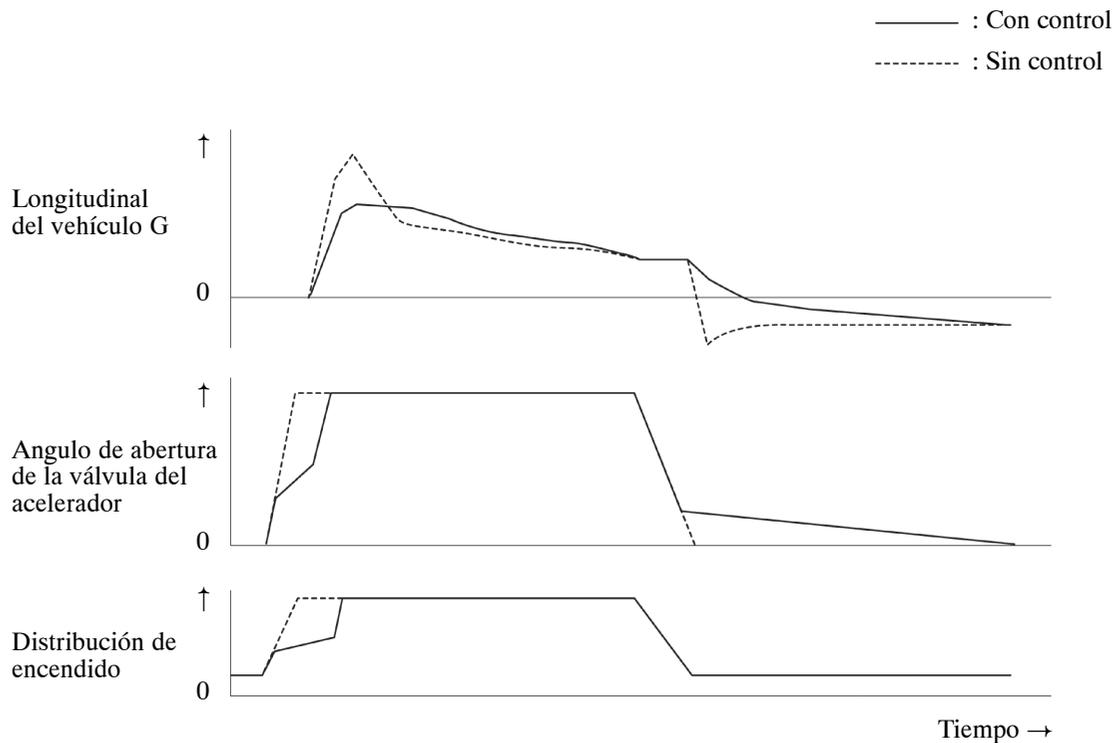
La ECU del motor dirige el motor de control del acelerador determinando la apertura ideal de la válvula del acelerador de acuerdo con cada una de las condiciones de funcionamiento.

- Control no lineal
- Control de velocidad de ralentí

b. Control no lineal

La ECU del motor dirige la apertura óptima de la válvula del acelerador que es la apropiada para cada una de las circunstancias de la conducción, tales como pueden ser la cantidad de esfuerzo del pedal del acelerador y la velocidad del motor para lograr un control excelente del acelerador y la máxima comodidad en todas las circunstancias de operatividad.

► Ejemplos de control durante la aceleración y desaceleración ◀



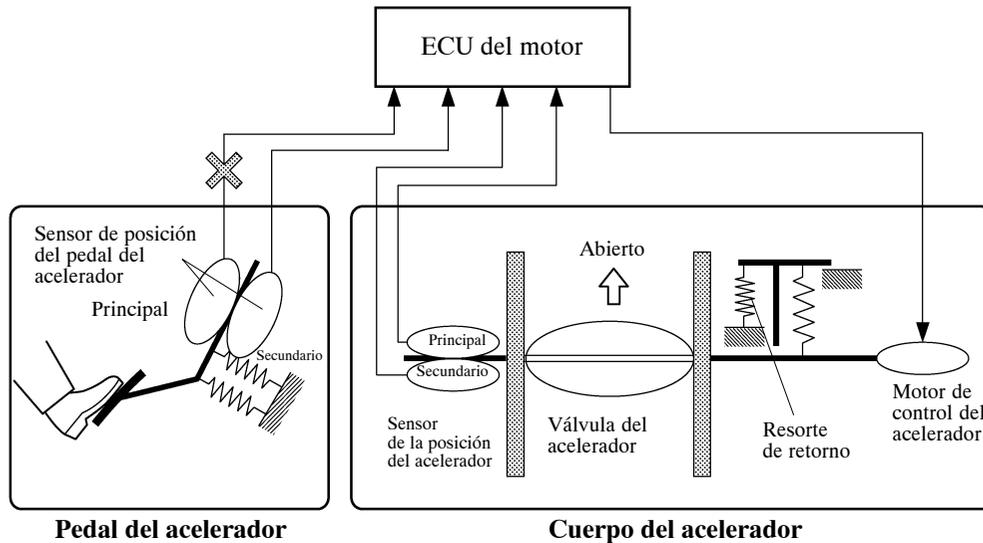
150EG37

c. Control de velocidad de ralentí

La ECU del motor controla la válvula de aceleración para mantener de manera constante una velocidad ideal de ralentí.

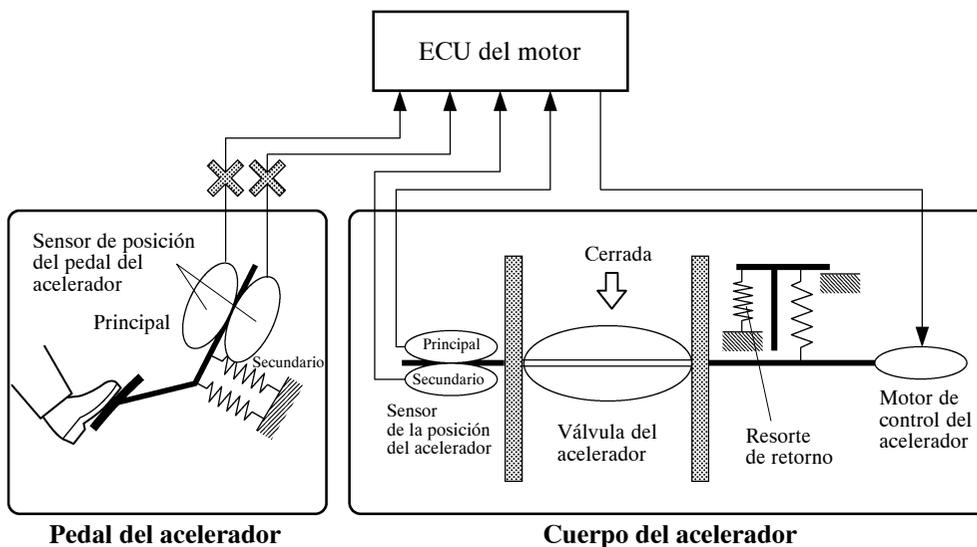
4) Seguridad doble del sensor de posición del pedal del acelerador

- El sensor de la posición del pedal del acelerador está compuesto de dos circuitos sensores (uno principal y otro secundario). Si se da un funcionamiento incorrecto en uno de los dos circuitos de los sensores, la ECU del motor detecta la diferencia anormal de la tensión entre esos dos circuitos y cambia a modo parcial (modo urgencia). En modo parcial, el circuito restante se utiliza para calcular la apertura del pedal acelerador y de esta manera hacer funcionar el vehículo bajo control en modo parcial.



199EG45

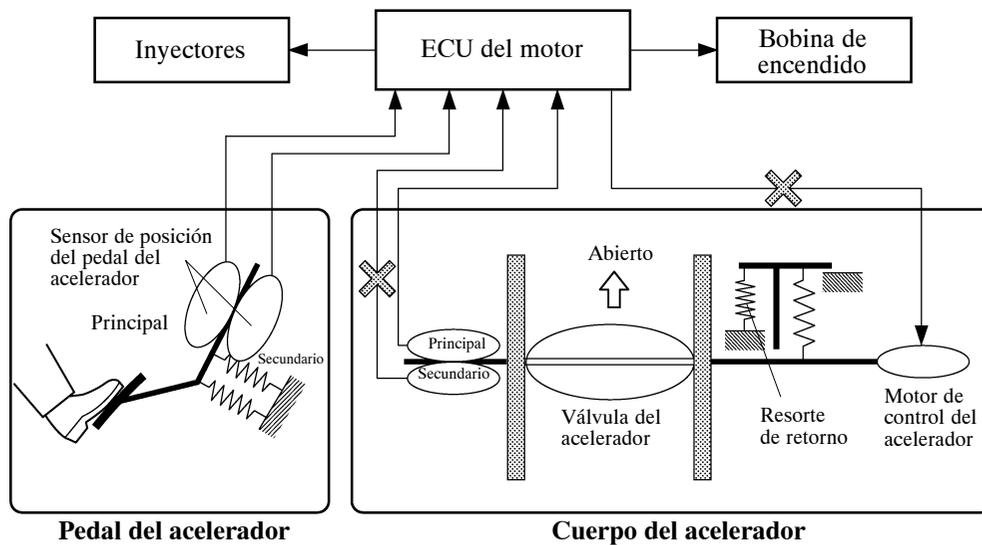
- En caso que se dé un funcionamiento incorrecto de ambos circuitos, la ECU del motor detecta una señal de tensión anormal de esos circuitos de los sensores y desconecta el control del acelerador. En este momento, el vehículo puede estar circulando con su régimen de ralentí.



199EG46

5) Seguridad doble del sensor de posición del acelerador

- El sensor de la posición del acelerador está compuesto de dos circuitos sensores (uno principal y otro secundario). Si se da un funcionamiento incorrecto en uno de los dos circuitos de los sensores, la ECU del motor detecta la diferencia anormal de la tensión entre esos dos circuitos, corta el flujo de la corriente a ese motor de control del acelerador, cambia a modo parcial (limp). Entonces, la fuerza de regreso del muelle hace que la válvula del acelerador vuelva a su posición original y esté en su ángulo de apertura prescrita. En este momento, el vehículo puede estar circulando en modo control de mientras la potencia de salida se regula a través del control de inyección del combustible y el régimen de encendido de acuerdo con la apertura del acelerador.
- El mismo control que el descrito arriba se efectúa si la ECU del motor detecta un funcionamiento incorrecto en el sistema del motor de control del acelerador.

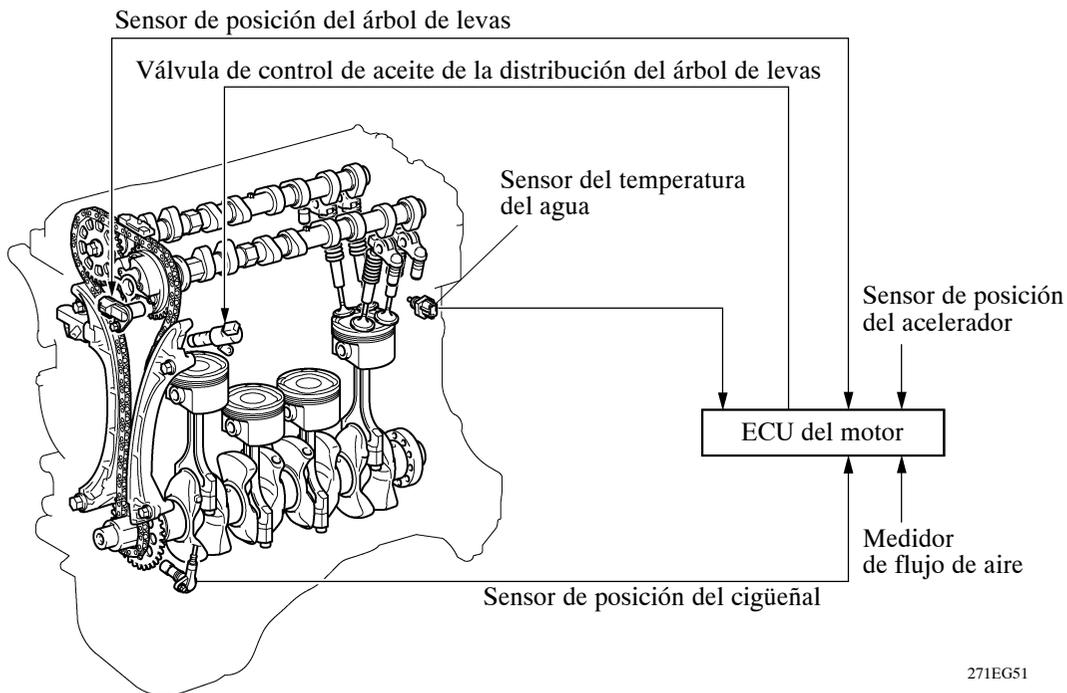


199EG47

Sistema VVT-i (Variable Valve Timing–intelligent = Sistema inteligente de control electrónico del acelerador)

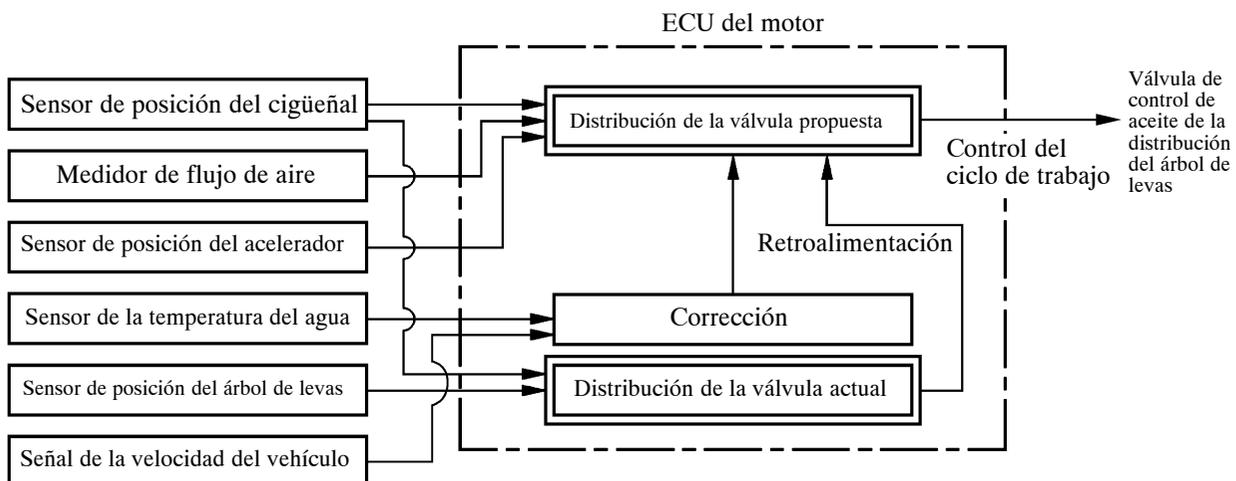
1) Descripción general

- El sistema VVT-i ha sido diseñado para gestionar el control del árbol de levas de admisión para que permanezca entre 45° (ángulo del árbol de levas) para de esta manera conseguir un reglaje óptimo de las válvulas ajustándose a las condiciones de trabajo del motor. Esto mejora el par del moto en todas las que fuesen sus velocidades de trabajo, así como optimizándose el consumo de combustible y reduciéndose las emisiones de escape.



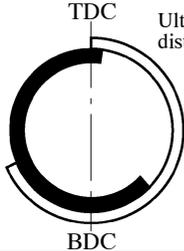
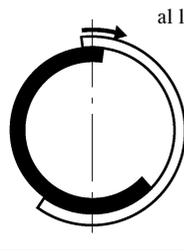
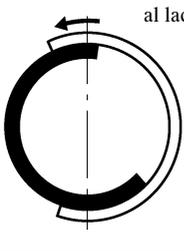
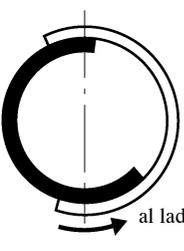
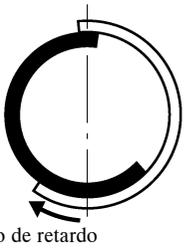
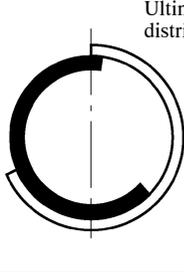
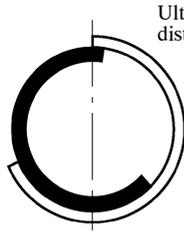
271EG51

- Utilizando la velocidad del motor, el volumen del aire de admisión, la temperatura del agua y la posición del acelerador se puede calcular el reglaje óptimo de las válvulas para cada situación de la conducción y controlar la válvula de control del aceite para el reglaje del árbol de levas. Además, la ECU del motor utiliza las señales del sensor de la posición del árbol de levas y el sensor de la posición del cigüeñal para detectar el reglaje actual de las válvulas ofreciendo información de respuesta para conseguir el control del reglaje propuesto.



221EG16

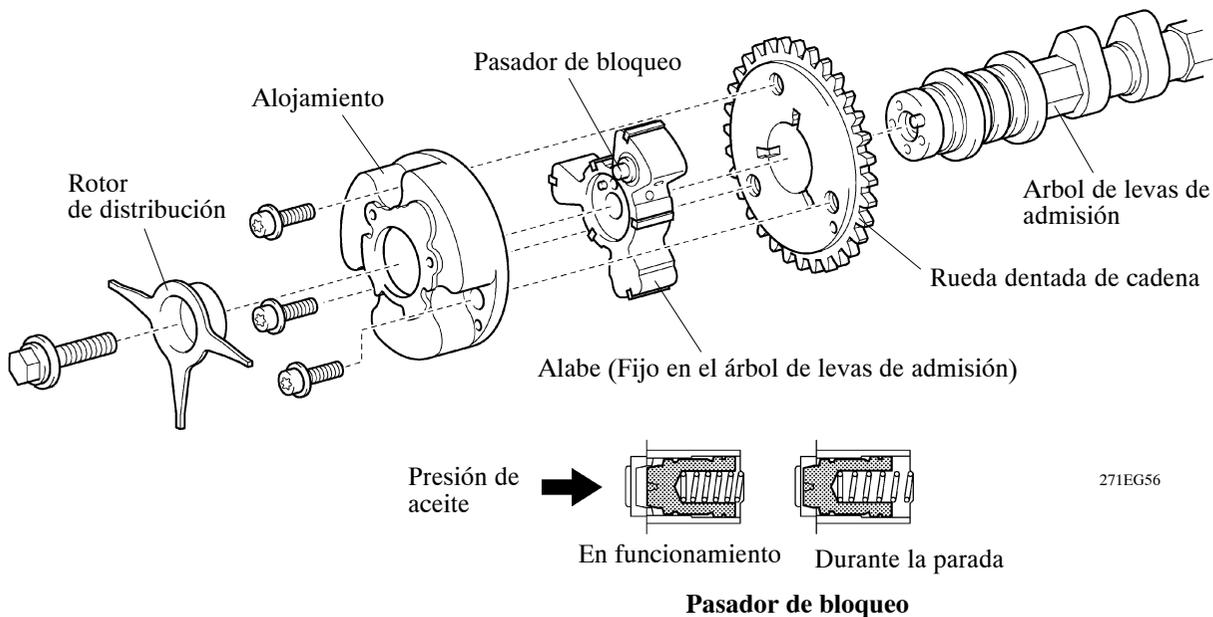
2) Efectividad del sistema VVT-i

Estado de operación	Objetivo		Efecto
Durante el ralentí		<p>Reducción de la superposición para reducir el flujo de regreso del lado de admisión.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Ralentí estabilizado rpm • Mejor economía de combustible
a la carga ligera		<p>Reducción del solapamiento para reducir el forzamiento de los gases en el lado de la admisión.</p>	<p>Estabilidad del motor asegurada</p>
a la carga media		<p>Incremento del solapamiento para incrementar el EGR interno y reducir la pérdida de bombeado.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Mejor economía de combustible • Control de emisiones mejorado
En una relación de velocidades que varían entre velocidad baja a media con una carga alta		<p>Avance del reglaje de las válvulas para cerrar la válvula de admisión para mejorar la eficacia volumétrica.</p>	<p>Mejora del par del motor en un rango de velocidades de baja a media</p>
En una relación de velocidades altas con una carga alta		<p>Retardo del cierre de la válvula de admisión para mejorar la eficiencia volumétrica.</p>	<p>Salida mejorada</p>
A temperaturas bajas		<p>Reducción del solapamiento para reducir el forzamiento de los gases en el lado de la admisión contribuye a una mejor combustión, y estabiliza la velocidad de ralentí cuando la marcha en vacío es rápida.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Ralentí de alta velocidad estabilizado rpm • Mejor economía de combustible
<ul style="list-style-type: none"> • Al arrancar • Parada del motor 		<p>Reducción del solapamiento para reducir el forzamiento de los gases en el lado de la admisión.</p>	<p>Estabilidad mejorada</p>

3) Construcción

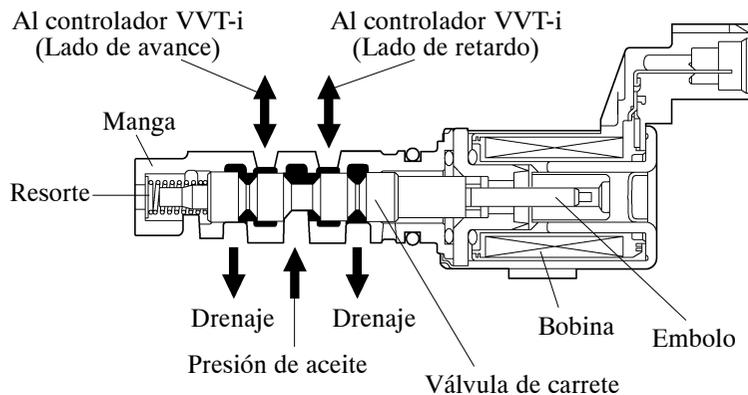
a. Controlador VVT-i

Este controlador está compuesto de un alojamiento para la cadena de distribución y del acoplamiento del álabe con el árbol de levas de admisión. El aceite a presión enviado a causa del avance o retroceso en el paso que hay en el árbol de levas de admisión hace girar el álabe circular del controlador del sistema VVT-i para variar el reglaje de la válvulas de admisión continuamente. Cuando se ha detenido el motor, el árbol de levas de admisión está en el estado más retardado para asegurar la puesta en funcionamiento del motor. Cuando la presión hidráulica no está aplicada al controlador del sistema VVT-i inmediatamente después de haber arrancado el motor, los pasadores retenedores inmovilizan el movimiento del controlador del sistema VVT-i para de esta manera evitar el ruido de golpeteo. En adelante, cuando se aplique presión hidráulica al controlador del sistema VVT-i, se libera el retenedor inmovilizador.



b. Válvula de control de aceite de la distribución del árbol de levas

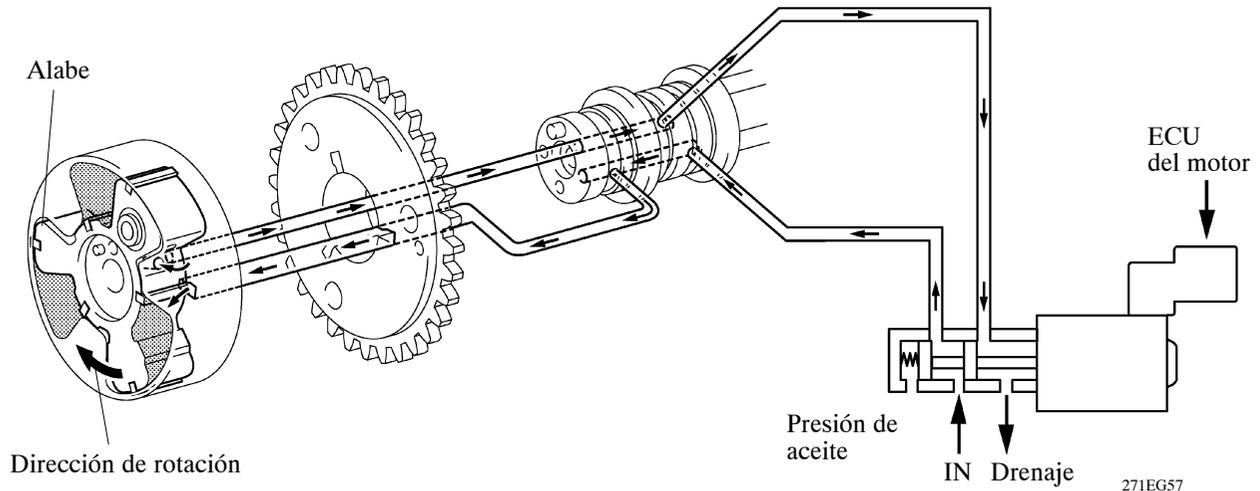
Esta válvula de control de aceite para el reglaje del árbol de levas controla la válvula de carrete utilizando para esto un control de ciclo de trabajo desde la ECU del motor. Esto permite aplicar presión hidráulica al controlador de avance del sistema VVT-i o lado de retardo. Cuando se ha detenido el motor, la válvula de control de aceite del reglaje del árbol de levas está en la posición más retardada posible.



4) Operación

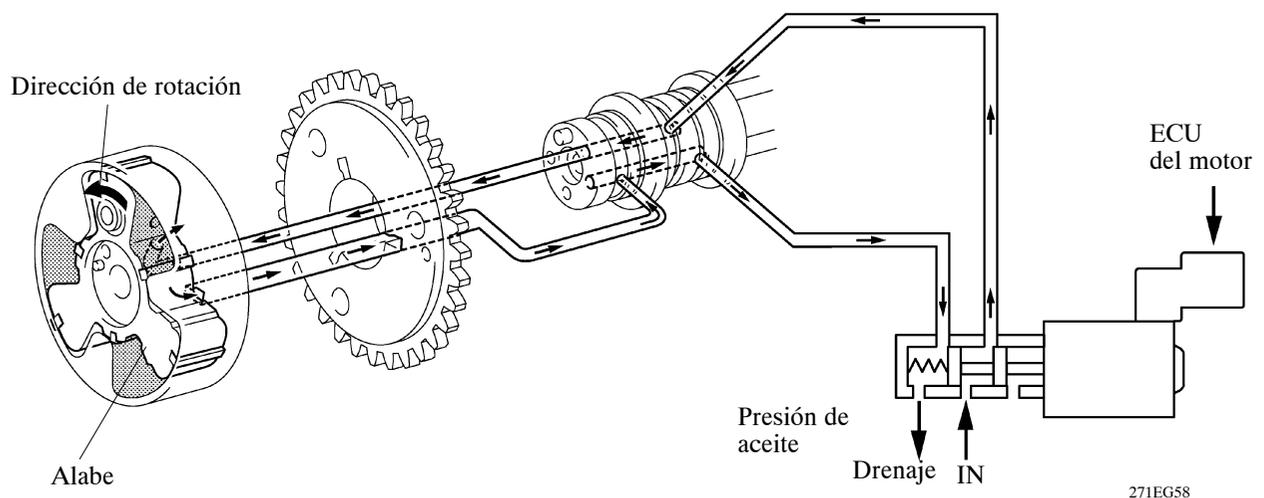
a. Avance

Cuando la válvula de control de aceite para el reglaje del árbol de levas está en la posición de la ilustración que aparece a continuación mediante las señales de avance recibidas desde la ECU del motor, la presión del aceite resultante está aplicada en el lateral del álabe de la cámara para hacer girar el árbol de levas en dirección de avance de la distribución.



b. Retardo

Cuando la válvula de control de aceite para el reglaje del árbol de levas está en la posición de la ilustración que aparece a continuación mediante las señales de avance recibidas desde la ECU del motor, la presión del aceite resultante está aplicada en el lateral del álabe de la cámara para hacer girar el árbol de levas en dirección de retroceso de la distribución.



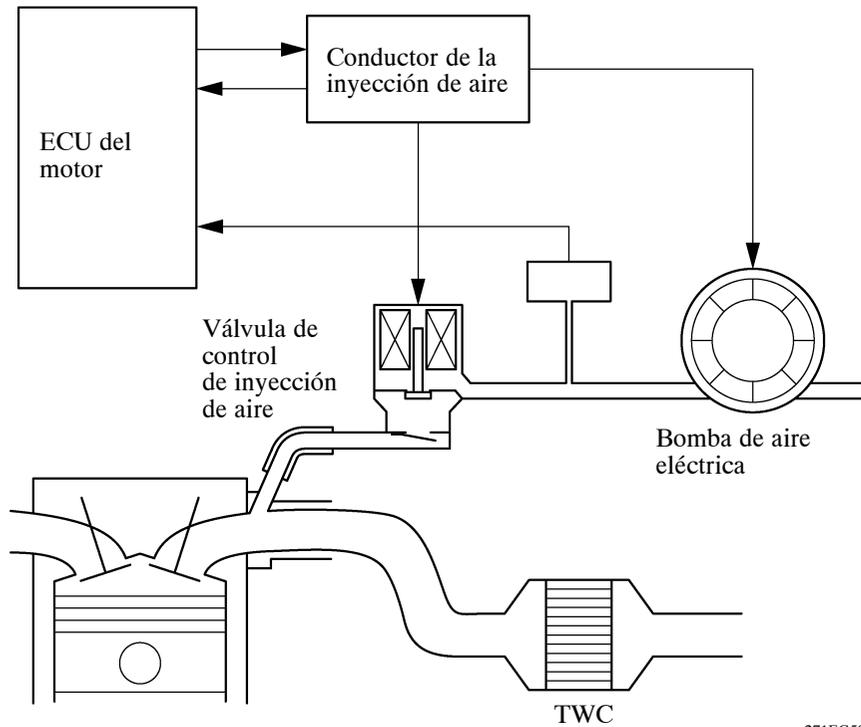
c. Mantener

Después de haber alcanzado el reglaje objetivo, el accionamiento de la válvula está detenido manteniendo la válvula de control de aceite del reglaje del árbol de levas en su posición neutral a menos que cambie la dirección de su recorrido. Esto permite el accionamiento de la válvula en la posición objetivo o ideal y previene que se agote el aceite del motor cuando no sea necesario.

Sistema de inyección de aire (para modelo con motor de gasolina sin plomo)

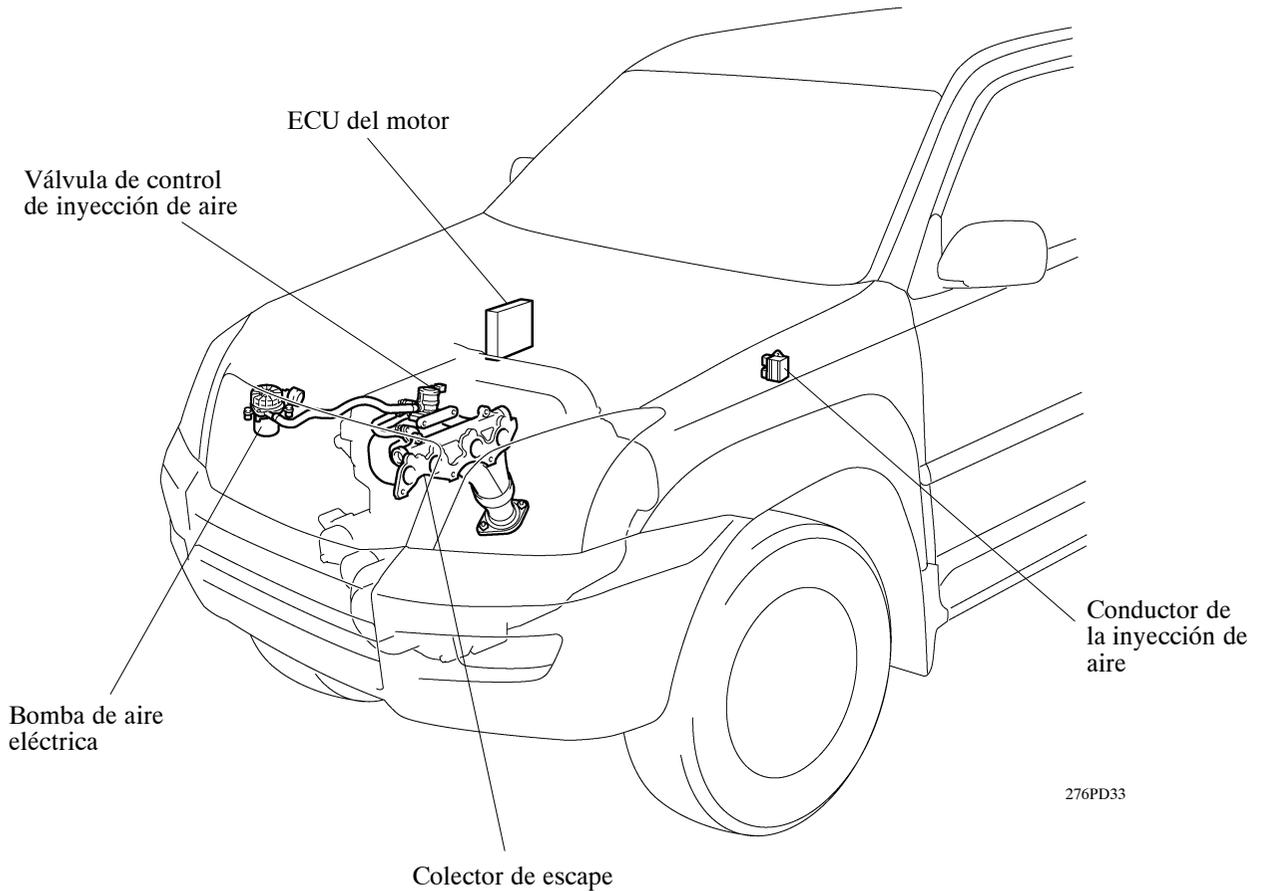
1) Descripción general

- Este sistema utiliza una bomba de aire eléctrica para bombear aire en la culata de los cilindros. Esto asegura el calentamiento adecuado del TWC mientras el motor se esté enfriando.
- Este sistema consiste de una bomba de aire eléctrica, una válvula de control de la inyección de aire, y un conductor de la inyección de aire.



271EG59

2) Disposición de componentes principales



276PD33

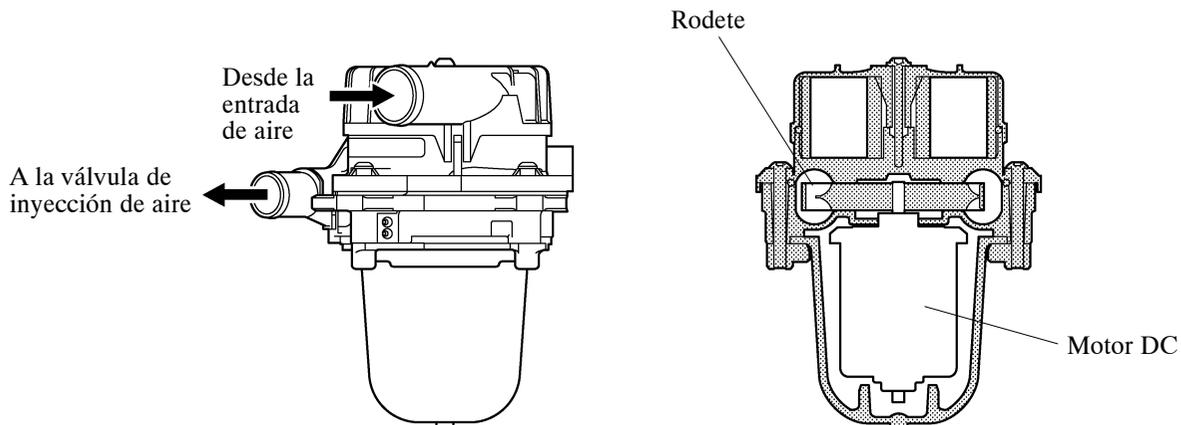
3) Función de componentes principales

Elemento	Función
Bomba de aire eléctrica	Usa un motor integrado DC para suministrar aire en la válvula de control de inyección de aire.
Válvula de control de inyección de aire	Introduce aire que se ha bombeado previamente mediante la bomba de aire eléctrico en el colector de admisión.
Conductor de inyección de aire	<ul style="list-style-type: none"> • Activado mediante la ECU del motor, el conductor de inyección de aire actúa la bomba de aire eléctrica y la válvula de control de la inyección de aire. • Detecta cualquier anomalía del circuito de entrada-salida en el conductor de inyección de aire y lo transmite a la ECU del motor.
ECU del motor	<ul style="list-style-type: none"> • Controla el sistema de inyección de aire de acuerdo con las señales (temperatura del refrigerante del motor y volumen de aire de admisión) recibidos desde los sensores. • Recibe cualquier señal sobre anomalía o funcionamientos incorrectos del conductor de inyección de aire y almacena el correspondiente código DTC en la memoria.

4) Construcción y operación

a. Bomba de aire eléctrica

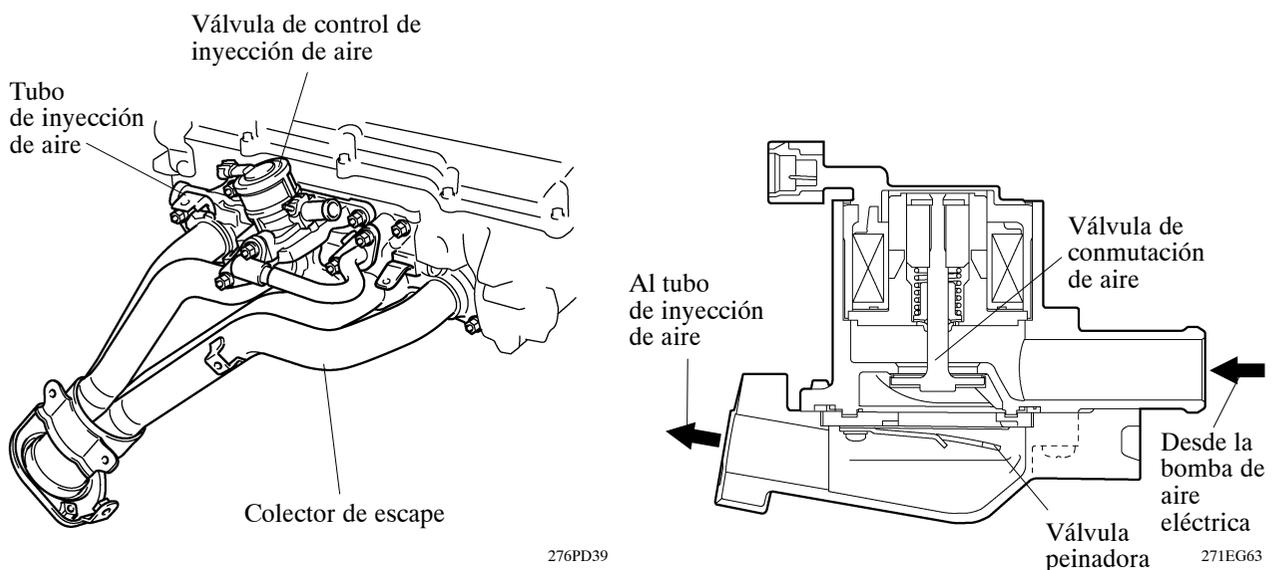
- Una bomba de aire eléctrico consiste de un motor DC y un rodete.
- El funcionamiento del motor DC está controlado mediante la ECU del motor vía un conductor de inyección de aire. El motor suministra aire en la válvula de control de inyección de aire a través del rodete.



271EG61

b. Válvula de control de inyección de aire

- La válvula de control de la inyección de aire está compuesta de una válvula de cambio que cambia el flujo de aire y una válvula peinadora que limita el flujo de los gases de escape en una dirección.
- La válvula conmutadora es una válvula solenoide que se actúa mediante el conductor de inyección de aire.
- Cuando el aire de la válvula de conmutación está activada, el conducto de inyección del aire, que se suministra en el colector de admisión, dirige el aire de la bomba de aire eléctrica al orificio de escape.



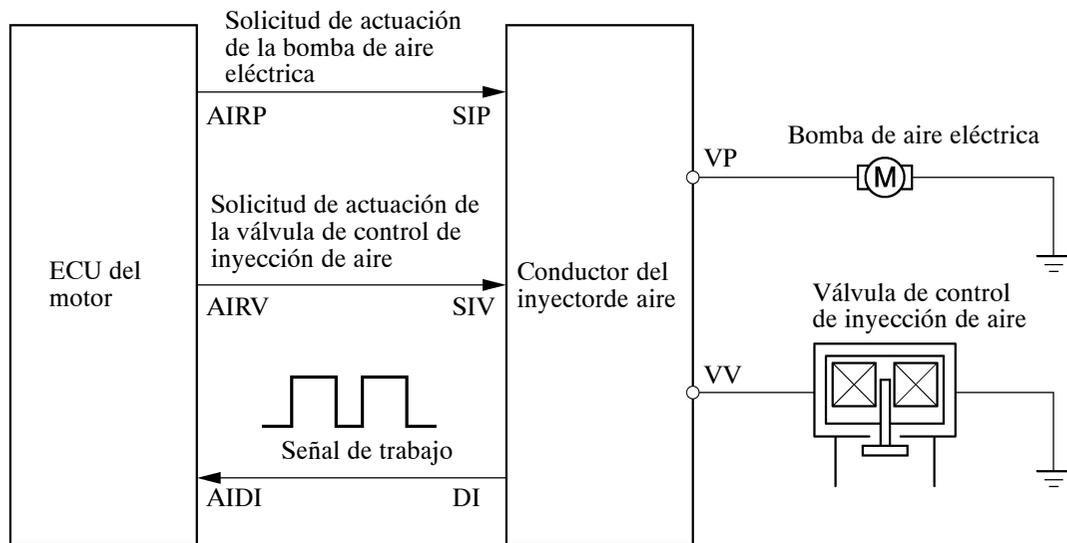
276PD39

271EG63

Sección transversal de la válvula de control de inyección de aire

c. Conductor de inyección de aire

- El conductor del inyector de aire es un relé sin contacto que utiliza semiconductores. Activado mediante la ECU del motor, el conductor de inyección de aire actúa la bomba de aire eléctrica y la válvula de control de la inyección de aire.
- El conductor de inyección de aire también detecta cualquier anomalía en los circuitos de salida y entrada en el conductor del inyector de aire y transmite el estado de los errores a la ECU del motor vía señales de trabajo cíclico.



271EG64

► Salida de terminal DI ◀

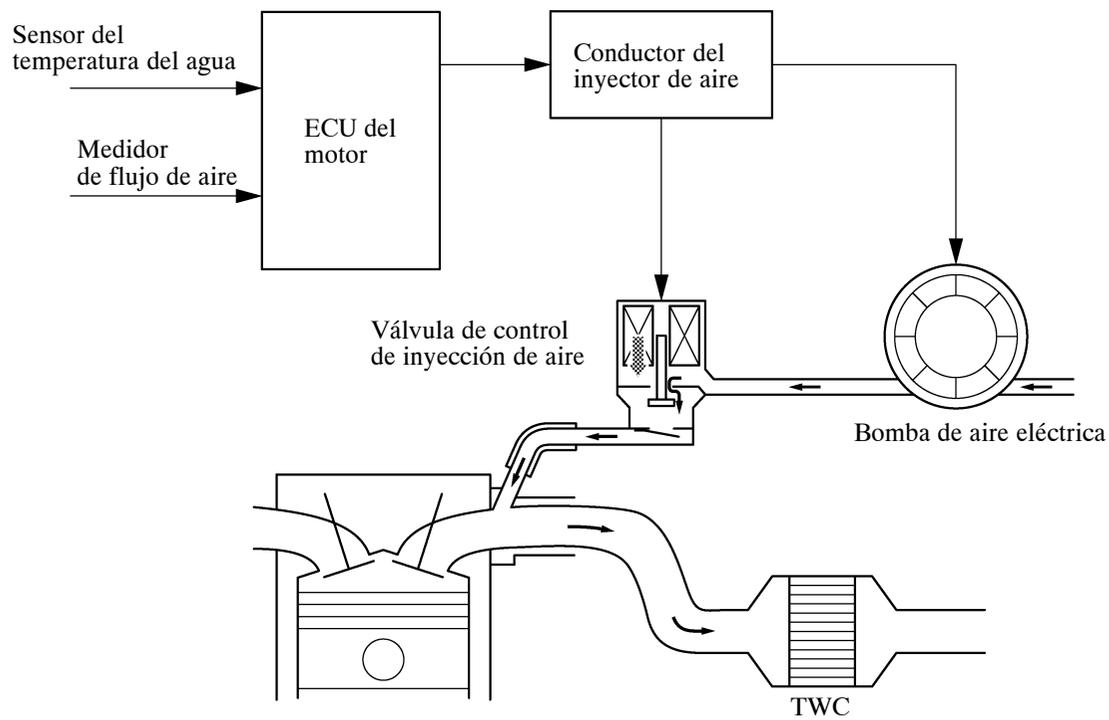
Condición		Relación de trabajo (señal de trabajo)
Normal	A	80%
	B	0%
Circuito abierto en la línea entre los terminales AIDI y DI		100%
Anomalía en la línea entre los terminales de la ECU del motor y el conductor del inyector de aire	A	0%
Funcionamiento incorrecto en el conductor de inyección de aire (fallo en el circuito de actuación de la bomba de aire eléctrica)		20%
Funcionamiento incorrecto en el conductor de inyección de aire (circuito de actuación de la válvula de control de inyección de aire)		40%
Anomalía de recalentamiento del conductor del inyector de aire		60%

A: Se ha solicitado solicitudes del accionamiento de la bomba eléctrica de aire y el accionamiento de la válvula de control de la inyección de aire.

B: Condiciones que no sean A

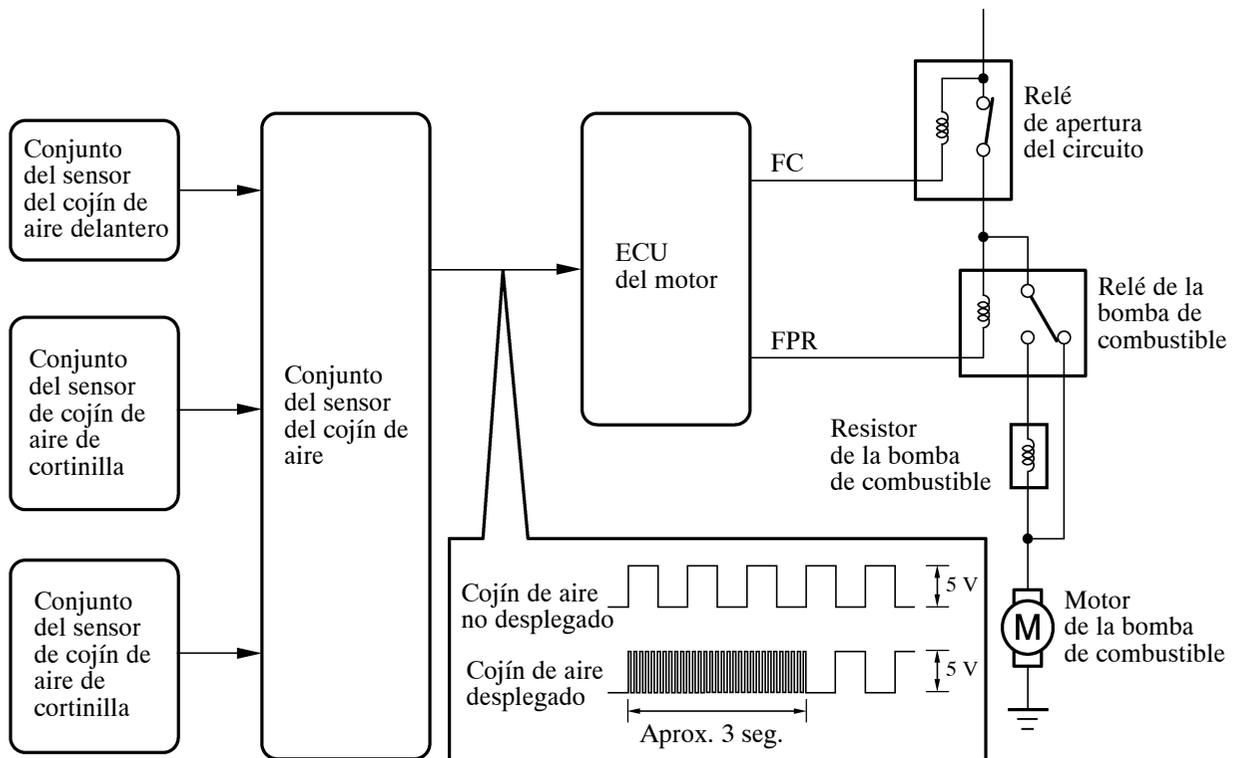
5) Operación del sistema

Para que tenga efecto en este control durante el enfriamiento del estado del motor (temperatura del refrigerante del motor: 5°C ~ 60°C), la ECU del motor estima la cantidad de aire del TWC basándose en las señales provenientes del medidor de flujo de aire para regular el momento de la inyección de aire (máximo 80 seg.).



Control de la bomba de combustible

- La velocidad de la bomba del combustible es controlada por el relé de esta bomba y mediante el resistor de la misma bomba.
- Se ha adoptado el control del corte del combustible para detener la bomba del combustible cuando se haya eyectado el cojín de aire durante una colisión frontal o lateral. En este sistema, la señal de eyección de los cojines de aire proveniente del conjunto sensor de los cojines de aire es detectada mediante la ECU del motor, el cual desactiva el relé de apertura del circuito. Después de haberse el control del corte de combustible, si se gira el interruptor del encendido de OFF a ON anula el control del corte del combustible, y el motor puede ser puesto otra vez en funcionamiento.



Diagnóstico

- Cuando la ECU del motor detecta una anomalía o funcionamiento incorrecto, la ECU del motor diagnostica y memoriza la sección que haya sufrido la anomalía. Además, la luz indicadora de comprobación del motor ubicada en el cuadro de instrumentos múltiple se ilumina o parpadea intermitentemente para informar al conductor.
- La ECU del motor además almacena los códigos DTCs de las anomalías que se hayan registrado.
- Se puede tener acceso a los DTCs mediante la conexión de la STT (09843 - 18040) en los terminales de DLC3 Tc y CG, pudiéndose leer la luz indicadora de comprobación del motor. También se puede tener acceso a estos mediante la conexión de un comprobador inteligente II.
- Todos los DTC (Diagnostic Trouble Codes = Código de problemas de diagnóstico) se han realizado para que se correspondan con los códigos de control SAE. Algunos DTC se han dividido en unas áreas más pequeñas que en los anteriores, los nuevos DTC se han asignado a las mismas áreas. Para más detalles, consulte el suplemento del manual de reparaciones de Land Cruiser/ Land Cruiser Prado (Pub. N.º RM1151S).

Observaciones para las labores de servicio

Para eliminar el DTC que está almacenado en la ECU del motor, utilice un comprobador inteligente II o desconecte el terminal de la batería o retira el fusible EFI durante 1 minuto o tiempo superior.

Seguridad doble

Cuando se ha detectado una anomalía por cualquiera de los sensores, existe una posibilidad de que se haya producido una anomalía del motor u otro tipo de funcionamiento incorrecto si la ECU continuará controlando el sistema de control del motor de forma normal. Para prevenir este tipo de problema, la función de seguridad de la ECU se apoya o bien en los datos almacenados en la memoria para permitir que el sistema de control continúe trabajando, o detiene el motor para evitar un peligro inminente. Para más detalles, consulte el suplemento del manual de reparaciones de Land Cruiser/ Land Cruiser Prado (Pub. N.º RM1151S).