



Audi Q5 hybrid quattro

Audi se remonta a una experiencia de más de 20 años en la tecnología híbrida. En 1989 tuvo su debut la primera generación del Audi Duo – un estudio tecnológico basado en un Audi 100 Avant del tipo C3.

Un motor de gasolina, de cinco cilindros, se encargaba de traccionar las ruedas delanteras, y un motor eléctrico de 9 kW (12 CV), conectable subsidiariamente, traccionaba las ruedas traseras. Como acumuladores de energía se utilizaban baterías de níquel-cadmio.

Dos años más tarde le siguió otra variante del Duo, basada en un Audi 100 Avant quattro del tipo C4.

En 1997 Audi avanzó hasta proclamarse el primer fabricante europeo de automóviles que construía un vehículo híbrido puro en una serie corta – el Audi Duo basado en el A4 Avant del tipo B5. La tracción venía establecida por un 1.9l TDI de 66 kW (90 CV) y un motor eléctrico, refrigerado por agua, de 21 kW (29 CV), alimentado por una batería de gel de plomo, instalada en la parte posterior del vehículo. Ambos grupos motrices traccionaban las ruedas delanteras.



489_020



489_021



489_022

Con el Audi Q5 hybrid quattro, Audi posee el primer vehículo híbrido puro en la categoría de los SUV Premium. Con la potencia de un V6 y el consumo de un cuatro cilindros TDI, el Q5 hybrid quattro, después de tres generaciones del Audi Duo, es el primer modelo híbrido de Audi que recurre a dos grupos motopropulsores – un híbrido paralelo de alta eficiencia que corresponde con el último estado de la técnica.

Su motor de combustión, un 2.0l TFSI* de 155 kW (211 CV) trabaja de un modo inteligente y flexible, en acción conjunta con un motor eléctrico de 40 kW (54 CV) refrigerado por agua, estableciendo condiciones dinámicas deportivas. El motor eléctrico es alimentado por una compacta batería de iones de litio.



489_023

Objetivos de este Programa autodidáctico:

Este Programa autodidáctico le informa acerca de la técnica general del Audi Q5 hybrid quattro. Una vez estudiado este Programa autodidáctico, usted estará en condiciones de dar respuesta a las preguntas siguientes:

- ▶ ¿Qué es la tecnología híbrida?
- ▶ ¿Qué tecnología híbrida es utilizada por Audi?
- ▶ ¿Qué modificaciones se han implantado en comparación con el Q5 con motor de combustión?

Introducción

Características de identificación en el vehículo	4
--	---

Instrucciones sobre seguridad

Reglas VDE sobre seguridad en electrotécnia	6
Identificaciones de las advertencias	7

Conceptos básicos de la tecnología híbrida

Técnica híbrida	8
Técnica de la tracción híbrida	8
Propulsiones híbridas puras	10
Otros conceptos	12

Motor

Modificaciones implantadas en el motor 2.0l TFSI	15
Circuito de líquido refrigerante y gestión térmica	16
Unidad de control del motor J623	18
Cambio automático de 8 marchas con módulo híbrido	19

Tren de rodaje

Dirección electromecánica	20
Bomba de vacío para freno V192	21

Sistema eléctrico

Unidad de batería híbrida AX1	22
Unidad de control para regulación de batería J840	23
Batería de alto voltaje A38	23
Conector de mantenimiento para sistema de alto voltaje TW	24
Concepto de seguridad	26
Refrigeración de la batería	28
Módulo electrónico de potencia y control para propulsión eléctrica JX1	29
Motor para propulsión eléctrica V141	30
Climatizador	33
Sistema de alto voltaje	35
Red de a bordo de 12 voltios	38
Topología	40

Gestión del sistema

Esquema del sistema	42
Detección de apeo del conductor	44
Detección de ausencia del conductor	44
Programas de conducción	44
Elementos de indicación y mando para la marcha en el modo híbrido	45

Servicio

Herramientas especiales	52
Equipos de taller	53

Apéndice

Glosario	56
Prueba sus conocimientos	57
Programas autodidácticos	59

El Programa autodidáctico proporciona las bases relativas al diseño y funcionamiento de nuevos modelos de vehículos, nuevos componentes en vehículos o nuevas tecnologías.

El Programa autodidáctico no es un manual de reparaciones. Los datos indicados sólo se proponen contribuir a facilitar la comprensión y están referidos al estado de los datos válido a la fecha de redacción del SSP.

Para trabajos de mantenimiento y reparación utilice en todo caso la documentación técnica de actualidad.



Nota



Remisión

Introducción

Características de identificación en el vehículo

El Audi Q5 hybrid quattro se diferencia del Audi Q5 con motor de combustión, adicionalmente a que lleva el anagrama "Hybrid" en la placa del modelo, por las características distintivas siguientes:

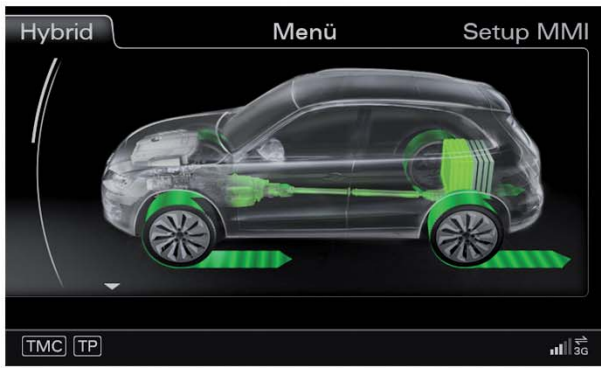
Cuadro de instrumentos con Powermeter e indicaciones híbridas



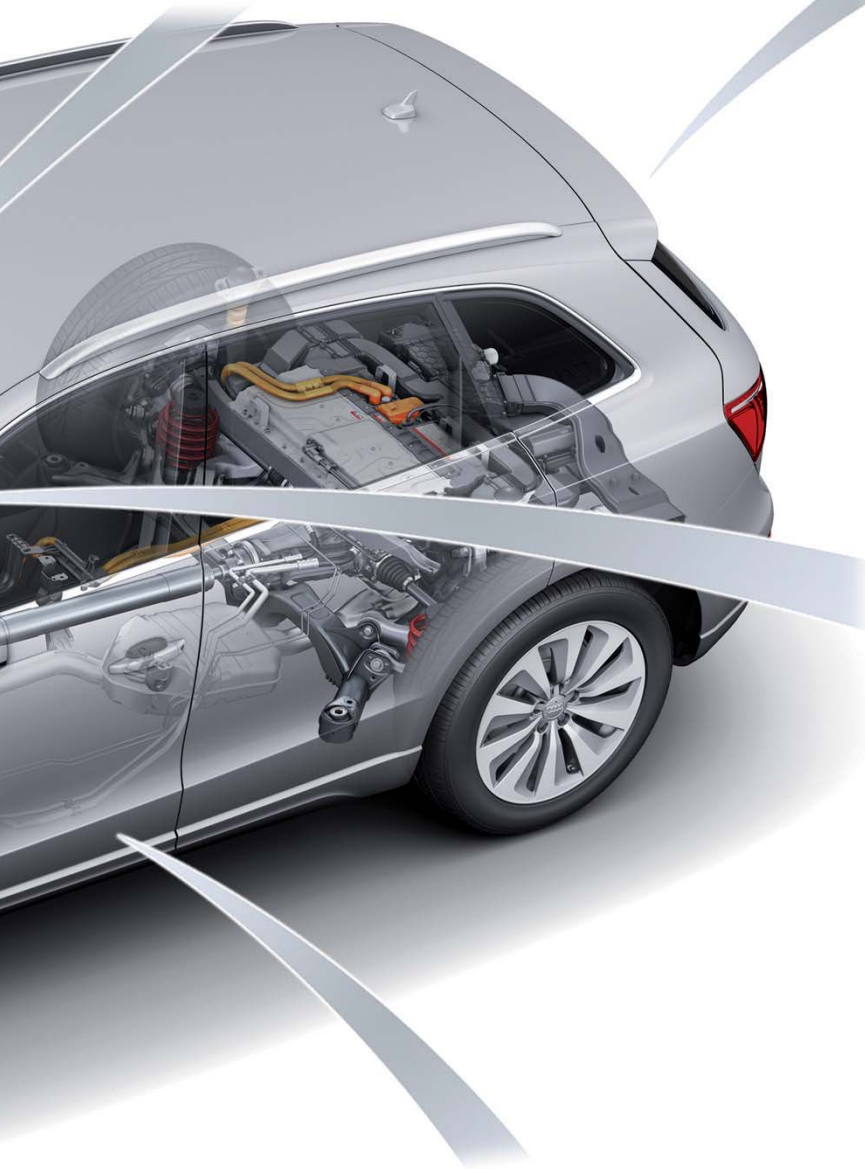
Anagrama "Hybrid" en la cubierta de diseño que lleva en el vano motor



Anagrama "Hybrid" en las aletas



Anagrama "Hybrid" el portón/capó trasero



Conmutador para modo EV y mando del cambio con función tip-S



Anagrama "Hybrid" en las molduras de los estribos

Instrucciones sobre seguridad

Reglas VDE sobre seguridad en electrotécnia

En el caso de todos los electricistas de sistemas domésticos se dan por conocidas las siguientes reglas de seguridad basadas en la serie de normas DIN VDE 0105.

Esto también es válido para la persona cualificada que asume la responsabilidad sobre los sistemas de alto voltaje en el vehículo de motor: el técnico de alto voltaje.

Estas reglas de seguridad según VDE hallarán aplicación antes de los trabajos en sistemas eléctricos, por el orden en que se indican.

Estas son las operaciones que debe llevar a cabo el técnico de alto voltaje.

- 1. Establecer el estado sin tensión**
- 2. Asegurar el sistema contra reconexión**
- 3. Comprobar el estado sin tensión**

Estas operaciones no son relevantes para vehículos de alto voltaje.

- 4. Conectar a tierra y conectar en cortocircuito**
- 5. Cubrir o bloquear el acceso a piezas vecinas sometidas a tensión**



Nota

Ya las tensiones alternas desde 25 voltios y las continuas desde 60 voltios son peligrosas para el ser humano. Observe por ello indefectiblemente las instrucciones de seguridad que se proporcionan en la documentación de Servicio, en la localización guiada de averías y las indicaciones de advertencia que hay en el vehículo.



Nota

Los trabajos en el sistema de alto voltaje únicamente deben ser llevados a cabo por un técnico de alto voltaje, cualificado.

Identificaciones de las advertencias

Para evitar lo más posible que, por el sistema de alto voltaje, sean expuestos a peligro el usuario, el personal de Servicio y del taller, así como el personal de intervención rápida para rescates técnicos y médicos, se aplican en el Audi Q5 hybrid quattro numeros adhesivos de advertencia e información.

Los siguientes adhesivos amarillos remiten a piezas que llevan alto voltaje o bien **componentes de alto voltaje que van implantados cerca o van ocultos bajo cubiertas o tapas.**

Advertencia ante tensión eléctrica peligrosa según DIN 4844-2 (BGV A8)



489_054

Se aplican fundamentalmente dos tipos de adhesivos de advertencia:

- ▶ Adhesivos de advertencia amarillos con el símbolo de advertencia relativa a la tensión eléctrica
- ▶ Adhesivos de advertencia con la rotulación "Danger" (peligro en inglés) sobre fondo rojo

Advertencia ante un punto de peligro según DIN 4844-2 (BGV A8)

Advertencia de no tocar piezas que llevan tensión



489_055

Advertencia ante tensión eléctrica peligrosa según DIN 4844-2 (BGV A8)

Identificación de preceptos: Tener en cuenta las instrucciones de uso según DIN 4844-2 (BGV A8)

Los adhesivos de advertencia con el rótulo "Danger" **identifican los componentes de alto voltaje o bien piezas que llevan alto voltaje.**

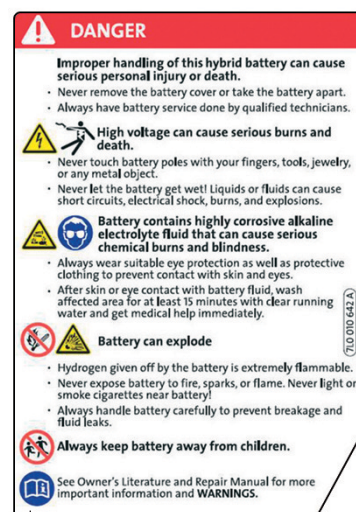


489_056

Advertencia ante tensión eléctrica peligrosa según DIN 4844-2 (BGV A8)

Advertencia de no tocar piezas que llevan tensión

Identificación de preceptos: Tener en cuenta las instrucciones de uso según DIN 4844-2 (BGV A8)



489_057

Identificación especial de la batería de alto voltaje

Este adhesivo de información va pegado respectivamente en inglés y en el idioma del país en la parte superior de la batería de alto voltaje.

Conceptos básicos de la tecnología híbrida

Técnica híbrida

La palabra Hybrid proviene del latín "hybrida", y significa algo que es cruzado o mezclado.

En la técnica, la palabra "híbrido" designa un sistema en el que se combinan dos diferentes tecnologías.

En relación con los sistemas de propulsión, el concepto de la tecnología híbrida se utiliza en dos sentidos:

- ▶ la propulsión bivalente y
- ▶ la técnica de propulsión híbrida.

Tracción bivalente

Bajo tracción bivalente se entienden vehículos en los que un motor de combustión puede quemar diferentes tipos de combustibles para aportar la energía de la propulsión.

Los sistemas que utilizan combustibles fósiles y renovables (gasóleo/biodiésel) o combustibles líquidos y gaseosos (gasolina/gas natural/gas para automoción) son conocidos y su uso está cada vez más extendido en el mercado.

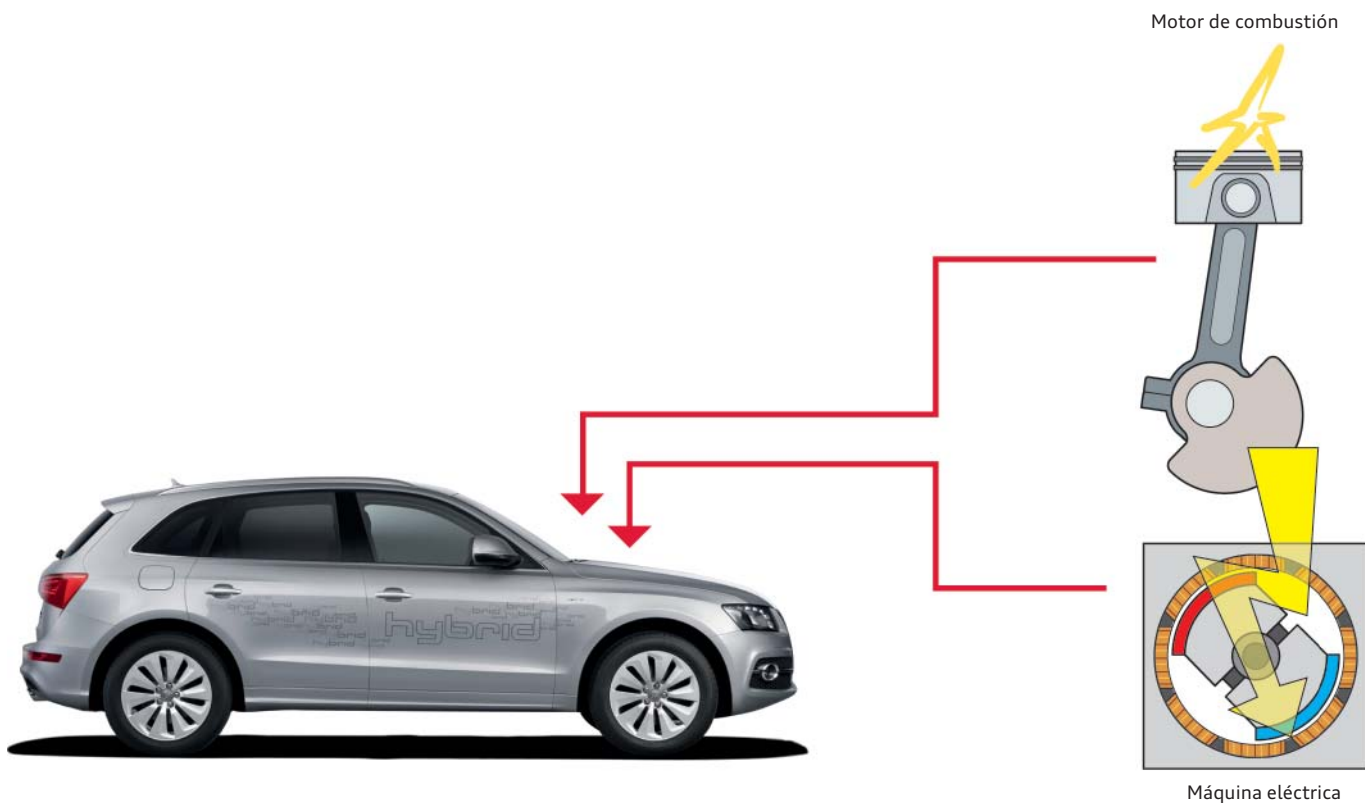
Técnica de la tracción híbrida

En el caso de los sistemas de propulsión híbridos se habla de una combinación de dos grupos motopropulsores distintos que funcionan basándose en principios diferentes.

Actualmente se entiende por tecnología híbrida la combinación de un motor de combustión y una máquina eléctrica (llamada también máquina E).

Puede utilizarse como generador para obtener energía eléctrica a partir de la energía cinética (recuperación energética), como motor para la tracción del vehículo y como motor de arranque del motor de combustión. Dependiendo de la orientación de esta estructura básica se distingue entre tres formas de propulsión híbrida diferentes:

- ▶ la propulsión microhíbrida
- ▶ la propulsión semihíbrida
- ▶ la propulsión híbrida pura



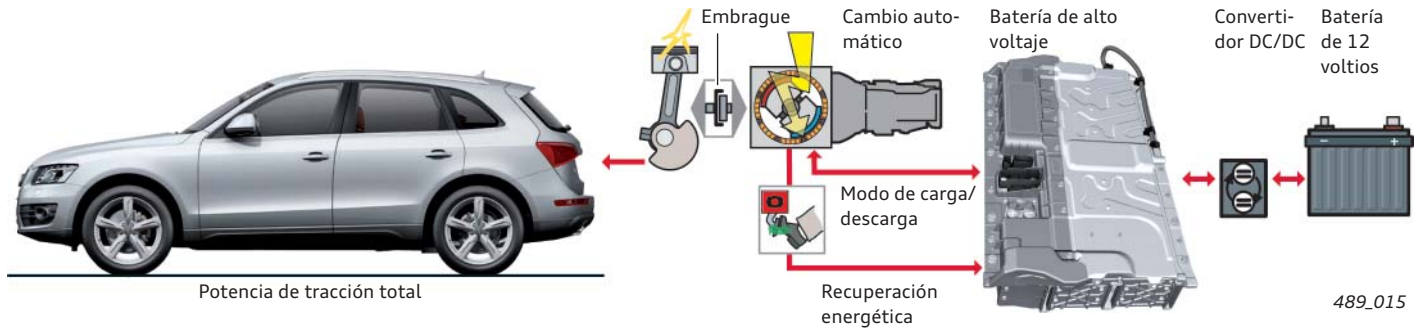
Propulsión híbrida pura

Se combina una máquina eléctrica de mayor potencia con un motor de combustión. El sistema permite conducir de modo exclusivamente eléctrico. La máquina eléctrica sirve de apoyo al motor de combustión en cuanto las condiciones lo permiten.

Los trayectos lentos se realizan por la vía netamente eléctrica. Existe una función Start-Stop del motor de combustión. La recuperación energética se utiliza para recargar la batería de alto voltaje.

Un embrague dispuesto entre el motor de combustión y la máquina eléctrica permite desacoplar ambos sistemas. El motor de combustión sólo se conecta cuando es necesario.

Se aplica en el Audi Q5 hybrid quattro y está prevista su aplicación en otros modelos más.



Propulsión semihíbrida

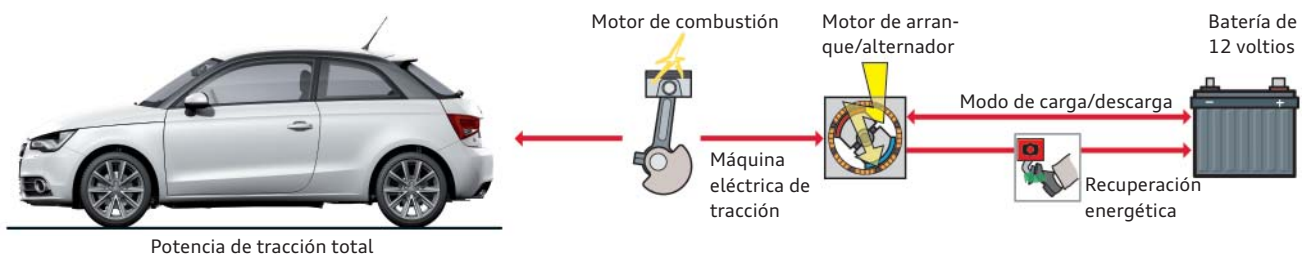
La propulsión semihíbrida corresponde, tanto desde el punto de vista técnico como del de los componentes que abarca, con la propulsión híbrida pura, pero con la restricción de que no se puede circular de forma netamente eléctrica. Tiene recuperación energética, así como las funciones Start-Stop y Boost.

Propulsión microhíbrida

En el caso de este sistema de propulsión, el componente eléctrico (motor de arranque eléctrico/alternador) sólo sirve para implementar la función de Start-Stop. Una parte de la energía cinética se puede volver a utilizar como energía eléctrica durante las frenadas (recuperación). No está prevista la circulación en el modo exclusivamente eléctrico.

Las características de la batería de 12 voltios están adaptadas para soportar los frecuentes arranques del motor.

Está disponible en numerosos modelos Audi, p. ej. en el Audi A1.



Propulsiones híbridas puras

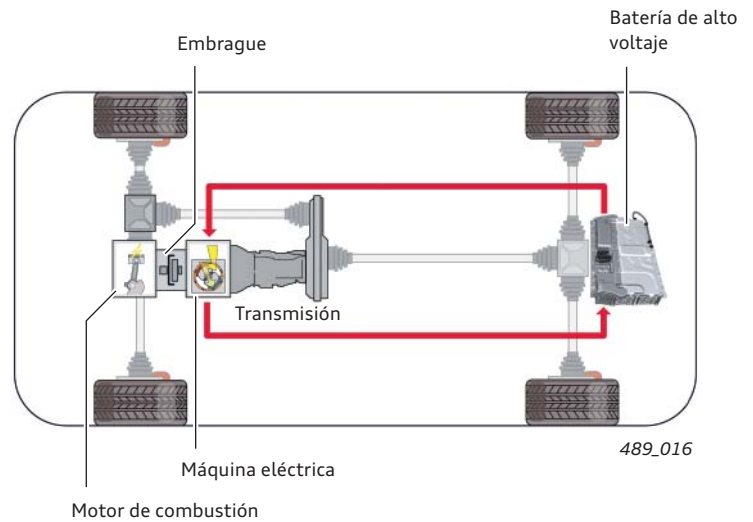
Las propulsiones híbridas puras se dividen en cuatro subcategorías diferentes:

- ▶ Propulsión híbrida paralela
- ▶ Propulsión híbrida con entrega de potencia ramificada
- ▶ Propulsión híbrida serial
- ▶ Propulsión híbrida serial con entrega de potencia ramificada

Propulsión híbrida paralela

La estructura paralela se caracteriza por su sencillez. Se utiliza cuando lo que se pretende es convertir en híbrido un vehículo ya existente.

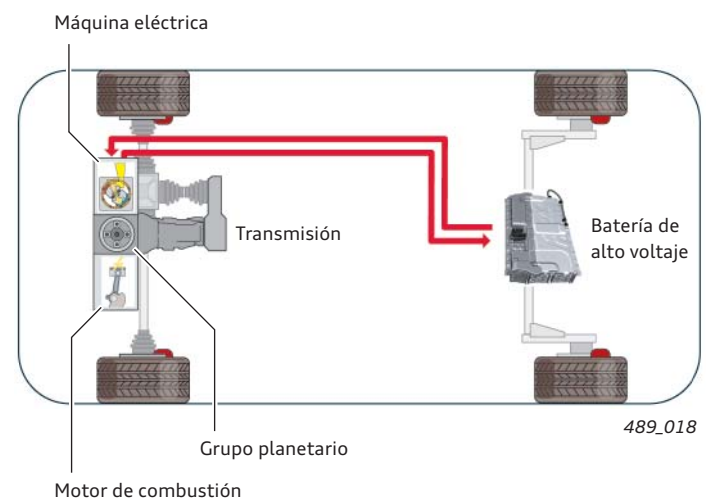
El motor de combustión, la máquina eléctrica y el cambio van situados en un eje. La suma de las potencias individuales del motor de combustión y de la máquina eléctrica corresponde a la potencia total. Este sistema permite incorporar muchas piezas adoptadas del vehículo original. En los vehículos de tracción total se implanta la tracción a las cuatro ruedas en la construcción híbrida paralela.



Propulsión híbrida con entrega de potencia ramificada

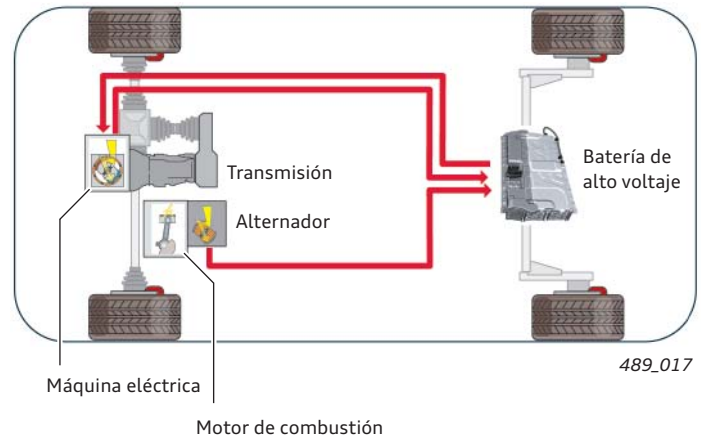
La propulsión híbrida con la entrega de potencia ramificada lleva una máquina eléctrica junto a un motor de combustión. Ambos van alojados en el eje delantero.

La tracción se transmite desde el motor de combustión y también desde la máquina eléctrica, a través de un engranaje planetario, hasta la caja de cambios del vehículo. En contraste con el esquema híbrido paralelo, la suma de las potencias parciales de ambos tipos de propulsiones no puede transmitirse completa a la rueda. La potencia generada se emplea en parte para la tracción del vehículo y en parte se acumula en forma de energía eléctrica en la batería de alto voltaje.



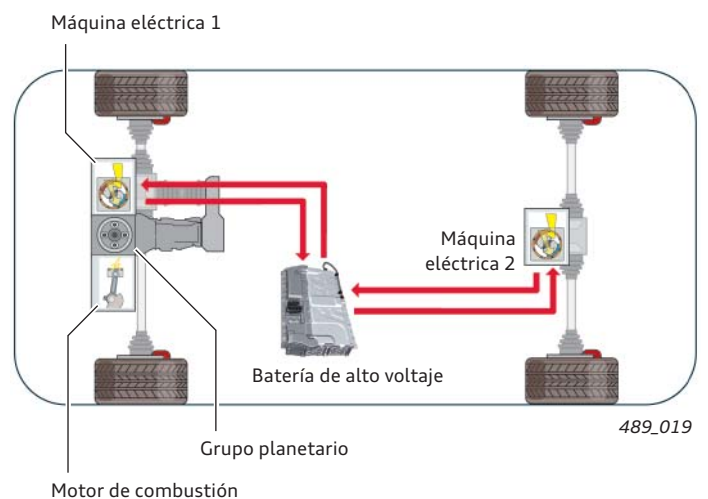
Propulsión híbrida serial

El vehículo es impulsado exclusivamente por la máquina eléctrica y el motor de combustión no posee ninguna conexión mecánica hacia el eje traccionado. El motor de combustión acciona a un alternador eléctrico, el cual abastece durante la marcha con corriente la máquina eléctrica o bien la batería de alto voltaje.



Propulsión híbrida serial con entrega de potencia ramificada

La propulsión híbrida en serie con entrega de potencia ramificada es una versión combinada de las dos mencionadas anteriormente. El vehículo lleva un motor de combustión y dos máquinas eléctricas. El motor de combustión y la máquina eléctrica 1 van alojados en el eje delantero. La máquina eléctrica 2 va alojada en el eje trasero. Este sistema es válido para un vehículo de tracción total. El motor de combustión y la máquina eléctrica 1 pueden accionar la caja de cambios del vehículo a través de un engranaje planetario. En este caso, tampoco la suma total de las potencias individuales de los respectivos tipos de motores se puede transmitir a la rueda. La máquina eléctrica 2 que va alojada en el eje trasero se activa cuando es necesario. Esta configuración obliga a ubicar a la batería de alto voltaje entre los dos ejes del vehículo.



Otros conceptos

Híbrido enchufable

Este concepto designa, en general, a un vehículo de propulsión híbrida, cuya batería de alto voltaje puede ser recargada adicionalmente a través de una estación externa o de la toma de corriente doméstica.

De esta modo se establece una forma mixta entre un híbrido puro y un automóvil eléctrico. Los vehículos híbridos enchufables combinan las ventajas que ofrecen los vehículos con motor de combustión y los de baterías.

Recuperación energética

Bajo *recuperación energética* se entiende aquí, en general, la recuperación de la energía cinética durante el ciclo de deceleración o retención del vehículo. Esto significa, que en las fases de frenado y deceleración se recupera la energía "gratuita" y se almacena interinamente en la batería del vehículo.

La función de recuperación energética es una parte esencial de la gestión de la energía eléctrica.

Corrientes de energía entre los componentes de alto voltaje

Marcha eléctrica: se descarga la batería de alto voltaje

Durante la marcha eléctrica se consume corriente de la batería de alto voltaje.

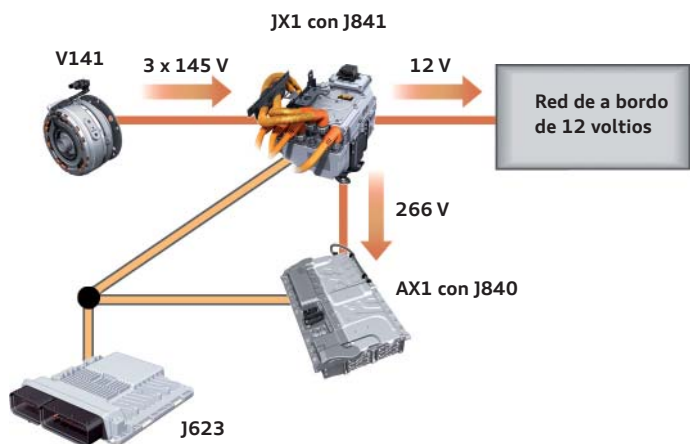
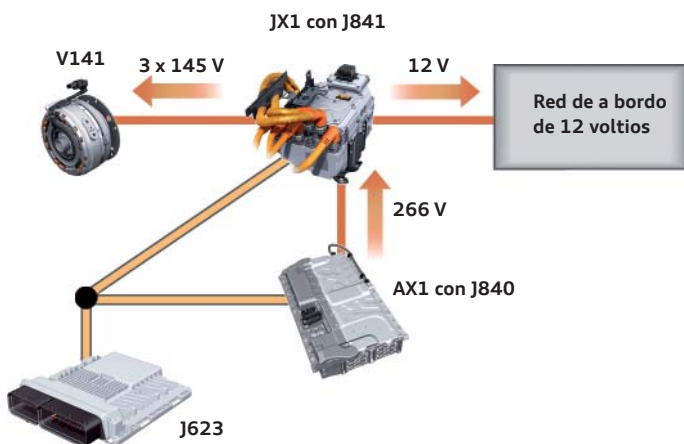
La red de a bordo de 12 voltios es alimentada con corriente por parte de la batería de alto voltaje.

Recuperación energética: se carga la batería de alto voltaje

En contraste con las fases de aceleración, en las de deceleración se frena eléctricamente a través del motor de propulsión y se recarga con ello la batería de alto voltaje. Una parte de la energía ya se recupera en cuanto el conductor levanta el pie del acelerador.

Durante la frenada sigue aumentando correspondientemente la cantidad de energía que se recupera.

La red de a bordo de 12 voltios es alimentada por el motor para propulsión eléctrica.



Leyenda:

 Cables de alto voltaje

 CAN Hybrid

AX1 Unidad de batería híbrida

JX1 Módulo electrónico de potencia y control para tracción eléctrica

V141 Motor para propulsión eléctrica

J623 Unidad de control del motor

J840 Unidad de control para regulación de batería

J841 Unidad de control para propulsión eléctrica

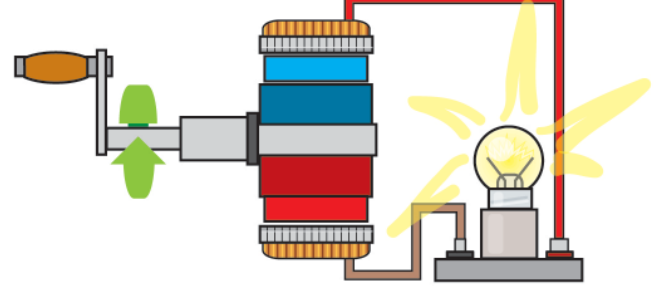
Máquina eléctrica

El término de máquina eléctrica se emplea en lugar de alternador, motor eléctrico y motor de arranque.

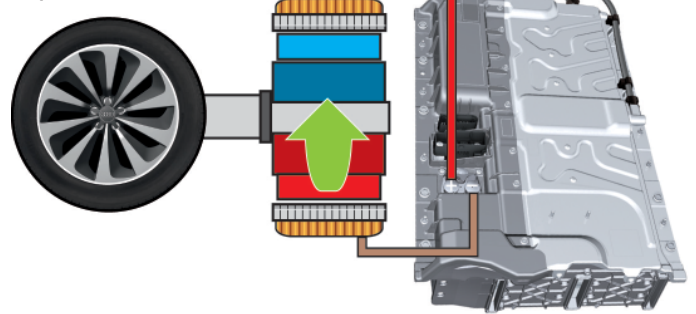
En principio, todo motor eléctrico puede utilizarse también como alternador. Cuando el eje de la máquina eléctrica es impulsado desde el exterior, dicha máquina funciona como alternador y suministra energía eléctrica. En cambio, cuando la máquina eléctrica recibe energía eléctrica funciona como un motor.

La máquina eléctrica que se utiliza en un híbrido eléctrico sustituye, por lo tanto, al motor de arranque convencional del motor de combustión y también al generador convencional (alternador).

El motor eléctrico como alternador



El motor eléctrico como motor de impulsión



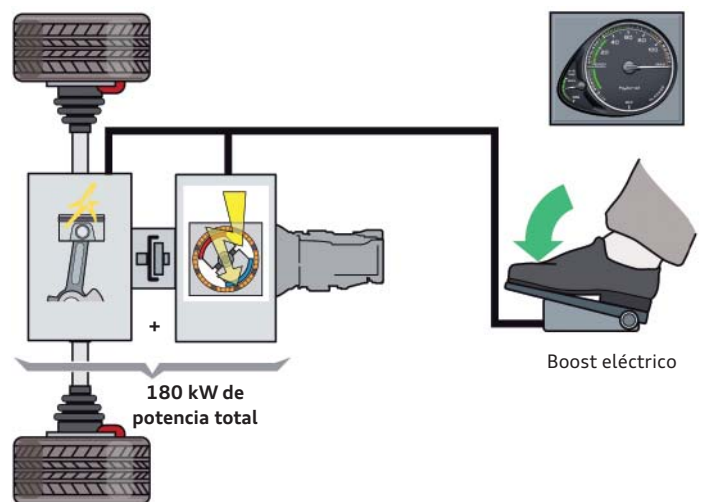
489_077

Boost eléctrico

De forma similar a la función de kickdown en los motores de combustión, que permite disponer de la potencia máxima del motor, la propulsión híbrida cuenta con una función de boost eléctrico. Cuando se ejecuta, la máquina eléctrica y el motor de combustión entregan su potencia máxima, que entonces se suman para entregar un valor total más elevado. La suma de las potencias parciales de ambos tipos de propulsiones corresponde con la potencia total del grupo motopropulsor.

No obstante, y debido a la pérdida técnica de potencia que se produce dentro de la máquina eléctrica, la potencia del alternador es inferior a la potencia de tracción.

En el Audi Q5 hybrid quattro, el motor de combustión tiene una potencia de 155 kW y la máquina eléctrica, cuando funciona como alternador, una de 31 kW. Cuando funciona como motor eléctrico, la máquina eléctrica entrega una potencia de 40 kW. Conjuntamente, el motor de combustión y la máquina eléctrica, cuando ésta funciona como motor eléctrico, desarrollan una potencia de 180 kW.



489_078

Marchar por inercia

Al marchar por inercia, el vehículo rueda sin propulsión activa. El motor de combustión se encuentra parado y la máquina eléctrica alimenta la red de a bordo de 12 voltios a través de la recuperación energética. Durante esta operación no se consume corriente de la batería de alto voltaje.

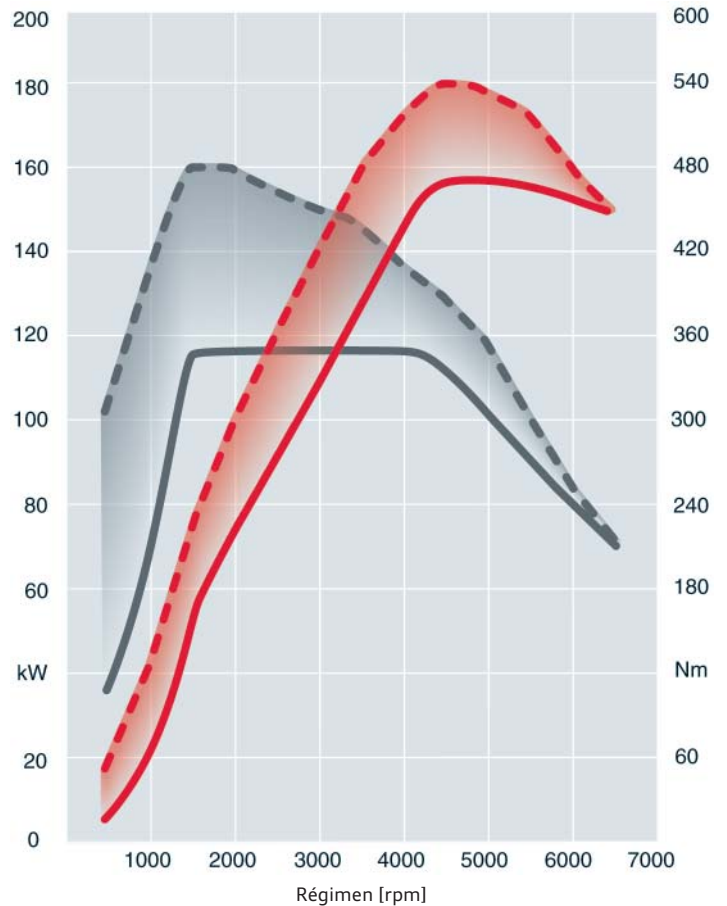
Motor

Datos técnicos

Curva de par y potencia

Motor 2.0l TFSI con letras distintivas CHJA

- Potencia del motor en kW
- Par del motor en Nm
- - - Potencia del sistema en kW (10 seg.)
- - - Par del sistema en Nm (10 seg.)



489_005

Letras distintivas del motor	CHJA
Arquitectura	Motor cuatro cilindros en línea y motor/alternador trifásico
Cilindrada en cc	1.984
Potencia motor de combustión en kW (CV) a rpm	155 (211) a 4.300 – 6.000
Potencia del sistema en kW (CV)	180 (245)
Par motor de combustión en Nm a rpm	350 a 1.500 – 4.200
Par del sistema en Nm	480
Velocidad punta, netamente eléctrica en km/h	100
Autonomía netamente eléctrica en km/h	3 (a 60 km/h)
Válvulas por cilindro	4
Diámetro de cilindros en mm	82,5
Carrera en mm	92,8
Compresión	9,6 : 1
Tipo de tracción	Cambio automático de 8 marchas quattro
Gestión del motor	MED 17.1.1
Combustible	Súper sin azufre de 95 octanos
Norma sobre emisiones de escape	EU V
Emisiones de CO₂ en g/km	159
Peso adicional por los componentes híbridos en kg	< 130

Modificaciones implantadas en el motor 2.0l TFSI

Anulación del accionamiento de correa para los grupos auxiliares

Con la anulación del accionamiento de correa se ha desarrollado un nuevo soporte de grupos auxiliares para el compresor eléctrico de climatización, aplicándose materiales revisados para los cojinetes del cigüeñal y los árboles equilibradores, de cara a conseguir un modo Start-Stop sin fricciones. La polea del cigüeñal sigue siendo implantada como antivibrador.

Refrigeración

El sistema de refrigeración ha sido ampliado con un circuito adicional a baja temperatura para el módulo electrónico de potencia y control de la propulsión eléctrica JX1.

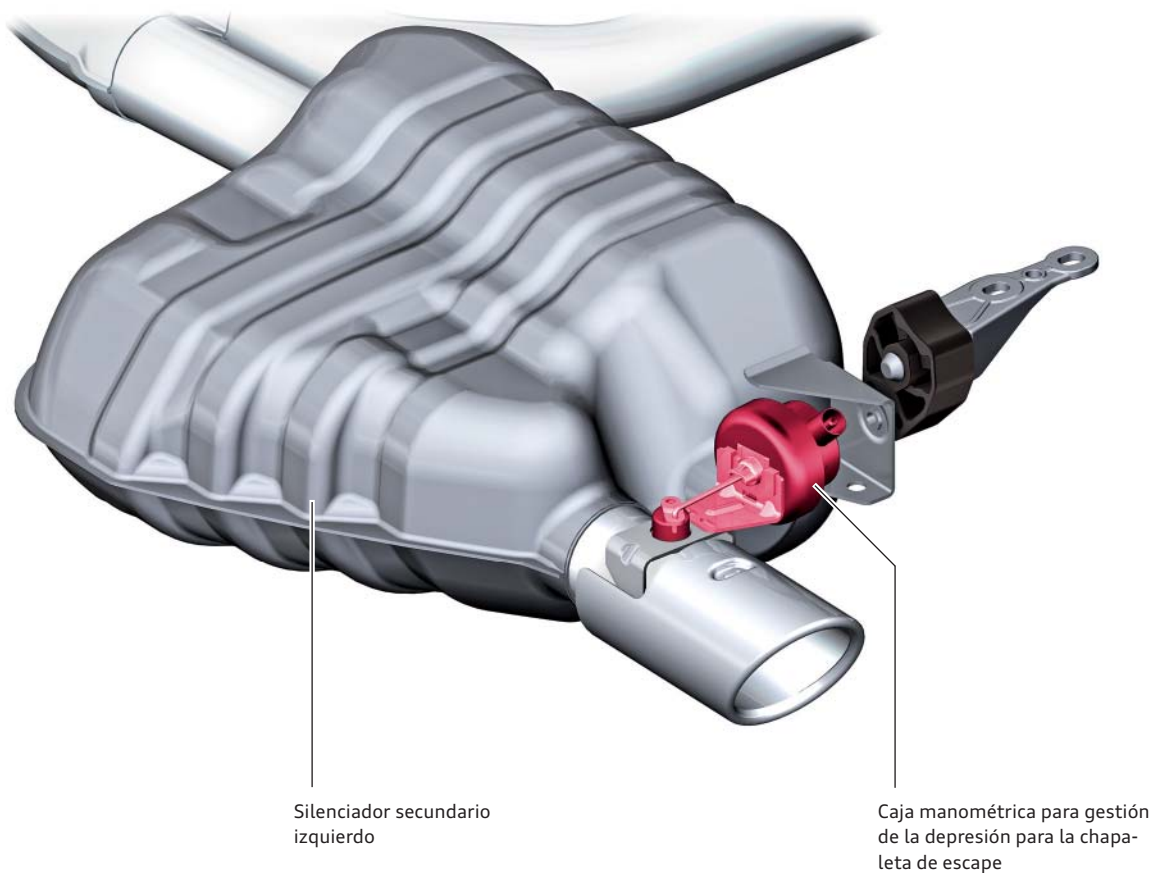
Chapaleta de escape conmutable en el silenciador secundario

La chapaleta conmutable únicamente va implantada en el silenciador secundario izquierdo y se gestiona a través de la válvula para chapaleta de escape 1 N321. Al tener aplicada la depresión se encuentra cerrada y sin depresión está abierta.

Aplicación del aire secundario

- ▶ Culata con conductos adicionales para aire secundario
- ▶ Relé para bomba de aire secundario J299
- ▶ Motor para bomba de aire secundario V101
- ▶ Válvula de inyección de aire secundario N112
- ▶ Sensor 1 de presión del aire secundario G609

Al estar parado el motor se encuentra abierta la chapaleta. Hasta los 300 Nm o bien las 1.800 rpm y al cargar la batería al ralentí, la chapaleta se encuentra cerrada por motivos acústicos.



Remisión

Hallará más información sobre funcionamiento y estructura del sistema de aire secundario en el Programa autodidáctico 436 "Modificaciones implantadas en el motor TFSI de 4 cilindros con distribución de cadena".

Circuito de líquido refrigerante y gestión térmica

Con el lanzamiento de la generación de unidades de control MED 17.1.1 dotada de procesador triple también se ha podido implantar la gestión térmica de vanguardia. Persigue el objetivo de seguir reduciendo el consumo y las emisiones de CO₂ mediante un balance térmico optimizado en el vehículo. El balance térmico optimizado significa que todas las piezas y los grupos componentes, tales como el motor o la transmisión, que se encuentran sometidos a cargas térmicas y conectados al sistema de refrigeración, sean mantenidos dentro de un margen de temperaturas óptimo para el rendimiento que deben aportar.

En el Audi Q5 hybrid quattro el sistema de refrigeración está dividido en un circuito de baja temperatura y uno de alta temperatura. Al estar parado el motor de combustión se trasiega el líquido refrigerante por medio de una bomba eléctrica.

Componentes en el circuito de alta temperatura:

- ▶ Intercambiador de calor de la calefacción
- ▶ Válvula de cierre para líquido refrigerante N82
- ▶ Motor para propulsión eléctrica V141
- ▶ Bomba de líquido refrigerante para circuito de alta temperatura V467
- ▶ Bomba de líquido refrigerante
- ▶ Turbocompresor
- ▶ Radiador de aceite del motor
- ▶ Sensor de temperatura del líquido refrigerante G62
- ▶ Termostato para refrigeración del motor controlada por familia de características F265
- ▶ Bomba de persistencia de la circulación del líquido refrigerante V51
- ▶ Radiador de líquido refrigerante para circuito de alta temperatura
- ▶ Radiador de aceite para engranajes

Componentes en el circuito de baja temperatura:

- ▶ Módulo electrónico de potencia y control para propulsión eléctrica JX1
- ▶ Bomba de líquido refrigerante para circuito de baja temperatura V468
- ▶ Radiador de líquido refrigerante para circuito de baja temperatura

Leyenda relativa a la figura de la página 17:

 Líquido refrigerante enfriado

 Líquido refrigerante caliente

1 Tornillo de purga de aire

2 Intercambiador de calor de la calefacción

3 Válvula de cierre para líquido refrigerante³⁾

4 Depósito de expansión del líquido refrigerante

5 Bomba de líquido refrigerante

6 Turbocompresor

7 Radiador de aceite del motor

8 Radiador de líquido refrigerante del circuito de alta temperatura incl. radiador de aceite para engranajes

9 Radiador de líquido refrigerante para circuito de baja temperatura

F265 Termostato para refrigeración del motor controlada por familia de características²⁾
(comienzo de la apertura: aprox. 95 °C)

G62 Sensor de temperatura del líquido refrigerante

J293 Unidad de control para ventilador del radiador²⁾

J671 Unidad de control 2 para ventilador del radiador²⁾

JX1 Módulo electrónico de potencia y control para tracción eléctrica

N82 Válvula de cierre para líquido refrigerante²⁾
(por el lado caliente)

V51 Bomba para persistencia de circulación del líquido refrigerante²⁾

V141 Motor para propulsión eléctrica¹⁾

V467 Bomba de líquido refrigerante para circuito de alta temperatura²⁾

V468 Bomba de líquido refrigerante para circuito de baja temperatura¹⁾

¹⁾ Excitación por parte del módulo electrónico de potencia y control para propulsión eléctrica JX1

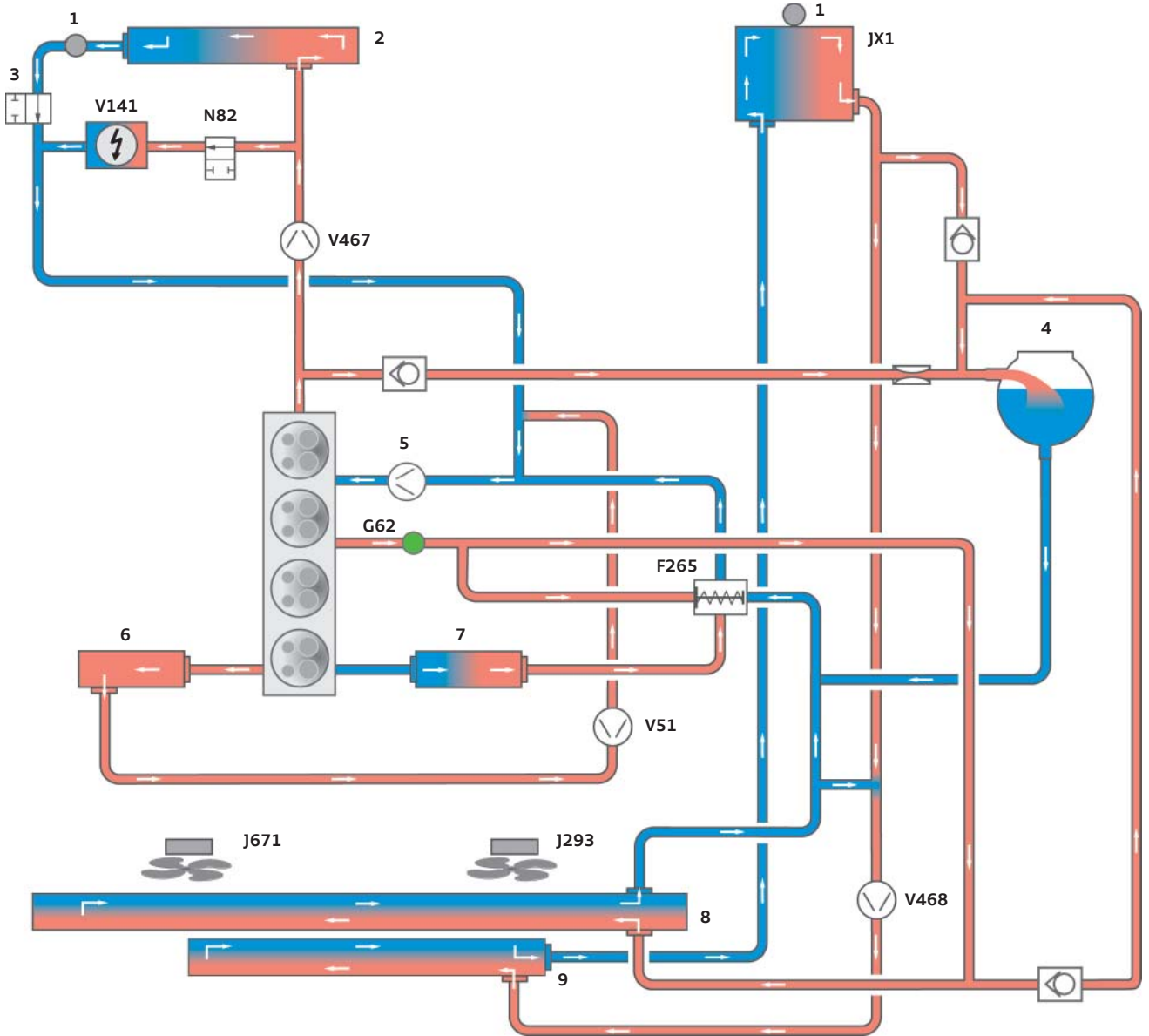
²⁾ Excitación por parte de la unidad de control del motor J623

³⁾ Excitación indirecta por parte de la unidad de control para Climatronic J255 a través de la válvula de cierre para líquido refrigerante de Climatronic N422

Cuadro general

Circuito de alta temperatura

Circuito de baja temperatura



489_002

Unidad de control del motor J623

Funciones:

- ▶ Gestión de la máquina de combustión
- ▶ Gestión térmica
- ▶ Gestión híbrida para las funciones híbridas del vehículo

La gestión híbrida decide si la marcha ha de ser eléctrica e informa al módulo electrónico de potencia sobre la velocidad deseada por el conductor.

La unidad de control del motor controla todos los circuitos de líquido refrigerante pertenecientes a la gestión térmica.

El motor de combustión puede ser puesto en funcionamiento continuo de la manera siguiente para poder localizar averías:

- ▶ En posición "P" hay que ejecutar un kick-down, en cuyo caso el motor de combustión se mantiene en funcionamiento continuamente hasta que sea seleccionada una gama de marchas.

El programador de velocidad siempre se encuentra activo en el modo eléctrico.

Modo para transporte

El motor para propulsión eléctrica únicamente se utiliza como alternador en el modo para transporte. Por ese motivo no es posible la marcha eléctrica ni las funciones Boost, Start-Stop y recuperación energética. En el modo para transporte siempre se carga la batería de alto voltaje al estar el motor de combustión en funcionamiento.

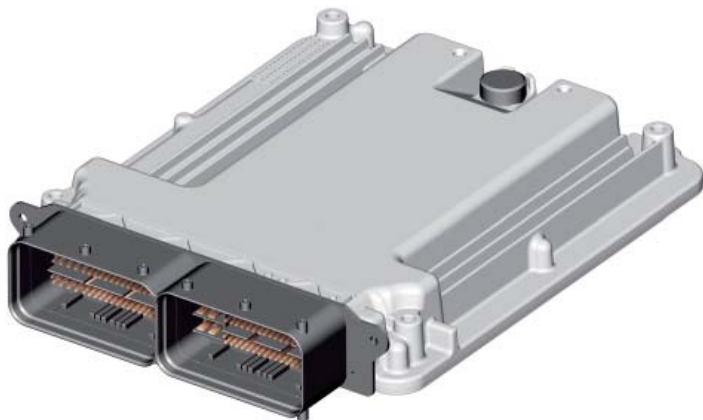
La velocidad máxima en el modo para transporte es de 35 km/h o bien el régimen máximo es de 3.500 rpm. Si no se desactiva el modo para transporte, éste se desactiva por sí solo al cabo de un recorrido de más de 100 km al ejecutarse el próximo ciclo de borne 15.

Modo para intervenciones del Servicio

A través de la adaptación puede activarse el modo para intervenciones del Servicio en la unidad de control del motor. La temperatura del líquido refrigerante debe ser de 25 °C como mínimo. Como característica de identificación se excitan el testigo de aviso de los gases de escape K83 (MIL) y el testigo luminoso del sistema electrónico del motor K149 (EPC).

En el modo para intervenciones del Servicio, el motor para propulsión eléctrica se utiliza solamente como alternador y la batería de alto voltaje siempre es cargada al estar el motor de combustión en funcionamiento. Por ese motivo no es posible la marcha eléctrica ni las funciones Boost, Start-Stop y recuperación energética.

Aparte de ello existe la posibilidad de arrancar el motor de combustión con ayuda del motor de arranque adicional de 12 voltios. Si no se vuelve a neutralizar la adaptación efectuada, al cabo de un recorrido de más de 50 km se desactiva el modo para intervenciones del Servicio con el próximo ciclo de borne 15.



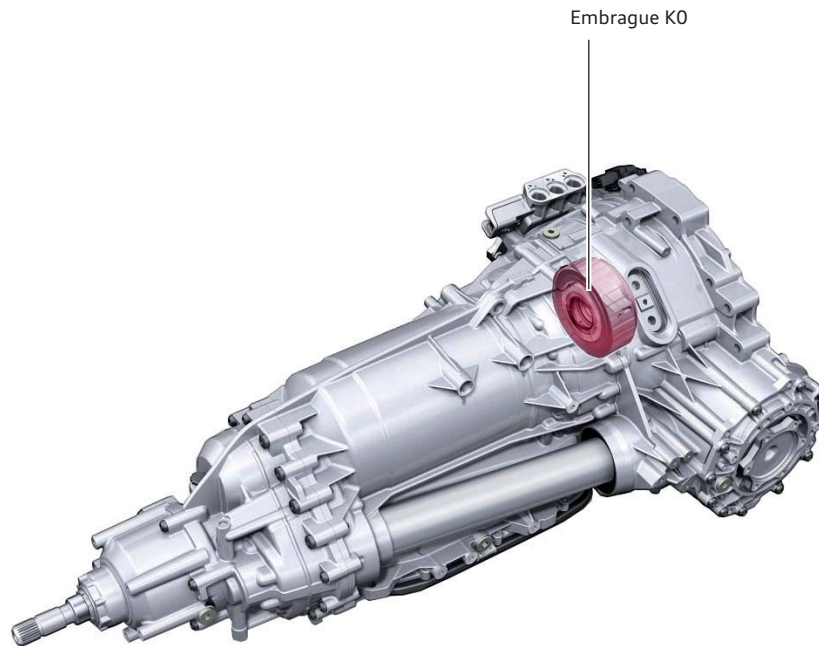
489_003



489_072

Cambio automático de 8 marchas con módulo híbrido

La unidad de control para cambio automático J217 está abonada al CAN Hybrid y al CAN Tracción.



489_025

En lugar del convertidor de par, la máquina eléctrica va implantada con un embrague multidisco (embrague K0) en forma de módulo en el cambio automático, que no ocupa espacio adicional. El embrague multidisco trabaja en baño de aceite y separa o bien comunica el motor de combustión con la máquina eléctrica.

En virtud de que se ha anulado el convertidor de par, se utiliza el embrague K1 como elemento de iniciación de la marcha.

Condiciones dinámicas	Embrague K0	Embrague K1
Arranque del motor	cerrado	abierto
Propulsión netamente eléctrica	abierto	cerrado
Recuperación energética	abierto	cerrado
Motor de combustión en marcha	cerrado	cerrado
Motor de combustión al ralentí	cerrado	abierto
Boost	cerrado	cerrado
Marcha por inercia sin recuperación energética	abierto	abierto
Marcha por inercia con recuperación energética	abierto	cerrado

Para lubricar el cambio automático y generar la presión de aceite necesaria para el mando hidráulico al estar parada la máquina eléctrica, se monta la bomba hidráulica adicional 1 para aceite para engranajes V475.

La bomba no puede generar la presión necesaria a bajas temperaturas.



Nota

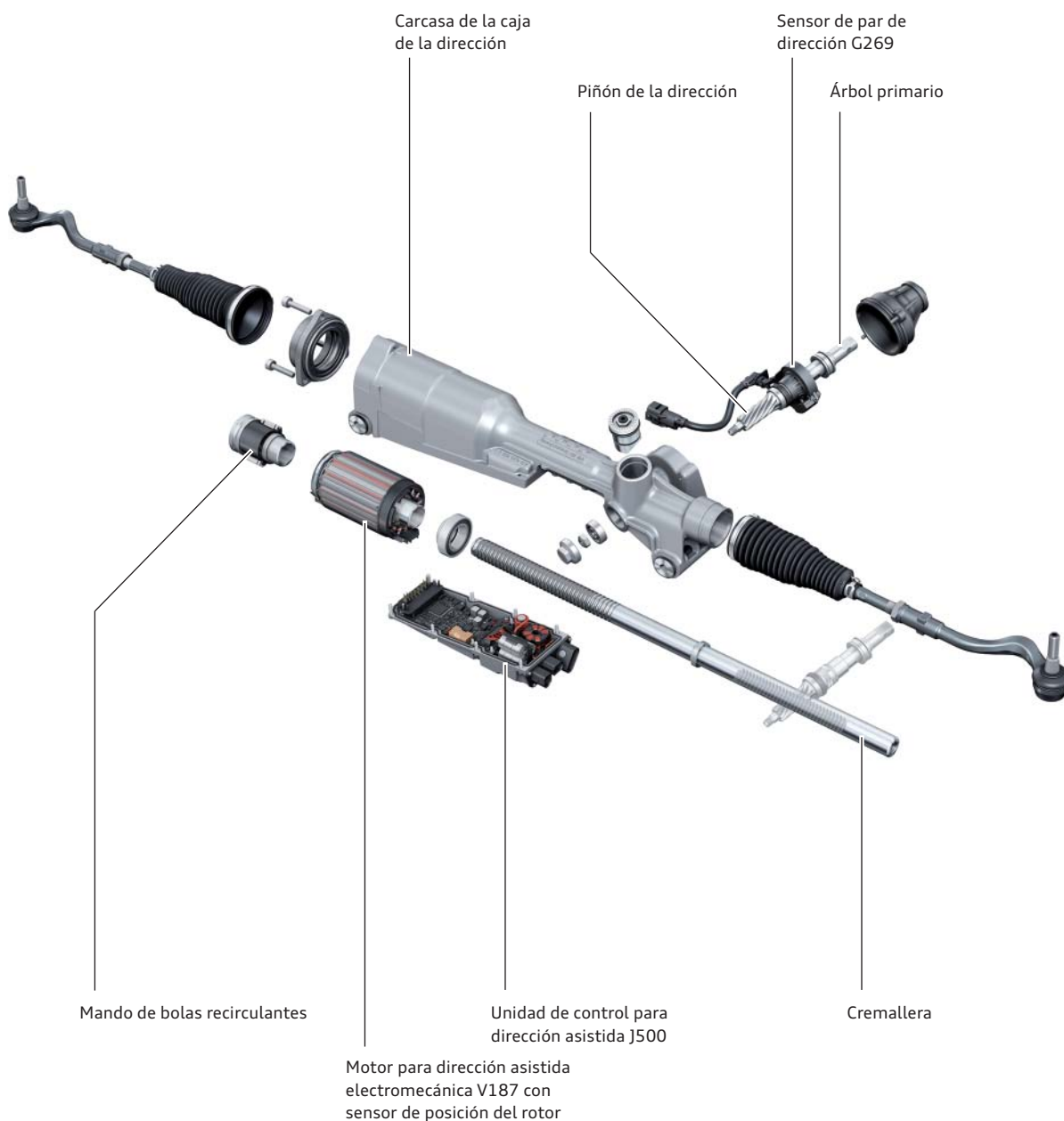
La tracción a remolque llega, igual que en el caso de los cambios automáticos escalonados que se implantan hasta ahora, con la palanca selectora en posición **N** hasta 50 km de distancia como máximo y 50 km/h como velocidad máxima, porque no se lubrica la transmisión durante la tracción a remolque.

Tren de rodaje

Dirección electromecánica

En el Audi Q5 hybrid quattro, en lugar de la dirección asistida hidráulica se aplica una dirección electromecánica.

La unidad de control para dirección asistida J500 va conectada al CAN Cuadro de instrumentos/Tren de rodaje.



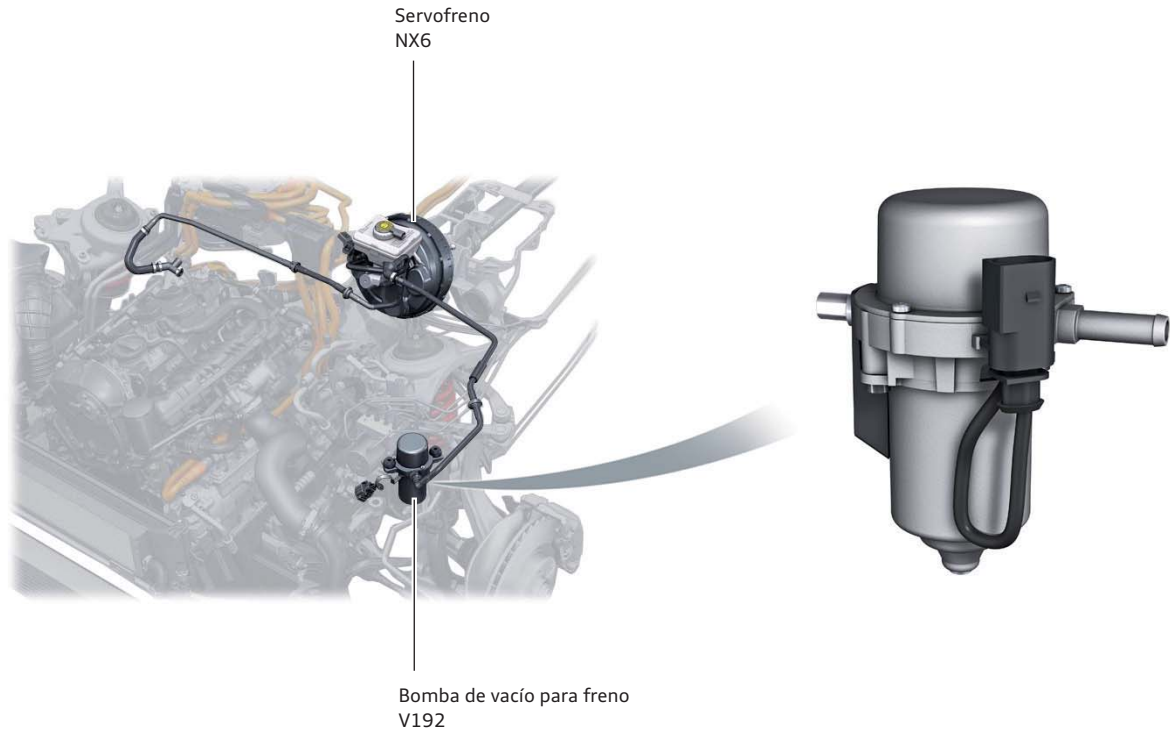
Remisión

Hallará más información sobre el funcionamiento y la estructura de la dirección electromecánica en el Programa autodidáctico 480 "Audi A7 Sportback – Tren de rodaje".

Bomba de vacío para freno V192

La bomba eléctrica de vacío para freno V192 va fijada delante al grupo ESP. Aporta una depresión suficiente en el servofreno al estar parado el motor de combustión.

La bomba de vacío es gestionada por la unidad de control del motor J623 a través del relé J318. A través del sensor de presión para servofreno G294 se conecta la bomba cuando es necesario.



489_026

Módulo ESP

El grupo ESP en el Audi Q5 hybrid quattro es idéntico con el del Audi Q5. El software ha sido ampliado con la función de *regulación del par de inercia del motor en versión híbrida**.

Debido a que al efectuar la frenada eléctrica (recuperación energética) no puede generarse presión de frenado para la estabilización, si es necesario se hace que la unidad de control del motor adapte el par de tracción.

Si en la gama de marchas "D" se desconecta el ESP o se conecta el asistente en descenso, el motor de combustión funciona continuamente durante la marcha.

Sensor de posición del pedal de freno G100

El sensor de posición del pedal de freno G100 va conectado a la unidad de control del motor.

A través del sensor de posición del pedal de freno G100 se gestiona la función de frenado eléctrico (recuperación energética) a través de la unidad de control del motor y el frenado hidráulico a través del grupo ESP. El pedal de freno tiene una carrera muerta de aprox. 9 mm en el servofreno. Con esta carrera de pedal se efectúa una frenada netamente eléctrica. Al frenar se establece una transición equilibrada hacia el frenado hidráulico.

Si se sustituye el sensor de posición del pedal de freno o se cambia la unidad de control del motor tiene que someterse el sensor de posición del pedal de freno G100 a una nueva adaptación a la unidad de control del motor.

Sistema eléctrico

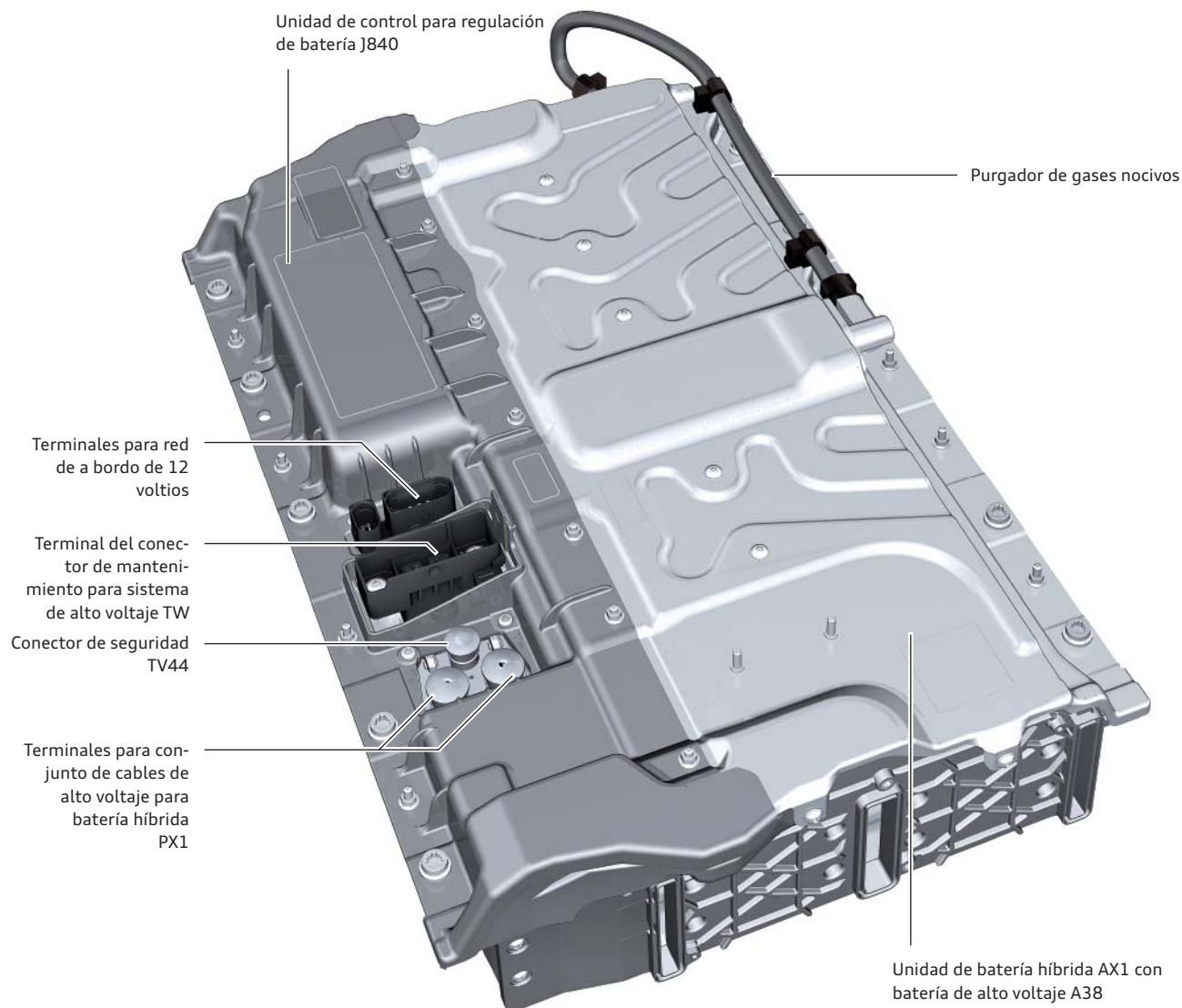
Unidad de batería híbrida AX1

La unidad de batería híbrida AX1 se encuentra en el maletero, en el alojamiento para la rueda de repuesto, y consta de los componentes siguientes:

- ▶ Batería de alto voltaje A38
- ▶ Unidad de control para regulación de batería J840
- ▶ Terminal para conector de mantenimiento TW
- ▶ Terminal para conector de seguridad TV44
- ▶ Terminales para conjunto de cables de alto voltaje PX1
- ▶ Terminales para red de a bordo de 12 voltios

La carcasa va conectada con el vehículo por medio de un cable de compensación de potencial.

En la carcasa, que circunscribe a la batería, van integrados los empalmes para la entrada y salida del aire de refrigeración. Para que, en caso de averiarse una celda, el gas que se fuga pueda ser conducido a través de un tubo flexible de desaireación por debajo del vehículo, se instala en la carcasa un purgador de gases nocivos.



Batería de alto voltaje

Tensión nominal en V	266
Tensión de las celdas en V	3,7
Cantidad de celdas	72 (conectadas en serie)
Capacidad en Ah	5,0
Temperatura operativa en °C	+15 – +55
Energía interna en kWh	1,3
Energía interna útil en kWh	0,8
Potencia en kW	máx. 40
Peso en kg	38

Unidad de control para regulación de batería J840

La unidad de control para regulación de batería J840 va integrada en la parte izquierda, en la unidad de batería híbrida AX1, y va conectada al CAN Hybrid y al CAN Tracción.

Capta la temperatura de la batería de alto voltaje y se encarga de regular la refrigeración de la batería a través del módulo de refrigeración de batería. La unidad de control determina y analiza la información relativa al estado de carga, así como a las tensiones de las celdas y de la batería. Esta información es retransmitida a la unidad de control del motor a través del CAN Hybrid.

Contactos de alto voltaje

A través de los contactos de alto voltaje se comunica y separa la batería de alto voltaje con los demás componentes, también de alto voltaje. Va instalado respectivamente un contacto de alto voltaje para "positivo" y uno para "negativo".

La unidad de control para regulación de batería J840 cierra los contactos de alto voltaje en cuanto se conecta el borne 15. Si se corta la alimentación de tensión de 12 voltios para la unidad de control de regulación de batería se abren los contactores. Red de a bordo de 12 voltios "OFF" significa que también el sistema de alto voltaje se encuentra "OFF".

Batería de alto voltaje A38

La batería de alto voltaje A38 va integrada en la unidad de batería híbrida AX1. Un sensor de corriente registra la corriente en las fases de carga y descarga. Otros sensores registran la tensión delante y detrás de los contactos de alto voltaje. Los contactos de alto voltaje integrados cierran con "borne 15 ON". Los contactos de alto voltaje abren con "borne 15 OFF" o al haber una señal de colisión.

El estado de carga de la batería de alto voltaje se mantiene entre los 30 % y 80 %. Con este margen de carga limitado se prolonga de forma importante la vida útil de la batería de alto voltaje. El indicador de batería en el cuadro de instrumentos señala 0 % o bien 100 %. El estado de carga se transmite en forma de datagrama a través del CAN Hybrid.

Carga de la batería de alto voltaje

Cuando aparece en el cuadro de instrumentos el aviso "*Vehículo no capaz de arrancar por ahora. Ver manual de instrucciones de a bordo*" tiene que cargarse la batería de alto voltaje.

Para ello hay que desconectar el encendido y conectar el cargador de 30 A como mínimo o, como alternativa, hay que conectar un vehículo donante con alternador trifásico a las tomas de arranque auxiliar. Desconectar el encendido después de la operación de carga. Aparece el aviso "*Estableciendo la capacidad de arranque. Espere por favor ...*".

La línea de seguridad (ver página 26) pasa a manera de bucle por todos los componentes de alto voltaje y es vigilada por la unidad de control para regulación de batería. La unidad de control J840 utiliza una señal de corriente para efectos de vigilancia, que viene alimentada por el módulo electrónico de potencia hacia la línea de seguridad.

En los datos del historial se guardan todos los datos relevantes acerca de la batería en la unidad de control. Esto permite ver también posteriormente si ha habido una descarga profunda o un sobrecalentamiento de la batería de alto voltaje.

Los contactos de alto voltaje son abiertos por la unidad de control para regulación de batería J840, cuando:

- ▶ se desconecta el encendido
- ▶ o se separa la línea de seguridad
- ▶ o ha actuado el pretensor del cinturón
- ▶ o ha actuado el airbag
- ▶ o cuando las dos baterías de 12 voltios son separadas de la red de a bordo con "borne 15 ON"

Si la capacidad de arranque es crítica (estado de carga de la batería de alto voltaje por debajo de un 25 %) o bien si fracasa el arranque del motor, la unidad de control del motor transmite un datagrama al cuadro de instrumentos y aparece el aviso "*Vehículo no capaz de arrancar por el momento. Ver manual de instrucciones de a bordo.*" Si el estado de carga es inferior a un 20 % ya no se admite la descarga de corriente.

En la marcha netamente eléctrica la batería de alto voltaje es la que alimenta la red de alto voltaje y la de a bordo de 12 voltios.

Si en un lapso de 1 minuto la batería de alto voltaje no recibe corriente de carga aparece el aviso "*Operación de carga abortada. No puede establecerse la capacidad de arranque.*" La causa de ello se debe a que el equipo de carga o el vehículo donante son demasiado débiles. Alternativamente se produce un aviso de avería en forma de un testigo de advertencia rojo del sistema híbrido.

Si se detecta una corriente de carga se procede a cargar la batería de alto voltaje al estado de carga de 35 %. En el cuadro de instrumentos aparece el símbolo de un conector de carga en verde (ver figura página 46). Las baterías de 12 voltios son cargadas aquí parcialmente.

Si el estado de carga de la batería de alto voltaje ha descendido a menos de 5 % ya no se la puede cargar.

Conector de mantenimiento para sistema de alto voltaje TW

Es un puente eléctrico entre ambas partes de la batería de alto voltaje. Si se extrae el *conector de mantenimiento** se separa esa conexión.

El conector de mantenimiento siempre se extrae cuando tienen que efectuarse trabajos en componentes de alto voltaje o cerca de éstos, utilizando herramienta que desprende virutas, que deforma o que tiene cantos afilados.

Para establecer el estado sin tensión hay que ejecutar el programa correspondiente en el equipo de diagnóstico de vehículos.

Desbloquear y bloquear el conector de mantenimiento

Desconecte el encendido. Para tener acceso al conector de mantenimiento TW para sistema de alto voltaje tiene que abrirse la tapa para intervenciones de Servicio del sistema de alto voltaje en el maletero. El conector de mantenimiento se encuentra debajo de la cubierta de goma en color naranja, que se tiene que retirar, situada sobre la unidad de batería híbrida AX1.



489_028

Retirar el conector de mantenimiento

Un modo de desactivar el sistema de alto voltaje consiste en accionar el conector de mantenimiento, porque trabaja como puente eléctrico entre ambas partes de la batería. La operación se realiza con dos posiciones de conmutación definidas.



Conector de mantenimiento enchufado

489_031

En la primera posición se separa la línea de seguridad.



Conector de mantenimiento en posición 1

489_030

En la segunda posición se separa la conexión en serie de las dos mitades de la batería.
El conector de mantenimiento puede ser extraído ahora de la sujeción. El sistema de alto voltaje queda desactivado y ahora hay que comprobar el estado sin tensión.

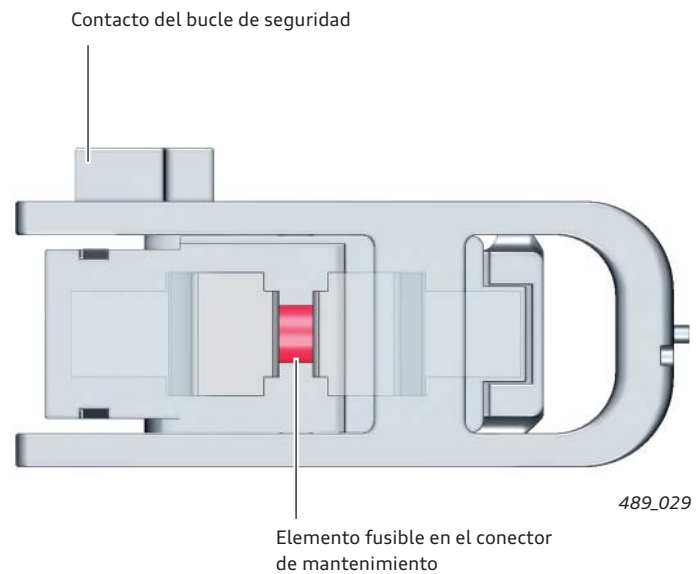


Conector de mantenimiento en posición 2

489_032

Fusible en el conector de mantenimiento

El conector de mantenimiento lleva integrado un elemento fusible para el sistema de alto voltaje. La protección se realiza con 125 A.



489_029

Reanudación del funcionamiento

Para reanudar el funcionamiento del sistema de alto voltaje hay que volver a poner en correcta posición el conector de mantenimiento, procediendo por el orden inverso.

En la localización guiada de averías hallará información más detallada sobre cómo realizar las mediciones para poder reanudar el funcionamiento.



Nota

Únicamente los técnicos de alto voltaje cualificados podrán extraer este conector de mantenimiento para establecer el estado sin tensión.

Concepto de seguridad

Vigilancia del aislamiento

Cada 30 segundos se realiza una medición del aislamiento con tensión del sistema en la red de a bordo de alto voltaje. Se detectan defectos del aislamiento en todo el circuito de alto voltaje, es decir, en la batería de alto voltaje, en los cables de tracción, el módulo electrónico de potencia, los cables trifásicos con el motor para propulsión eléctrica y en el cable que va hacia el compresor de climatización, incluyendo el propio compresor.

Si surge un defecto en el aislamiento se produce un aviso en la pantalla del cuadro de instrumentos y se exhorta al cliente a que acuda al taller.

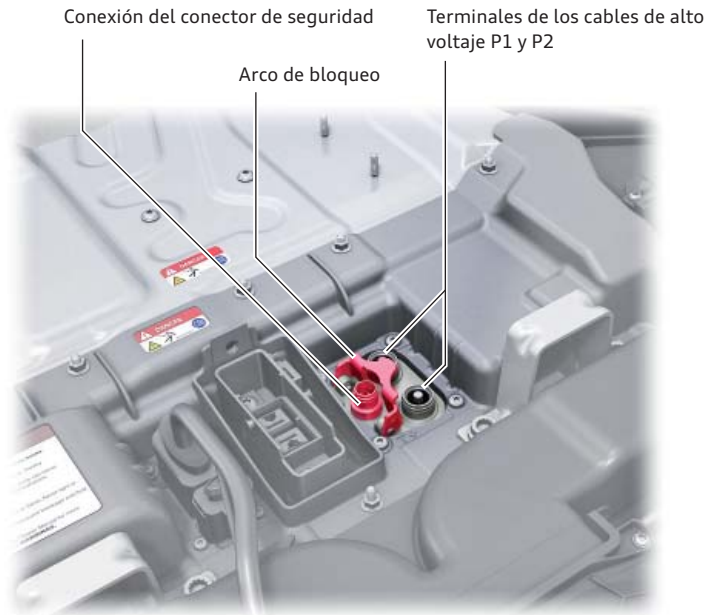
Línea de seguridad eléctrica con conector de seguridad TV44

La *línea de seguridad** es un concepto de seguridad, que abarca un componente mecánico y uno eléctrico.

La línea de seguridad garantiza que toda la red completa de alto voltaje quede sin tensión en cuanto se desconecta de la red un componente de alto voltaje. Además de ello, el conector de seguridad, junto con un arco de bloqueo, forma un bloqueo mecánico que impide que los cables de alto voltaje puedan ser extraídos al estar aplicada la tensión.

La línea de seguridad es como un circuito eléctrico que se cierra por medio de sus conectores de seguridad.

Si se abre este circuito quitando los conectores de seguridad, el sistema de alto voltaje se desconecta. Hay que retirar los conectores de seguridad para poder desacoplar los cables de alto voltaje de los respectivos componentes. De esta forma se tiene establecido que el sistema no esté bajo tensión cuando se desacoplen los cables.



489_037

La consola del conector de seguridad con el arco de bloqueo mecánico sobre la unidad de la batería híbrida, con el conector de seguridad extraído y los cables de alto voltaje desacoplados.

Línea de seguridad cerrada

Todos los componentes del sistema de alto voltaje van conectados entre sí por medio de un cable aparte, de bajo voltaje, dispuesto en forma de anillo. La comunicación del componente con la línea de seguridad está ejecutada como contacto normalmente cerrado. Si todos los componentes están dispuestos para el funcionamiento, los contactos normalmente cerrados se encuentran efectivamente cerrados.

Si ahora se aplica una tensión en la línea de seguridad, puede fluir corriente en virtud de que la línea no se encuentra interrumpida. El hecho de que se pueda medir corriente es una señal, por lo tanto, de que todos los componentes en la línea de seguridad están operativos.

El funcionamiento de la línea de seguridad es comparable con el de la supervisión en frío de las lámparas.

Línea de seguridad interrumpida

Si se abre un contacto normalmente cerrado, por no estar dispuesto para el funcionamiento cualquier componente o por haberse retirado el conector de seguridad, se interrumpe la línea de seguridad. Cuando se aplique una tensión no podrá fluir ninguna corriente. Esto es una señal de que el sistema de alto voltaje no está operativo.

La unidad de control para regulación de batería en la unidad de la batería híbrida es la que se encarga de revisar si la línea de seguridad está cerrada o interrumpida. Si la unidad de control constata que la línea está interrumpida, no excita los relés de alto voltaje e interrumpe así la conexión de la batería de alto voltaje con el sistema de alto voltaje.

Conector de seguridad TV44

Bloqueo mecánico del conector de seguridad

Al comienzo de este trabajo tiene que extraerse en todo caso el conector de mantenimiento (página 24). Este trabajo sólo podrá realizarlo un técnico cualificado por Audi en sistemas de alto voltaje.

El cable de alto voltaje sólo puede ser separado de la unidad de la batería híbrida si se retiró anteriormente el conector de seguridad TV44. Para ello tiene que extraerse hacia arriba el anillo de bayoneta. La línea de seguridad habrá quedado interrumpida con ello y la unidad de control para gestión de la batería habrá desacoplado la batería de alto voltaje a través de los contactos de alto voltaje.



489_038



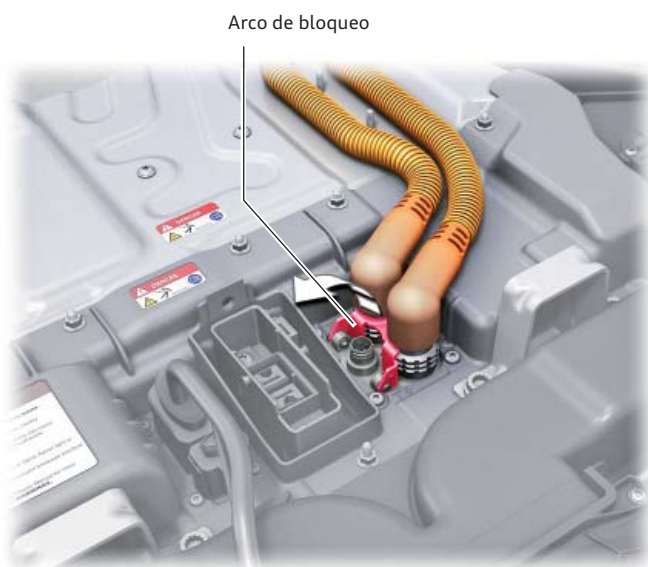
Conector de seguridad TV44

489_039

Los contactos de enchufe del cable de alto voltaje sólo pueden ser desacoplados si se ha pivotado en retorno anteriormente el arco de bloqueo.

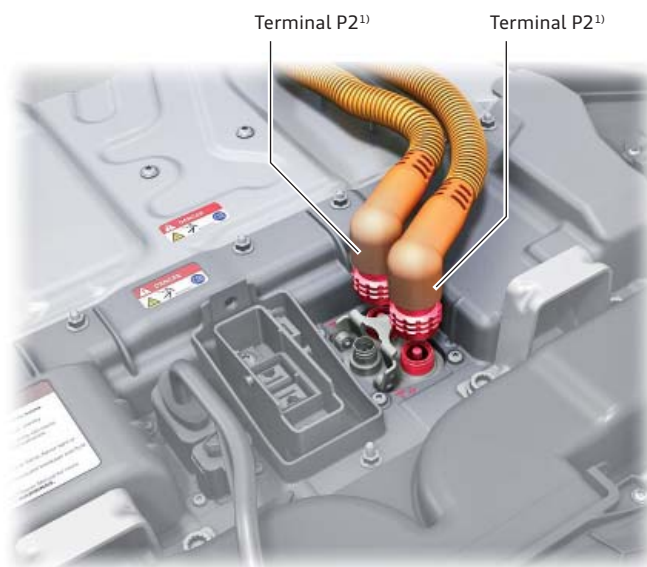
Por estar interrumpida la línea de seguridad ya no habrá tensión en los contactos para el cable de alto voltaje y no podrá producirse ninguna descarga eléctrica al desacoplar el cable de alto voltaje.

Y a la inversa, el cable de alto voltaje que va hacia el módulo electrónico de potencia únicamente puede ser conectado con la unidad de la batería híbrida si se ha dispuesto el arco de bloqueo sobre ambos contactos de enchufe. Sólo después de ello es cuando se puede colocar el conector de seguridad. Esto quiere decir, en interacción con la línea de seguridad, que el sistema de alto voltaje sólo podrá recibir corriente una vez que el conector de seguridad esté acoplado. Los terminales de alto voltaje se acoplan siempre, por lo tanto, en ausencia de corriente.



Arco de bloqueo

489_040



Terminal P2¹⁾

Terminal P2¹⁾

489_041

¹⁾ Ver tabla página 35



Nota

Únicamente los técnicos de alto voltaje cualificados podrán extraer este conector de mantenimiento para establecer el estado sin tensión.

Refrigeración de la batería

Al cargar una batería se invierten los procesos químicos que se desarrollan durante la fase de la descarga. En este proceso termodinámico se despiden calor, lo cual conduce a que se caliente la batería. En virtud de que la batería de alto voltaje en el Audi Q5 hybrid quattro está expuesta a ciclos incesantes de descarga y carga, también aquí pueden producirse cantidades de calor considerables. Aparte del posible envejecimiento de la batería esto produce sobre todo una mayor resistencia eléctrica de los conductores participantes, la cual conduce a que energía eléctrica no sea transformada en trabajo sino que sea emitida en forma de calor. La batería de alto voltaje posee por ello un módulo de refrigeración, con un evaporador propio, que va conectado al circuito de líquido refrigerante que tiene el compresor de climatización eléctrico. El módulo de refrigeración trabaja con la tensión de la red de a bordo de 12 voltios.

Los componentes del módulo de refrigeración son:

- ▶ Ventilador 1 para batería V457
- ▶ Servomotor de la chapaleta de recirculación de aire 1 para batería híbrida V479
- ▶ Servomotor de la chapaleta de recirculación de aire 2 para batería híbrida V480
- ▶ Sensor térmico ante evaporador para batería híbrida G756
- ▶ Sensor térmico tras evaporador para batería híbrida G757
- ▶ Válvula de cierre 1 para agente frigorífico de la batería híbrida N516
- ▶ Válvula de cierre 2 para agente frigorífico de la batería híbrida N517

Entre la carcasa de la unidad de la batería híbrida y los dos elementos de la batería se implantan adicionalmente seis sensores de temperatura y respectivamente se encuentra un sensor de temperatura en la entrada y uno en la salida del aire de refrigeración para la batería en el módulo de refrigeración.

Si por las señales recibidas del sensor de temperatura ante evaporador G756 o del sensor de temperatura después del evaporador G757, la unidad de control para gestión de la batería detecta una temperatura excesiva en la batería, se encarga de excitar el ventilador V457. En la unidad de control está programado un modelo de la función de refrigeración. Dependiendo de la temperatura, se conmuta del modo de aire exterior al de recirculación de aire con evaporador activo. Hay 3 fases de solicitudes de refrigeración para la unidad de control de Climatronic J255. El régimen de la turbina de aire es gestionado a través de bus LIN por la unidad de control para regulación de batería J840.

En el modo operativo con aire exterior, el ventilador V457 aspira aire de la cavidad para la rueda de repuesto, lo conduce a través del evaporador hacia la batería y el aire caliente es conducido hacia fuera por debajo del paragolpes trasero, lado izquierdo.

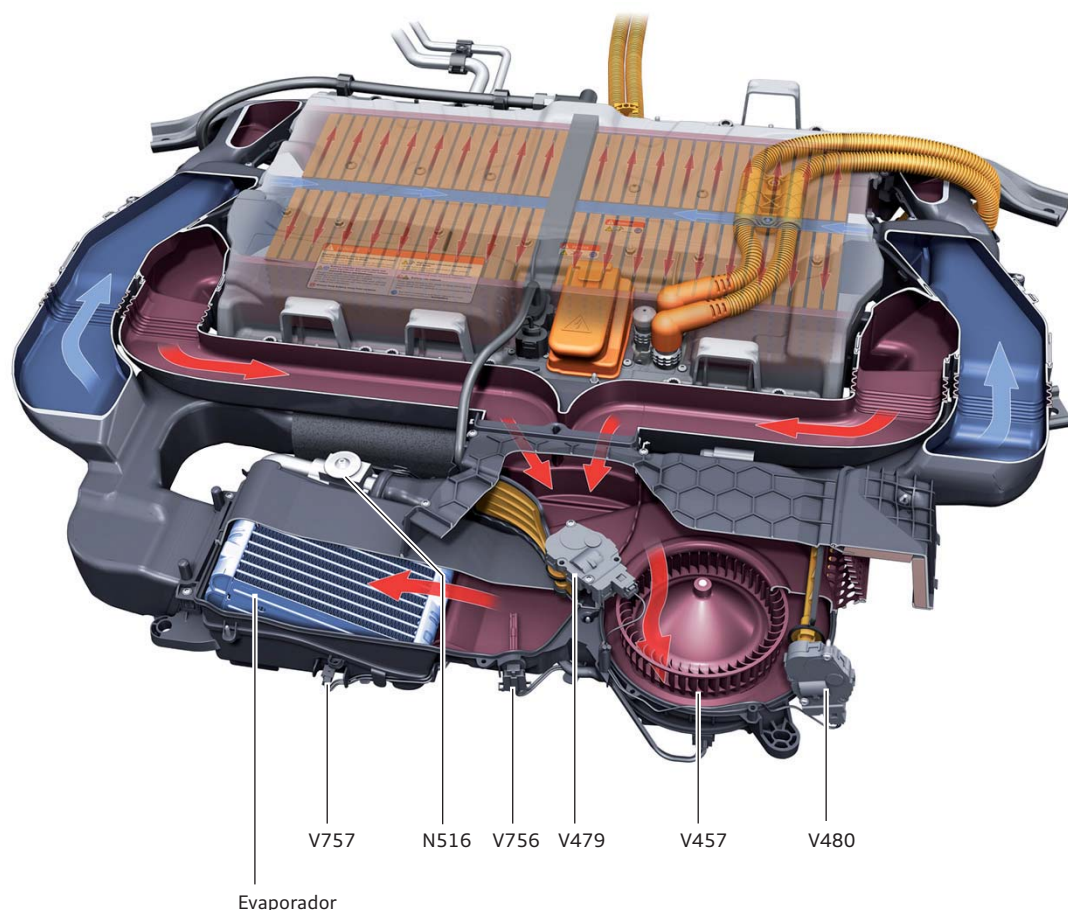
En el modo operativo con recirculación de aire se cierran las chapaletas de recirculación de aire 1 y 2 y no se aspira aire exterior.

Si es necesario, la unidad de control J840 transmite a través del bus CAN un datagrama de solicitud a la unidad de control para Climatronic, con objeto de que conecte el compresor eléctrico de climatización V470.

La unidad de control se encarga de regular a través de bus LIN el ventilador 1 para batería V457, el servomotor de la chapaleta para recirculación de aire 1 para batería híbrida V479 y el servomotor de la chapaleta de recirculación de aire 2 para batería híbrida V480.

Los servomotores V479 y V480 están conectados en serie. La válvula de cierre 2 para agente frigorífico de la batería híbrida N517 se encuentra cerrada sin corriente y gestiona el flujo del agente frigorífico hacia el grupo climatizador para la batería híbrida. La válvula de cierre 1 para agente frigorífico de la batería híbrida N516 está abierta sin corriente y gestiona el flujo del agente frigorífico hacia el grupo climatizador en el habitáculo.

El módulo de refrigeración posee una posición para intervenciones de Servicio, con objeto de ofrecer acceso hacia la batería de 12 voltios que se encuentra debajo.



489_044

Módulo electrónico de potencia y control para propulsión eléctrica JX1

El módulo electrónico de potencia y control para propulsión eléctrica JX1 consta de la unidad de control para propulsión eléctrica J841, el convertidor para el motor de tracción A37, el transformador de tensión A19 y el condensador de circuito intermedio 1 C25. La unidad de control para propulsión eléctrica J841 está abonada al CAN Hybrid y al CAN Tracción.

El convertidor para motor de tracción A37 (vibrador de impulsos alternos bidireccional) convierte la corriente continua de la batería de alto voltaje en una tensión alterna trifásica para la máquina trifásica. En la fase de recuperación energética y en el modo de alternador la corriente trifásica es convertida en una corriente continua para cargar la batería de alto voltaje. El régimen se regula por variación de la frecuencia. P. ej., a 1.000 rpm se obtiene una frecuencia eléctrica de aprox. 267 Hz. El par se regula por modulación de la anchura de los impulsos.

El convertidor de tensión A19 se encarga de convertir la tensión continua de la batería de alto voltaje (266 voltios) en la baja tensión continua de 12 voltios de la red de a bordo.

El condensador de circuito intermedio 1 C25 se utiliza como acumulador de energía para la máquina eléctrica. El condensador de circuito intermedio es descargado activamente cuando se "desconecta el borne 15" o si se desconecta el sistema de alto voltaje a raíz de una señal de colisión.

En virtud de que el convertidor DC/DC trabaja de forma bidireccional, también es capaz de convertir de la baja tensión (12 voltios) de la red de a bordo en la alta tensión (266 voltios) de la batería de alto voltaje. Esta función se utiliza para el arranque auxiliar (carga de la batería de alto voltaje).

El compresor de climatización va conectado directamente a la corriente continua de alto voltaje en el módulo electrónico de potencia. En virtud de que el cable que va hacia el compresor de climatización tiene una menor sección que los cables de la batería de alto voltaje hacia el módulo electrónico de potencia, este último lleva integrado un fusible de 30 A para el compresor de climatización. En la fase de recuperación energética o en el modo alternador se alimenta el compresor a partir del módulo electrónico de potencia. Sólo durante la propulsión eléctrica es cuando el compresor es alimentado por la batería de alto voltaje.

El módulo electrónico de potencia tiene un circuito propio de baja temperatura, que va conectado al depósito de expansión de líquido refrigerante que tiene el circuito de refrigeración del motor. El líquido refrigerante es trasegado en función de las necesidades por la bomba de líquido refrigerante para circuito de baja temperatura V468. El circuito de baja temperatura es parte integrante de la gestión térmica. La unidad de control del motor predetermina la excitación de la bomba.

La unidad de control del motor pasa información al módulo electrónico de potencia sobre las fases de recuperación energética, modo de alternador y velocidad de marcha eléctrica. Con ayuda del transmisor 1 de posición rotor del motor de propulsión G713, el módulo electrónico de potencia verifica el régimen de revoluciones y la posición del rotor y comprueba la temperatura del líquido refrigerante para el motor de propulsión eléctrica V141 a través del transmisor de temperatura del motor de propulsión G712.

Módulo electrónico de potencia	
DC/AC	266 V _{nom.} en 189 V _{efva.} AC
Corriente alterna permanente AC	240 A _{efva.}
Pico de corriente AC	395 A _{efva.}
AC/DC	189 V _{efva.} AC a 266 V _{nom.}
Máquina eléctrica de tracción	0 – 215 V
DC/DC	266 V a 12 V y 12 V a 266 V (bidireccional)
Potencia DC/DC en kW	2,6
Peso en kg	9,3
Volumen en l	6

Estados operativos:

Encendido desconectado:

- ▶ "Borne 15 OFF"
- ▶ Gestión híbrida en el modo desactivado en espera
- ▶ No fluyen corrientes operativas.

Encendido conectado con el freno sin pisar:

- ▶ "Borne 15 ON"
- ▶ Gestión híbrida en el modo de latencia
- ▶ Los contactos de alto voltaje se encuentran cerrados y el módulo electrónico de potencia es alimentado con 266 V por la batería de alto voltaje. Sin embargo, no fluyen corrientes operativas.

Encendido con el freno pisado:

- ▶ "Borne 15 ON" y "borne 50 ON"
- ▶ Se visualiza disposición de marcha "Hybrid Ready".
- ▶ Ahora fluyen corrientes operativas:
 - ▶ de la batería de alto voltaje al módulo electrónico de potencia,
 - ▶ del módulo electrónico de potencia al motor de marcha eléctrica y
 - ▶ de la batería de alto voltaje hacia la red de a bordo de 12 voltios.

Motor para propulsión eléctrica V141

Motor para propulsión eléctrica

Potencia en kW a rpm	40 a 2.300
Par en Nm	210
Peso del módulo en kg	31
Peso máquina eléctrica en kg	26
Tensión en V	AC 3 ~ 145

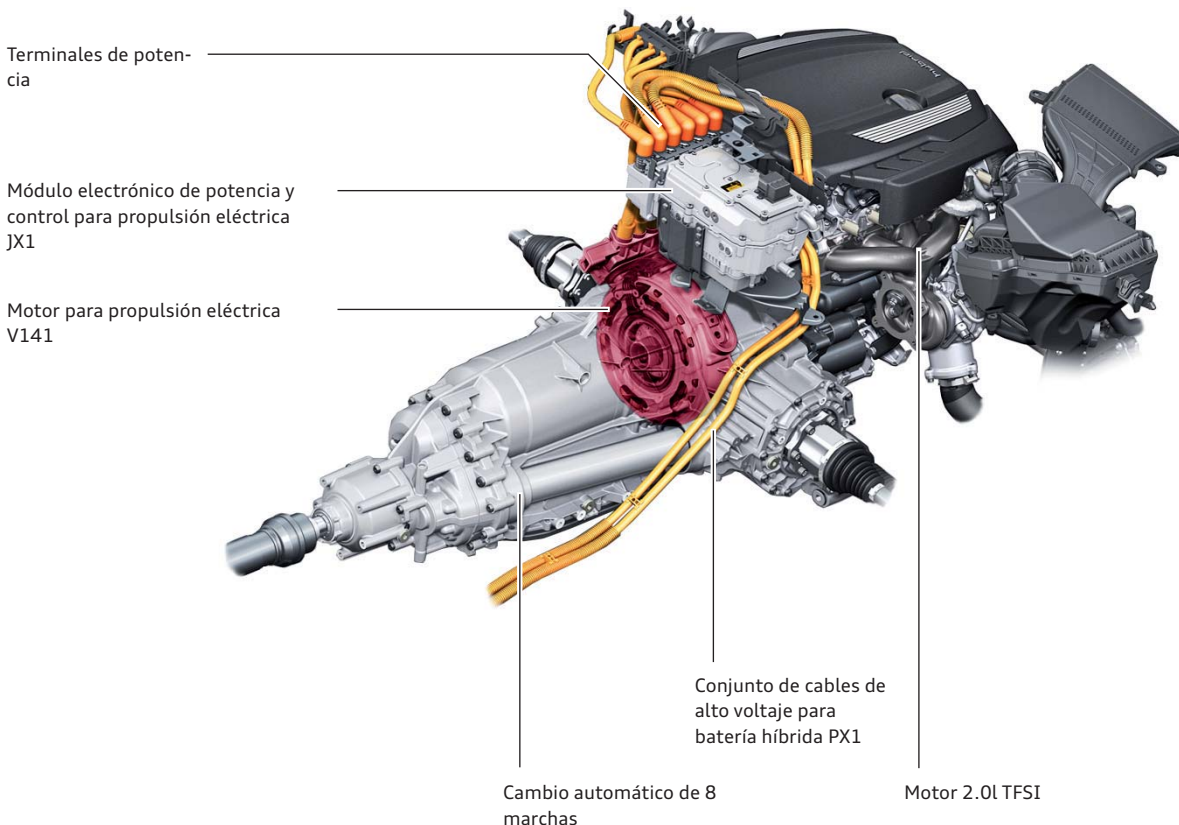
El motor para propulsión eléctrica se encuentra, en disposición que no ocupa espacio adicional, entre el motor 2.0l TFSI y el cambio automático de 8 marchas, en lugar del convertidor de par. Es una máquina sincrónica de excitación permanente que se acciona por medio de un campo trifásico. El rotor va dotado de imanes permanentes de neodimio-hierro-boro (NdFeB).

El motor de propulsión eléctrica V141 va integrado en el accionamiento trifásico VX54. El motor de propulsión eléctrica es gestionado a través de la unidad de control para propulsión eléctrica J841 y el módulo electrónico de potencia y control para propulsión eléctrica JX1. Modificando la frecuencia se regula el régimen de revoluciones y mediante modulación de la anchura de los impulsos se regula el par.

A través del módulo electrónico de potencia, la tensión continua de 266 voltios es convertida en una tensión alterna trifásica. Estas tres fases engendran un campo electromagnético trifásico en el motor de propulsión eléctrica.

El motor de propulsión eléctrica se utiliza para arrancar el motor de combustión y, al funcionar en el modo de alternador, se utiliza para cargar la batería de alto voltaje y la batería de 12 voltios, mediante un convertidor DC/DC integrado en el módulo electrónico de potencia y control para propulsión eléctrica JX1. El Audi Q5 hybrid quattro puede marchar en el modo netamente eléctrico con el motor de propulsión eléctrica, teniendo limitadas la velocidad y la autonomía, y puede respaldar el motor de combustión en las fases de aceleración (Boost).

Si la gestión híbrida reconoce que es suficiente la potencia aportada por el motor de propulsión eléctrica para traccionar el vehículo, se procede a desconectar el motor de combustión.



489_011

Motor eléctrico – máquina sincrónica

El motor de propulsión eléctrica es una versión refrigerada por agua, integrada en el circuito de alta temperatura del motor de combustión. El líquido refrigerante es trasegado en función de las necesidades por la bomba para circuito de alta temperatura V467 (en tres fases). La bomba es gestionada por la unidad de control del motor J623.

El transmisor de temperatura del motor de propulsión G712 es una *resistencia NTC** que mide la temperatura entre dos bobinas del motor de propulsión eléctrica. Si se sobrepasa la temperatura de 180 – 200 °C se reduce la entrega de potencia del motor para propulsión eléctrica hasta llegar a cero (en el modo de alternador y en marcha eléctrica). Un nuevo arranque del motor depende del

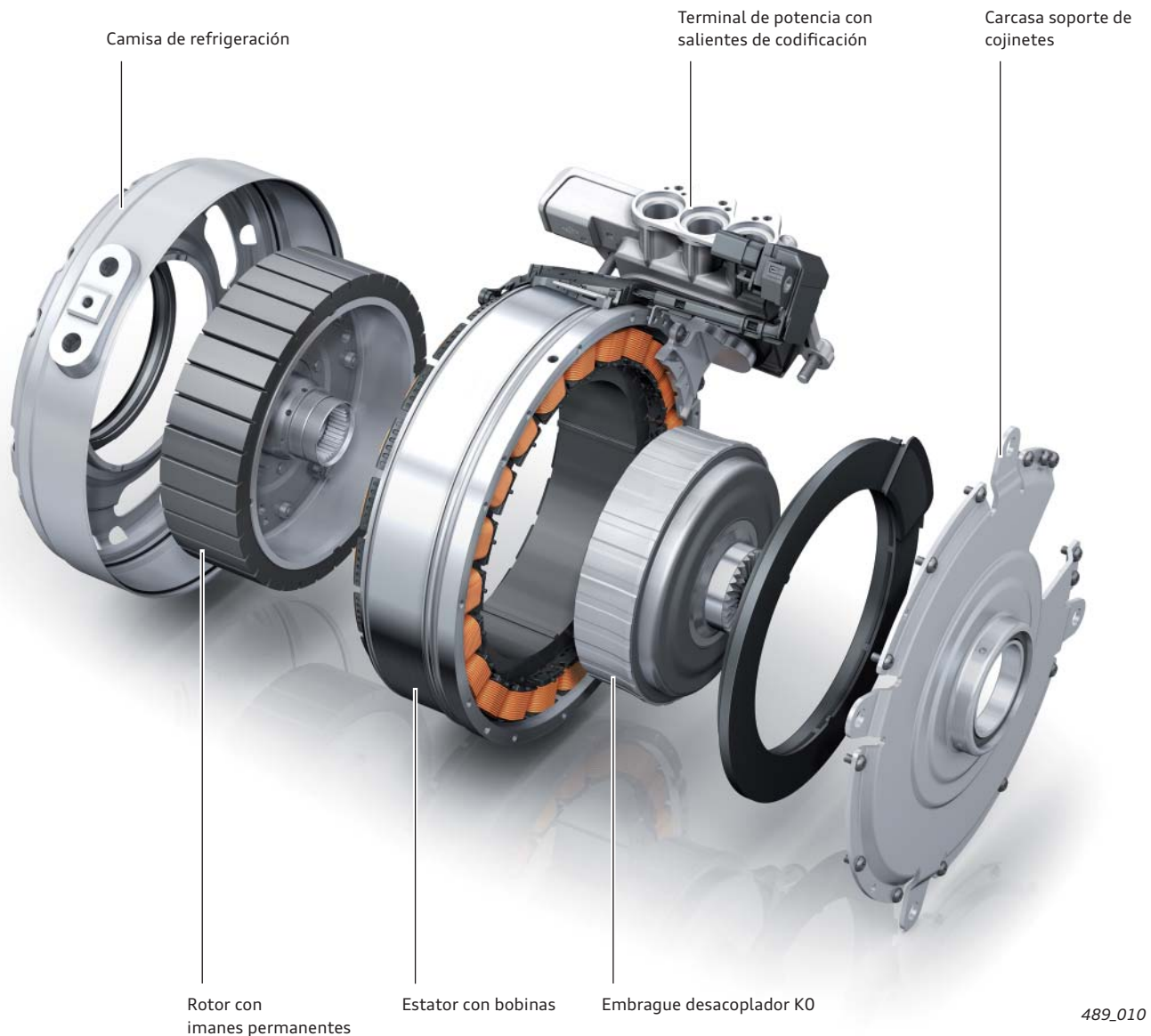
sobrepaso de temperatura que tenga el motor para propulsión eléctrica y en caso dado puede llevarse a cabo a través del motor de arranque de 12 voltios.

El transmisor 1 de posición rotor del motor de propulsión G713 trabaja según el *principio del resolvedor** y registra el régimen efectivo y la posición angular del rotor.

Componentes

El motor para propulsión eléctrica consta de:

- ▶ la carcasa de fundición a presión de aluminio,
- ▶ el rotor interior, dotado de imanes permanentes de neodimio-hierro-boro (NdFeB),
- ▶ el estator con las bobinas electromagnéticas,
- ▶ Una carcasa soporte de cojinetes para enlazar al convertidor de par del cambio automático,
- ▶ el embrague desacoplador,
- ▶ el terminal de potencia con tres fases.



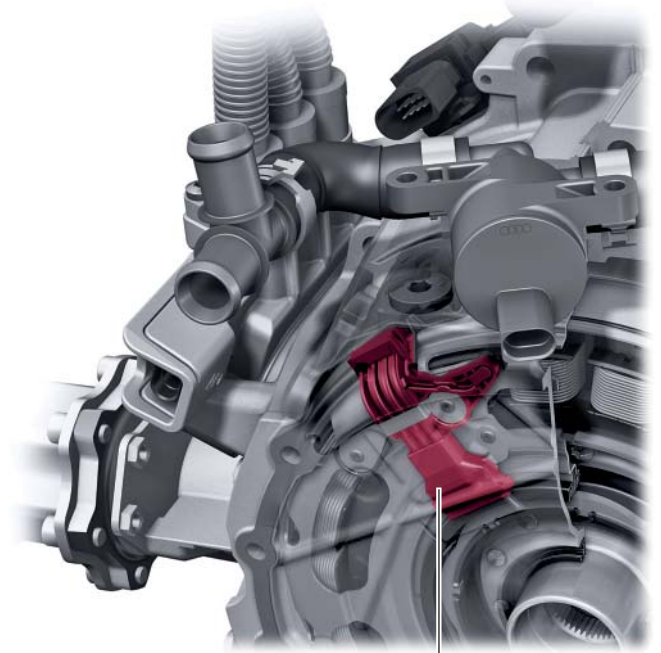
489_010

Transmisor de temperatura del motor de propulsión G712

El sensor detecta la temperatura del motor para propulsión eléctrica entre dos bobinas. A través de un modelo matemático de la temperatura se determina el punto más caliente del motor para propulsión eléctrica. La señal de este sensor de temperatura se emplea para gestionar el rendimiento de refrigeración del circuito de alta temperatura. Los circuitos de refrigeración son parte integrante de la gestión térmica de vanguardia. A través de una bomba adicional eléctrica para líquido refrigerante y la bomba de líquido refrigerante en versión conmutada que tiene el motor de combustión puede regularse el sistema desde la situación de líquido refrigerante inmóvil hasta la del rendimiento de refrigeración máximo.

Efectos en caso de avería

Si se avería el sensor aparece en la pantalla del cuadro de instrumentos el testigo de advertencia amarillo del sistema híbrido. Hay que acudir al taller más próximo. El vehículo no puede ser arrancado nuevamente, pero sigue dispuesto para circular, sin embargo solamente con el motor de combustión, hasta que se hayan vaciado las baterías de 12 voltios.



489_074

G712 y G713

Transmisor 1 de posición rotor del motor de propulsión G713

Debido a que el motor de combustión está desacoplado mecánicamente con sus sensores de régimen durante el modo eléctrico respecto al motor para propulsión eléctrica, este último necesita un sistema sensor propio para determinar la posición y el régimen de revoluciones del rotor. Para ello se integra un sensor de régimen en el motor para propulsión eléctrica.

Con la señal procedente del sensor, la gestión de motor y cambio recibe información sobre si gira el motor para propulsión eléctrica y, en caso afirmativo, sobre su régimen. La señal se utiliza para gestionar los siguientes componentes de la propulsión de alto voltaje:

- ▶ Máquina eléctrica en funciones de alternador
- ▶ Máquina eléctrica en funciones de motor
- ▶ Máquina eléctrica en funciones de motor de arranque para el motor de combustión

Efectos en caso de avería

Si se avería el sensor aparece en la pantalla del cuadro de instrumentos el testigo de advertencia rojo del sistema híbrido:

- ▶ El motor eléctrico es desconectado y el vehículo rueda por inercia hasta la parada
- ▶ No puede efectuarse la marcha eléctrica
- ▶ No es operativo el alternador
- ▶ El motor de combustión no puede ser arrancado
- ▶ Tiene que acudir a un taller

Climatizador

Compresor de climatización eléctrico V470

Motor eléctrico	Motor asincrónico sin escobillas
Potencia absorbida en kW	hasta 6
Alimentación de tensión en V	266 DC
Absorción de corriente en A	hasta 17
Régimen en rpm	800 – 8600
Refrigeración	mediante agente frigorífico aspirado
Peso en kg	7

En lugar del compresor de climatización accionado por correa se implanta el compresor de climatización V470 en versión eléctrica.

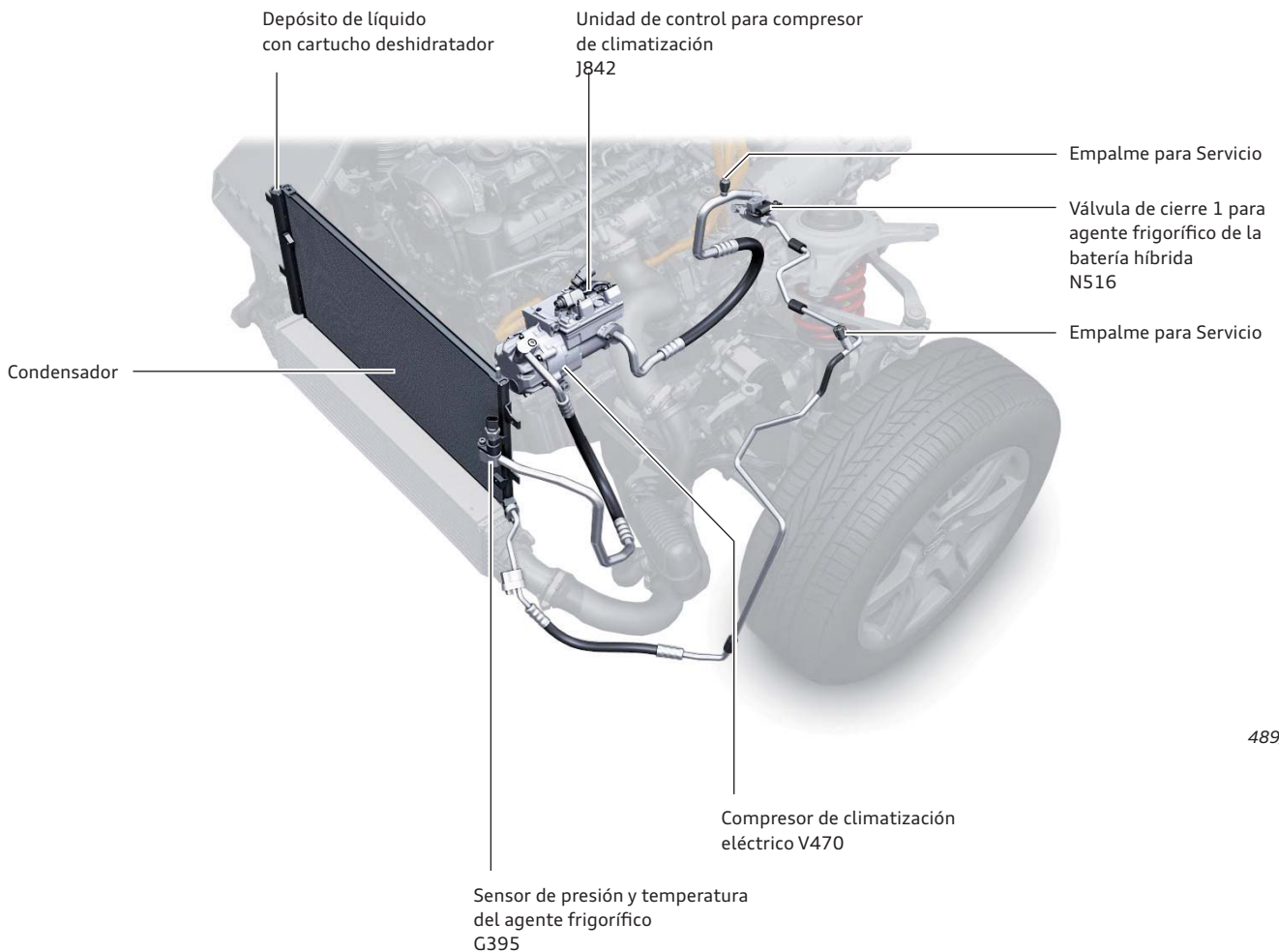
El compresor de climatización trabaja con la tensión procedente del circuito de alto voltaje y se encuentra conectado al módulo electrónico de potencia. En el compresor eléctrico para climatización V470 va integrada la unidad de control para compresor de climatización J842.

La unidad de control va conectada al CAN Extended. El régimen se regula a través de la *señal PWM** (señal PWM 0 – 100 %).

El compresor es excitado por la unidad de control para Climatronic J255. La función "OFF" o "AC OFF" solamente tiene efecto sobre la climatización del habitáculo.

Para la refrigeración de la batería de alto voltaje, la unidad de control para Climatronic J255 excita independientemente de ello el compresor.

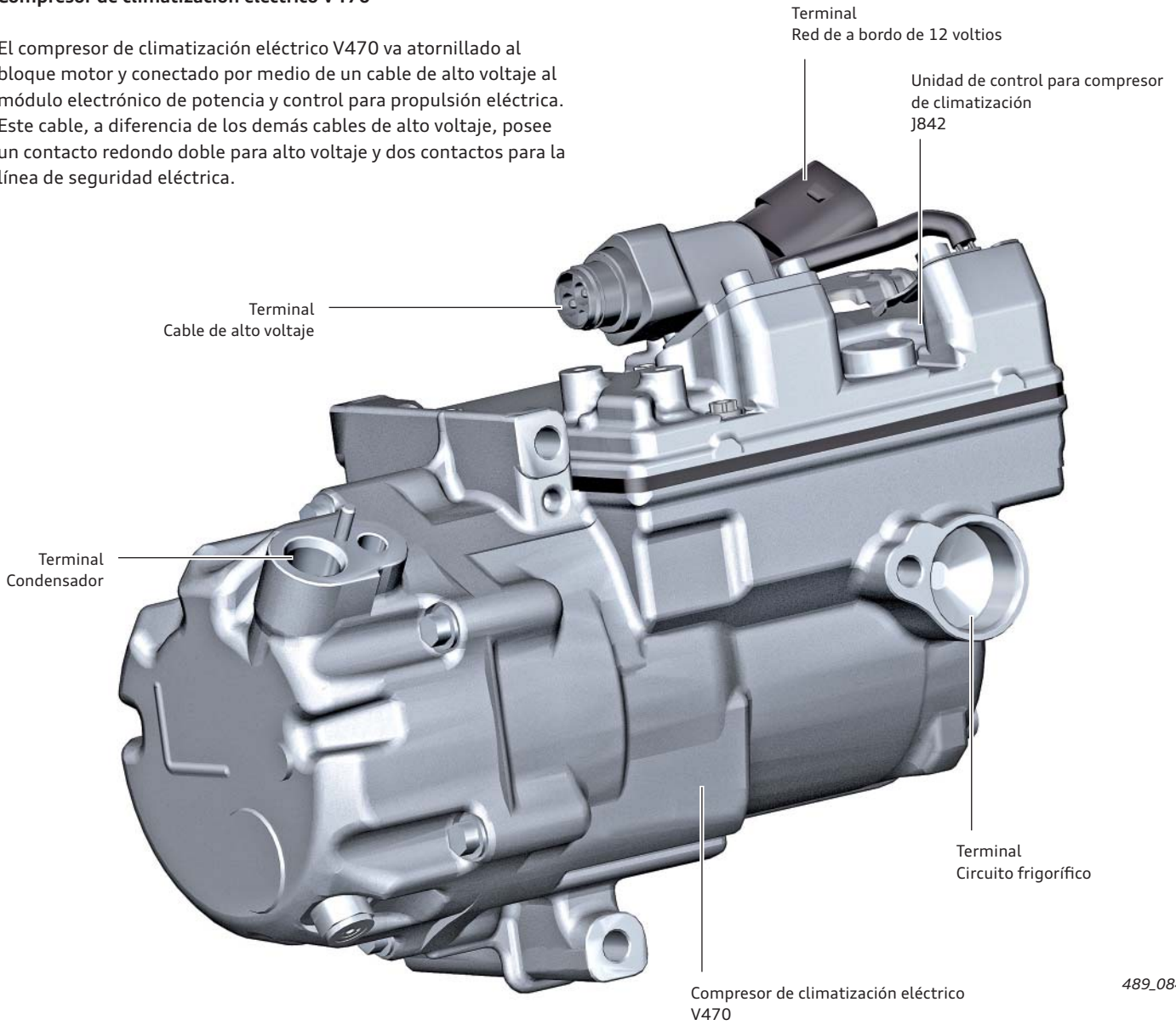
Adicionalmente va instalado el *elemento calefactor PTC** para calefacción adicional de aire Z35 que se conoce en los motores diésel. La unidad de control para calefacción adicional de aire J604 gestiona los relés para rendimiento de calefacción menor J359 y relé para rendimiento de calefacción mayor J360.



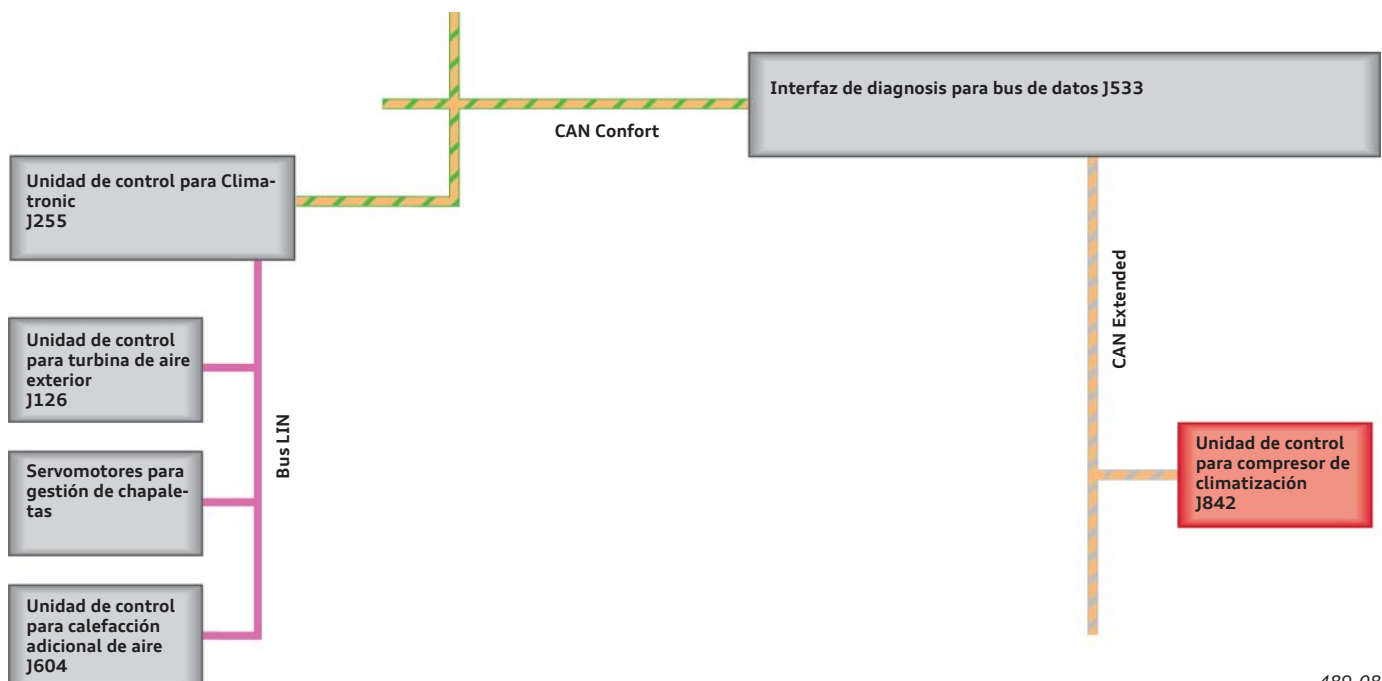
489_027

Compresor de climatización eléctrico V470

El compresor de climatización eléctrico V470 va atornillado al bloque motor y conectado por medio de un cable de alto voltaje al módulo electrónico de potencia y control para propulsión eléctrica. Este cable, a diferencia de los demás cables de alto voltaje, posee un contacto redondo doble para alto voltaje y dos contactos para la línea de seguridad eléctrica.



Enlace eléctrico al sistema de bus



Sistema de alto voltaje

En el sistema de alto voltaje se ha puesto en práctica el esquema de la red IT. I significa transmisión de la energía eléctrica en forma aislada mediante cables de positivo y negativo aislados por separado con respecto a la carrocería.

Cables de alto voltaje

Los cables eléctricos del sistema de alto voltaje se diferencian marcadamente de los cables que lleva la demás red de a bordo y de los cables en el sistema de 12 voltios del vehículo. Debido a las altas tensiones e intensidades de corriente, poseen una sección marcadamente mayor y se conectan a través de contactos de enchufe especiales.

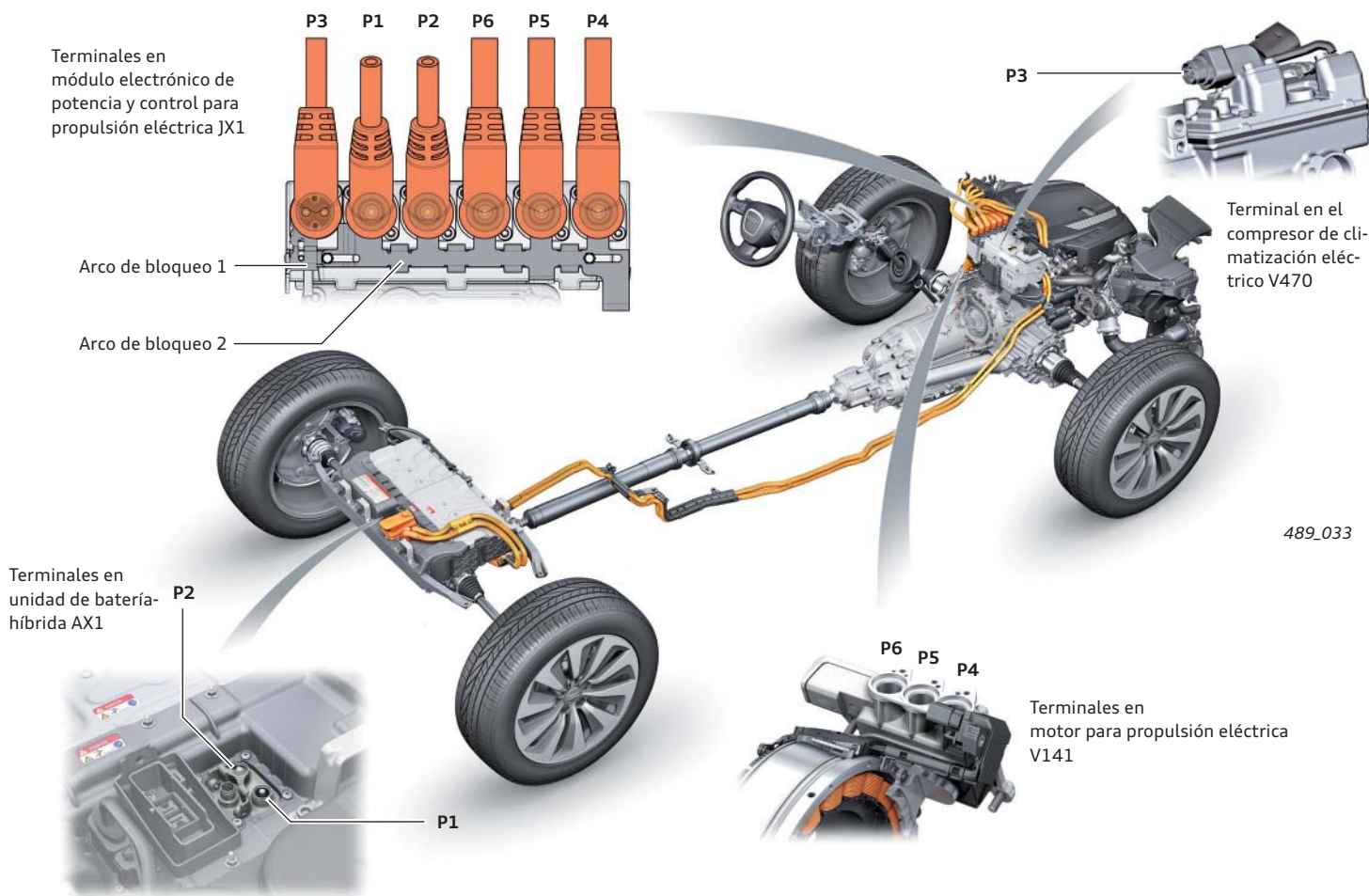
Para dirigir la atención sobre el peligro que encierra la alta tensión, todos los cables del sistema de alto voltaje van tintados por completo en color naranja. Entre los fabricantes de vehículos eléctricos se ha acordado que todos los cables de alto voltaje vayan tintados en color naranja. Para evitar un montaje equivocado, los cables de alto voltaje van codificados mecánicamente e identificados con un anillo de color por debajo del anillo de bayoneta.

T significa que todos los consumidores están comunicados con la carrocería por medio de un cable de compensación de potencial. Este cable es vigilado colateralmente por la unidad de control J840 al verificar el aislamiento, por lo cual se detectan defectos del aislamiento y/o cortocircuitos.

Aparte de ello, los cables de alto voltaje van codificados mecánicamente en los contactos redondos. En la red de a bordo de alto voltaje, todos los conectores van dotados de una protección aislante al tacto y todos los cables de alto voltaje llevan un aislamiento grueso y un tubo ondulado como camisa adicional resistente a rozamiento.

Dentro del sistema de alto voltaje se distinguen las siguientes secciones de cables:

- ▶ Dos cables de alto voltaje que van de la batería de alto voltaje al módulo electrónico de potencia (P1, P2)
- ▶ Tres cables de alto voltaje que van del módulo electrónico de potencia al motor para propulsión eléctrica (P4, P5, P6)
- ▶ Un cable de dos hilos para alto voltaje que va desde el módulo electrónico de potencia al compresor de climatización (P3)

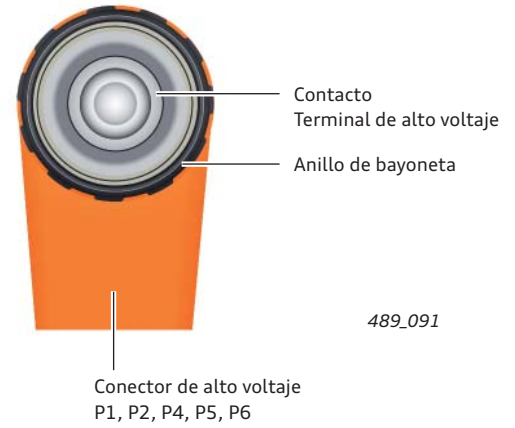
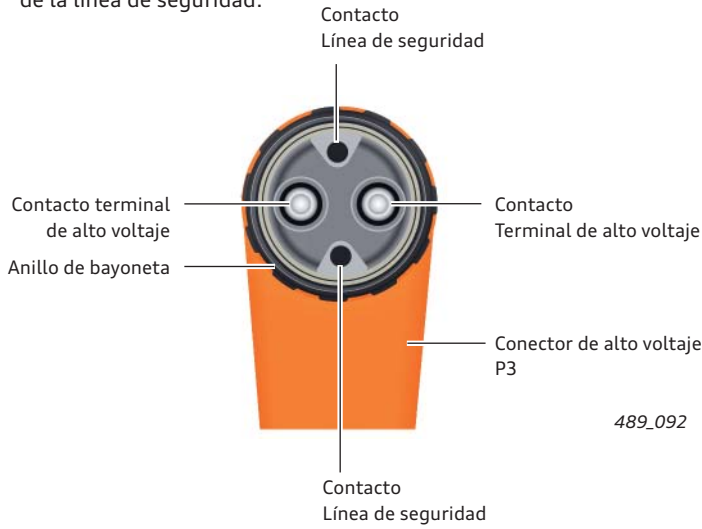


Terminal	Número	Color de anillo y punto	Fase
Módulo electr. potencia – batería alto voltaje Conjunto de cables de alto voltaje para batería híbrida PX1	P1	Rojo	T+ (positivo de HV)
	P2	Marrón	T- (negativo de HV)
Módulo electrónico de potencia – compresor de climatización	P3	Rojo	–
Módulo electrónico de potencia – motor para propulsión eléctrica Conjunto de cables de alto voltaje para motor de propulsión PX2	P4	Azul	U
	P5	Verde	V
	P6	Violeta	W

Conector de alto voltaje

Contactos de conector de alto voltaje

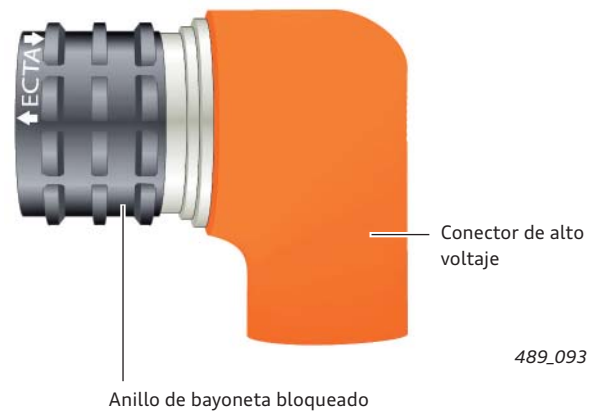
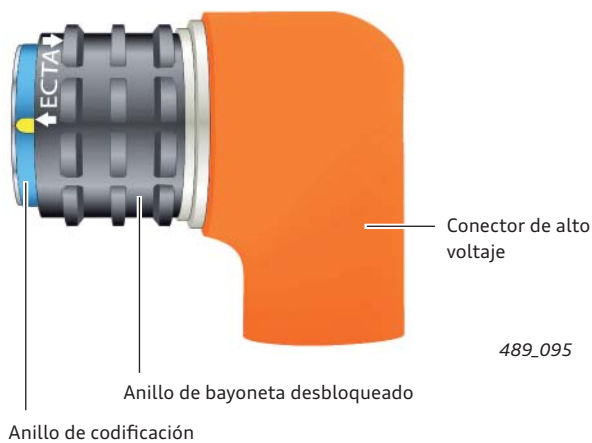
El conector de alto voltaje para el cable P3 se diferencia de los demás cables por la particularidad de estar ejecutado en versión de dos hilos y de poseer un contacto redondo doble con dos contactos de la línea de seguridad.



Anillo de codificación

Si el anillo de bayoneta está tirado hacia arriba y, por lo tanto, se encuentra desbloqueado, se pone a la vista el color de la codificación del anillo.

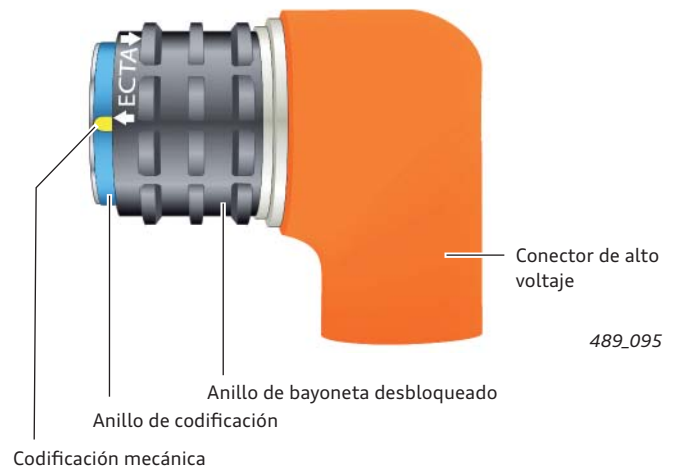
Después de acoplar el conector tiene que oprimirse hacia abajo el anillo de bayoneta hasta que encastre audiblemente. Sólo entonces queda cerrada la conexión.



La figura muestra, a título de ejemplo, el conector de alto voltaje correspondiente al terminal P4.

Codificación mecánica

Adicionalmente a la codificación por medio de anillos en color están codificados mecánicamente los conectores y terminales de alto voltaje. La posición de la codificación va identificada con una marca amarilla.



La figura muestra, a título de ejemplo, el conector de alto voltaje correspondiente al terminal P4.

Terminales del módulo electrónico de potencia

P1, P2 – de la batería de alto voltaje al módulo electrónico de potencia

Conjunto de cables de alto voltaje para batería híbrida PX1

La batería de alto voltaje y el módulo electrónico de potencia están comunicados eléctricamente a través de dos cables de alto voltaje en color naranja. Los cables están ejecutados en versión de un solo polo con una pantalla aislante y ambos llevan un potencial.



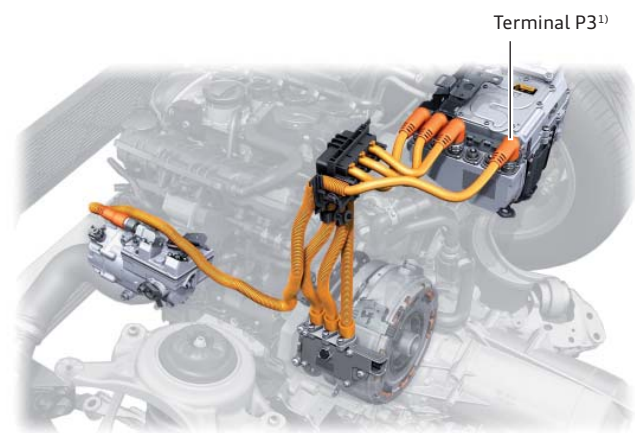
489_036

P3 – del módulo electrónico de potencia al compresor de climatización

El climatizador, a través de su compresor, forma parte del sistema de alto voltaje del Audi Q5 hybrid quattro. Este novedoso sistema de activación del compresor presenta la ventaja de que permite climatizar también el habitáculo incluso cuando el motor de combustión está parado. El climatizador permanece activado en función del estado de carga de la batería. Si baja la carga de la batería de alto voltaje, el sistema pone automáticamente en marcha el motor de combustión para cargar la batería de alto voltaje.

El compresor de climatización va conectado con un cable de dos hilos con el módulo electrónico de potencia. Los cables de alto voltaje van marcados en color y también de forma mecánica, para evitar que se puedan confundir.

Este cable es de dos polos con pantalla aislante y lleva el cable de la línea de seguridad. Si se desacopla uno de los dos conectores de este cable es como si se retirara un conector de seguridad, es decir, que se desactiva el sistema de alto voltaje.



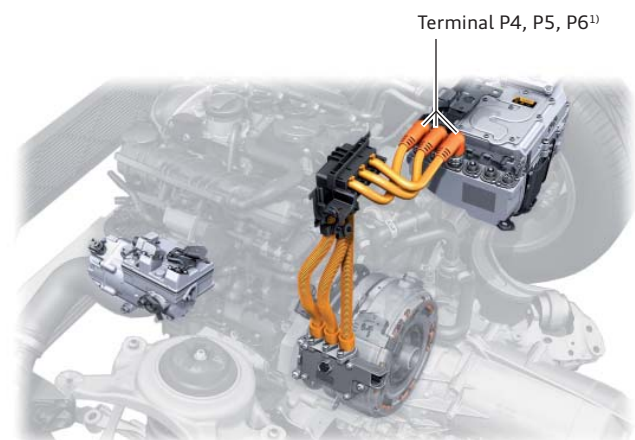
489_035

P4, P5, P6 – del módulo electrónico de potencia a la máquina eléctrica

Conjunto de cables de alto voltaje para motor de propulsión PX2

En el módulo electrónico de potencia, la tensión continua de 266 voltios de la batería de alto voltaje se transforma, por medio de un convertidor DC/AC, en una tensión alterna trifásica para hacer funcionar el grupo motriz de propulsión eléctrica. El grupo motriz de propulsión eléctrica se conecta al módulo electrónico de potencia por medio de tres cables cortos para alto voltaje. Los cables están ejecutados en versión de un solo polo y dotados de una pantalla aislante y van marcados y codificados como todos los demás, en color y mecánicamente, de modo que no se puedan confundir entre sí.

Las designaciones de los cables pueden consultarse en la documentación del Servicio Postventa.



489_034

¹⁾ Ver tabla página 35

Red de a bordo de 12 voltios

Se han implantado las modificaciones siguientes frente al Audi Q5:

Red de a bordo de 12 voltios

- ▶ El alternador C ha sido eliminado; la función corre a cargo del motor para propulsión eléctrica (accionamiento trifásico).
- ▶ No hay recuperación energética en la red de a bordo de 12 voltios.
- ▶ La red de a bordo de 12 voltios es alimentada por el convertidor DC/DC del módulo electrónico de potencia.
- ▶ Adicionalmente va instalada una segunda batería A1 de 12 Ah en la parte trasera izquierda del lateral. La unidad de control 2 para vigilancia de batería J934 va conectada al bus LIN de la interfaz de diagnóstico para bus de datos J533.
- ▶ La segunda batería se conecta subsidiariamente a través del relé disyuntor de batería J7 con "borne 15 ON".
- ▶ Se ha suprimido el estabilizador de tensión J532; la función corre a cargo de la segunda batería. Con "borne 15 OFF" no se extrae corriente de la segunda batería.

Motor de arranque adicional de 12 voltios

El motor de arranque adicional únicamente se utiliza en determinadas condiciones operativas, para arrancar el motor de combustión. Luego, la batería A de 68 Ah es separada de la red de a bordo por la unidad de control del motor a través del relé de conmutación para batería de arranque J580, para que esté disponible la capacidad completa para el motor de arranque. La red de a bordo es alimentada entonces por la segunda batería A1 y el convertidor DC/DC. Para la liberación del motor de arranque adicional de 12 voltios es preciso que la temperatura de la segunda batería sea de 0 °C como mínimo. Si el sistema de alto voltaje no se encuentra operativo tampoco funciona el arranque con 12 voltios.

Nota:

Para trabajos en la red de a bordo de 12 voltios tienen que desembornarse ambas baterías de 12 voltios.

Tomas de arranque auxiliar

- ▶ Las tomas de arranque auxiliar sirven de respaldo para trabajos de diagnóstico.
- ▶ Las baterías de 12 voltios se cargan a través de las tomas de arranque auxiliar. La segunda batería sólo es cargada estando conectado el encendido.
- ▶ Si está descargada la batería de 12 voltios puede practicarse el arranque por cables auxiliares.
- ▶ La batería de alto voltaje puede ser cargada a través de las tomas de arranque auxiliar.



489_081

Segunda batería A1

Unidad de control 2 para vigilancia de la batería J934



489_080

Unidad de control para vigilancia de la batería J367



Batería A

489_082

Distribuidor de conductores para sistema de alto voltaje TV1 con relé disyuntor de batería J7 y relé de conmutación para batería de arranque J580

Cerradura de contacto electrónica

La cerradura de contacto transmite la solicitud al sistema de alto voltaje para que se ponga en disposición de marcha, transmitiendo para ello la información de "llave de contacto enchufada". Para la unidad de control de la gestión de batería, la información de "llave de contacto enchufada" es una condición que debe estar cumplida para que la unidad de control excite los contactos de alto voltaje destinados a conectar la batería de alto voltaje a la red de alto voltaje. Si se extrae la llave de contacto, la unidad de control separa automáticamente la batería de alto voltaje con respecto a la red de alto voltaje.

El estado de los bornes es el siguiente:

Encendido conectado con el freno sin pisar:

- ▶ "Borne 15 ON"

Encendido conectado con el freno pisado:

- ▶ "Borne 15 ON"
- ▶ "Borne 50 ON"
- ▶ Disposición de marcha "Hybrid Ready"

Ahora puede efectuarse la marcha eléctrica o bien el motor de combustión arranca si la batería de alto voltaje tiene carga baja.

Unidad de control para airbag J234

Para reducir el peligro que representa el sistema de alto voltaje en caso de colisión para los ocupantes y para el personal de salvamento, la señal de la detección de colisión es analizada por la unidad de control para airbag y también por la unidad de control para regulación de batería J840. Si se detecta una colisión, la unidad de control para regulación de batería se encarga de separar la batería de alto voltaje con respecto a la red a través de los contactos de alto voltaje.

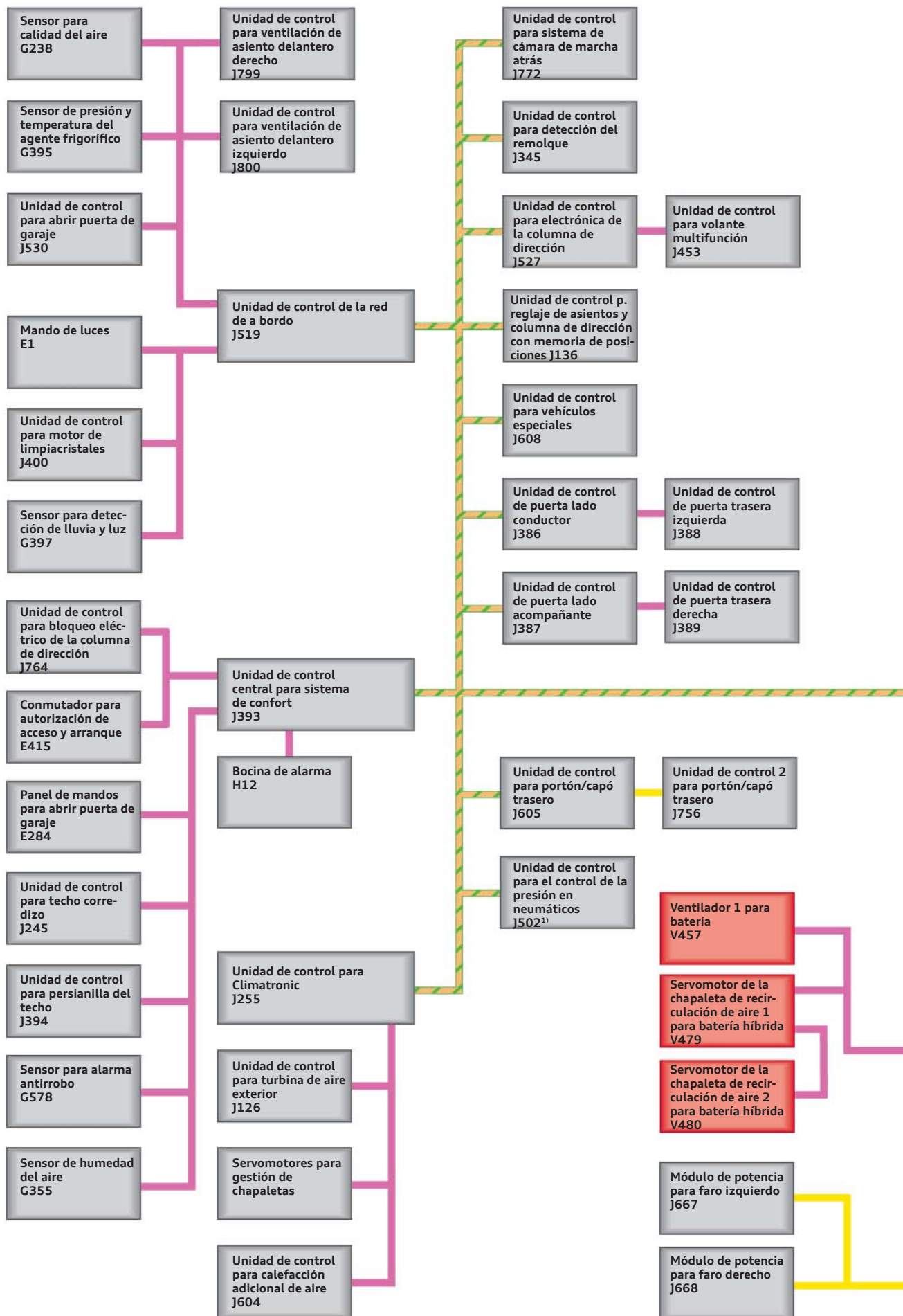
En la primera fase de la colisión, en la que solamente se ha disparado el pretensor de cinturón, ya abren los contactos de alto voltaje. Esta operación es reversible. Significa que después de desconectar y volver a conectar el encendido pueden cerrarse nuevamente los contactos de alto voltaje.

Si en la segunda fase de la colisión fueron disparados los pretensores de los cinturones y los airbags, la separación de la batería de alto voltaje con respecto a la red pasa a ser irreversible. Esta operación sólo puede reiniciarse con el equipo de diagnóstico para vehículos. Los airbags disparados sirven así como indicador para el personal de salvamento, de que los contactores fueron abiertos con motivo de la colisión y que la red de alto voltaje ha quedado separada con ello de la batería de alto voltaje.



489_083











Topología

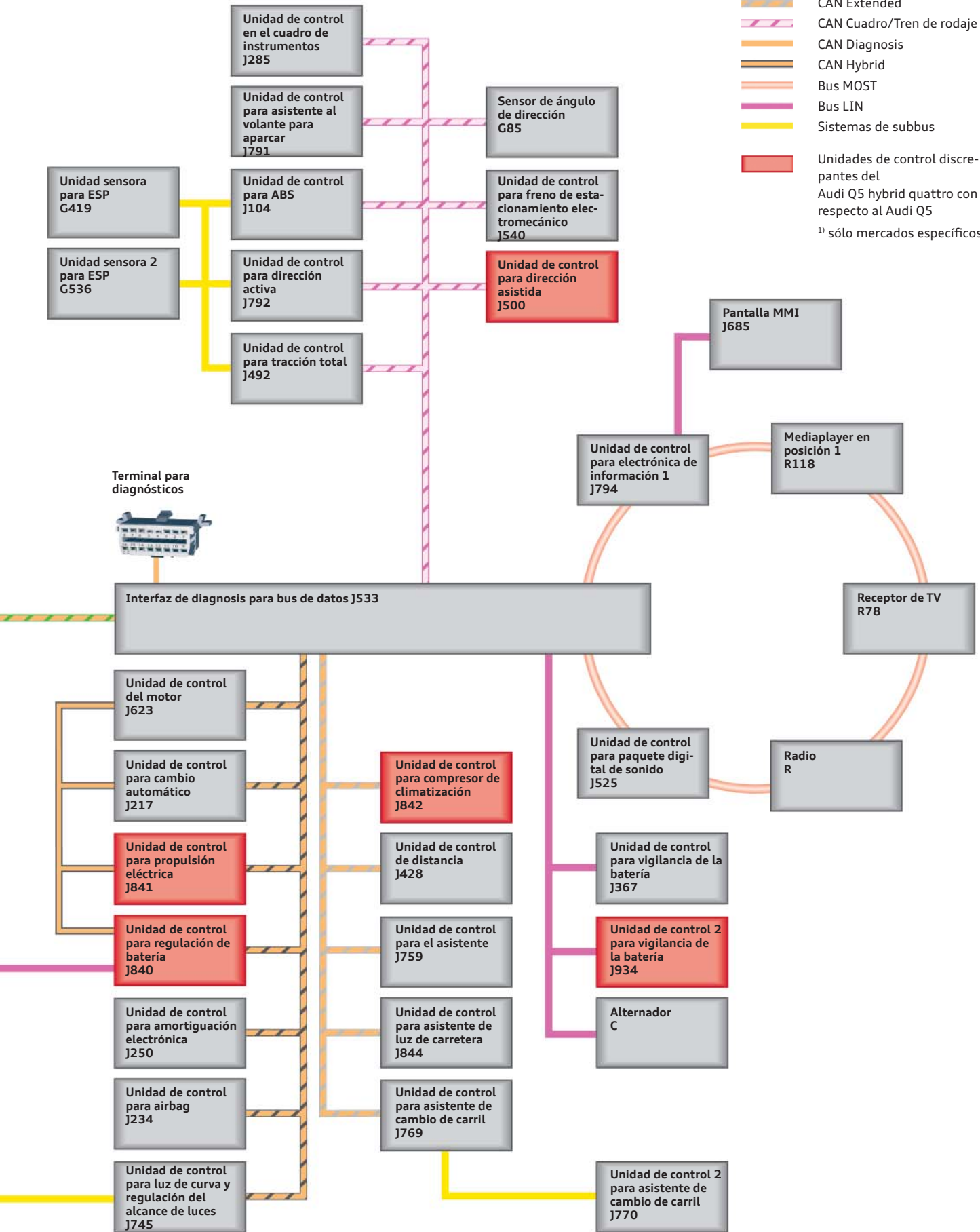


Nota

En el Audi Q5 hybrid quattro no está disponible el módulo de conmutadores para Charisma E592 ni la unidad de control para calefacción adicional J364.

Legenda de los colores:

-  CAN Tracción
 -  CAN Confort
 -  CAN Extended
 -  CAN Cuadro/Tren de rodaje
 -  CAN Diagnosis
 -  CAN Hybrid
 -  Bus MOST
 -  Bus LIN
 -  Sistemas de subbus
 -  Unidades de control discrepantes del Audi Q5 hybrid quattro con respecto al Audi Q5
- ¹⁾ sólo mercados específicos

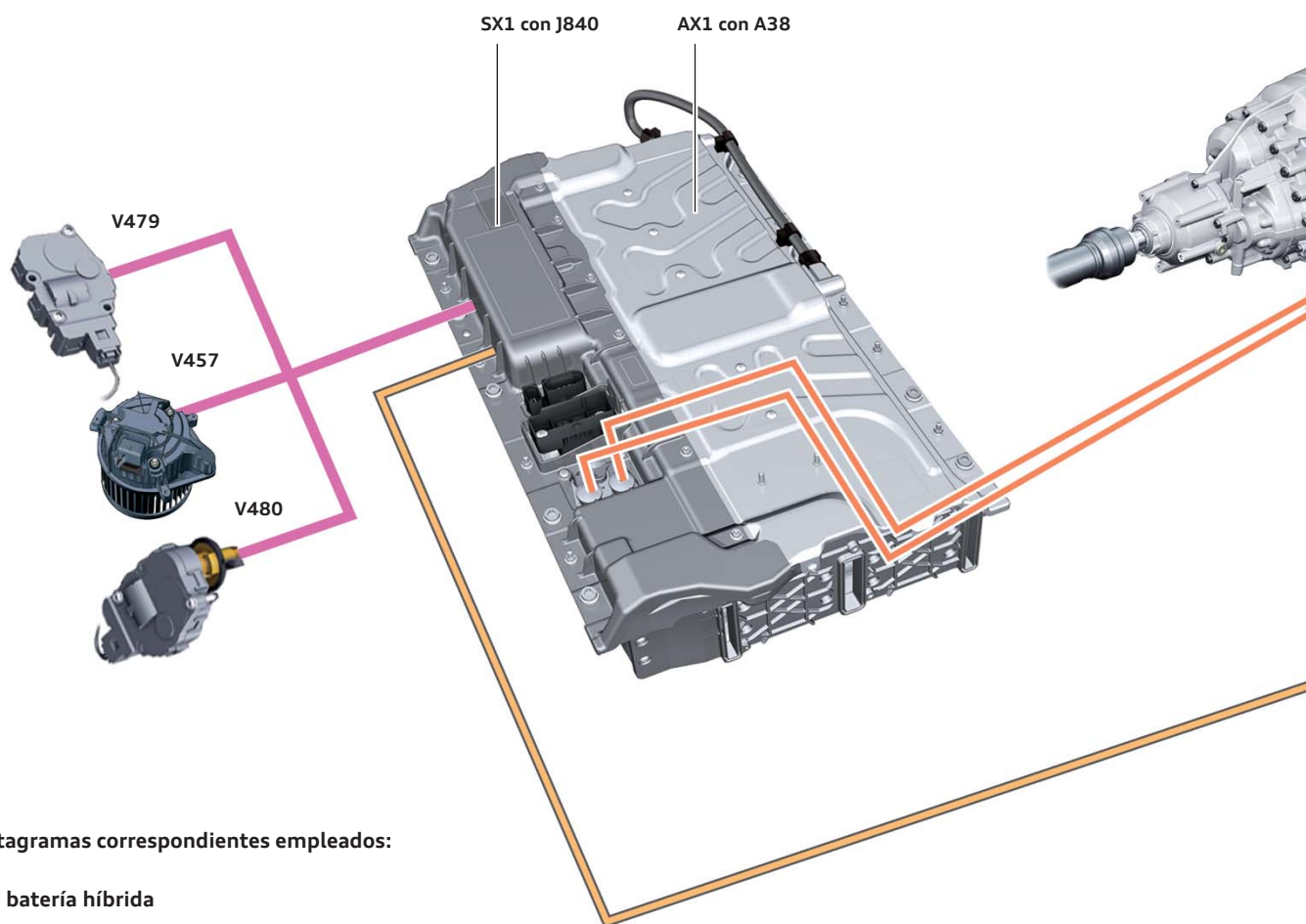


Gestión del sistema

Esquema del sistema

El esquema del sistema aquí representado muestra una selección de los componentes que se necesitan para la marcha con el motor de propulsión eléctrica. Efectivamente, tal y como se ha descrito, es una gran cantidad de más señales de entrada y salida que se intercambian entre todos los sistemas del vehículo que participan en el modo de marcha, p. ej. para la operatividad de la calefacción y del aire acondicionado, la dirección asistida y el sistema de frenos. Corresponde particular importancia a la concertación de los sistemas del vehículo en el cambio del modo eléctrico al de motor de combustión y viceversa, para que las variaciones del par de tracción no se manifiesten de forma negativa en el confort de la marcha.

Por ese motivo es necesario que estén concertados entre sí con la máxima precisión las gestiones del motor y del cambio, así como la regulación del sistema híbrido. La unidad de control del motor es la unidad jerárquicamente superior (unidad maestra) para los modos de motor de combustión y eléctrico.



Leyenda y los datagramas correspondientes empleados:

AX1 Unidad de batería híbrida

PX1 Conjunto de cables de alto voltaje para batería híbrida

SX1 Caja de terminales y de distribución 1

- ▶ Vigilancia del cable de alto voltaje

A38 Batería hybrid

J104 Unidad de control para ABS

- ▶ Presión hidráulica sistema de frenos, presión de frenado
- ▶ Detección del régimen de rueda

J217 Unidad de control del cambio automático

- ▶ Régimen del cambio
- ▶ Detección de marchas
- ▶ Temperatura sistema hidráulico del cambio
- ▶ Bomba hidráulica eléctrica, sistema hidráulico del cambio, mando del cambio
- ▶ Mando del embrague motor de combustión/motor de propulsión eléctrica

J234 Unidad de control para airbag

- ▶ Señal de colisión

J255 Unidad de control para Climatronic

- ▶ Excitación del compresor de climatización

J285 Unidad de control en el cuadro de instrumentos

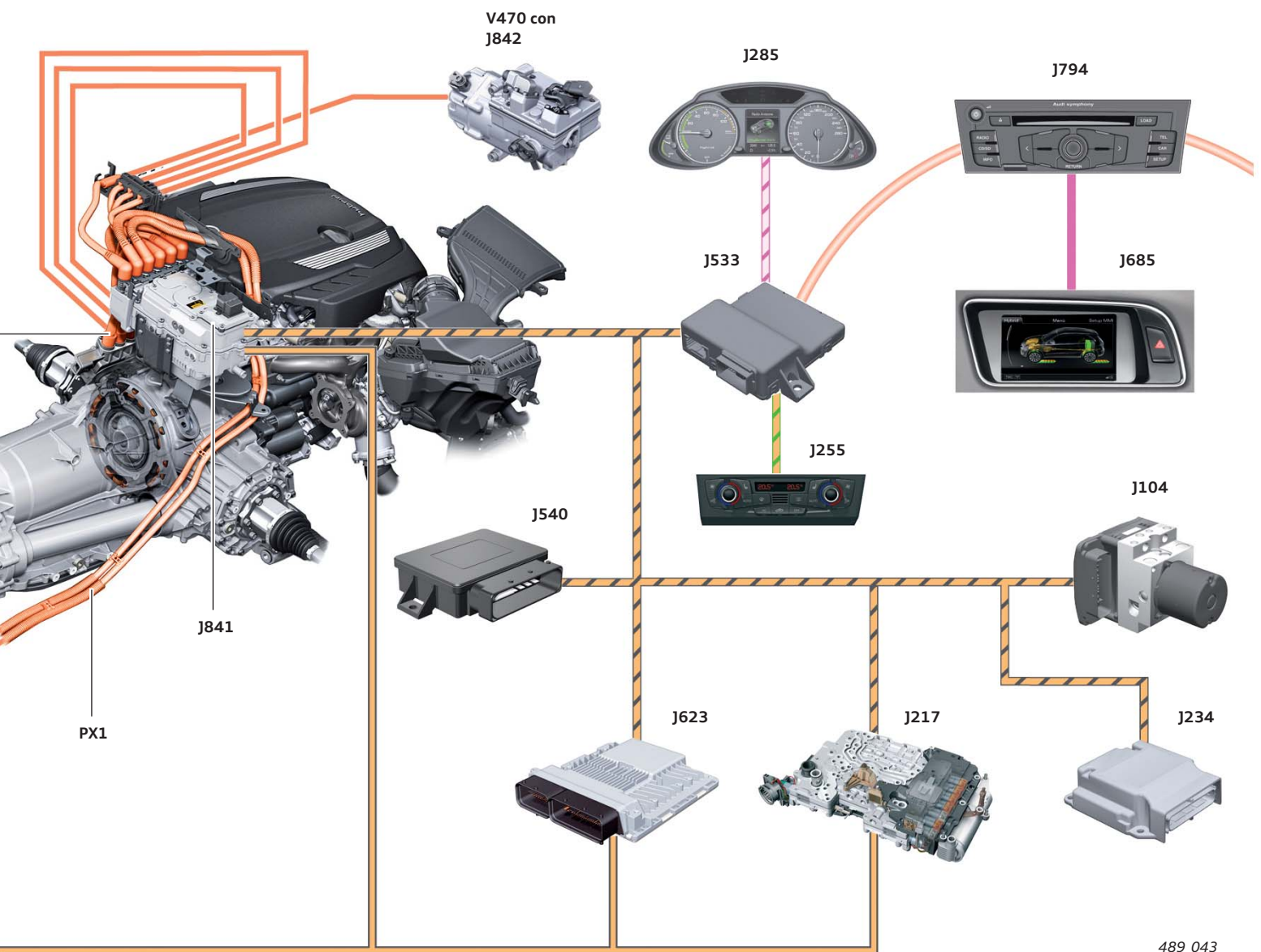
- ▶ Textos de aviso y descripciones de las condiciones dinámicas que se visualizan en la pantalla del cuadro de instrumentos

J533 Interfaz de diagnóstico para bus de datos

- ▶ Transferencia de datos entre los diferentes sistemas de bus





J540 Unidad de control para freno de estacionamiento electro-mecánico




- ▶ Detección de apeo del conductor



489_043

Leyenda de los colores:

-  CAN Tracción
-  CAN Cuadro/Tren de rodaje
-  CAN Hybrid
-  CAN Confort

-  Bus MOST
-  Bus LIN
-  Cable de alto voltaje

J623 Unidad de control del motor

- ▶ Modo eléctrico ON/OFF
- ▶ Señal de mando de frenado
- ▶ Señal del acelerador electrónico
- ▶ Régimen del motor
- ▶ Temperatura del motor
- ▶ Detección de ausencia del conductor
- ▶ Temperatura del líquido refrigerante motor para propulsión eléctrica

J685 Unidad indicadora para unidad de control para unidad de indicación y mandos, informaciones delanteros

- ▶ Descripciones animadas de las condiciones dinámicas

J794 Unidad de control para electrónica de información 1

- ▶ Transmisión de la información que se visualiza

J840 Unidad de control para regulación de batería

- ▶ Temperatura de la batería
- ▶ Gestión de los contactos de alto voltaje

J841 Unidad de control para propulsión eléctrica

- ▶ Régimen del motor para propulsión eléctrica
- ▶ Temperatura del motor para propulsión eléctrica
- ▶ Temperatura del módulo electrónico de potencia
- ▶ Vigilancia de la tensión

J842 Unidad de control para compresor de climatización

- ▶ Régimen del compresor

V141 Motor para propulsión eléctrica

V457 Ventilador 1 para batería

V470 Compresor de climatización eléctrico

V479 Servomotor chapaleta recirc. de aire 1 p. batería híbrida

V480 Servomotor chapaleta recirc. de aire 2 p. batería híbrida

Detección de apeo del conductor

Si están cumplidas las condiciones indicadas a continuación se vigilan las variaciones que experimentan los estados de la puerta del conductor y de la señal de freno

- ▶ La puerta del conductor está cerrada
- ▶ Disposición de marcha (hybrid ready) establecida o motor de combustión en funcionamiento
- ▶ Velocidad de marcha momentánea del vehículo inferior a 7 km/h
- ▶ Gama de marchas **D**, **R**, **S** o **Tip** seleccionada
- ▶ Freno de pedal sin accionar

Si ahora se abre la puerta del conductor se detecta el apeo del conductor y se cierra automáticamente el freno de estacionamiento electromecánico

Para que se vuelva a activar la detección de apeo del conductor tiene que alcanzarse una velocidad de marcha superior a 7 km/h.

En las gamas de marchas **N** (vehículo en el túnel de lavado) o **P** (bloqueo mecánico del cambio automático) no se cierra automáticamente el freno de estacionamiento electromecánico.

Detección de ausencia del conductor

Si están cumplidas las condiciones indicadas a continuación se detecta la presencia del conductor:

- ▶ Disposición de marcha "Hybrid Ready"
- ▶ Se ha detectado la presencia del conductor (la puerta del conductor está cerrada y ha sido abrochado el cinturón de seguridad del conductor)

o bien

- ▶ La puerta del conductor está cerrada y se ha seleccionado una gama de marchas.

Si ahora se abre la puerta del conductor estando puesta la gama de marchas **P** o si se desabrocha el cinturón de seguridad el sistema identifica esas condiciones como la ausencia del conductor:

- ▶ Si esto sucede con el motor de combustión en funcionamiento, éste sigue funcionando de forma ininterrumpida.
- ▶ Si esto sucede con el motor de combustión parado, la gestión híbrida pasa al modo de latencia. No fluye corriente de la batería de alto voltaje y el motor de combustión ya tampoco puede ser arrancado. Sin el cargador de 12 voltios se descargan ahora las baterías de 12 voltios.

Programas de conducción

El Audi Q5 hybrid quattro dispone de tres programas de conducción seleccionables por el cliente:

Gama de marchas	Programa	Posibles efectos
EV (ver página 51)	Modo de marcha eléctrica ampliada	<ul style="list-style-type: none">▶ Marcha eléctrica hasta 30 % de estado de carga de la batería de alto voltaje▶ Marcha netamente eléctrica hasta 100 km/h▶ Marchar por inercia▶ Start-Stop▶ Sin función Boost▶ Recuperación energética en frenada
D	Planteamiento optimizado en consumo con función Boost moderada	<ul style="list-style-type: none">▶ Marcha eléctrica hasta 30 % de estado de carga de la batería de alto voltaje▶ Marchar por inercia▶ Start-Stop▶ Función Boost moderada▶ Recuperación energética en frenada
S y ranura del selector Tip	Función Boost intensificada de la propulsión eléctrica	<ul style="list-style-type: none">▶ Start-Stop▶ Función Boost acentuada▶ Recuperación energética en frenada▶ Sin propulsión eléctrica



Remisión

Hallará más información sobre el funcionamiento y la estructura del freno de estacionamiento electromecánico en el Programa autodidáctico 394 "Audi A5 – Tren de rodaje".

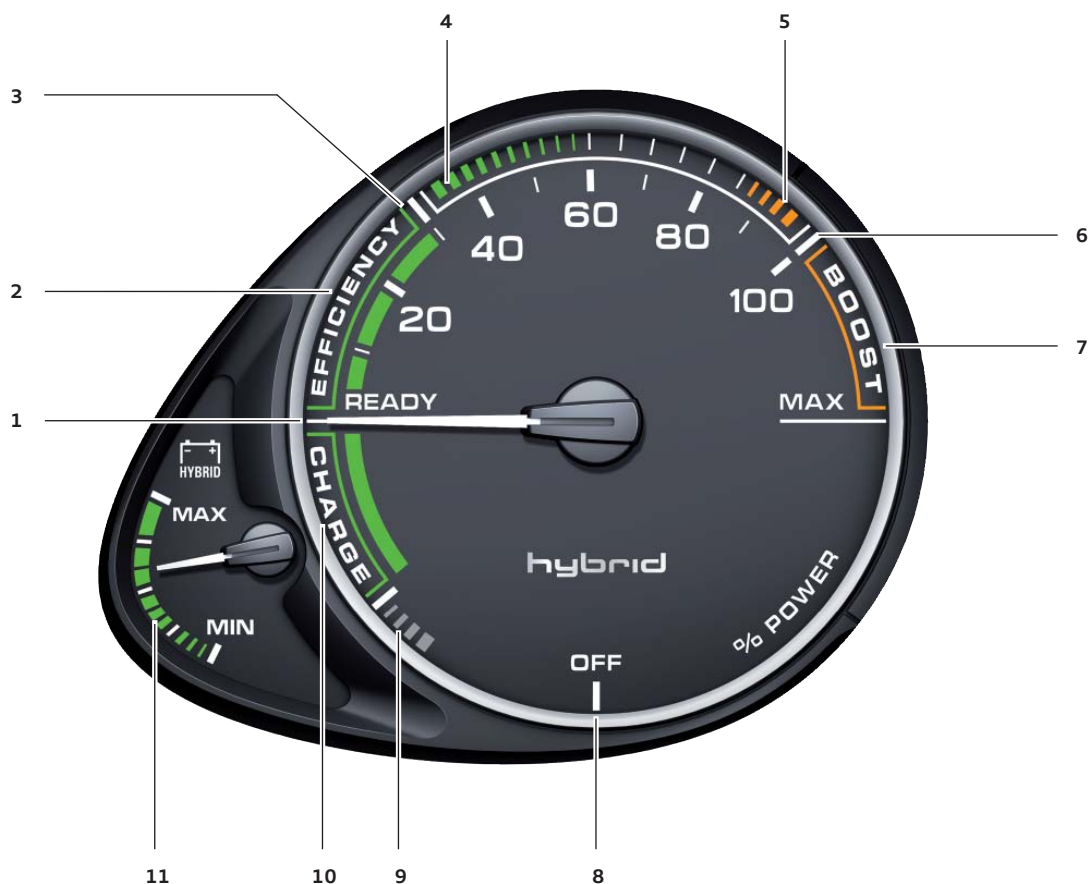
Elementos de indicación y mando para la marcha en el modo híbrido

Para el manejo y la visualización del modo de propulsión eléctrica el Audi Q5 hybrid quattro dispone de:

- ▶ Powermeter en lugar del cuentarrevoluciones
- ▶ indicadores en el cuadro de instrumentos
- ▶ indicación animada en la pantalla MMI
- ▶ Indicador del estado de carga de la batería de alto voltaje en lugar del indicador de temperatura del líquido refrigerante
- ▶ Tecla para circuito preferente de marcha eléctrica E709

Indicación en el Powermeter

En el Powermeter se indican durante la marcha diversos estados del vehículo y la entrega o bien la potencia de carga del sistema híbrido.



489_079



Legenda:

- | | | | |
|---|---|----|--|
| 1 | Vehículo dispuesto "Hybrid Ready", "borne 15 ON" y "borne 50 ON" | 7 | Motor para propulsión eléctrica apoyando adicionalmente para aportar el par máximo (Boost) |
| 2 | Marcha eléctrica (arranque subsidiario posible del motor) o bien marcha híbrida | 8 | "Borne 15 OFF" o bien "borne 15 ON" y "borne 50 OFF" |
| 3 | Límite para arranque subsidiario del motor en el modo EV | 9 | Frenada hidráulica adicionalmente para la recuperación energética |
| 4 | Marcha económica (régimen de carga parcial) | 10 | Recuperación energética (en fase de frenada y deceleración) |
| 5 | Régimen de plena carga | 11 | Estado de carga de la batería de alto voltaje |
| 6 | Motor de combustión 100 % | | |

Indicadores en el cuadro de instrumentos

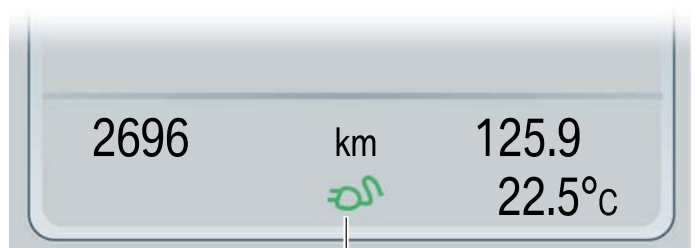
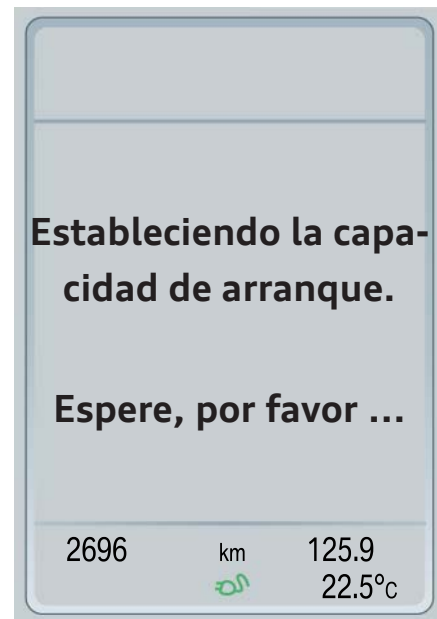
Indicación — Mensaje de avería

Si ocurre una avería en el sistema de alto voltaje, se enciende un testigo de advertencia en la pantalla del cuadro de instrumentos. Este testigo de advertencia puede lucir en los colores amarillo o rojo. Según el tipo de avería que hay en el sistema de alto voltaje se visualiza el color que corresponde y un texto de exhortación.

Indicación	Aviso de texto	Significado
	Propulsión híbrida: Fallo en el sistema. Acuda al taller de Servicio	El vehículo todavía está dispuesto para la marcha. La marcha puede continuar en el modo de combustión.
	Propulsión híbrida: Fallo en el sistema. Posible avería de la servoasistencia para la dirección y los frenos.	Vehículo ya no dispuesto para circular.

Indicación — Carga de la batería de alto voltaje

Si se detecta una corriente de carga aparece en la pantalla del cuadro de instrumentos un conector de carga en color verde.



489_102

Indicación en la pantalla del cuadro de instrumentos, de la corriente de carga detectada

Indicación — Pantalla en el cuadro de instrumentos

La marcha eléctrica se visualiza asimismo en la pantalla del cuadro de instrumentos. El símbolo de la batería de alto voltaje y las flechas que indican alejándose de las ruedas señalizan que la tracción está siendo llevada a cabo por medio de la batería de alto voltaje y el motor para propulsión eléctrica.

Indicación — Hybrid Ready

El sistema híbrido está en condiciones de funcionar.

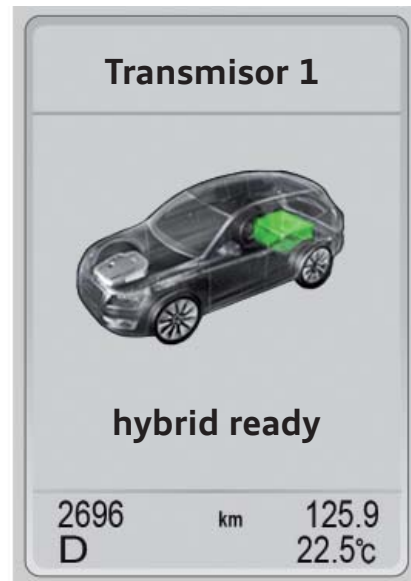
Indicación — Marcha solamente con motor eléctrico (máquina eléctrica)

El símbolo de la batería de alto voltaje y las flechas verdes que indican alejándose de las ruedas indican que la tracción está siendo realizada a través de la batería de alto voltaje y el motor de propulsión eléctrica.

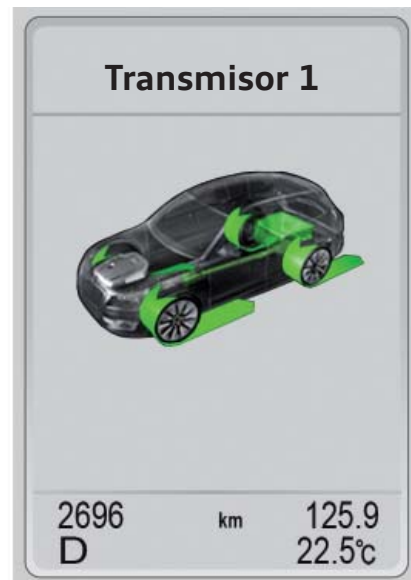
Indicación — Marcha sólo con motor de combustión

El símbolo del motor de combustión, la batería de alto voltaje y las flechas amarillas que indican alejándose de las ruedas señalizan que la tracción está siendo realizada a través del motor de combustión.

La pantalla del cuadro de instrumentos indica asimismo todas las demás condiciones dinámicas. La forma de visualizarlas es la que solamente se adapta de acuerdo con la condición dinámica en cuestión.



489_058



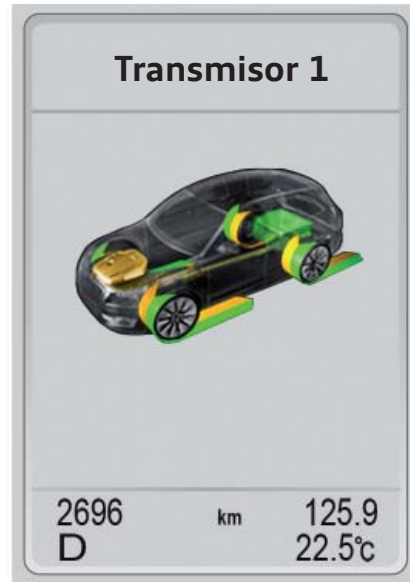
489_059



489_060

Indicación — Marcha con máquina eléctrica y motor de combustión (Boost)

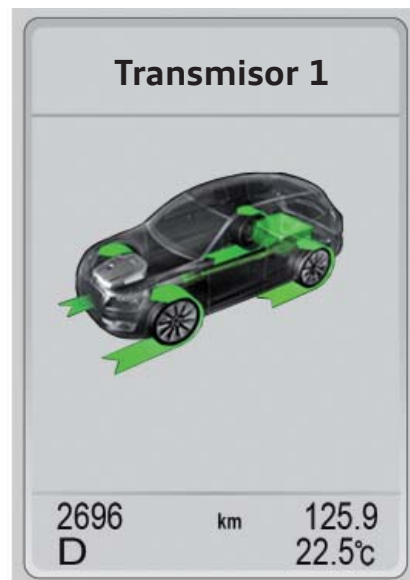
El símbolo del motor de combustión, la batería de alto voltaje y las flechas en amarillo-verde que indican alejándose de las ruedas señalizan que la tracción está siendo realizada por medio del motor de combustión, la batería de alto voltaje y el motor para propulsión eléctrica.



489_061

Indicación — Recuperación energética en la fase de deceleración < 160 km/h

El símbolo de la batería de alto voltaje y las flechas verdes que indican sobre las ruedas señalizan que se está recuperando energía y cargando la batería de alto voltaje.



489_062

Indicación — Estado y motor de combustión

El símbolo del motor de combustión y la batería de alto voltaje señalizan que el motor de combustión está en funcionamiento y se está cargando la batería de alto voltaje.



489_064

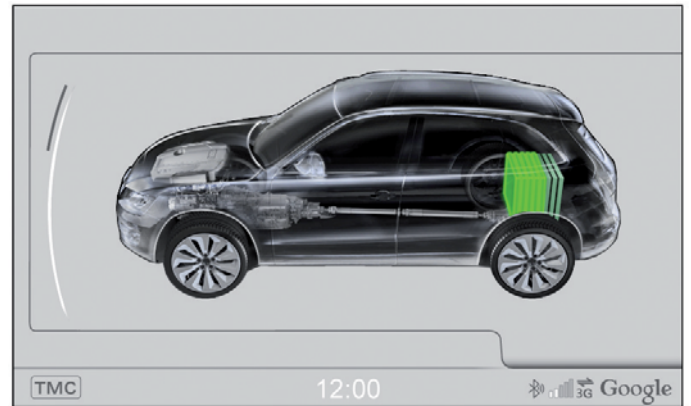
Indicación en la pantalla MMI

El Audi Q5 hybrid quattro se entrega con el sistema MMI Navigation plus. Ofrece la posibilidad de visualizar a través de la pantalla del MMI información relativa a la marcha con motor de combustión o al motor para propulsión eléctrica y sobre el estado de carga de la batería de alto voltaje.

Indicación — Hybrid Ready

El sistema híbrido está en condiciones de funcionar.

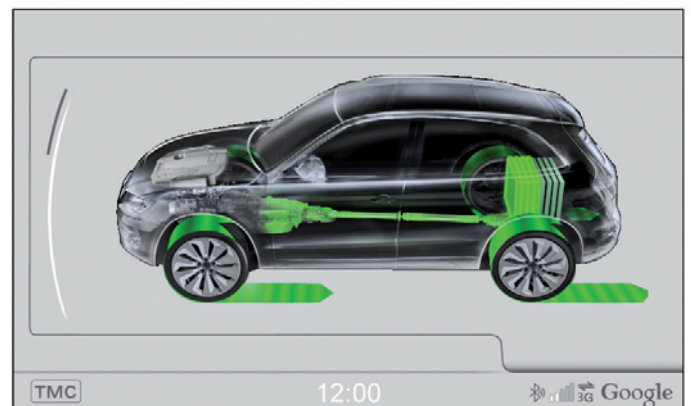
En contraste con la indicación del cuadro de instrumentos, las indicaciones en la pantalla del MMI son versiones animadas.



489_065

Indicación — Marcha solamente con motor eléctrico (máquina eléctrica)

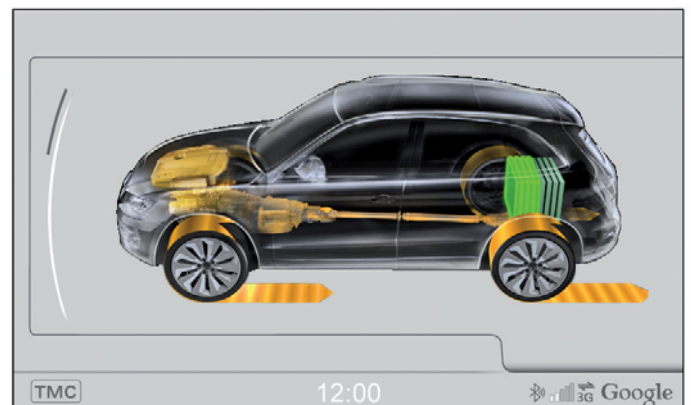
El símbolo de la batería de alto voltaje y las flechas verdes que indican alejándose de las ruedas señalizan que se está efectuando la tracción por medio de la batería de alto voltaje y el motor para propulsión eléctrica.



489_066

Indicación — Marcha sólo con motor de combustión

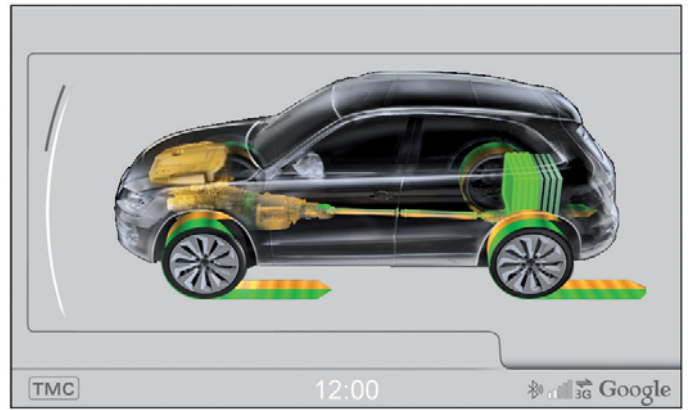
El símbolo del motor de combustión, la batería de alto voltaje y las flechas amarillas que indican alejándose de las ruedas señalizan que la tracción está siendo realizada a través del motor de combustión.



489_067

Indicación — Marcha con máquina eléctrica y motor de combustión (Boost)

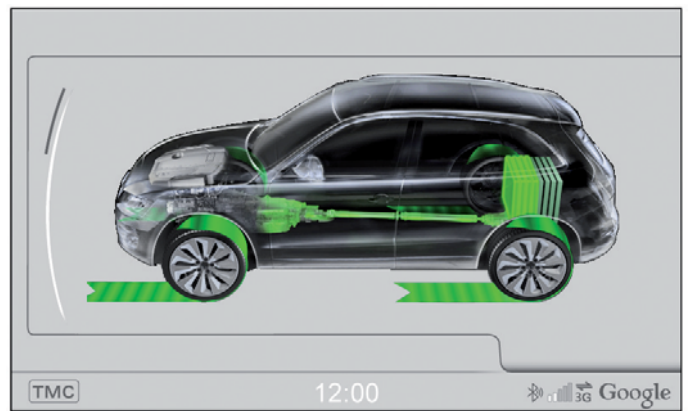
El símbolo del motor de combustión, la batería de alto voltaje y las flechas en amarillo-verde que indican alejándose de las ruedas señalizan que la tracción está siendo realizada por medio del motor de combustión, la batería de alto voltaje y el motor para propulsión eléctrica.



489_068

Indicación — Recuperación energética en la fase de deceleración < 160 km/h

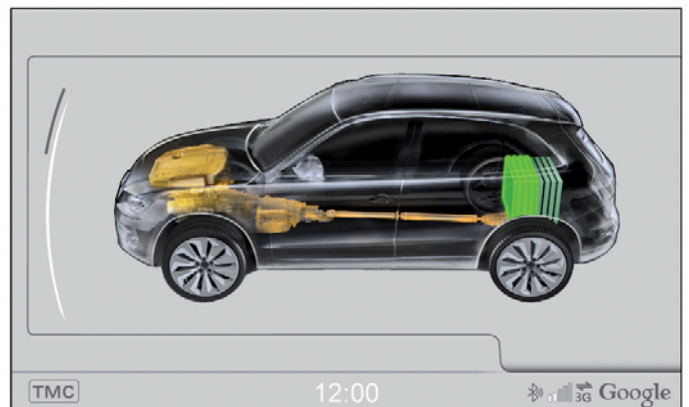
El símbolo de la batería de alto voltaje y las flechas verdes que indican sobre las ruedas señalizan que se está recuperando energía y cargando la batería de alto voltaje.



489_069

Indicación — Estado y motor de combustión

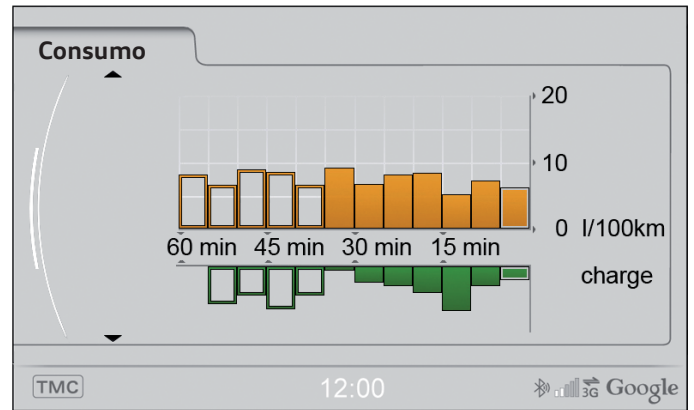
El símbolo del motor de combustión y la batería de alto voltaje señalizan que el motor de combustión está en funcionamiento y se está cargando la batería de alto voltaje.



489_071

Indicación — Estadística de consumo

La estadística de consumo visualiza el consumo y la recuperación de energía correspondientes al comportamiento de conducción, cada 5 minutos. Estos datos muestran los últimos 60 minutos en forma de un diagrama de barras. Las barras rellenas corresponden a la marcha actual; las no rellenas son las de la marcha anterior.



489_096

Elementos de mando

Con la tecla para circuito preferente E709 (modo EV) el conductor puede ampliar los límites de la marcha eléctrica y aprovechar toda la potencia de la máquina eléctrica para la propulsión netamente eléctrica. Hasta una velocidad de 100 km/h o un estado de carga de la batería de alto voltaje de 34 % es posible la marcha netamente eléctrica.

Premisas iniciales para la marcha en el modo EV:

- ▶ Velocidad < 100 km/h
- ▶ Estado de carga de la batería de alto voltaje > 42 %,
- ▶ temperatura de la batería de alto voltaje > +10 °C,
- ▶ temperatura del líquido refrigerante del motor de combustión entre +5 °C y +50 °C,
- ▶ temperatura exterior \geq +10 °C (para arrancada en frío EV),
- ▶ motor de arranque de 12 voltios liberado,
- ▶ altitud < 4.000 m,
- ▶ sin modo Tiptronic,
- ▶ capacidad operativa eléctrica del sistema \geq 15 kW,
- ▶ hay liberaciones de Stop.

Al estar activado el modo EV un símbolo verde en el cuadro de instrumentos y una barra verde por encima de la tecla visualizan el modo EV.



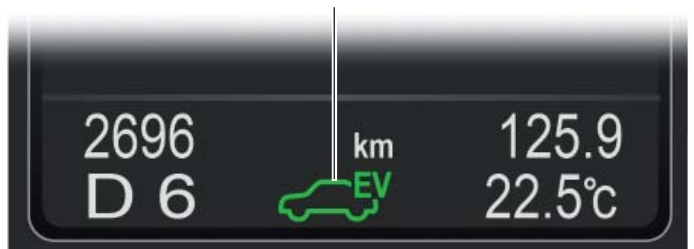
489_006

E709

Indicación en la pantalla del cuadro de instrumentos, del modo EV activado

Efectos en caso de avería

Una avería no tiene efecto sobre la propulsión híbrida. Únicamente deja de ser posible la función adicional de la marcha eléctrica ampliada.



489_008

Servicio

Herramientas especiales

Bloqueo Service Disconnect T40262

Para proteger el sistema de alto voltaje contra la reconexión durante la intervención de mantenimiento se procede a bloquear el conector de mantenimiento por medio de la tapa de plástico con candado.

Con ello se cumple con la segunda regla de seguridad para trabajos en sistemas eléctricos "Proteger el sistema contra reconexión".



489_045

Adaptador T40259

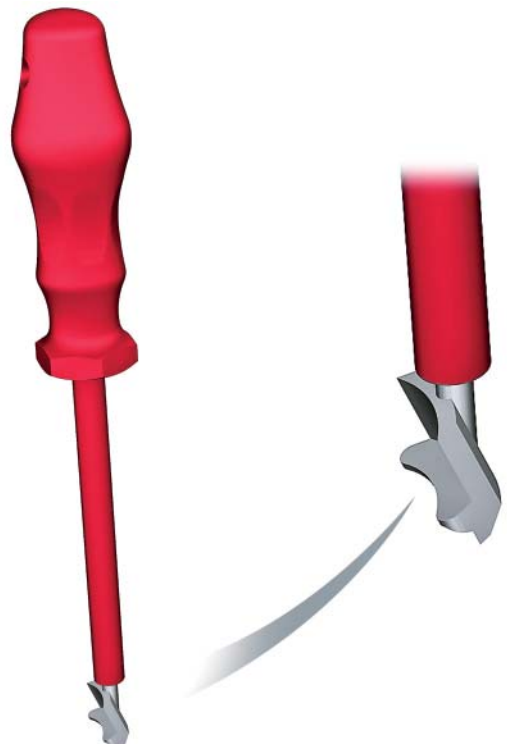
El juego de herramientas consta de tres corchetes y los grilletes correspondientes; sirve para el desmontaje y montaje de la batería de alto voltaje.



489_046

Herramienta de desbloqueo T40258

La herramienta de desbloqueo sirve para desmontar los conectores de alto voltaje.

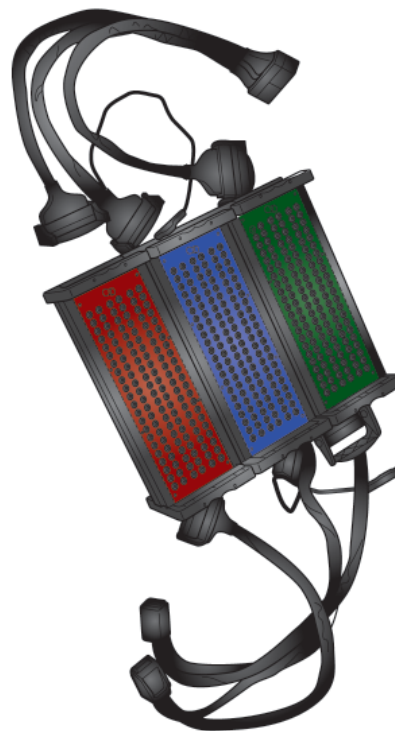


489_047

Equipos de taller

Adaptador de comprobación VAS 6606/10

La batería de alto voltaje y el módulo electrónico de potencia se comprueban con ayuda del adaptador de comprobación para caja de separación VAS 6606.



489_049

Rótulo de advertencia sobre híbridos VAS 6649

Antes de iniciar trabajos en un vehículo híbrido debe protegerse el lugar de trabajo. Es obligatorio fijar los rótulos de seguridad "Advertencia de tensión peligrosa", los cuales deben ser puestos de manera adecuadamente visible en el vehículo. Las pautas correspondientes se proporcionan a través de la localización guiada de averías.



489_100

Rótulo de advertencia sobre híbridos VAS 6650

Antes de iniciar trabajos en un vehículo híbrido debe protegerse el lugar de trabajo. Es obligatorio fijar los rótulos de seguridad "No conmutar, sistema sometido a intervención de trabajo", los cuales deben ser puestos de manera adecuadamente visible en el vehículo. Las pautas correspondientes se proporcionan a través de la localización guiada de averías.



489_101

Cargador de 12 voltios

Si no está dada la capacidad de arranque por parte de la batería de alto voltaje (indicación en el cuadro de instrumentos) se la puede cargar con un cargador de 12 voltios, de 30 A como mínimo, p. ej. con el VAS 5904 o bien VAS 5903 (ver página 23).



Nota

Los trabajos en el sistema de alto voltaje únicamente deben ser llevados a cabo por un técnico de alto voltaje, cualificado. Únicamente éste podrá extraer el conector de mantenimiento para establecer el estado sin tensión.



Nota

Para el empleo correcto y seguro de las herramientas especiales para alto voltaje tienen que mantenerse indefectiblemente las pautas que se proporcionan en los Manuales de Reparaciones. Tenga en cuenta las indicaciones proporcionadas al respecto en ELSA.

Módulo de medición para híbridos VAS 6558

El módulo de medición se utiliza para generar una tensión de medición de 500 V (son posibles hasta 1.000 V) con una muy baja intensidad de corriente. La alimentación de tensión se realiza a través del terminal USB 2.0. Con la caja de medición puede medirse la ausencia de tensión con ayuda de un adaptador. Aparte de ello puede medirse con ella la resistencia del aislamiento. La caja de medición es compatible con los equipos de diagnóstico VAS 5051B, VAS 5052A y VAS 6150.



489_050

Adaptadores de comprobación para híbridos VAS 6558/1A

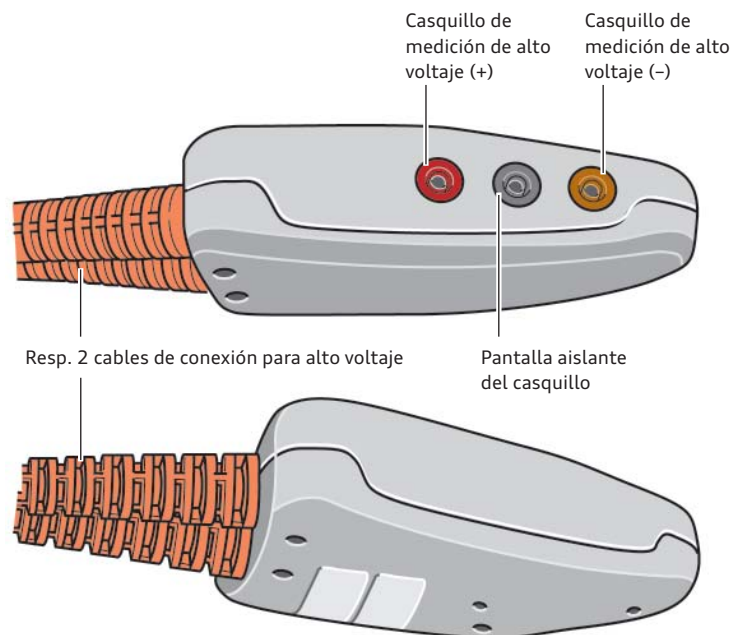
Los adaptadores forman parte del set VAS 6558/1A y se utilizan para medir la ausencia de tensión y resistencias del aislamiento en el sistema de alto voltaje con el VAS 6558.

Todos los cables de conexión para alto voltaje de los adaptadores de medición están codificados mecánica y ópticamente. Se adaptan únicamente a un casquillo determinado. Hay que desacoplar y acoplar con cuidado los terminales de alto voltaje de los adaptadores de medición, porque en caso contrario pueden dañarse los casquillos. Esto tiene por consecuencia que se anule la seguridad contra el contacto físico.

Adaptador para medir el estado sin tensión VAS 6558/1-1

El adaptador para medir el estado sin tensión se conecta directamente a las fuentes de tensión, batería de alto voltaje y módulo electrónico de potencia. El adaptador de medición posee resistencias de alto ohmiaje. Garantizan que en el caso de una avería sólo esté aplicada una corriente de baja intensidad en los casquillos de medición.

Antes de cualquier medición de la ausencia de tensión se exige que se verifiquen los adaptadores de medición.



489_051



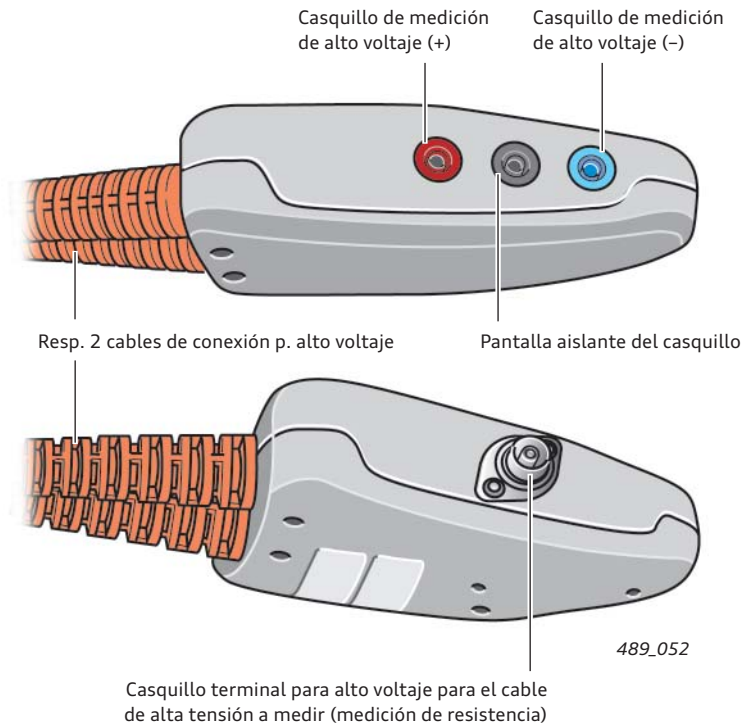
Nota

Los trabajos en el sistema de alto voltaje únicamente deben ser llevados a cabo por un técnico de alto voltaje, cualificado. Únicamente éste podrá extraer el conector de mantenimiento para establecer el estado sin tensión.

Adaptador para medir la resistencia del aislamiento en la red de alto voltaje VAS 6558/1-2

Los dos cables de conexión para alto voltaje del adaptador de medición combinan con los terminales de la unidad de batería híbrida y del módulo electrónico de potencia. El casquillo terminal para alto voltaje del adaptador de medición combina con los cables de alto voltaje de la unidad de batería híbrida, del módulo electrónico de potencia y de la máquina eléctrica.

Con este adaptador de medición existe la posibilidad de medir la resistencia del aislamiento en la red de alto voltaje.

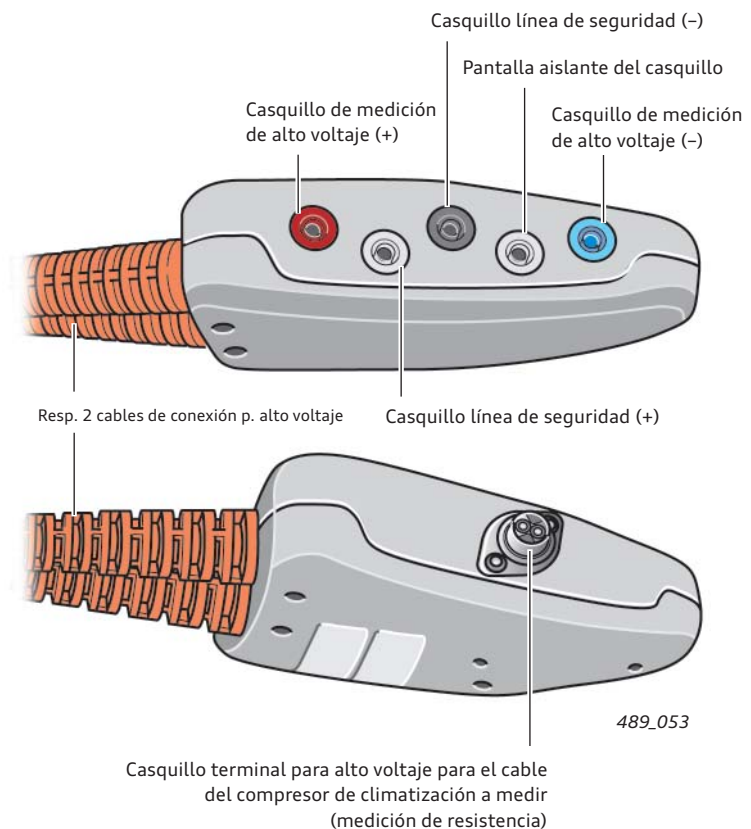


Adaptador para medir la resistencia del aislamiento en el compresor de climatización y en la línea de seguridad VAS 6558/1-3A

Un cable de conexión para alto voltaje del adaptador de medición combina exclusivamente con el casquillo del compresor de climatización en el módulo electrónico de potencia y del propio compresor de climatización.

A través del casquillo terminal para alto voltaje puede medirse la resistencia del aislamiento en el cable de alto voltaje hacia el compresor de climatización.

Debido a que se ha integrado la línea de seguridad en la conexión de alto voltaje del compresor de climatización, con este adaptador de medición puede verificarse adicionalmente la línea de seguridad.



Nota

Los adaptadores VAS 6558/1-2 y VAS 6558/1-3A únicamente deben utilizarse si se ha comprobado el estado sin tensión.



Nota

Para el empleo correcto y seguro de las herramientas especiales para alto voltaje tienen que mantenerse indefectiblemente las pautas que se proporcionan en los Manuales de Reparaciones. Sírvase tener en cuenta las indicaciones proporcionadas al respecto en ELSA, en el equipo de diagnóstico de vehículos.

Apéndice

Glosario

Conector de mantenimiento

Con el conector de mantenimiento pueden separarse las mitades de la batería de alto voltaje. Se lo tiene que retirar para efectuar trabajos en el sistema de alto voltaje.

Otros términos usuales son: Service Disconnect o conector de Servicio.

Elemento calefactor PTC

En un elemento calefactor PTC (del inglés: positive temperature coefficient) se procede a transformar energía eléctrica de la red de tensión continua del vehículo en energía térmica. Consta de módulos PTC individuales (resistencias semiconductoras cerámicas). Se les alimenta energía eléctrica a través de regletas de contacto. Las regletas de contacto transmiten al mismo tiempo energía térmica de los módulos PTC hacia las nervaduras onduladas de la calefacción PTC. Éstas ceden el calor al aire que ingresa en el habitáculo.

En virtud de que la resistencia del elemento calefactor PTC aumenta a medida que sube la temperatura, la corriente que fluye disminuye y se evita con ello un calentamiento excesivo.

Línea de seguridad

La línea de seguridad es un cable eléctrico que recorre todos los componentes de alto voltaje. Si se desacoplan cables de alto voltaje se interrumpe la línea de seguridad y se desconecta el sistema de alto voltaje.

Otros términos usuales son: línea piloto o HV Interlock.

Recuperación energética

Bajo recuperación energética se entiende aquí, en general, la recuperación de la energía cinética durante el ciclo de deceleración o retención del vehículo. Esto significa, que en las fases de frenado y deceleración se recupera la energía "gratuita" y se almacena interinamente en la batería del vehículo.

Regulación del par de inercia del motor en versión híbrida

La regulación del par de inercia del motor (MSR) impide la tendencia al bloqueo de las ruedas motrices por el efecto de frenado del motor sobre pista resbaladiza. Esto sucede cuando el conductor levanta instantáneamente el pie del acelerador o cambia rápidamente a una marcha inferior. Las ruedas motrices pueden tender al patinaje por el efecto de frenado del motor. Pierden por corto tiempo la adherencia con el suelo y las condiciones dinámicas se ponen inestables. La MSR conserva la estabilidad de marcha en estas situaciones y mejora con ello la seguridad.

La información necesaria para ello la recibe la unidad de control para MSR de los sensores de régimen de las ruedas y de las unidades de control del motor o bien del cambio, a través del bus de datos. Si la unidad de control detecta un patinaje de las ruedas motrices, la MSR transmite una señal a la unidad de control del motor a través del bus de datos. El régimen del motor aumenta levemente hasta que las ruedas motrices vuelvan a girar de acuerdo con la velocidad de marcha del vehículo. De esta forma el vehículo se mantiene direccionable y conserva la estabilidad de marcha. La regulación del par de inercia del motor trabaja sobre toda la gama de velocidades.

Resistencia NTC

Una resistencia NTC (del inglés: negative temperature coefficient) es una resistencia eléctrica que conduce mejor la corriente a altas temperaturas que a temperaturas bajas. Estas resistencias suelen utilizarse para la medición de temperaturas.

Resolvedor

Bajo el término de resolvedor (del inglés por convertidor de coordenadas) se entiende un convertidor de medición electromagnético destinado a convertir la posición angular de un rotor en una magnitud eléctrica. Dos bobinados de estator decalados a 90° van dispuestos en una carcasa cilíndrica de modo que circunscriben al rotor con su bobinado que van alojados en una carcasa. A través de anillos colectores y escobillas se conduce el bobinado del rotor hacia fuera.

Señal PWM

La abreviatura alemán PWM significa señal modulada en anchura de los impulsos. Se trata de una señal digital, en la que un parámetro (por ejemplo la corriente eléctrica) cambia entre dos valores. Las distancias de estos cambios varían de acuerdo con la excitación. De esa forma pueden transmitirse señales digitales.

TFSI

La abreviatura TFSi significa "turbo fuel stratified injection". Se entiende por tal la tecnología aplicada por Audi para los motores de gasolina sobrealimentados y dotados de inyección directa del combustible en la cámara de combustión. El combustible es inyectado con una presión de más de 100 bares.

Pruebe sus conocimientos

1. ¿Qué tensión nominal tiene una batería de alto voltaje?

- a) 288 V AC
- b) 266 V AC
- c) 266 V DC

2. ¿Para qué se necesita la segunda batería?

- a) Abastece al motor de arranque de 12 voltios con tensión de alimentación.
- b) Hace las veces de estabilizador de tensión al arrancar el motor de combustión por medio del motor de arranque de 12 voltios.
- c) Se utiliza como acumulador de energía para la batería de alto voltaje.

3. ¿Qué es la línea de seguridad eléctrica y cuál es su misión?

- a) Es un cable eléctrico que recorre todos los componentes del sistema de alto voltaje.
- b) Sirve para estabilizar la tensión de la red de a bordo de 12 V.
- c) Sirve como tensión de referencia para el sistema de alto voltaje.

4. ¿Para qué sirve el conector de mantenimiento?

- a) El conector de mantenimiento comunica las dos partes de la batería de alto voltaje.
- b) Constituye el bloqueo mecánico para los terminales de los cables de alto voltaje.
- c) Sirve como limitador de la corriente de carga para la batería de alto voltaje.

5. ¿Qué tipo de dirección posee el Audi Q5 hybrid quattro?

- a) Una dirección electrohidráulica.
- b) Una dirección electromecánica.
- c) Una dirección hidráulica con acumulador de presión.

6. ¿A qué sistema de bus va conectado el compresor de climatización?

- a) CAN Tracción.
- b) CAN Extended.
- c) CAN Cuadro/Tren de rodaje.
- d) Bus LIN.

7. ¿Qué sistema de bus no está conectado al Gateway?

- a) CAN Hybrid.
- b) CAN Extended.
- c) CAN Diagnosis.
- d) Bus LIN.

8. ¿A qué sistema de bus está conectada la dirección?

- a) CAN Tracción.
- b) CAN Extended.
- c) CAN Cuadro/Tren de rodaje.
- d) Bus LIN.

9. ¿Con qué tensión se alimenta el compresor de climatización?

- a) 266 V DC de la batería de alto voltaje.
- a) 266 V DC del módulo electrónico de potencia.
- c) 12 V DC del módulo electrónico de potencia.

10. ¿Para qué se utiliza la herramienta especial T40262?

- a) Sirve como seguro, para que nadie pueda extraer el conector de mantenimiento.
- b) Sirve como seguro antes de reconectar el sistema de alto voltaje.
- c) La llave de contacto del vehículo puede ser encerrada en la herramienta.

Programas autodidácticos

Hallará más información sobre la técnica del Audi Q5 hybrid quattro en los siguientes Programas autodidácticos:



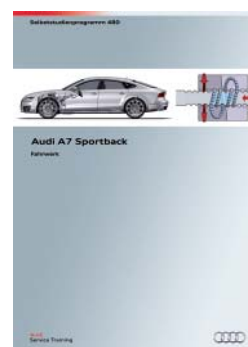
489_073



489_099



489_097



489_098

SSP 394 Audi A5 – Tren de rodaje, referencia núm.: A07.5S00.36.60

- ▶ Freno de estacionamiento electromecánico

SSP 433 Audi Q5, referencia núm.: A08.5S00.49.60

- ▶ Carrocería
- ▶ Protección de ocupantes
- ▶ Tren de rodaje
- ▶ Sistema eléctrico
- ▶ Infotainment
- ▶ Servicio

SSP 436 Modificaciones implantadas en el motor TFSI de 4 cilindros con distribución de cadena, referencia núm.: A08.5S00.52.60

- ▶ Sistema de aire secundario

SSP 480 Audi A7 Sportback – Tren de rodaje, referencia núm.: A10.5S00.73.60

- ▶ Dirección electromecánica

En una fecha posterior se explicará la transmisión de fuerza del Audi Q5 hybrid quattro en un Programa autodidáctico propio.

Reservados todos los derechos.
Sujeto a modificaciones.

Copyright
AUDI AG
I/VK-35
service.training@audi.de

AUDI AG
D-85045 Ingolstadt
Estado técnico: 07/11

Printed in Germany
A11.5S00.83.60