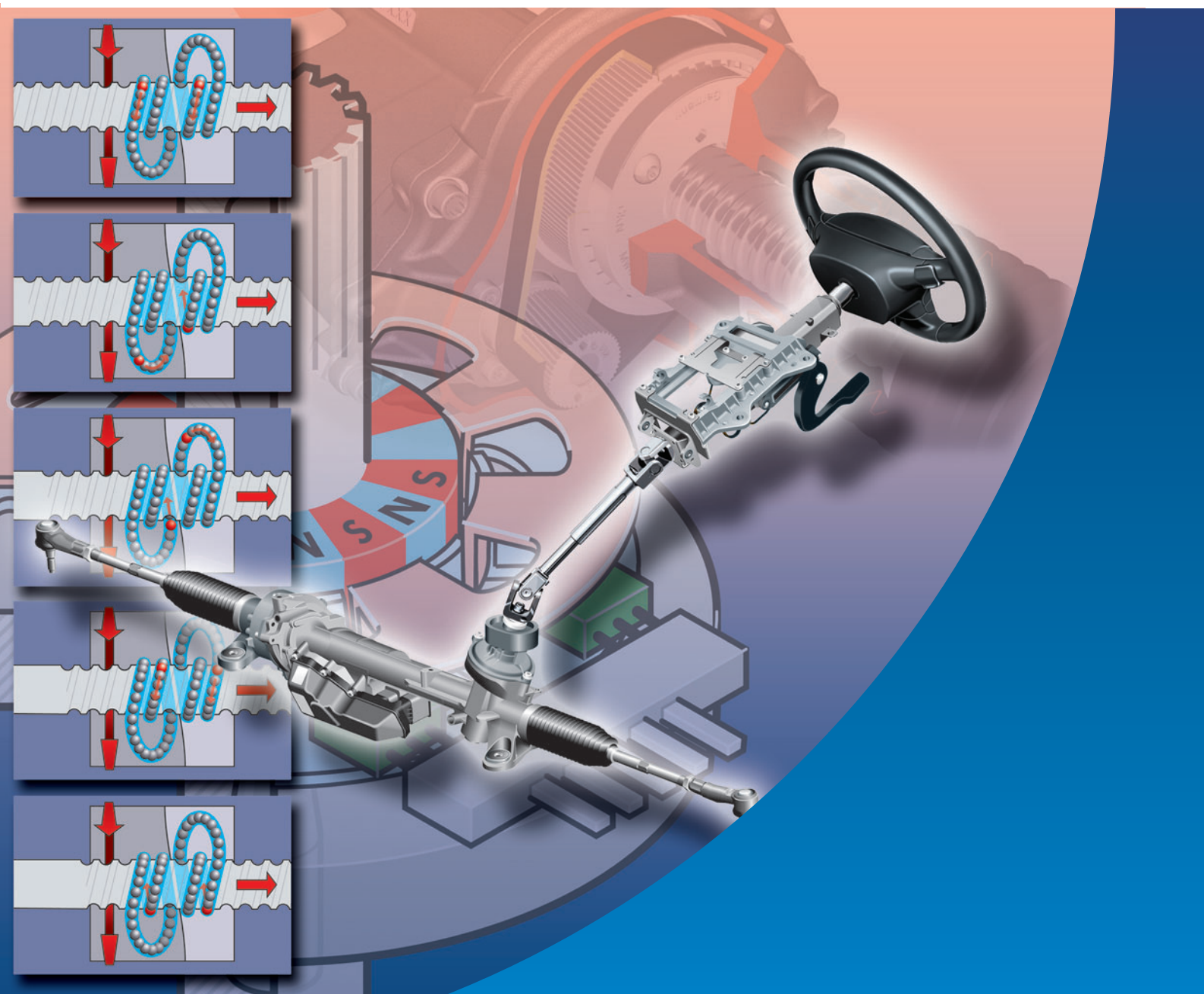




Programa autodidáctico 399

Dirección asistida electromecánica con accionamiento paralelo al eje principal (APA)

Diseño y funcionamiento



La dirección asistida electromecánica supone numerosas ventajas en comparación con una dirección hidráulica.

Brinda asistencia al conductor y le alivia de cargas físicas y síquicas. Trabaja en función de las necesidades, lo que significa que solamente actúa cuando el conductor necesita la servoasistencia. La servoasistencia de la dirección trabaja independientemente de la velocidad de marcha, así como del par y ángulo de dirección.

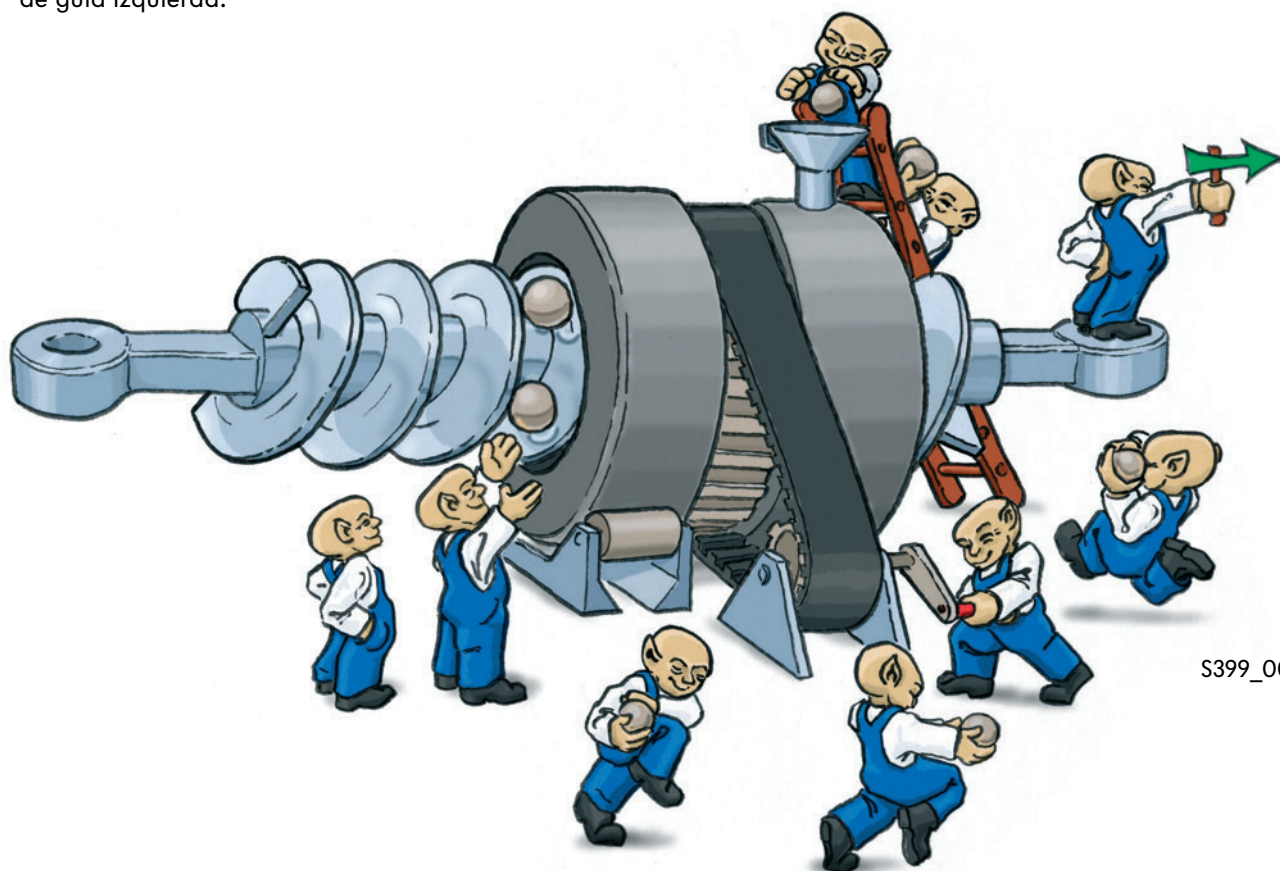
La llamada dirección APA (abreviatura alemana del accionamiento paralelo al eje principal) pertenece a la última generación de las direcciones electro-mecánicas.

Representa una combinación de componentes que han probado sus virtudes y una serie de innovaciones de vanguardia.

Se implanta por ahora exclusivamente en vehículos de guía izquierda.

La dirección electromecánica con accionamiento paralelo al eje principal es una creación propia del equipo de ingenieros de desarrollo de VW en la ciudad de Braunschweig y es fabricada en esa factoría.

En este Programa autodidáctico se le explica el funcionamiento detallado de la dirección asistida electromecánica con accionamiento paralelo al eje principal.



S399_001

NUEVO

**Atención
Nota**



El Programa autodidáctico presenta el diseño y funcionamiento de nuevos desarrollos. Los contenidos no se someten a actualizaciones.

Para las instrucciones de actualidad sobre comprobación, ajuste y reparación consulte por favor la documentación del Servicio Postventa prevista para esos efectos.



Introducción.....	4
Estructura del sistema.....	8
Funcionamiento.....	9
Parte mecánica de la dirección.....	19
Parte eléctrica de la dirección.....	22
Esquema de funciones.....	35
Servicio.....	36
Pruebe sus conocimientos.....	38



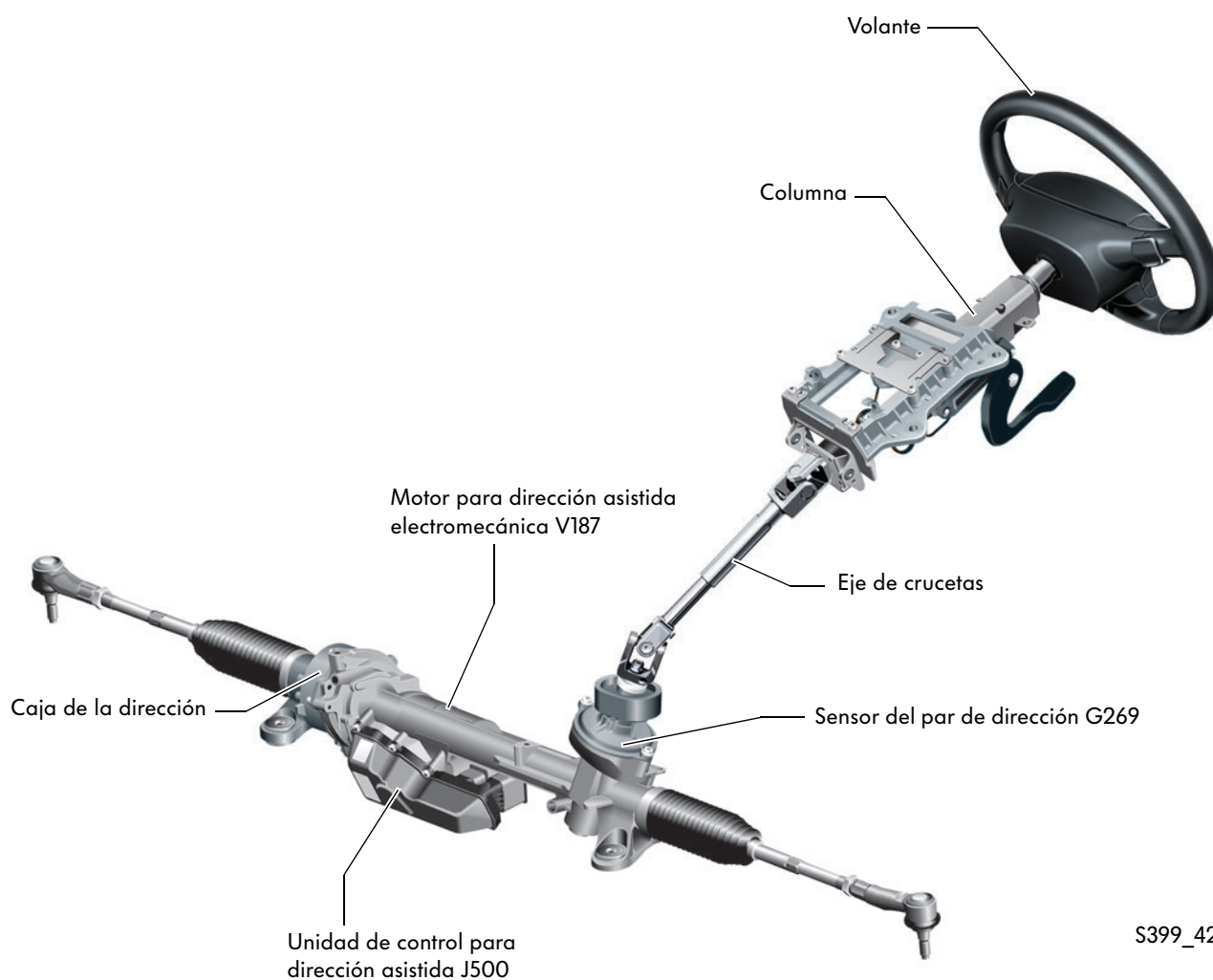
Introducción



Cuadro general de la dirección asistida electromecánica con accionamiento paralelo al eje principal

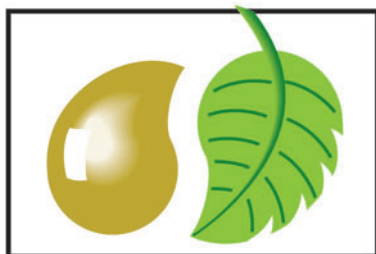
Los componentes de la dirección son:

- volante de dirección
- mando combinado en la columna con sensor de ángulo de dirección G85
- columna de dirección
- sensor de par de dirección G269
- caja de la dirección (caja con husillo accionado por bolas recirculantes)
- motor para dirección asistida electromecánica V187 (motor sincrónico)
- unidad de control para dirección asistida J500
- eje de crucetas



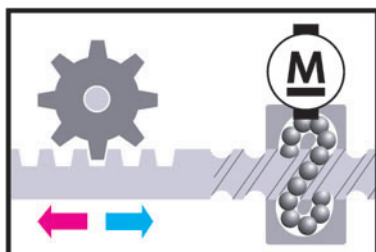
S399_427

Lo digno de saberse acerca de la dirección asistida electromecánica:



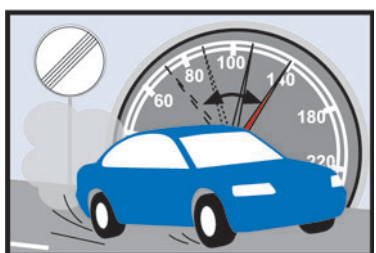
S399_106

En el caso de la dirección asistida electromecánica se puede renunciar al sistema hidráulico para la servoasistencia. Con la eliminación del aceite hidráulico, esta dirección aporta una importante contribución a la protección del medio ambiente.



S399_108

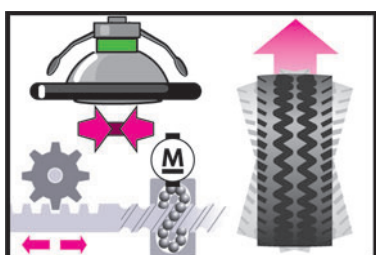
La dirección asistida electromecánica tiene un accionamiento paralelo al eje principal. Se trata de una caja de dirección de nuevo desarrollo, con un husillo accionado por bolas recirculantes, con cuya ayuda se realiza la servoasistencia.



S399_110

Para los efectos de servoasistencia se procede a excitar un motor eléctrico en función de las necesidades.

El sistema ofrece al conductor una servoasistencia para la dirección supeditada a las condiciones dinámicas (Servotronic).



S399_111

El retrogiro de la dirección a la posición de marcha recta se respalda con la función de «retrogiro activo», implementada en la dirección asistida electromecánica. De ahí resulta un retrogiro agradable del volante al salir de una curva, así como una marcha rectilínea estable.



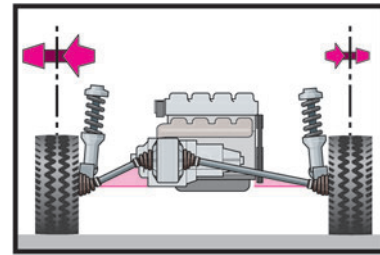
S399_112

Con la corrección de marcha recta se genera una servoasistencia que elimina al conductor la necesidad de mantener precargada la dirección al circular habiendo viento lateral constante o sobre pavimentos inclinados.

Introducción

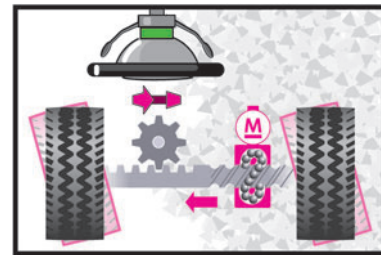


Debido a que en los vehículos de tracción delantera que llevan el motor en posición transversal son diferentes las longitudes de los palieres de las ruedas delanteras izquierda y derecha, es frecuente que el vehículo tienda a ladearse al acelerar. La compensación del ladeo detecta esta particularidad y la contrarresta direccionando en contrario.



S399_442

En el caso del contravolante asistido se aplican fuerzas de direccionamiento específicas para respaldar al conductor al dar contravolante (p. ej. al frenar sobre pavimentos con adherencia desigual o al efectuar maniobras sujetas a un dinamismo transversal).



S399_418

Ventajas de la dirección asistida electromecánica

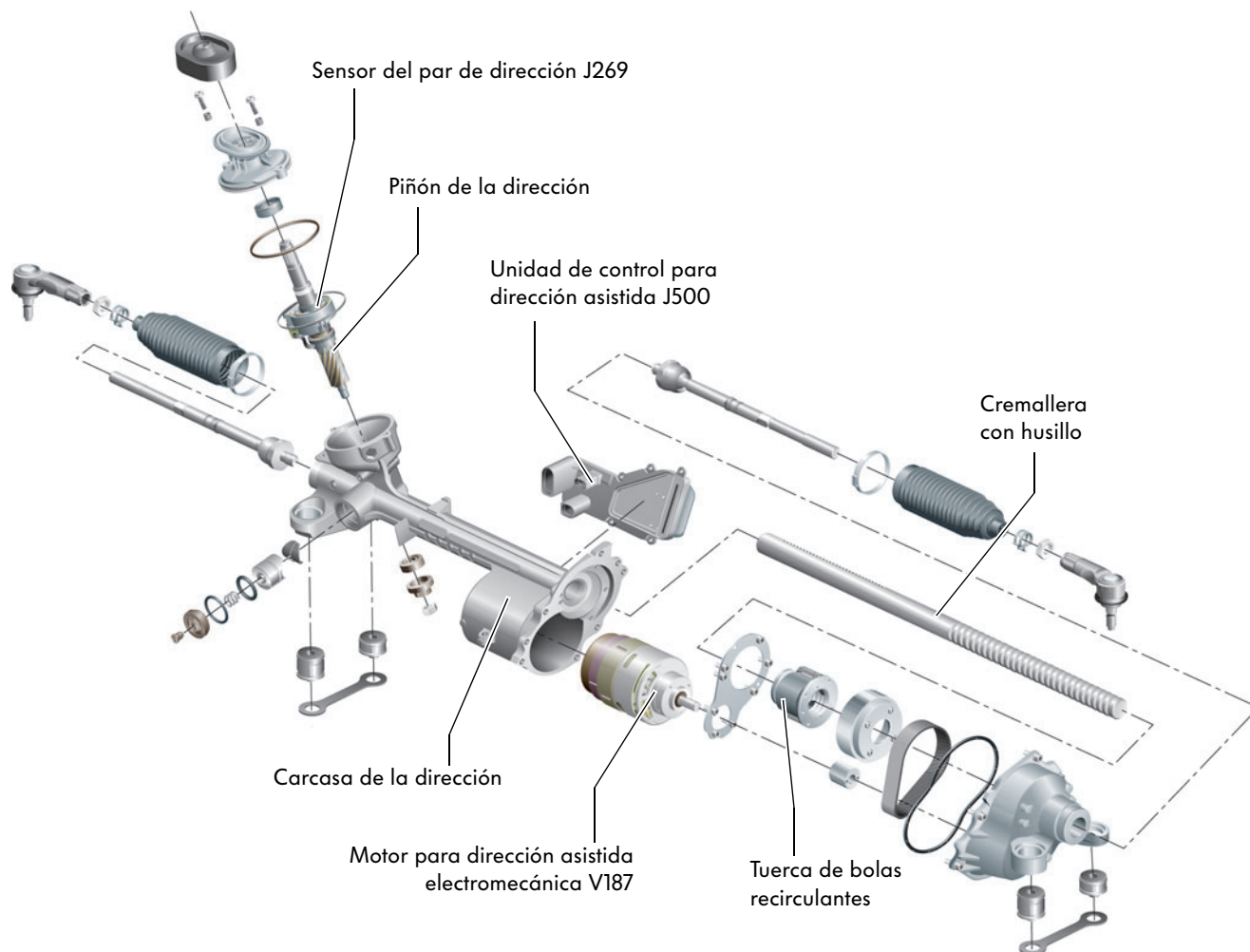
Una ventaja de la dirección asistida electromecánica, en comparación con los sistemas hidráulicos, consiste en que se puede renunciar a la parte hidráulica. Los componentes de servoasistencia van alojados en la caja de dirección y actúan directamente allí.

Aparte de ello se logra reducir de forma importante la energía necesaria. A diferencia de la dirección hidráulica, que requiere un caudal volumétrico permanente, la dirección asistida electromecánica sólo necesita energía cuando realmente se producen gestos de dirección. Con esta absorción de potencia en función de las necesidades se reduce el consumo de combustible.

La dirección asistida electromecánica con accionamiento paralelo al eje principal y con caja con husillo accionado por tuerca de bolas recirculantes es actualmente una de las direcciones más capaces que hay. Debido a la arquitectura especial de la unidad de servoasistencia y su bajo índice de fricciones propias, esta dirección ofrece un tacto claramente perceptible, asociado a una baja bronquedad.

Los golpes inscritos por las irregularidades del pavimento se filtran en su totalidad a través de la masa inerte que tienen la caja con husillo de bolas recirculantes y el motor eléctrico. Por otra parte, el bajo índice de fricciones propias en el husillo de bolas recirculantes hace que el conductor perciba las variaciones que experimenta la rueda, que son tan importantes para una conducción sensitiva.

Despiece de la dirección asistida electromecánica



S399_100



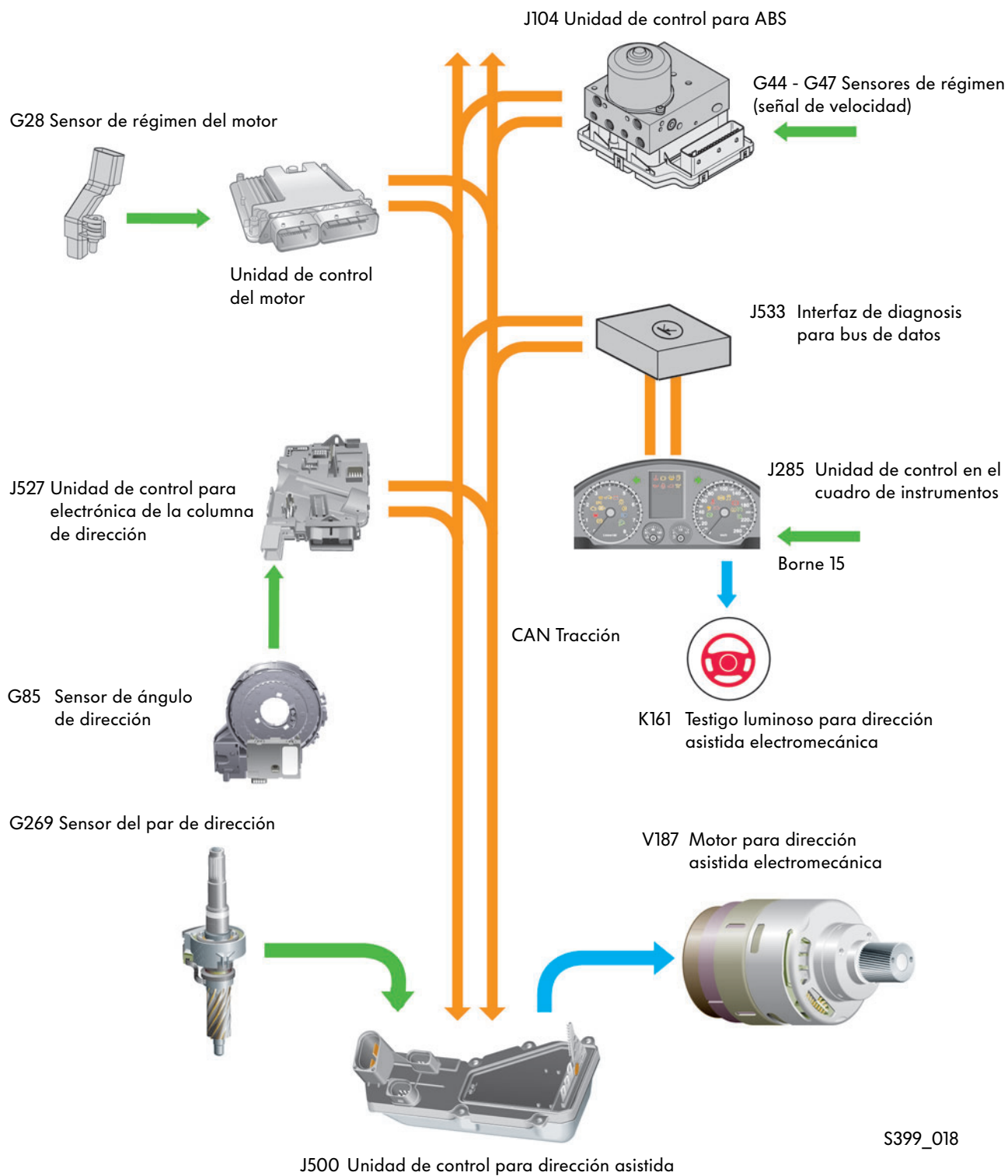
La reducción del consumo de combustible, en comparación con una dirección asistida hidráulica, es de hasta 0,2 litros a los 100 kilómetros.



La caja de dirección con husillo accionado por tuerca de bolas recirculantes se impulsa por medio del motor eléctrico, situado paralelamente a la cremallera, y mediante una correa dentada. Debido a que no es necesario reenviar la fuerza o el par de accionamiento, se le da el nombre de dirección con accionamiento paralelo al eje principal.

Estructura del sistema

Estructura del sistema

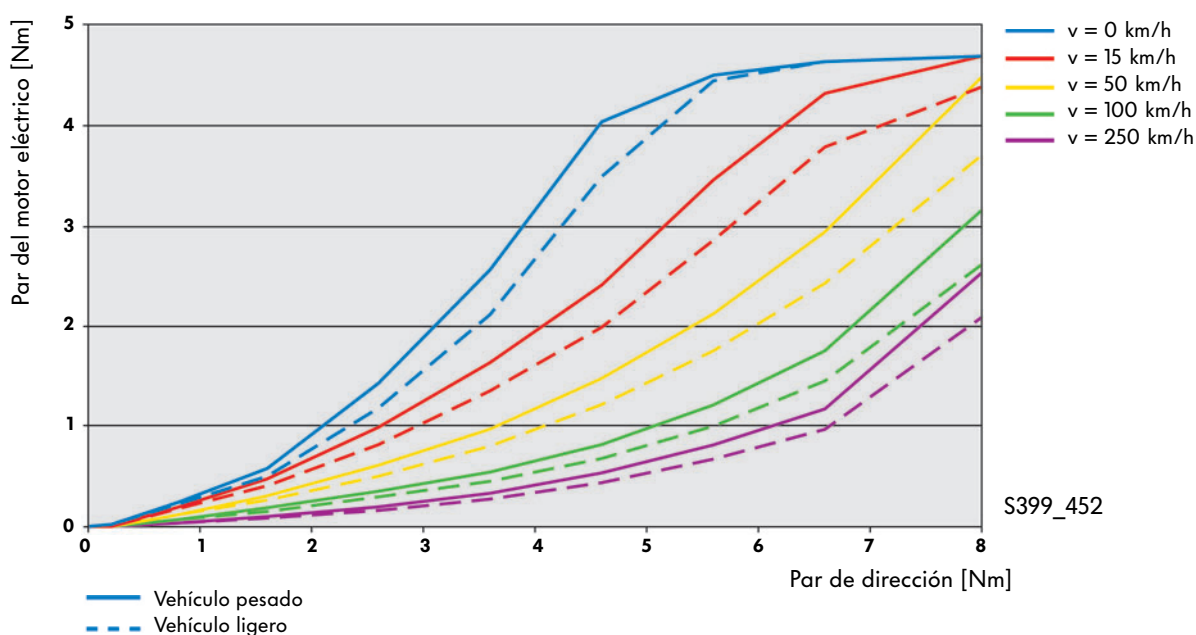


S399_018

Familia de características y curvas características

La regulación de la servoasistencia para la dirección se lleva a cabo en función de la velocidad de marcha, a través de una familia de características instalada en la memoria permanente de programas que tiene la unidad de control. Dependiendo del peso del vehículo y de su equipamiento se procede a programar en fábrica en la fase final del ensamblaje la familia de características para la unidad de control.

La familia de características también puede ser programada en el área de Postventa después de una reparación (p. ej. si se sustituyó la dirección), utilizando el sistema de información, medición y diagnóstico de vehículos, a través de la «Localización guiada de averías» o de las «Funciones guiadas» y recurriendo a un software especial. A través de un número PR fijado específicamente, que puede consultarse en el soporte de datos del vehículo, resulta posible cargar la familia de características correspondiente en el Concesionario Volkswagen.

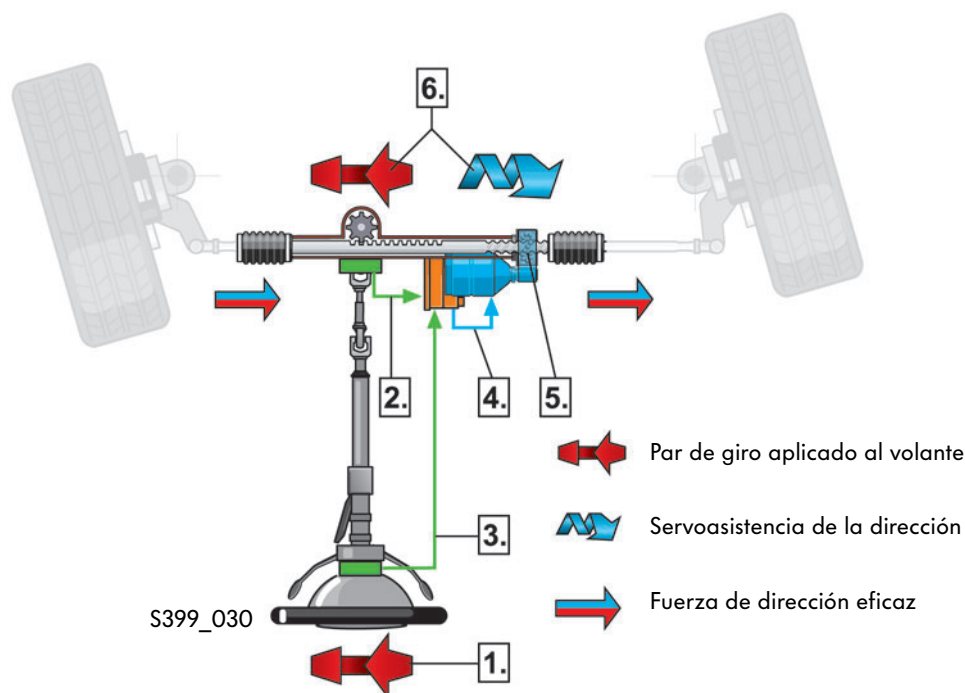


A título de ejemplos se han elegido respectivamente una familia de características para un vehículo pesado (línea de trazo continuo) y una familia para un vehículo más ligero (línea de trazo cortado) de entre las 5 familias de características que hay para el Tiguan.

Una familia contiene cinco diferentes curvas características para diferentes velocidades del vehículo (p. ej. 0km/h, 15km/h, 50km/h, 100km/h y 250km/h). Una curva característica indica el par del volante al que se asocia cada servoasistencia a través del par de accionamiento del motor eléctrico. Aparte de ello es posible programar una familia de características para la asistencia a la movilidad.

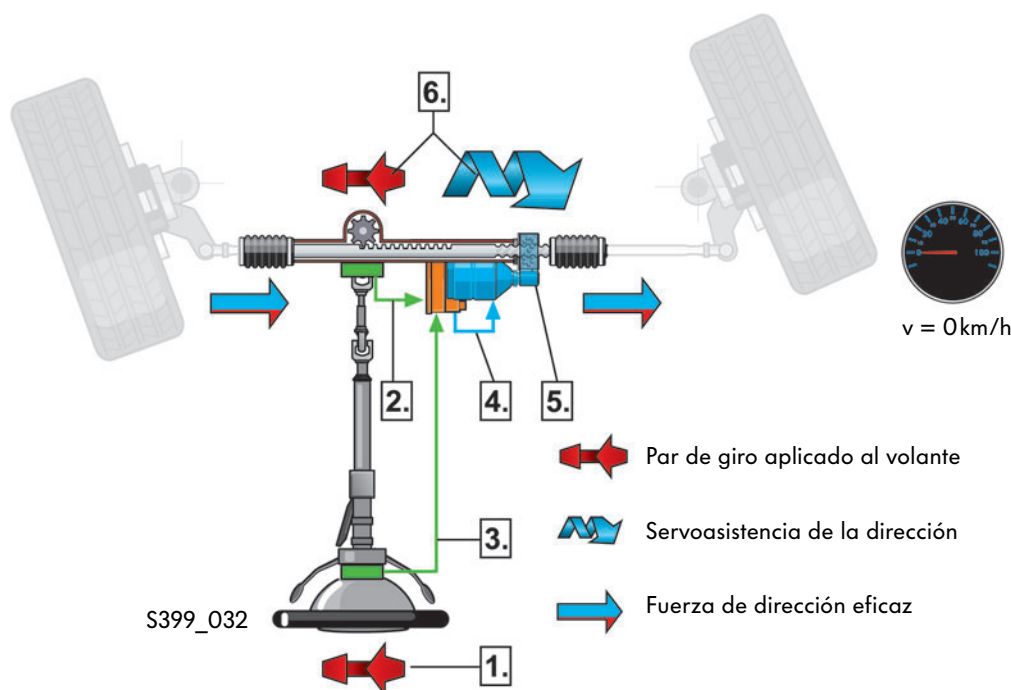
Funcionamiento

Función del mando de la dirección



1. El ciclo de servoasistencia comienza en el momento en que el conductor mueve el volante.
2. Con el par de giro aplicado al volante se retuerce una barra de torsión en el piñón.
El sensor de par de dirección G269 detecta el giro a informa a la unidad de control J500 acerca del par de dirección registrado.
3. El sensor de ángulo de dirección G85 informa acerca del ángulo momentáneo de la dirección.
4. En función del par de dirección, la velocidad de marcha del vehículo, el régimen del motor de combustión y la curva característica programada, la unidad de control calcula la servoasistencia necesaria para la dirección y excita correspondientemente el motor eléctrico.
La información relativa al ángulo de dirección y a la celeridad de los gestos de la dirección se utiliza para funciones tales como la corrección de la marcha recta.
5. La servoasistencia a la dirección se establece a través de un husillo de bolas recirculantes accionado por una correa. El accionamiento de la tuerca para el husillo corre a cargo de un motor eléctrico y una correa dentada.
6. La suma del par de giro aplicado al volante y la fuerza del par de servoasistencia que aporta el motor eléctrico da por resultado la fuerza de dirección eficaz en la cremallera.

Mando de la dirección al aparcar

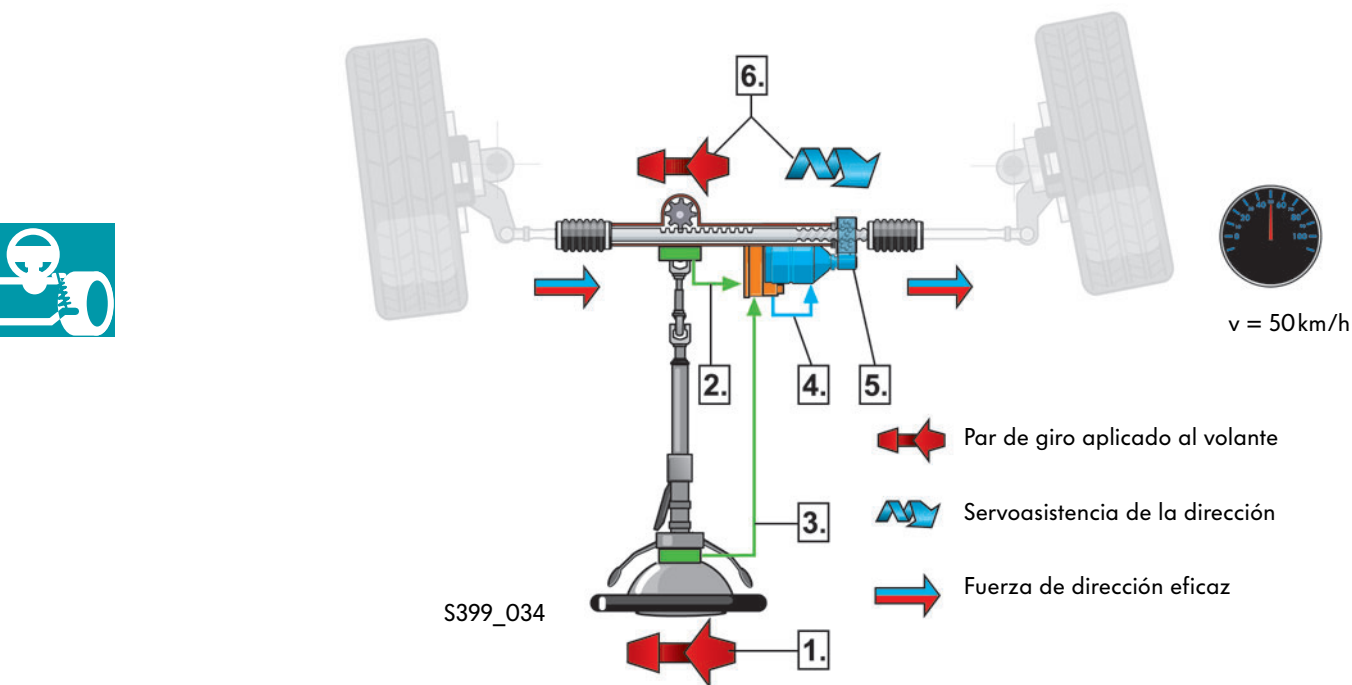


1. El conductor gira muy pronunciadamente el volante al aparcar.
2. La barra de torsión se tuerce. El sensor de par de dirección G269 detecta el giro y avisa a la unidad de control J500 de que está aplicado un par de dirección intenso al volante.
3. El sensor de ángulo de dirección G85 informa que se ha producido un gran ángulo de dirección.
4. En función del par de dirección intenso, la velocidad de marcha del vehículo de 0 km/h, el régimen del motor de combustión (> 5.00 rpm), el gran ángulo de dirección y la celeridad del mando de la dirección, así como en función de la curva característica programada para $v = 0$ km/h, la unidad de control determina que se necesita una servoasistencia intensa y excita correspondientemente el motor eléctrico.
5. La maniobra de aparcar se realiza de esa forma con una servoasistencia de máxima intensidad.
6. La suma del par de fuerza aplicado al volante y la fuerza máxima de servoasistencia aplicada por el motor eléctrico da por resultado la fuerza de dirección eficaz en la cremallera al aparcar.



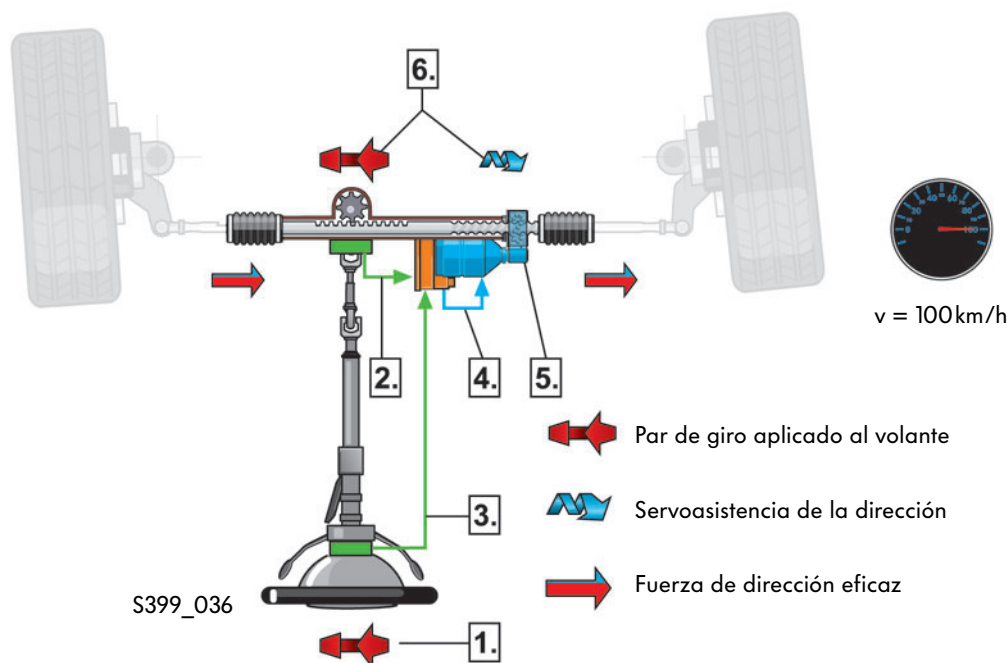
Funcionamiento

Mando de la dirección en tráfico urbano



1. El conductor gira el volante al doblar una esquina en el tráfico urbano.
2. La barra de torsión se tuerce. El sensor del par de dirección G269 detecta el giro y avisa a la unidad de control J500 de que está aplicado un par de mediana intensidad al volante de la dirección.
3. El sensor de ángulo de dirección G85 avisa que está dado un ángulo de dirección de mediana magnitud.
4. En función del par de dirección medio, la velocidad del vehículo de 50km/h, un ángulo de dirección mediano, la celeridad del volante y en función de la curva característica programada para $v = 50 \text{ km/h}$, la unidad de control determina que se necesita una servoasistencia de mediana intensidad para la dirección y excita correspondientemente el motor eléctrico.
5. De esa forma, a través del husillo con bolas accionado por la correa se produce una servoasistencia de mediana intensidad al doblar una esquina.
6. La suma del par de fuerza aplicado al volante y una fuerza mediana de servoasistencia aplicada por el motor eléctrico da por resultado la fuerza de dirección eficaz en la cremallera al doblar una esquina en el tráfico urbano.

Mando de la dirección al circular por autopista

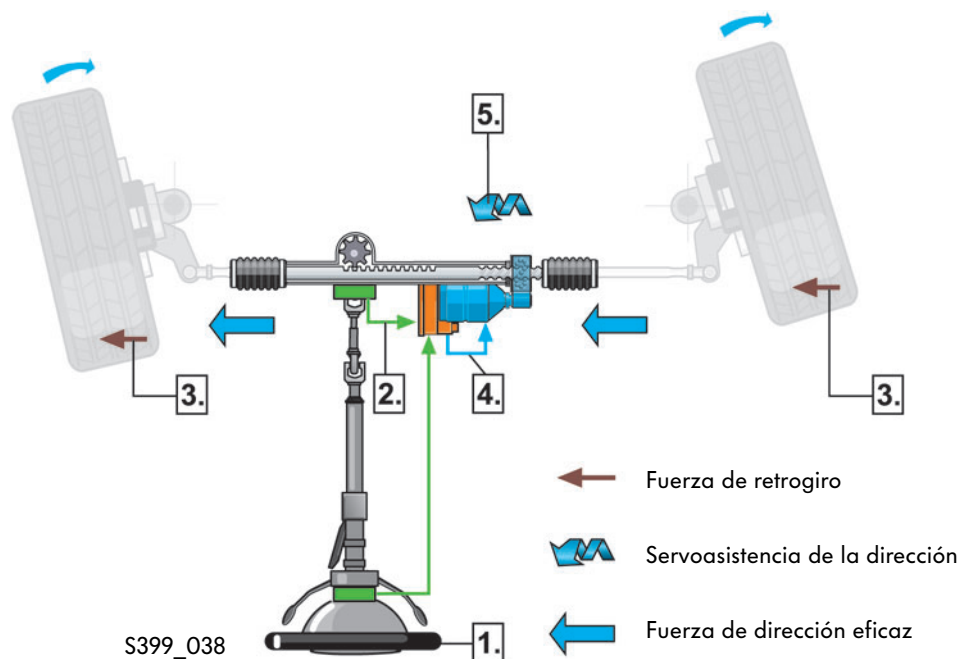


1. Al cambiar de carril, el conductor produce un gesto leve con el volante.
2. La barra de torsión se tuerce. El sensor del par de dirección G269 detecta el giro y avisa a la unidad de control J500 que está aplicado al volante un leve par de dirección.
3. El sensor de ángulo de dirección G85 avisa que está aplicado un pequeño ángulo de dirección.
4. En función de un leve par de dirección, la velocidad de marcha del vehículo de 100 km/h , un pequeño ángulo de dirección, la celeridad de la dirección y la curva característica programada para $v = 100 \text{ km/h}$, la unidad de control determina que se necesita ya sea una servoasistencia de baja intensidad o que no se necesita servoasistencia para la dirección y excita correspondientemente el motor eléctrico.
5. Al mover el volante en autopista se produce de ese modo ya sea una baja servoasistencia de la dirección o no se produce ninguna servoasistencia a través del husillo con bolas recirculantes accionado por correa.
6. La suma del par de fuerza aplicado al volante y una fuerza mínima de servoasistencia aplicada por el motor eléctrico da por resultado la fuerza de dirección eficaz en la cremallera en un cambio de carril.



Funcionamiento

Retrogiro activo



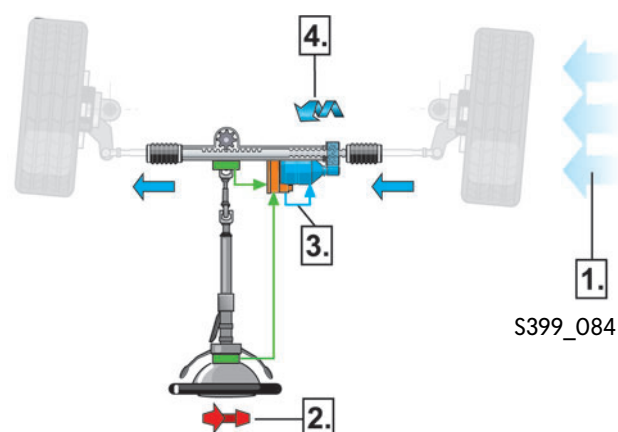
1. Si el conductor reduce el par de dirección al circular por curva, la barra de torsión se relaja.
2. En combinación con el descenso del par de dirección, el ángulo y la celeridad de la dirección se calcula una celeridad teórica de retrogiro. Este resultado se compara con la celeridad del ángulo de dirección. De ahí resulta el par de retrogiro.
3. Debido a la geometría específica del eje surgen fuerzas de retrogiro en las ruedas al estar viradas. Debido a la fricción que interviene en el sistema de la dirección y en el eje, las fuerzas de retrogiro suelen ser suficientes para que las ruedas pudieran volver por sí solas a la posición de marcha recta.
4. Analizando el par de dirección, la velocidad de marcha del vehículo, el régimen del motor de combustión, el ángulo de dirección, la celeridad de la dirección y teniendo en cuenta las curvas características programadas, la unidad de control calcula el par necesario del motor eléctrico para el retrogiro.
5. El motor eléctrico es excitado y se aplica con ello una servoasistencia a la dirección, que hace retrogiro las ruedas hacia la posición de marcha recta.

Corrección de marcha recta

La corrección de marcha recta es una función resultante del retrogiro activo. Se genera una servoasistencia para volver a poner un vehículo en una marcha recta exenta de pares de fuerza. Se diferencia para ello entre un algoritmo de larga y uno de corta duración.

Algoritmo de larga duración

El algoritmo de larga duración asume la función de compensar las diferencias de la marcha rectilínea que pueden resultar por ejemplo a largo plazo por el cambio de neumáticos de verano a neumáticos rodados (usados) de invierno.



Fuerzas de retrogiro



Servoasistencia de la dirección



Fuerza de dirección eficaz

Algoritmo de corta duración

Con el algoritmo de corta duración se corrigen diferencias de duración breve. Con ello se alivia al conductor, por ejemplo de tener que dar continuamente «contravolante» al circular habiendo un viento lateral constante.

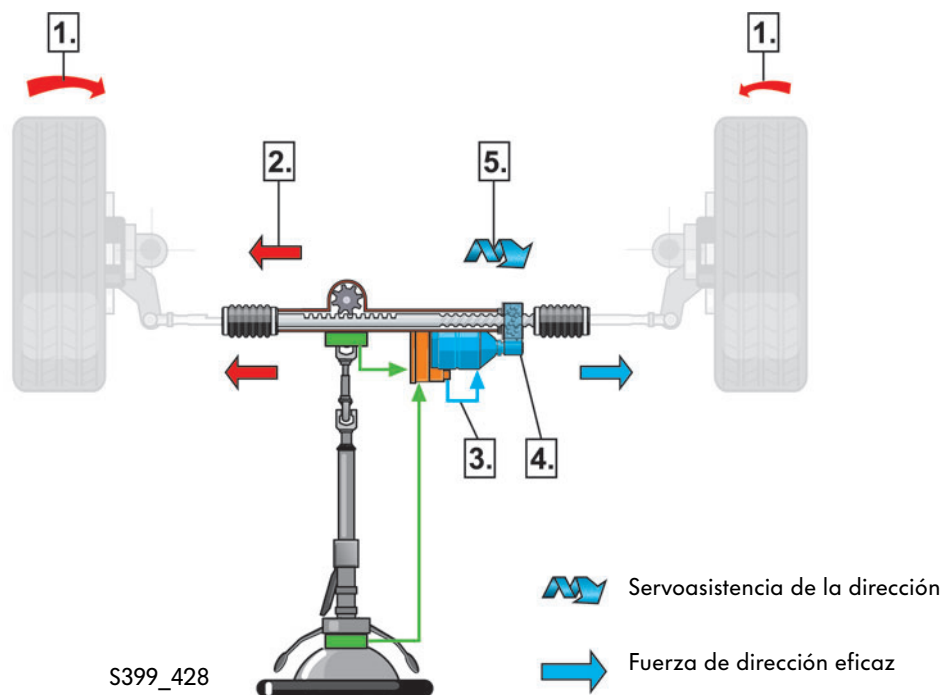
1. Una fuerza lateral constante, por ejemplo viento lateral, actúa en el vehículo.
2. El conductor hace un gesto con el volante para mantener el vehículo en marcha rectilínea.
3. Previo análisis del par de dirección, la velocidad de marcha del vehículo, el régimen del motor de combustión, el ángulo de dirección, la celeridad de la dirección y las curvas características programadas, la unidad de control calcula el par de giro necesario del motor eléctrico para la corrección de la marcha recta.
4. El motor eléctrico es excitado. El vehículo es mantenido en marcha recta. El conductor ya no tiene que dar «contravolante».



Funcionamiento

Compensación de ladeo

La compensación de ladeo (también llamada «torque steer compensation») es una nueva función de la dirección asistida electromecánica para vehículos de tracción delantera. Evita que el vehículo se ladee al acelerar en versiones con motores potentes y palieres de longitudes desiguales.



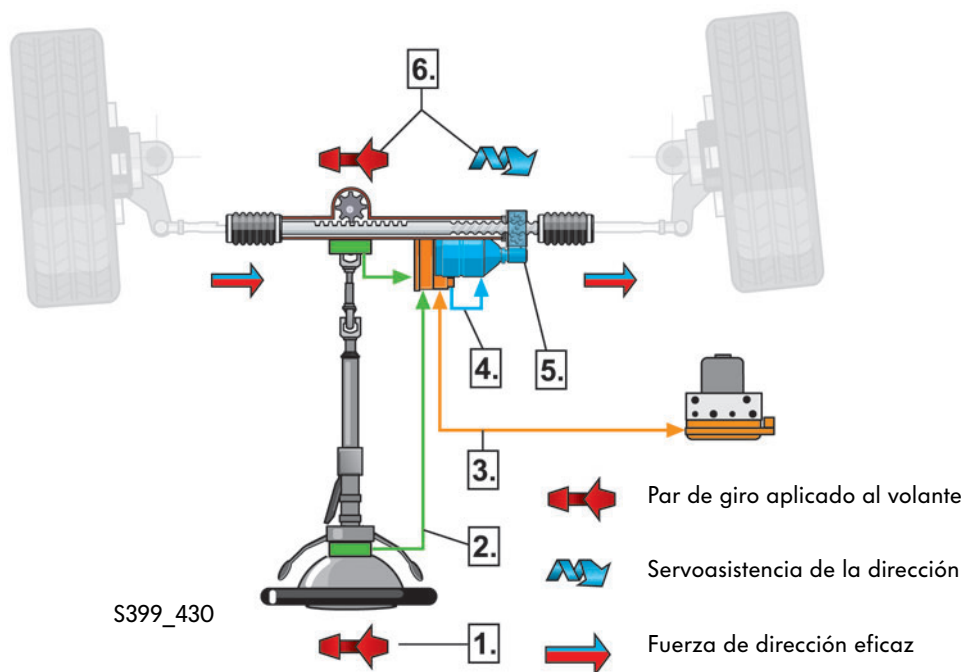
1. En un vehículo de motor transversal y tracción delantera, los palieres tienen diferente longitud y por tanto también ángulos de flexión desiguales, a raíz de lo cual se originan en las ruedas pares de diferente magnitud en torno al eje geométrico vertical del vehículo al acelerar. Estos pares pueden provocar un fenómeno de ladeo.
2. Se genera una fuerza dirigida hacia el lado del eje geométrico vertical.
3. La unidad de control para dirección asistida calcula la servoasistencia necesaria para que la dirección compense el ladeo y excita para ello el motor eléctrico.
4. De esa forma se transmite a la cremallera la fuerza de servoasistencia necesaria a través de la caja de la dirección con el husillo de bolas recirculantes accionado por una correa.
5. La fuerza de dirección eficaz es generada exclusivamente por la servoasistencia de la dirección.



Para más información acerca de la compensación del ladeo consulte el Programa autodidáctico 404 «El Tiguan 2008».

Contravolante asistido

El contravolante asistido es una función de seguridad complementaria en el ESP. Este sistema de asistencia facilita al conductor la estabilización del vehículo en situaciones críticas (p. ej. al frenar sobre pavimentos con adherencia desigual o en maniobras con dinamismo transversal).



1. Debido a la adherencia desigual del pavimento, al frenar intervienen fuerzas transversales y guiñadas que se deben compensar dando contravolante. El conductor volantea en contra.
2. El sensor de ángulo de dirección detecta la magnitud del movimiento que le da el conductor al volante.
3. A través del bus CAN de datos se retransmiten estas señales a la unidad de control del ESP, la cual ha detectado una situación dinámica crítica con ayuda de sus sensores. Calcula la servoasistencia necesaria para la dirección, con objeto de respaldar al conductor al dar contravolante y retransmite los datos correspondientes a la unidad de control para dirección asistida.
4. La unidad de control para dirección asistida excita el motor eléctrico.
5. De ese modo se transmite la servoasistencia necesaria hacia la cremallera a través de la caja de la dirección dotada del husillo de bolas recirculantes accionado por correa.
6. La fuerza de dirección eficaz resulta de la suma del par de giro aplicado al volante y la servoasistencia a la dirección.



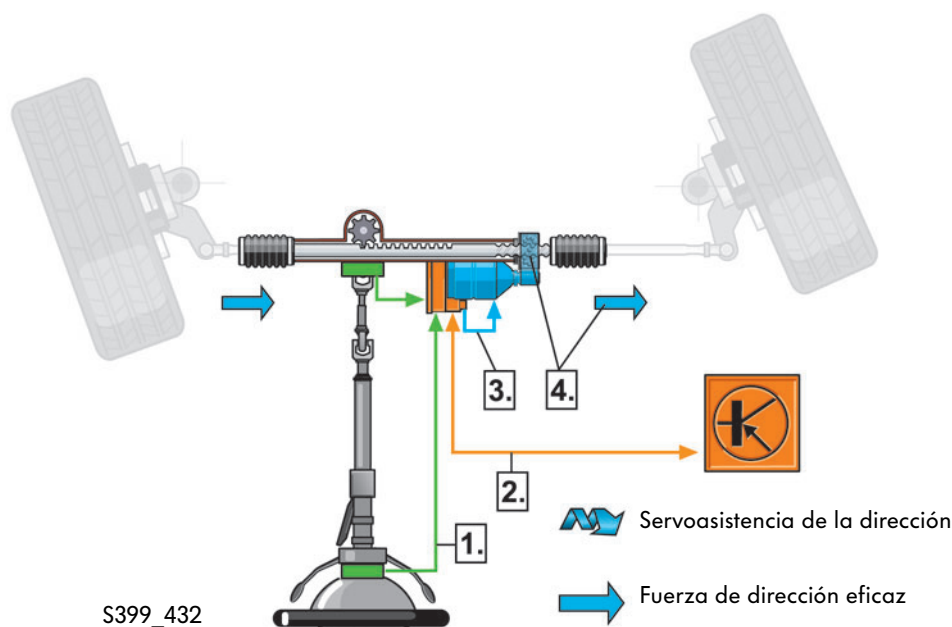
Para más información acerca del contravolante asistido consulte el Programa autodidáctico 374 «Sistemas de regulación antideslizamiento y de asistencia para la conducción».



Funcionamiento

Sistema de asistencia al volante al aparcar

El sistema de asistencia al volante al aparcar es una función auxiliar activa para aparcar en marcha atrás.



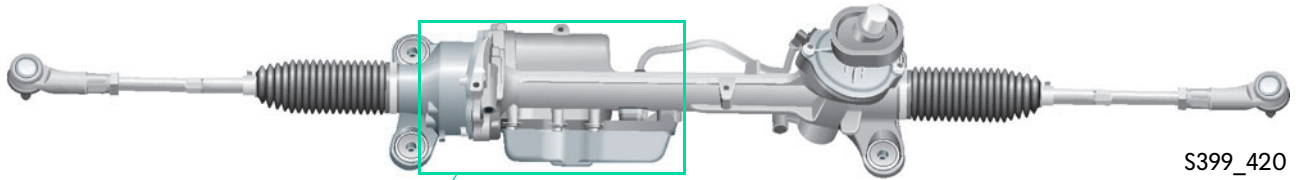
1. Cuando el conductor inicia el ciclo de aparcamiento automático a base de engranar la marcha atrás estando el vehículo parado y luego acciona el pedal acelerador y suelta el pedal de freno, ya no debe aplicar ningún par de dirección a través del volante.
2. La unidad de control para el sistema de asistencia al volante al aparcar, que ha detectado la situación de aparcamiento con ayuda de sus sistemas de sensores, transmite a través del bus CAN de datos la información acerca de los ángulos de giro del volante que son necesarios y excita la unidad de control para dirección asistida.
3. La unidad de control para dirección asistida se encarga de excitar a su vez el motor eléctrico.
4. De ese modo se realizan los ángulos de giro necesarios del volante hacia la cremallera a través de la caja de la dirección con su husillo de bolas recirculantes accionado por correa.



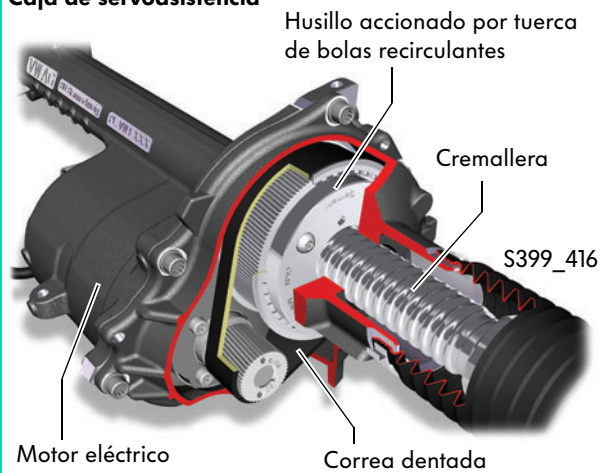
Para más información acerca del sistema de asistencia al volante al aparcar consulte el Programa autodidáctico 389 «Sistema de asistencia al volante al aparcar».

Parte mecánica de la dirección

Caja de la dirección



Caja de servoasistencia



En la dirección asistida electromecánica con accionamiento paralelo al eje principal se inscribe la fuerza de dirección en la cremallera con ayuda de la caja de servoasistencia. Esta última consta del motor para dirección asistida electromecánica V187, el husillo con bolas recirculantes y la unidad de control para dirección asistida J500.

En esta versión se implanta una caja de dirección correspondiente a un desarrollo completamente nuevo. A través de un husillo con tuerca de bolas recirculantes se transforman los movimientos giratorios del motor eléctrico en un movimiento longitudinal de la cremallera.

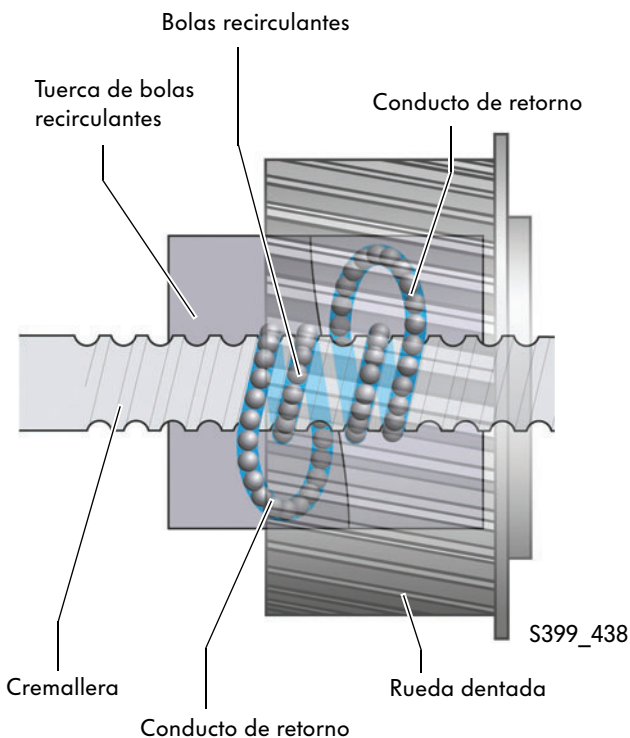


Arquitectura

El giro del motor eléctrico emplazado paralelamente a la cremallera es transmitido hacia la tuerca de bolas recirculantes por medio de una correa dentada.

El elemento central es la tuerca de bolas recirculantes, alojada fijamente en la carcasa y que envuelve periféricamente a la cremallera, que en esta zona está configurada como un husillo roscado.

Una particularidad específica en la arquitectura de la tuerca de bolas recirculantes son los conductos de retorno para las bolas.

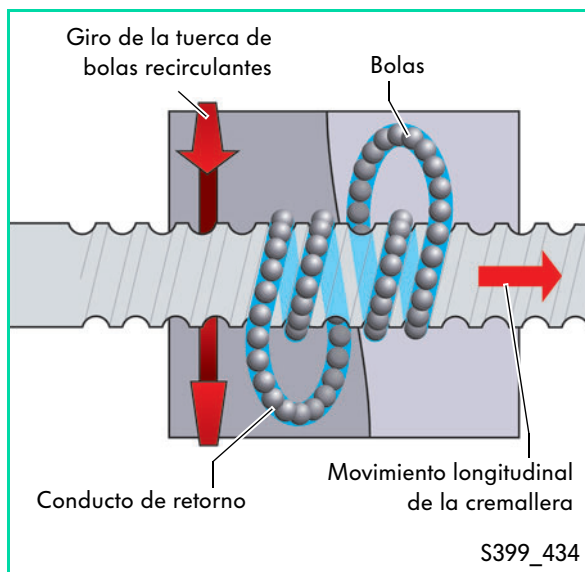


Parte mecánica de la dirección

Así funciona

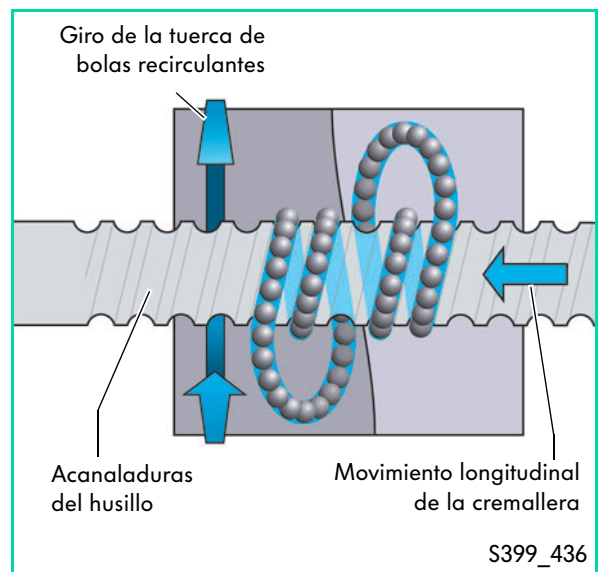
Según hacia dónde se desee direccionar se hace girar la tuerca en sentido horario o antihorario. En virtud de que la cremallera está ejecutada con geometría de husillo en zona de la tuerca, el movimiento giratorio de la tuerca de bolas recirculantes hace que la cremallera se desplace en la dirección deseada.

Conducción del vehículo hacia la izquierda



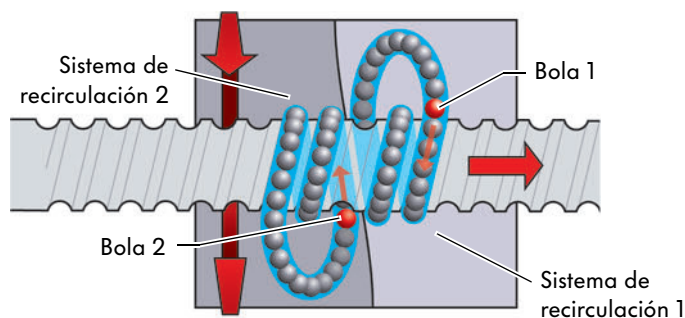
La tuerca de bolas recirculantes gira en sentido horario. La cremallera se desplaza a la derecha.

Conducción del vehículo hacia la derecha



La tuerca de bolas recirculantes gira en sentido antihorario. La cremallera se desplaza a la izquierda.

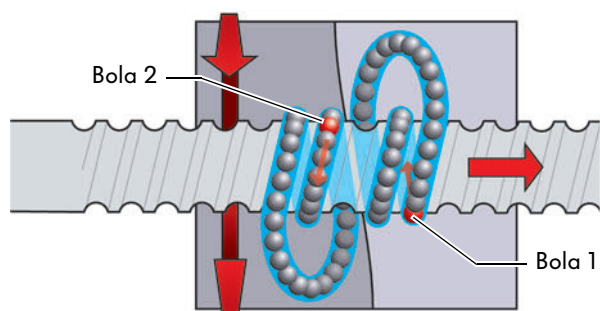
Las bolas acompañan el movimiento de la tuerca en las acanaladuras que tiene el husillo en el extremo de la cremallera. Durante el giro de la tuerca recirculan las bolas a través de los conductos de retorno hacia su posición de partida. Con ayuda de cinco diferentes situaciones cronológicas y con la tuerca de bolas recirculantes girando en el sentido horario se pretende ilustrar más detalladamente el recorrido de las bolas, tomando como ejemplo dos de ellas. La tuerca tiene dos sistemas independientes para la recirculación de bolas y sus conductos de retorno. Ambos sistemas se encuentran emplazados de forma simétrica. Se necesitan los conductos de retorno, porque de no ser así las bolas llegarían a tope y se bloquearía la dirección.



Situación 1

La bola 1 viene del conducto de retorno y se mueve en la garganta del husillo hacia abajo.

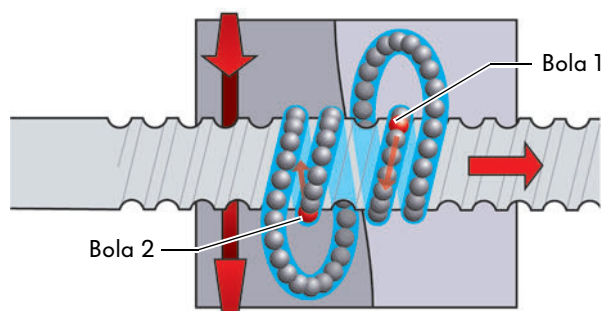
La bola 2 viene del conducto de retorno y se mueve en la garganta del husillo hacia arriba (en la figura es la zona posterior no visible).



Situación 2

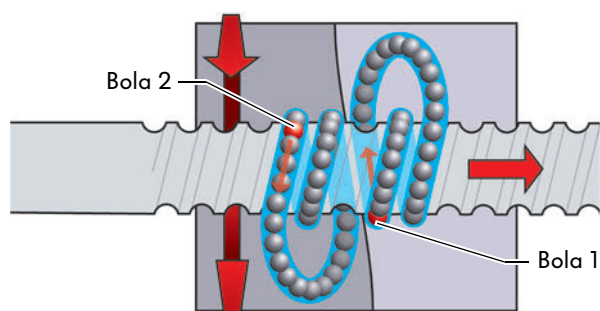
La bola 1 se mueve en la garganta del husillo (en la figura es la zona posterior no visible) hacia arriba.

La bola 2 se mueve en la garganta del husillo hacia abajo.



Situación 3

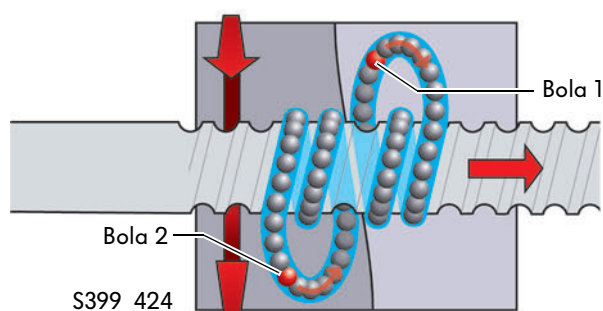
La bola 1 se mueve en la garganta del husillo hacia abajo. La bola 2 se mueve en la garganta del husillo hacia arriba (en la figura es la zona posterior no visible).



Situación 4

La bola 1 se mueve en la garganta del husillo hacia arriba (en la figura es la zona posterior no visible).

La bola 2 se mueve en la garganta del husillo hacia abajo.



Situación 5

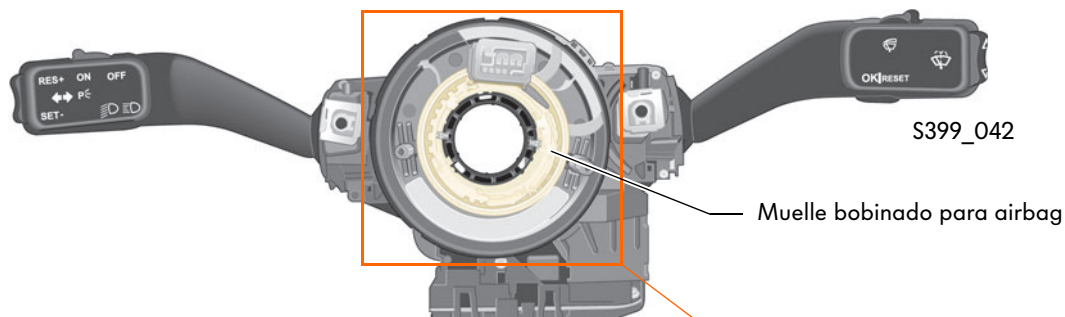
Ambas bolas pasan a través de los conductos de retorno hacia la posición inicial de sus respectivos sistemas de recirculación. La tuerca de bolas recirculantes puede rotar de ese modo en torno a una garganta para las bolas y desplazar el husillo lateralmente sobre largos recorridos.

S399_424



Parte eléctrica de la dirección

Sensor de ángulo de dirección G85



El sensor de ángulo de dirección G85 se implanta detrás del anillo retractor con el anillo colector para el airbag. Va situado sobre la columna de dirección entre el mando combinado y el volante.

El sensor suministra a la unidad de control para electrónica de la columna de dirección J527, a través del bus CAN de datos, la señal para determinar el ángulo de dirección.

La unidad de control para electrónica de la columna de dirección tiene implementada la electrónica para el análisis de las señales.

Efectos en caso de avería

Si se avería el sensor se pone en vigor un programa de marcha de emergencia. Para la señal faltante se utiliza un valor supletorio.

Se conserva íntegra la servoasistencia para la dirección.

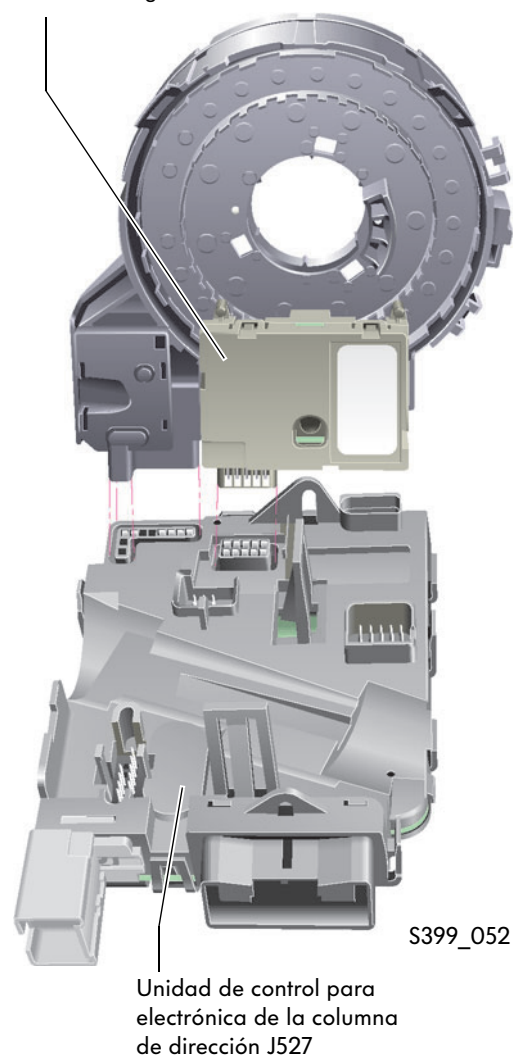
El fallo se visualiza entendiéndose el testigo luminoso para dirección asistida electromecánica K161.

Se desactivan p. ej. las siguientes funciones:

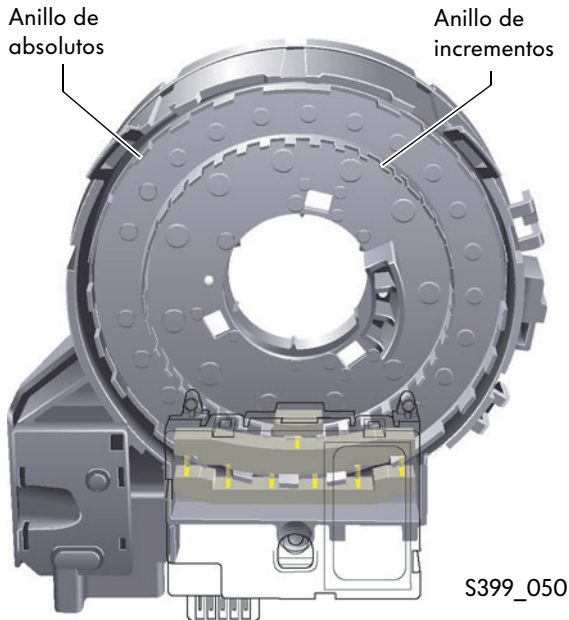
- retrogiro activo
- topes finales de software
- corrección de marcha recta

Vista por detrás

Sensor de ángulo de dirección



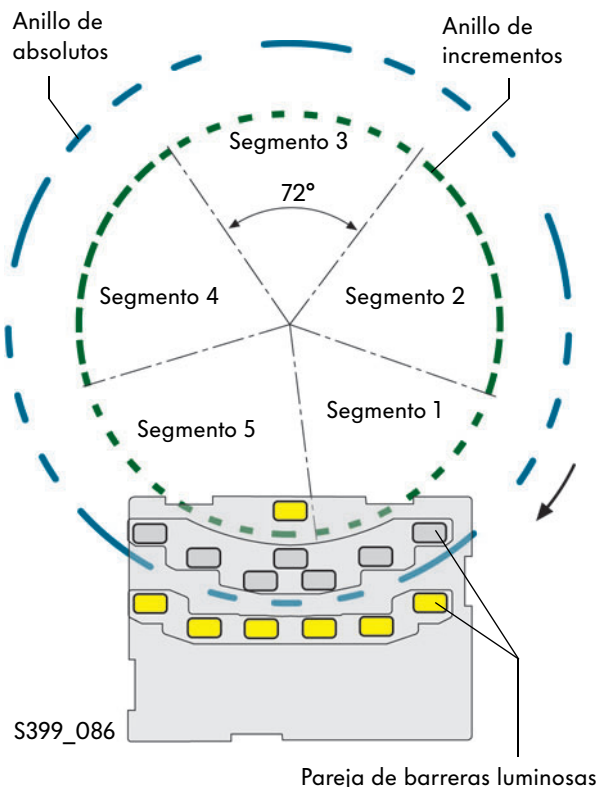
Principio de funcionamiento



Los componentes básicos del sensor de ángulo de dirección son los siguientes:

- un disco de codificación con dos anillos
- parejas de barreras luminosas, respectivamente con una fuente de luz y un sensor óptico

El disco de codificación consta de dos anillos, el exterior, que es el de absolutos y el interior que es el de incrementos.



El anillo de incrementos está dividido en 5 segmentos de 72° cada uno y es leído por una pareja de barreras luminosas. El anillo está almenado de forma específica en cada segmento. La secuencia de las almenas es idéntica dentro de un mismo segmento, pero diferente de un segmento a otro. De ahí resulta la codificación de los segmentos.

El anillo de absolutos es el que determina el ángulo. Es leído por 6 parejas de barreras luminosas.

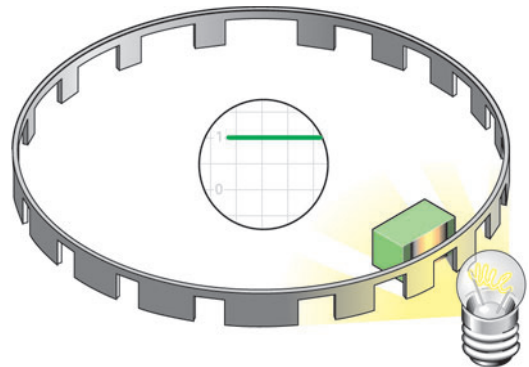
El sensor de ángulo de dirección puede detectar 1.044° de ángulo de dirección. Se encarga de sumar los grados angulares. De esa forma reconoce que se ha dado una vuelta completa al volante cuando sobrepasa la marca de los 360°.

La arquitectura específica del sensor de ángulo de dirección permite hacer 2,76 vueltas con el volante.

Parte eléctrica de la dirección

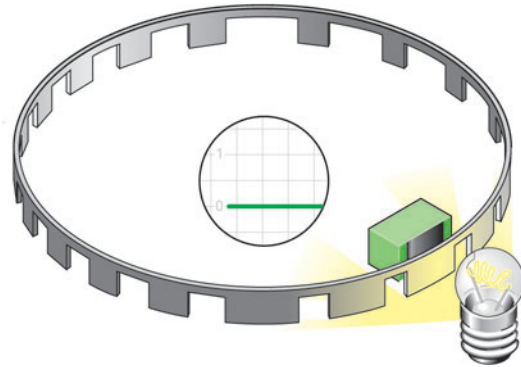
La medición del ángulo se realiza según el principio de la barrera luminosa.

Si por simplificar se contempla solamente el anillo de incrementos, existe por un lado del segmento la fuente luminosa y por el otro el sensor óptico.



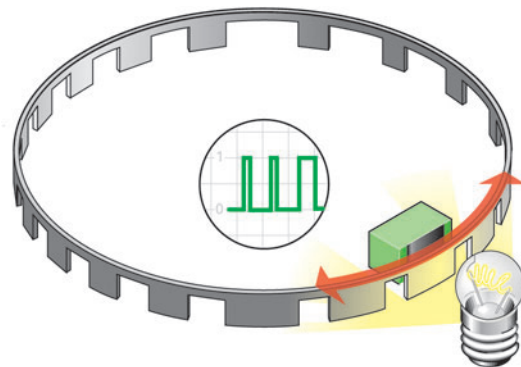
S399_114

Si pasa la luz por una rendija hacia el sensor se produce una tensión de señal. Si se cubre la fuente luminosa vuelve a caer la tensión.



S399_116

Si se mueve ahora el anillo de incrementos resulta de ahí una secuencia de tensiones de señal.

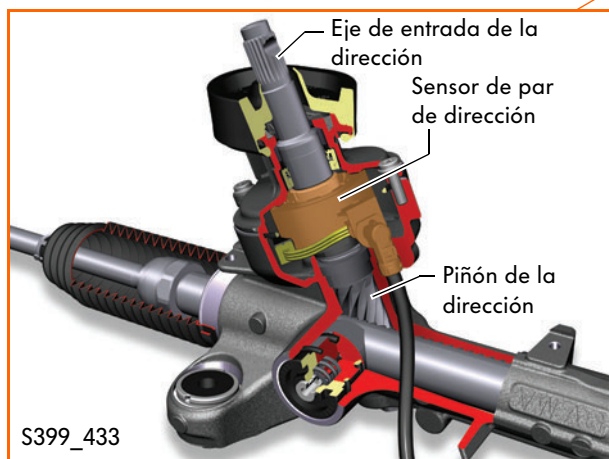


S399_118

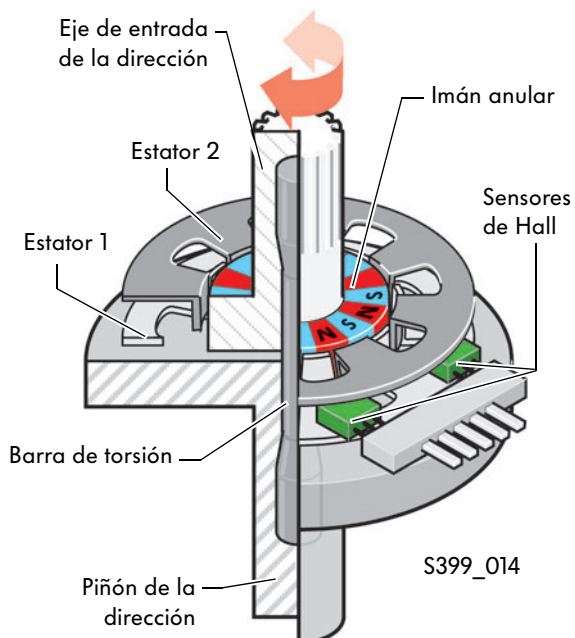
Del mismo modo se genera una secuencia de tensiones de señal en el anillo de absolutos con cada pareja de barreras luminosas. Todas las secuencias de tensiones de señal se procesan en la unidad de control para electrónica de la columna de dirección.

Por comparación de las señales, el sistema puede calcular qué tanto han sido movidos los anillos. El punto de inicio del movimiento es determinado por la parte correspondiente a absolutos.

Sensor del par de dirección G269



El par de dirección aplicado por el conductor al volante constituye la base para el cálculo de la fuerza de servoasistencia que aporta el sistema de la dirección. El par de dirección se determina con ayuda del sensor de par de dirección G269 directamente en el piñón. Lo que se mide es un giro relativo del eje de entrada con respecto al piñón de la dirección y que se transforma en una señal de salida eléctrica, analógica.



Arquitectura

El sensor de par de giro tiene unidos el eje de entrada y el piñón de la dirección a través de una barra de torsión. La barra tiene una rigidez definida a efectos de torsión.

Un imán anular de 16 polos (ocho parejas polares) va implantado en disposición solidaria con el eje de entrada de la dirección. Dos estatores, cada uno con ocho dientes, se instalan en disposición solidaria con el piñón de la dirección. En posición de reposo los dientes de los estatores se encuentran exactamente centrados entre los correspondientes polos sur y norte del imán anular.

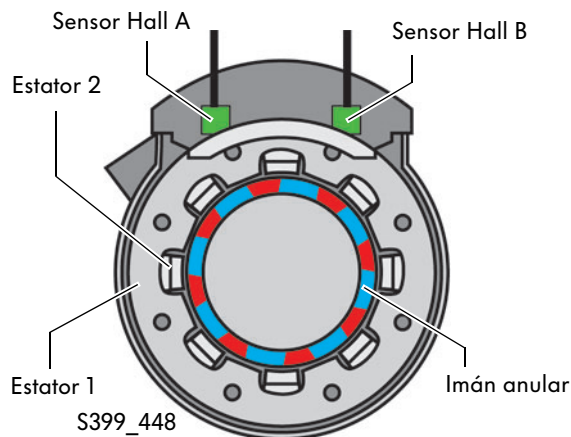
Los sensores de Hall van fijados a la carcasa y acompañan el giro.

Parte eléctrica de la dirección

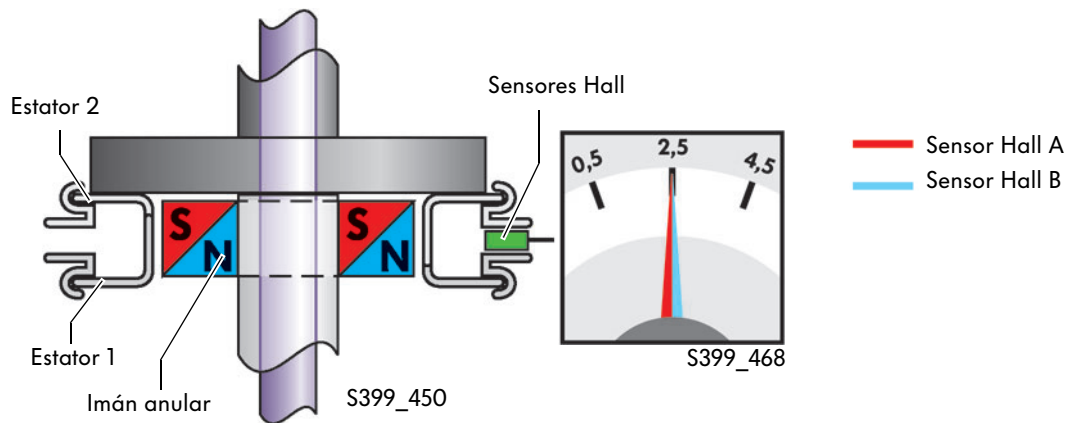
Así funciona

El sensor trabaja sin contacto físico, según el principio magnetorresistivo. La magnitud y orientación del flujo magnético entre estator 1 y estator 2 constituye una medida directa del par de dirección y es detectada por dos sensores Hall de señales lineales (en una arquitectura redundante). Según el par aplicado a la dirección, y con ello según el ángulo de torsión, la señal de un sensor Hall se mueve entre la posición cero y la máxima.

Posición cero



Al estar el sensor de par en posición cero, los dientes del estator 1 y del estator 2 se encuentran exactamente centrados entre los polos de los imanes.

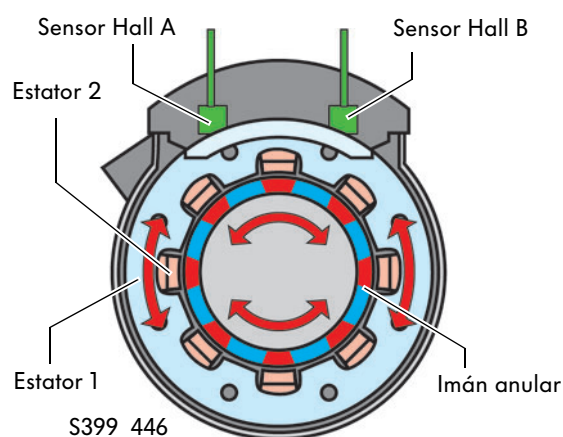


De ese modo ni el estator 1 ni el estator 2 tienen una orientación norte o sur. Entre ambos estatores no se puede constituir ningún campo magnético.

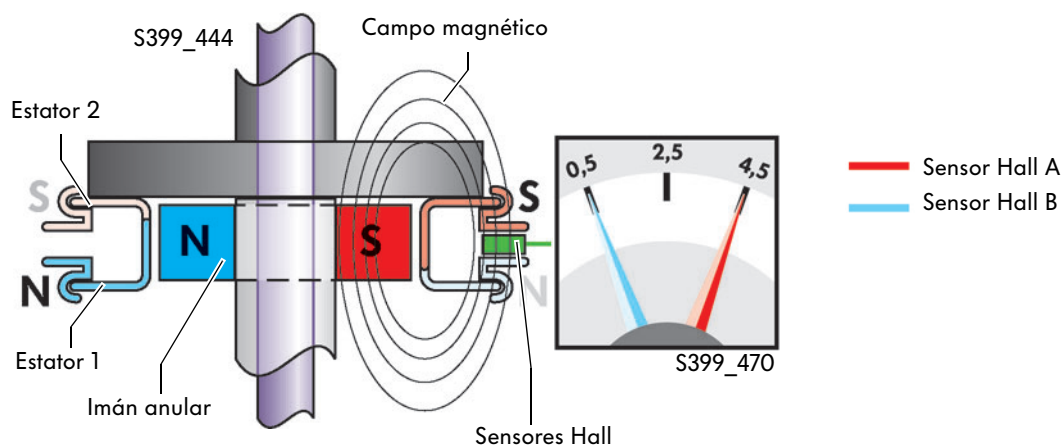
Los sensores Hall reciben una tensión de entrada de 5V. Debido a que entre ambos estatores no se ha constituido ningún campo magnético, los sensores Hall emiten una señal de 2,5V para el par cero.

Posición máxima

Cuando el conductor gira el volante genera un ángulo de torsión entre el eje de entrada y el piñón de la dirección. El imán anular se decala con respecto a los estatores 1 y 2. Cuando los ocho dientes del estator 1 coinciden exactamente con los polos norte y los ocho dientes del estator 2 coinciden exactamente con los polos sur del imán anular es cuando el sensor ha adoptado su posición máxima. Esto significa que el estator 1 tiene p. ej. una orientación norte y el estator 2 una orientación sur.



Entre los dos estatores se engendra un campo magnético, que es detectado por los sensores Hall y transformado en una señal eléctrica. Cuando el sensor Hall A emite la tensión máxima de 4,5V, el sensor Hall B emite su tensión mínima de 0,5V. Si se gira el volante en el sentido opuesto, el Sensor Hall A emite la tensión de 0,5V y el sensor Hall B la tensión de 4,5V.



Efectos en caso de avería

Si surge un defecto en el sensor del par de dirección se tiene que sustituir la caja de la dirección. Si se detecta un defecto se desactiva la servoasistencia de la dirección.

La desactivación no sucede de forma repentina sino «suave».

Para conseguir esta desactivación «suave» la unidad de control calcula una señal supletoria del par de dirección, tomando como base el ángulo de la dirección y el ángulo del rotor en el motor eléctrico. El fallo se visualiza encendiéndose en rojo el testigo luminoso para dirección asistida electromecánica K161.

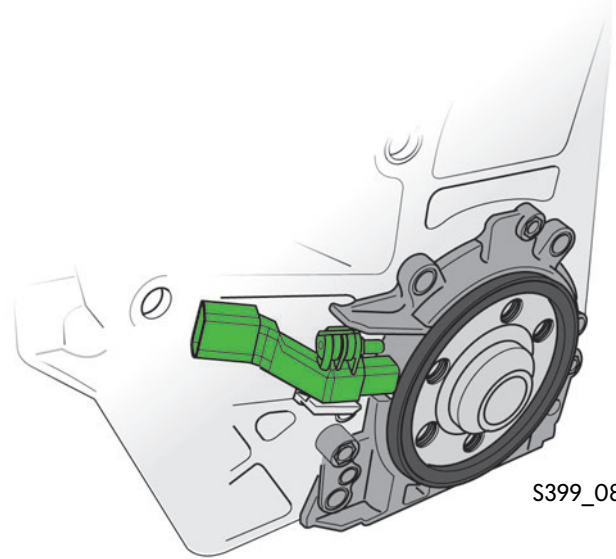
Parte eléctrica de la dirección

Sensor de régimen del motor G28

Es un sensor Hall. Se atornilla en la carcasa que tiene la brida de estanqueidad del cigüeñal.

Aplicación de la señal

Con la señal de este sensor, la unidad de control del motor registra el régimen de revoluciones del motor y la posición exacta del cigüeñal.



S399_088

Efectos en caso de avería

Si se avería el sensor de régimen del motor, la dirección funciona con borne 15. La avería no se visualiza encendiéndose el testigo luminoso de la dirección asistida electromecánica K161.



Para más información sobre el sensor de régimen del motor G28 consulte el SSP 316 «El motor 2,0 l TDI».

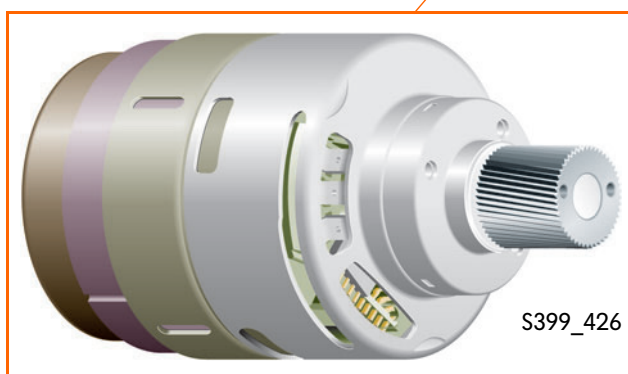
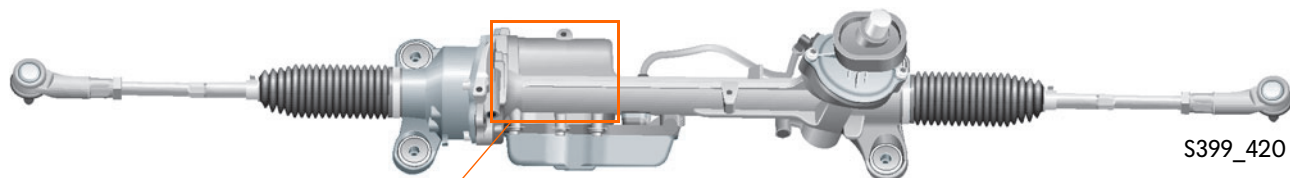
Velocidad de marcha del vehículo

La señal de la velocidad de marcha es suministrada por la unidad de control para ABS.

Efectos en caso de avería

Si se ausenta la señal de la velocidad de marcha se pone en vigor un programa de marcha de emergencia. El conductor dispone de la servoasistencia plena, pero no cuenta con la función Servotronic. La avería se visualiza encendiéndose en amarillo el testigo luminoso para dirección asistida electromecánica K161.

Motor para dirección asistida electromecánica V187



El motor para dirección asistida electromecánica V187 va montado en disposición paralela a la cremallera en la caja de la dirección. Transmite la fuerza de servoasistencia para la dirección a través de una correa dentada hacia la tuerca de bolas recirculantes y el husillo.

El motor eléctrico desarrolla un par máximo de 4,5Nm para asistir a la dirección.



El motor para dirección asistida electromecánica V187 es un motor sincrónico trifásico. En un motor sincrónico el inducido gira de forma sincrónica con el campo de la corriente del estator.

En comparación con un motor asíncrono, este motor sincrónico ofrece las siguientes ventajas:

- Es más ligero.
- Funciona sin desgaste, por no tener escobillas.
- El inducido es un imán permanente.
- No necesita preexcitación.
- Ahorra energía y tiene reacciones más rápidas.

El motor sincrónico tiene un buen grado de rendimiento eléctrico, porque se elimina la preexcitación electromagnética de un motor asíncrono, que suele consumir corriente.

De esa forma se ha logrado reducir el consumo activo de la corriente eléctrica frente a un sistema de dirección comparable.

Efectos en caso de avería

Si se avería el motor no hay servoasistencia.

Parte eléctrica de la dirección

Arquitectura

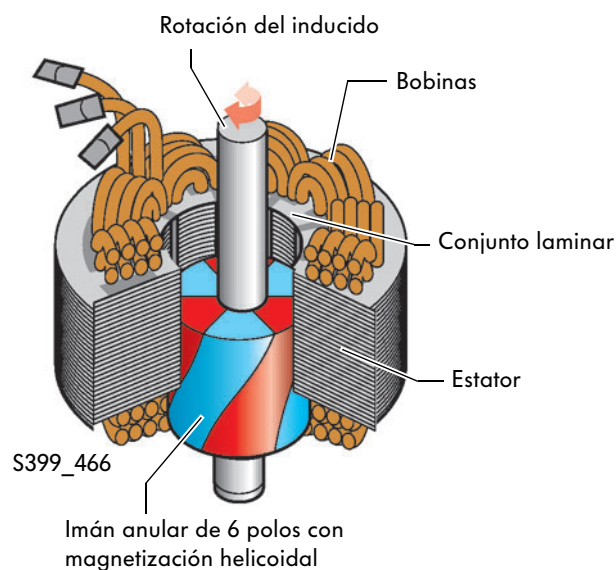
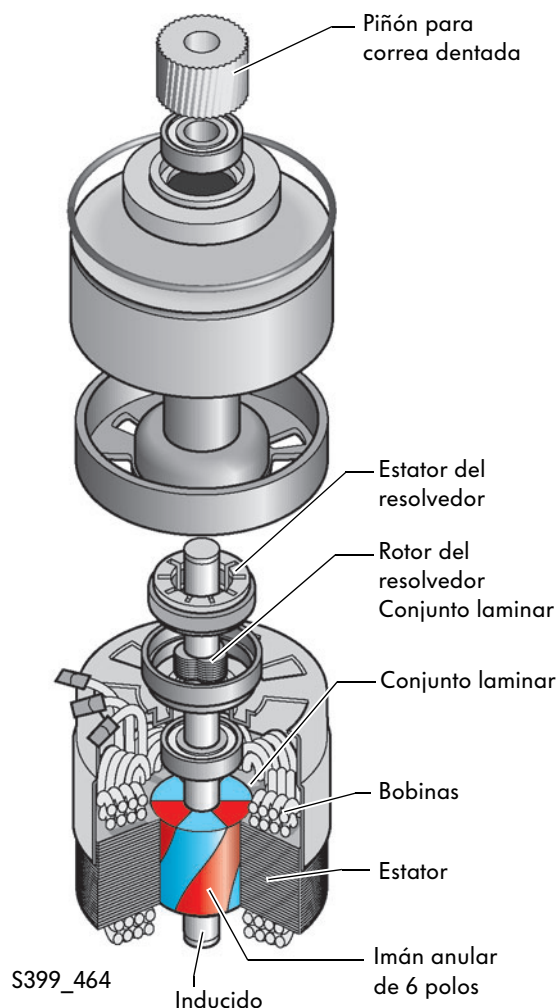
El motor para dirección asistida electromecánica está compuesto, entre otras cosas, por un inducido (rotor) y un estator.

El inducido es un imán anular de 6 polos compuesto por imanes de tierras raras. Los imanes de tierras raras permiten alcanzar muy altas intensidades de los campos magnéticos en combinación con unas dimensiones mínimas.

El estator consta de 9 bobinas y 9 conjuntos laminar. Esta cantidad da por resultado una disposición dispar. A las bobinas se les aplica la corriente de un modo combinado en forma de una curva senoide decalada de forma secuencial, lo cual hace que de los tres campos magnéticos se produzca un campo resultante que tire tras de sí al rotor. Para aumentar la suavidad de funcionamiento se ha ejecutado en geometría helicoidal la magnetización de los imanes anulares de 6 polos.

Así funciona

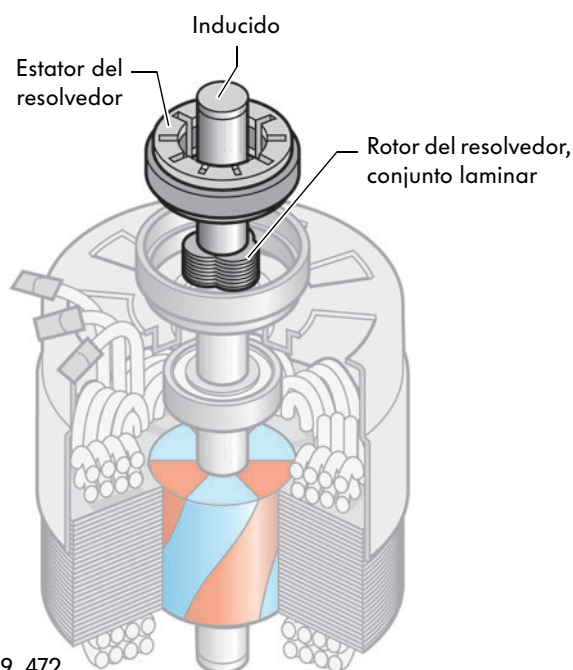
Al aplicarse corriente a las bobinas se engendra en el estator un campo magnético giratorio en movimiento. El imán del inducido se orienta, igual como se comporta la aguja de una brújula en el campo magnético terrestre, de acuerdo con la dirección del campo giratorio generado por las bobinas. Con la aplicación de corriente se puede determinar el régimen de revoluciones y el sentido de giro. Con el número dispar de las 9 bobinas y los 6 polos magnéticos del inducido se provoca una rotación espontánea de éste. No requiere preexcitación. El inducido gira de forma sincrónica con el campo de la corriente aplicada al estator. Por ese motivo el motor también recibe el nombre de motor sincrónico.



Sensor de posición del motor

El sensor de posición forma parte del motor para la dirección asistida electromecánica V187.

No se encuentra al acceso por fuera.



Arquitectura

En un extremo del eje se encuentra el sensor de posición del motor. Está basado en el principio del resolvidor y consta de un estator de resolvidor con 10 bobinas y el rotor de resolvidor. El rotor de resolvidor es un conjunto laminar de hierro.



Aplicaciones de la señal

El sensor de posición del motor se utiliza para determinar la posición absoluta del inducido en el curso de una vuelta. Aparte de ello, se deriva de su señal el régimen del rotor y su sentido de giro.

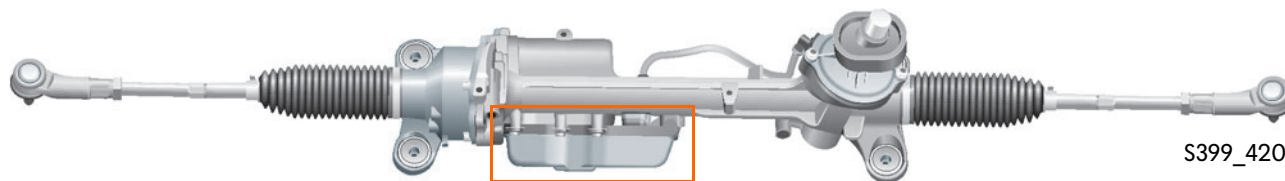
Significa que detecta la posición exacta del motor para la dirección asistida electromecánica V187, tal y como se la necesita para la excitación precisa del motor.

Efectos en caso de avería

Si se avería el sensor se pasa la dirección asistida a la fase de finalización segura del funcionamiento. La avería se visualiza encendiéndose en rojo el testigo luminoso para dirección asistida electromecánica K161.

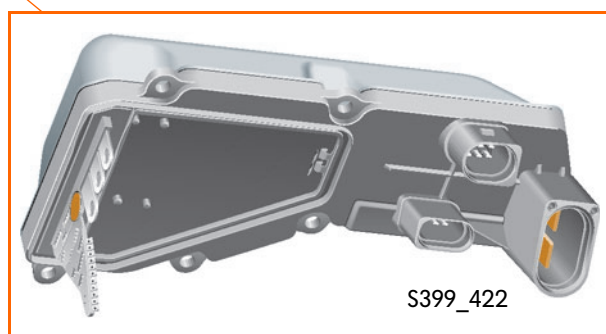
Parte eléctrica de la dirección

Unidad de control para dirección asistida J500



La unidad de control va pegada a la caja de la dirección y atornillada adicionalmente. Los contactos de la unidad de control van soldados con el motor eléctrico, por lo cual no son separables.

Debido a que la carcasa de la caja de dirección se utiliza para disipar el calor, en la unidad de control no se llega a producir el ciclo de reducción de la servoasistencia por exceso de temperatura, aunque se produzcan muy altas temperaturas.



Basándose en las señales de entrada tales como:

- la señal del sensor de ángulo de dirección G85,
- la señal del sensor de régimen del motor G28,
- el par de dirección y el régimen del rotor en el motor eléctrico, así como
- la señal de la velocidad de marcha del vehículo,

la unidad de control determina la magnitud de la servoasistencia que se necesita a cada momento. El sistema calcula la intensidad de corriente y el sentido de giro de la corriente del estator y excita correspondientemente al motor V187.

Efectos en caso de avería

La unidad de control tiene integrado un termosensor para detectar la temperatura del sistema de la dirección.

Si la temperatura supera los 100 °C se reduce de forma continua la servoasistencia para la dirección.

Si la servoasistencia se reduce a un valor inferior al 60% se enciende en amarillo el testigo luminoso para dirección asistida electromecánica K161.

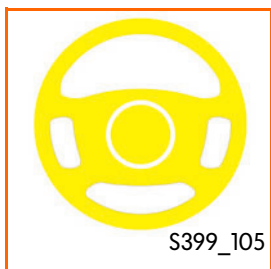
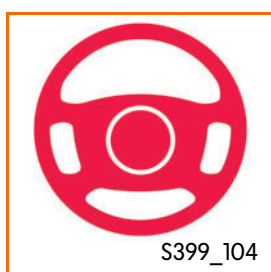


Si se avería la unidad de control se tiene que sustituir la dirección completa.

Testigo luminoso para dirección asistida electromecánica K161

El testigo luminoso para dirección asistida electromecánica se encuentra en la unidad indicadora del cuadro de instrumentos. Sirve para visualizar funciones anómalas o fallos de la dirección.

El testigo se enciende en dos diferentes colores al haber funciones anómalas. Si se enciende en amarillo significa un aviso leve. Si el testigo luminoso para dirección asistida electromecánica se enciende en rojo tiene que acudir de inmediato a un taller. Si el testigo se enciende en rojo se produce una sola señal acústica adicional de aviso en forma de un campanada triple.



Al conectar el encendido se enciende en rojo el testigo luminoso para dirección asistida electromecánica, debido a que el sistema efectúa un ciclo de autocomprobación.

El testigo se apaga cuando recibe de la unidad de control para dirección asistida la señal de que el sistema trabaja de forma reglamentaria. Este ciclo de autocomprobación tarda unos dos segundos. En cuanto el motor arranca el testigo se apaga de inmediato.



Parte eléctrica de la dirección

Particularidades

Tracción a remolque

Presuponiendo que

- la velocidad de marcha es superior a 7km/h y
- el encendido está conectado,

al remolcar el vehículo se produce una servoasistencia de la dirección.



Baterías descargadas

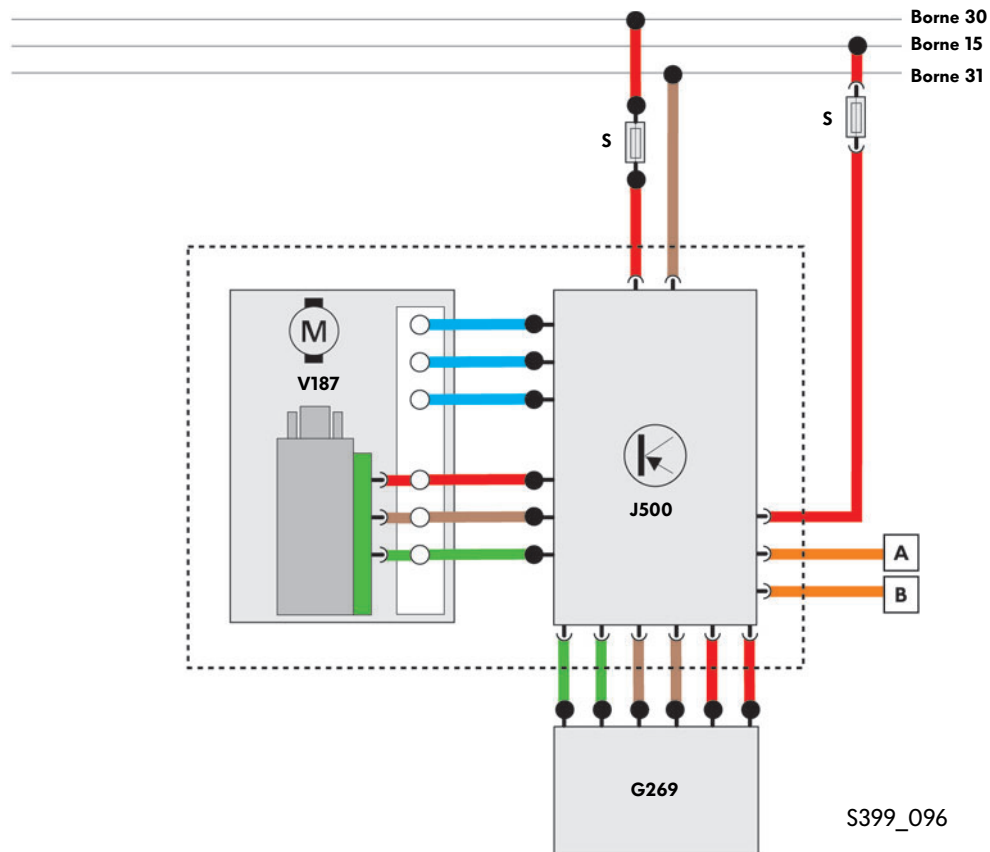
El sistema detecta una tensión subnormal y reacciona ante ella. Si la tensión de la batería desciende hasta 9 voltios se reduce primeramente la magnitud de la servoasistencia y luce en amarillo el testigo luminoso para dirección asistida electromecánica.

Si la tensión de la batería cae por debajo de los 9 voltios se desconecta la servoasistencia y luce en rojo el testigo para la dirección asistida electromecánica.

Si se producen caídas breves de la tensión por debajo de 9 voltios luce en amarillo el testigo para dirección asistida electromecánica.

Esquema de funciones

Esquema de funciones



- A - CAN-Low
- B - CAN-High
- G269 - Sensor del par de dirección
- J500 - Unidad de control para dirección asistida
- S - Fusible
- V187 - Motor para dirección asistida electromecánica

Codificación de colores / leyenda

- Señal de entrada
- Señal de salida
- Positivo
- Masa
- Bus CAN de datos



Diagnosis

Los componentes del sistema de la dirección asistida electromecánica son susceptibles de autodiagnosis.

Autoadaptación de los topes de la dirección

Para evitar un tope mecánico duro de la dirección se implanta una limitación de software.

El «tope de software», y con éste, la amortiguación, se activa a unos 5° ángulo de dirección antes del tope mecánico.

Para esos efectos se procede a reducir la servoasistencia en función del ángulo de dirección y la celeridad de los gestos del volante e incluso se genera una fuerza contraria.

En la función «ajuste básico» se tienen que borrar las posiciones angulares de los topes con uno de los sistemas de información, medición y diagnóstico de vehículos. Para la autoadaptación de los topes de la dirección hay que recurrir a la información detallada que se proporciona en el Manual de Reparaciones de actualidad y en la «Localización guiada de averías» o en las «Funciones guiadas».



Pruebe sus conocimientos

1. **¿Dónde va montado el sensor de posición del motor en una «dirección asistida electromecánica con accionamiento paralelo al eje principal»?**

- ☐ a) El sensor de posición del motor va asociado directamente al piñón de la dirección.
- ☐ b) El sensor de posición del motor es una parte integrante del motor eléctrico V187.
- ☐ c) El sensor de posición del motor se monta entre la columna y el mando combinado de la dirección.

2. **¿Qué tipo de motor eléctrico se emplea en la «dirección asistida electromecánica con accionamiento paralelo al eje principal»?**

- ☐ a) Un motor sincrónico trifásico
- ☐ b) Un motor asincrónico trifásico
- ☐ c) Un motor sincrónico monofásico

3. **¿Cómo se realiza la transmisión de fuerza entre el motor eléctrico y la cremallera en la «dirección asistida electromecánica con accionamiento paralelo al eje principal»?**

- ☐ a) Con una reductora planetaria
- ☐ b) Con una tuerca de bolas recirculantes con husillo
- ☐ c) Con un sistema de sin fin y sector

4. **¿Cómo se transmiten las señales del «sensor del par de dirección»?**

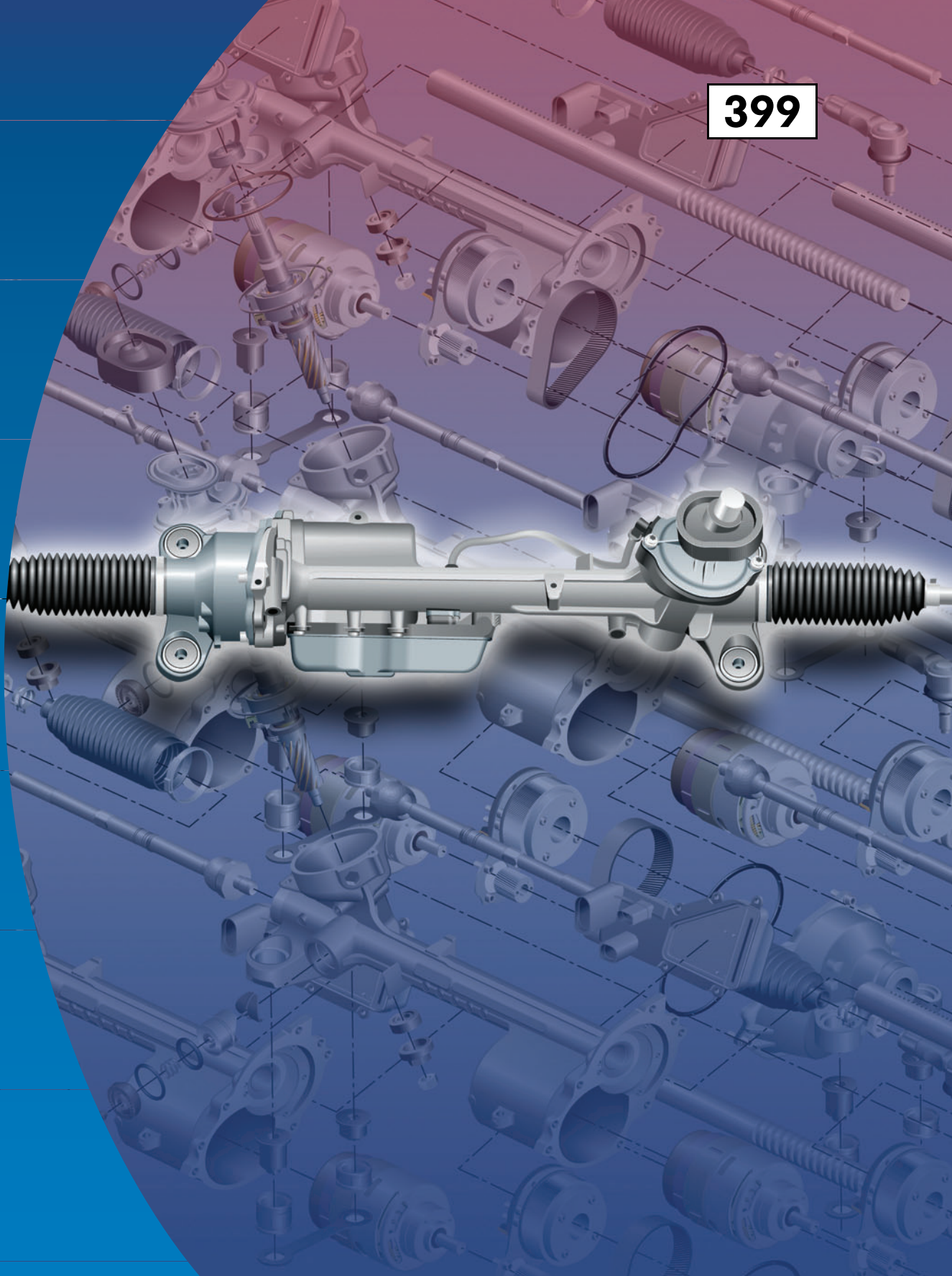
- ☐ a) A través de un muelle bobinado y dos sensores Hall que acompañan el movimiento
- ☐ b) A través de dos sensores Hall, fijados a la carcasa, que no giran
- ☐ c) A través de un sensor Hall implantado por fuera de los componentes giratorios



5. ¿Qué funciones asumen los conductos de retorno en la tuerca de bolas recirculantes?

- ☐ a) Colectan las bolas.
- ☐ b) Conducen las bolas evadiendo la tuerca.
- ☐ c) Devuelven las bolas a su posición de partida.





© VOLKSWAGEN AG, Wolfsburg
Reservados todos los derechos. Sujeto a modificaciones.
000.2812.01.60 Estado técnico: 11.2007

Volkswagen AG
Service Training VSQ-1
Brieffach 1995
D-38436 Wolfsburg

✿ Este papel ha sido elaborado con celulosa blanqueada sin cloro.