

Para más claridad de la representación gráfica se ha volcado la bomba de aceite y la caja de reenvío hacia el plano del corte.

228_040

Grupos componentes del cambio

Vista seccionada del cambio



Definiciones de los colores

-  Carcasa, tornillos, pernos
-  Componentes hidráulicos / gestión
-  Gestión electrónica del cambio
-  Árboles, ruedas dentadas
-  Embragues multidisco
-  Émbolos, sensores de par
-  Cojinetes, arandelas, anillos de seguridad
-  Plásticos, juntas, goma



Número de referencia: 507.5318.01.60

Esta figura puede ser pedida en versión de póster, tamaño A0, al precio neto de 10,00 DM, a través de Bertelsmann Distribution.

El pedido directo a Bertelsmann es válido solamente para Alemania.

En los mercados de exportación, diríjanse a su Importador.

Grupos componentes del cambio



Embrague de marchas adelante / embrague de marcha atrás con conjunto planetario

En contraste con los cambios automáticos escalonados, que utilizan un convertidor para la transmisión del par, en el concepto CVT de Audi se implanta respectivamente un embrague por separado para las marchas adelante y otro para la marcha atrás.

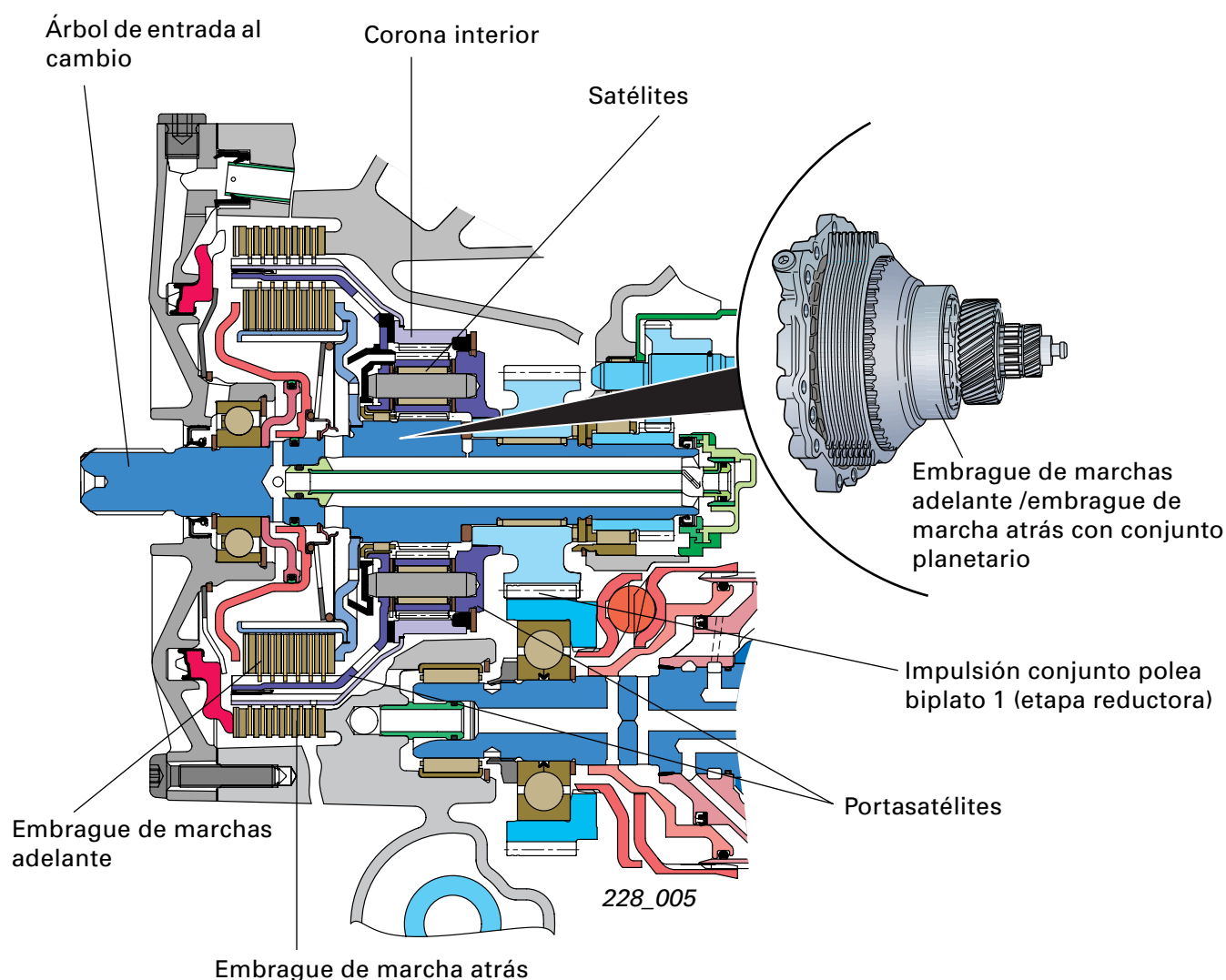
Se trata de “embragues multidisco húmedos”, como los que se suelen utilizar en los cambios automáticos escalonados para el mando de los cambios.

Se utilizan para iniciar la marcha y para transmitir el par sobre la etapa reductora.

La fase de iniciación de la marcha y la transmisión del par se vigilan electrónicamente y se regulan por la vía electrohidráulica.

El embrague multidisco regulado electrohidráulicamente presenta las siguientes ventajas en comparación con un convertidor de par:

- ▶ Peso bajo
- ▶ Dimensiones compactas
- ▶ Adaptación de las características de iniciación de la marcha a las condiciones de la conducción
- ▶ Adaptación del par de la marcha lenta de fuga a las condiciones de la conducción
- ▶ Función de protección contra sobrecarga o uso indebido



Conjunto planetario

El conjunto planetario está ejecutado en versión de conjunto planetario inversor y se utiliza exclusivamente al efecto de invertir el sentido de giro para la marcha atrás.

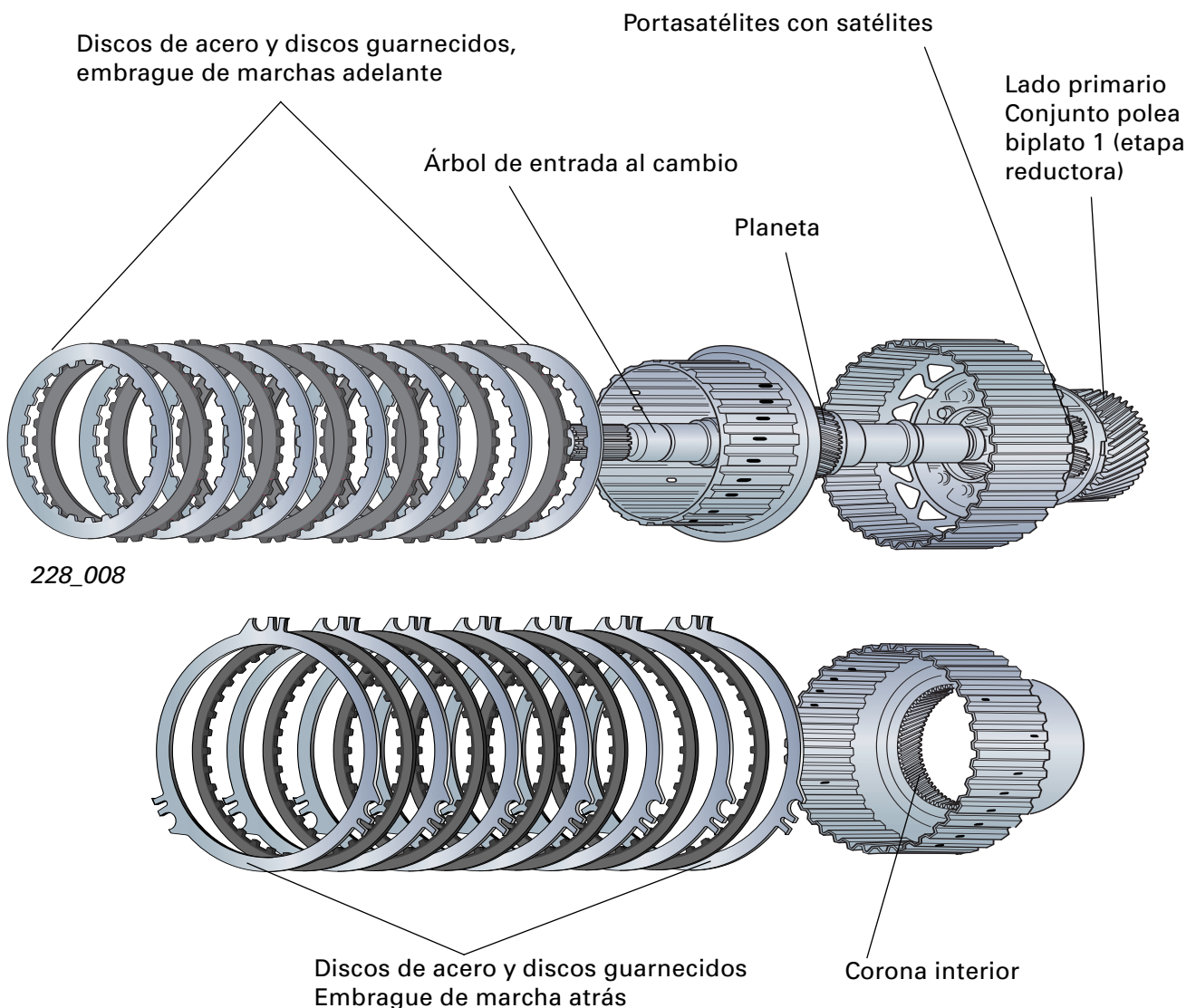
La relación de transmisión en el conjunto planetario es de 1:1 para la marcha atrás.

Asignación de los componentes

El **planeta** (lado primario) está comunicado con el árbol de entrada al cambio y con los discos de acero del embrague para marcha adelante.

El **portasatélites** (lado secundario) está comunicado con la rueda de impulsión de la etapa reductora y con los discos guarnecidos del embrague de marchas adelante.

La **corona interior** está comunicada con los satélites y con los discos guarnecidos del embrague de marcha atrás.



Grupos componentes del cambio



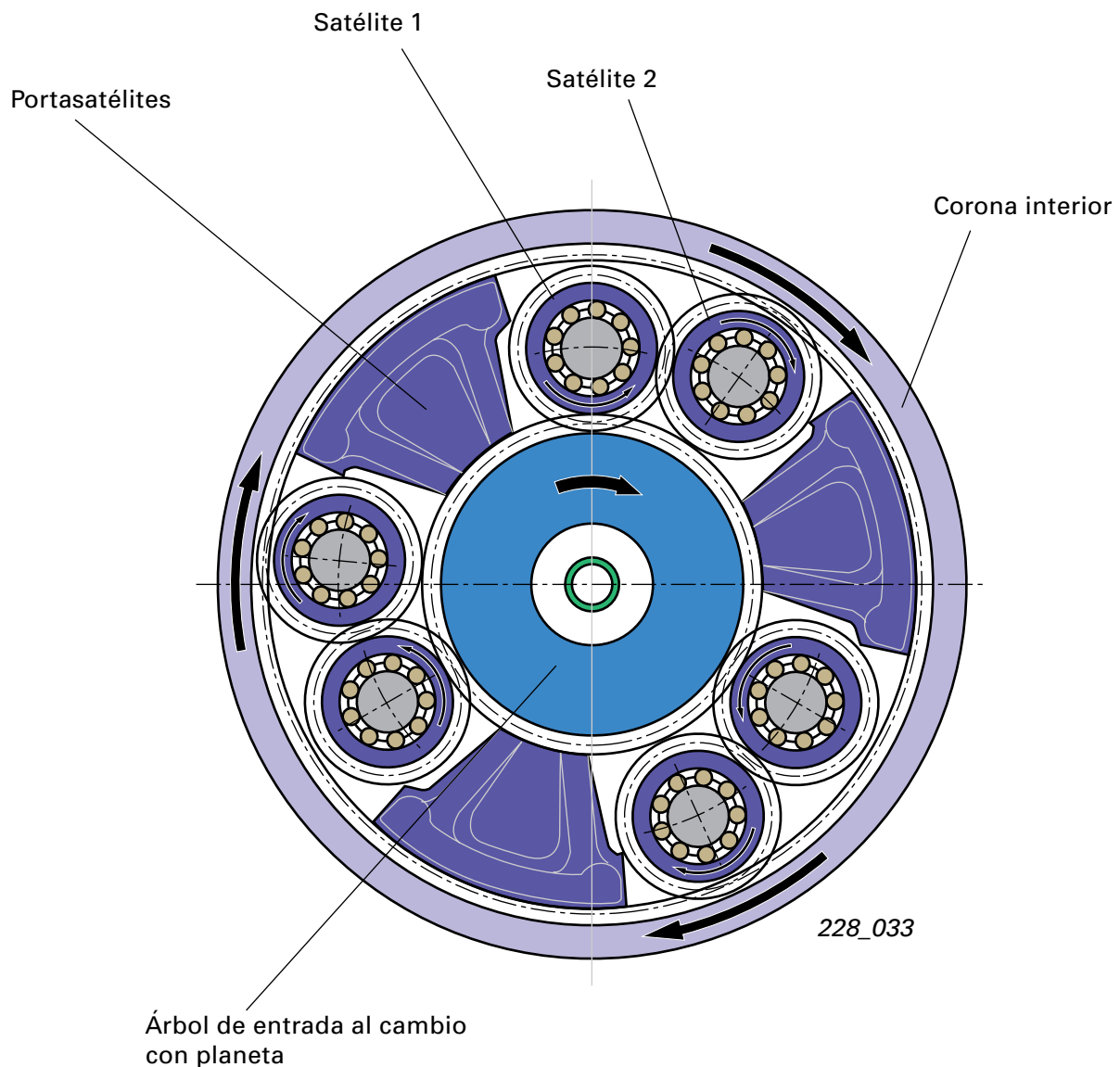
Desarrollo de la fuerza en el conjunto planetario

El par se inscribe a través del planeta solidario del árbol de entrada, pasando hacia el conjunto planetario e impulsando a los satélites 1.

Los satélites 1 impulsan a los satélites 2, los cuales se hallan en ataque con la corona interior.

El portasatélites (conjunto planetario de salida) está inmóvil, porque constituye la impulsión de la etapa reductora y el vehículo todavía no se encuentra en movimiento.

La corona interior gira en vacío, a medio régimen de motor, en el sentido de giro del motor.



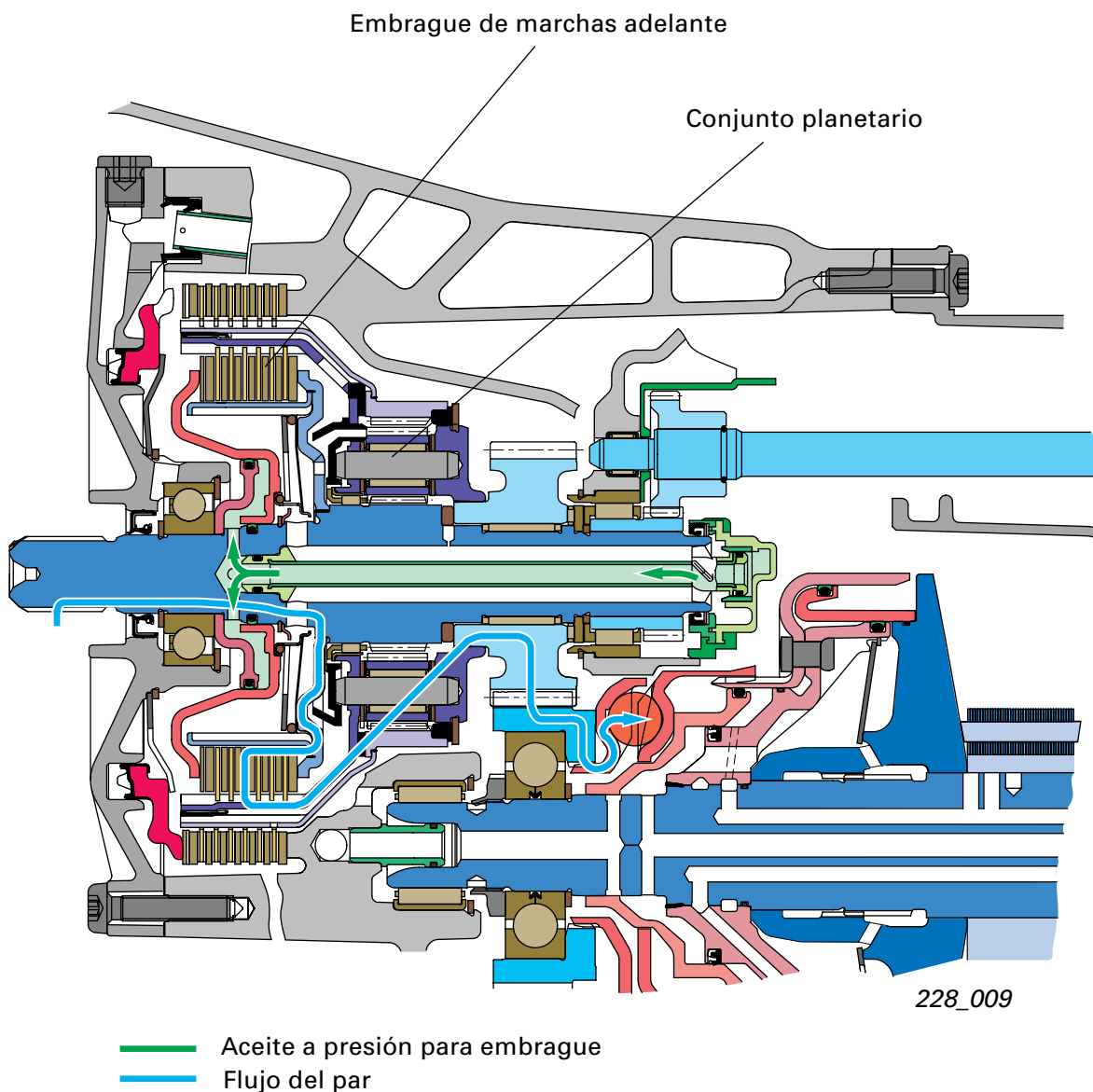
Sentido de giro de los componentes con motor en marcha y vehículo parado



Desarrollo de la fuerza en marcha adelante

Los discos de acero del embrague para marchas adelante están comunicados con el planeta, mientras que los discos guarnecidos van comunicados con el portasatélites.

En cuanto el embrague de marchas adelante arrastra fuerza, comunica el árbol de entrada al cambio con el portasatélites (lado secundario). El portasatélites se bloquea y gira en el sentido del motor, transmitiendo un par de 1:1.



Desarrollo de la fuerza en marcha atrás

Los discos guarnecidos del embrague de marcha atrás están comunicados con la corona interior, mientras que los discos de acero están comunicados con la carcasa del cambio.

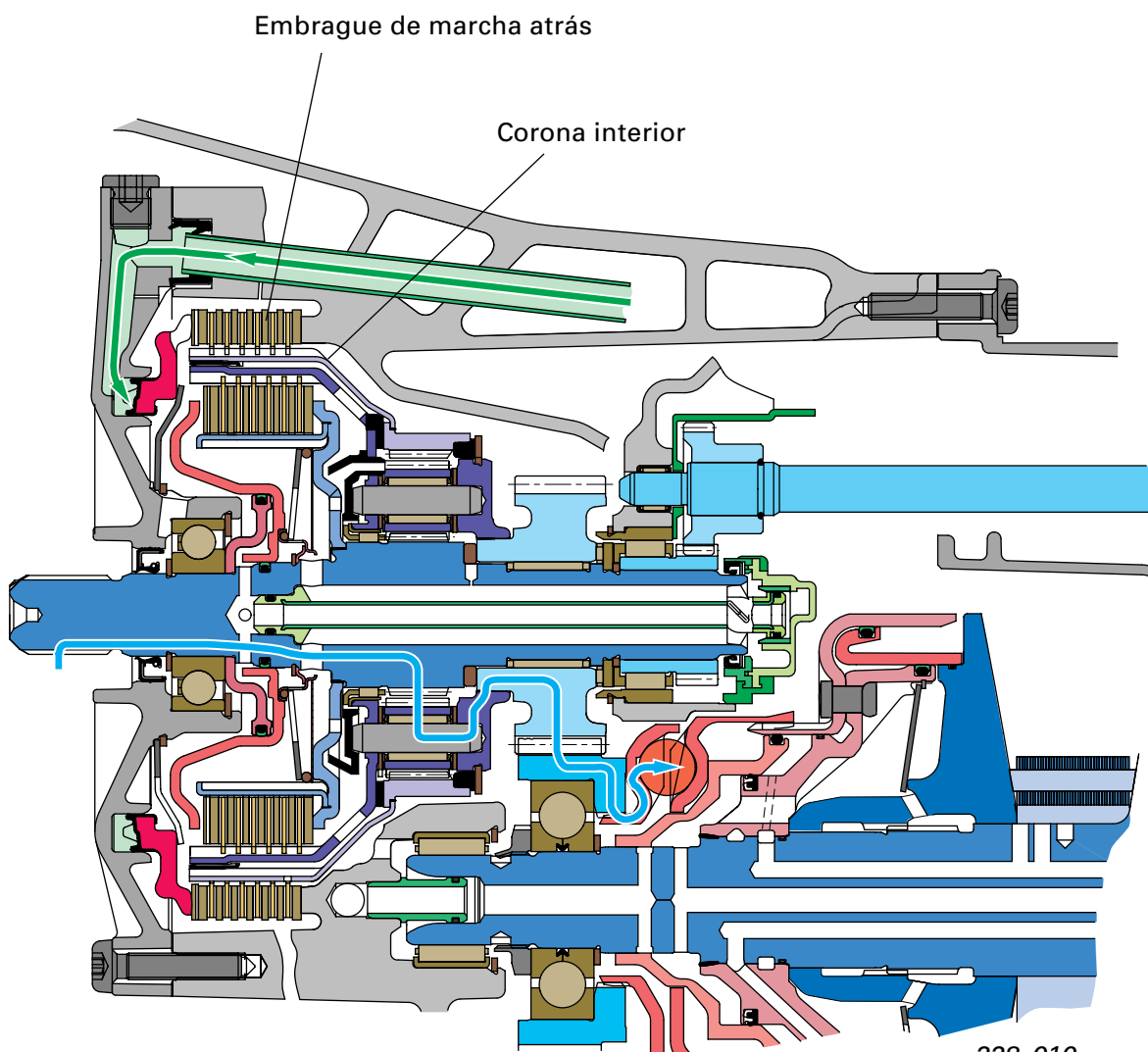
En cuanto el embrague de marcha atrás arrastra fuerza, retiene la corona interior, apoyando así el par contra la carcasa del cambio.

Ahora se transmite el par sobre el portasatélites, el cual empieza a girar en el sentido opuesto al del motor. El vehículo se desplaza hacia atrás.



En la marcha atrás se limita la velocidad por la vía electrónica.

El variador se mantiene en la relación de transmisión para marcha inicial.



228_010

- Aceite a presión para embrague
- Flujo del par

Grupos componentes del cambio



Regulación del embrague

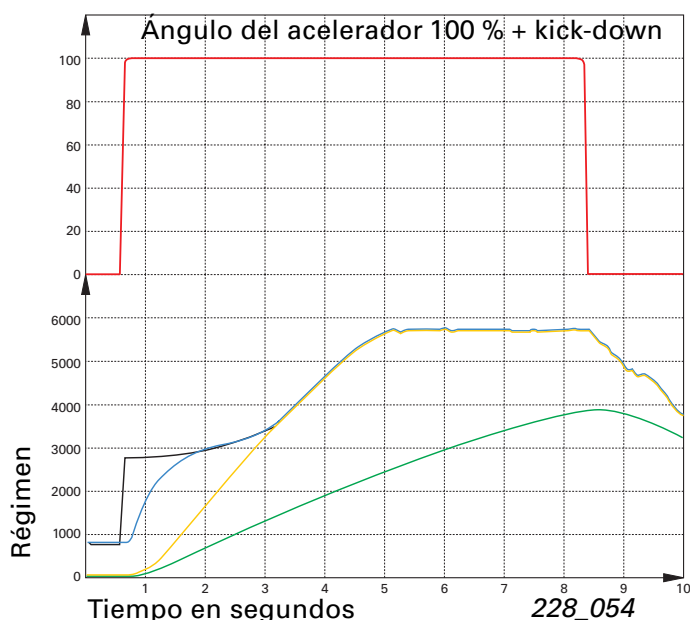
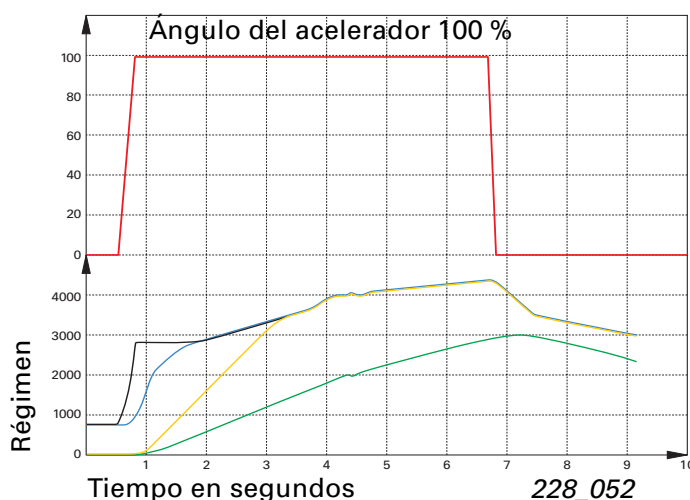
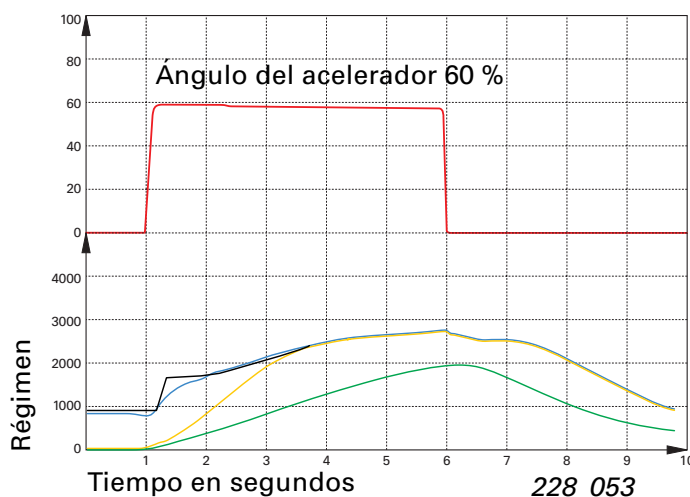
Fase iniciación de la marcha

En la fase de iniciación de la marcha se contempla primordialmente el régimen del motor, como factor para la regulación del embrague. En función de las características de iniciación de la marcha, la unidad de control del cambio calcula el régimen teórico al que se ha de regular el número de revoluciones del motor con ayuda del par del embrague. Los deseos expresados por el conductor a través del acelerador y las solicitudes internas en la unidad de control del cambio son los factores que determinan las características de la marcha inicial.

En el caso de una conducción económica, caracterizada, entre otros factores, por describir el acelerador un ángulo pequeño durante la fase de marcha inicial, se implanta una progresión de régimen del motor de bajo nivel hasta alcanzar el régimen de arrancada. Breves tiempos de patinaje del embrague y unos regímenes bajos del motor permiten obtener así una reducción en el consumo de combustible.

Para una fase de marcha inicial orientada hacia la entrega de potencia se conduce el régimen del motor a un nivel superior hacia el régimen de revoluciones en arrancada. El par superior del motor se traduce así en una aceleración correspondiente del vehículo.

Las diferentes versiones de la motorización (gasolina/diesel, par y desarrollo del par) influyen asimismo sobre las características de iniciación de la marcha.



— Ángulo del acelerador

— Régimen del motor

— Régimen teórico del motor

— Régimen primario del conjunto polea biplato 1

— Régimen secundario del conjunto polea biplato 2



Regulación electrónica

Para la regulación del embrague se recurre a los siguientes parámetros:

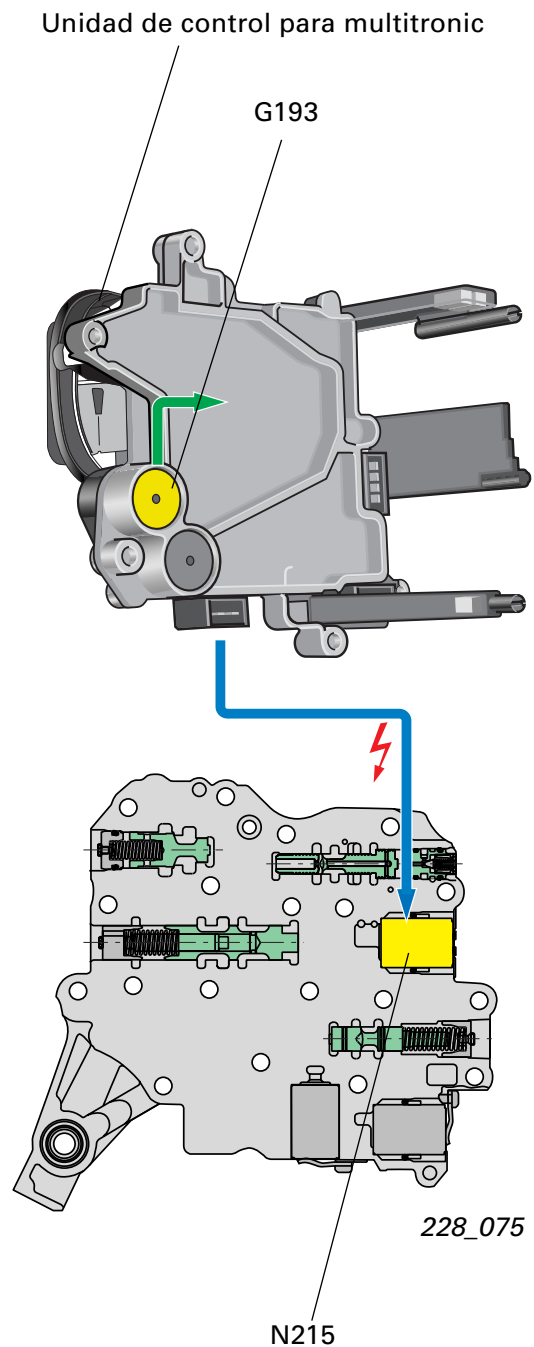
- Régimen del motor
- Régimen de entrada al cambio
- Posición del acelerador
- Par del motor
- Freno accionado
- Temperatura del aceite de transmisión

Con ayuda de esos parámetros, la unidad de control del cambio calcula la presión teórica del embrague y la corriente de control correspondiente para la válvula reguladora de presión N215. La presión del embrague varía de forma casi proporcional a la corriente de control y, por tanto, también varía correspondientemente el par transmitido por el embrague (ver gestión hidráulica, ver página 22).

El transmisor 1 de presión hidráulica G193 detecta la presión del embrague (presión efectiva de embrague) en la gestión hidráulica. La unidad de control del cambio compara continuamente la presión efectiva del embrague con la teórica calculada.

El sistema comprueba continuamente la plausibilidad de las presiones efectiva y teórica, y toma las medidas correctivas necesarias en caso de discrepancia (ver desactivación de seguridad, ver página 23).

Para evitar que se sobrecaliente el embrague, se procede a refrigerarlo y a vigilar su temperatura por parte de la unidad de control del cambio (para más detalles consulte "Refrigeración de los embrague", ver página 28 y "Protección contra sobrecarga", ver página 23).



Grupos componentes del cambio



Gestión hidráulica

La presión del embrague se halla puesta en relación con el par del motor y es independiente de la presión del sistema. La válvula reguladora de presión N215 recibe una presión constante de aprox. 5 bar por parte de la válvula de presión de mando previo VSTV. En función de la corriente de control calculada por la unidad de control del cambio, la N215 modula una presión de control que influye sobre la posición de la válvula de control del embrague KSV. **Una corriente de control intensa se traduce en una alta presión de control.**

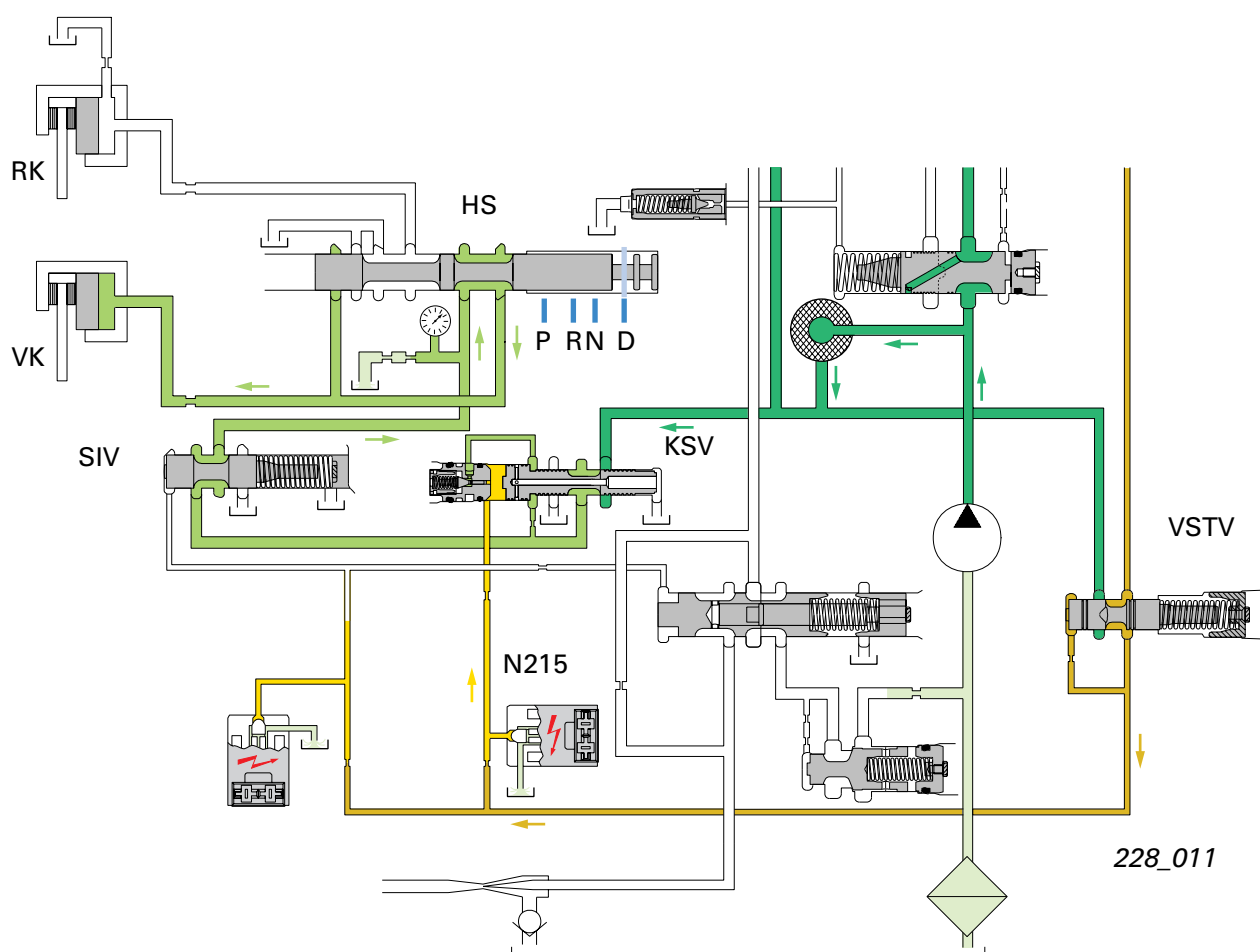
La válvula de control de embrague KSV se encarga de controlar la presión para el embrague, gestionando de esa forma el par motor a transmitir.

La KSV recibe presión del sistema y modula la presión del embrague en función de la magnitud de excitación por parte de N215.

Una presión de control intensa se traduce en una alta presión de embrague.

La presión de embrague se conduce a través de la válvula de seguridad SIV hacia el selector manual HS. El HS conduce la presión de embrague, en función de la posición momentánea de la palanca selectora, hacia el embrague de marchas adelante (posición D) o bien hacia el embrague de marcha atrás (posición R). El embrague que no recibe presión momentánea se ventila hacia el depósito colector de aceite.

Estando la palanca selectora en las posiciones N y P se cierra la alimentación y ambos embragues se ventilan hacia el depósito colector de aceite.



228_011

ATF sin presión

Presión de embrague

Presión de alimentación

Presión de mando previo

Presión de control



Hacia el depósito de aceite

Desactivación de seguridad

Si la presión efectiva del embrague es marcadamente superior a la teórica, significa que está dada una función anómala, de relevancia para la seguridad. En este caso se corta la presión del embrague, independientemente de la posición momentánea que tenga el selector manual y de todos los demás estados operativos del sistema.

La desactivación de seguridad se realiza a través de la válvula de seguridad SIV y permite una apertura rápida del embrague.

La SIV se excita a través de la electroválvula 1 N88. A partir de una presión de control de aprox. 4 bar es interrumpida la alimentación por parte de la KSV y al mismo tiempo se ventila la conexión hacia el selector manual en el depósito de aceite.

Protección contra sobrecarga

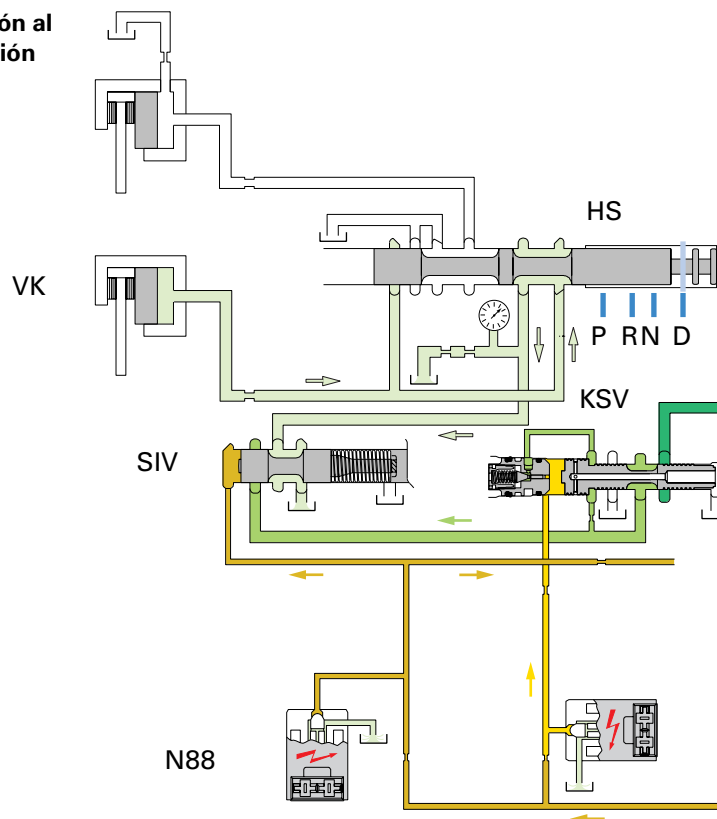
La unidad de control del cambio se encarga de calcular la temperatura del embrague, con ayuda de un modelo matemático que contempla el patinaje del embrague, el par a transmitir y la temperatura del aceite de transmisión.

Si debido a una carga intensa del embrague, la temperatura calculada para éste supera un umbral definido, se procede a reducir el par del motor.

El par del motor puede ser reducido hasta el régimen de ralentí acelerado. En ciertas circunstancias puede suceder que el motor no presente brevemente ninguna reacción al acelerador. Con la refrigeración de los embragues se obtiene un período de refrigeración breve, tras el cual está rápidamente disponible de nuevo el pleno par del motor.

De esta forma queda casi descartada la posibilidad de sobrecargar el embrague.

Posición de conmutación al excitarse la desactivación de seguridad



228_082

- Ventilado hacia el depósito de aceite / sin presión
- Presión del embrague
- Presión de alimentación

- Presión de mando previo
- Presión de control
- Hacia el depósito de aceite





Regulación del embrague en parado (regulación de la marcha de fuga lenta "regulación creep")

La regulación de la marcha de fuga lenta ("creep") establece un par de rozamiento definido en el embrague (par de embrague), estado el motor marchando al ralentí con una gama de marchas seleccionada. El vehículo se comporta en la forma que se conoce en las versiones con cambio automático y convertidor de par.

Adaptando específicamente la presión del embrague se obtiene un par de tracción que conduce a un desplazamiento de fuga lenta del vehículo.

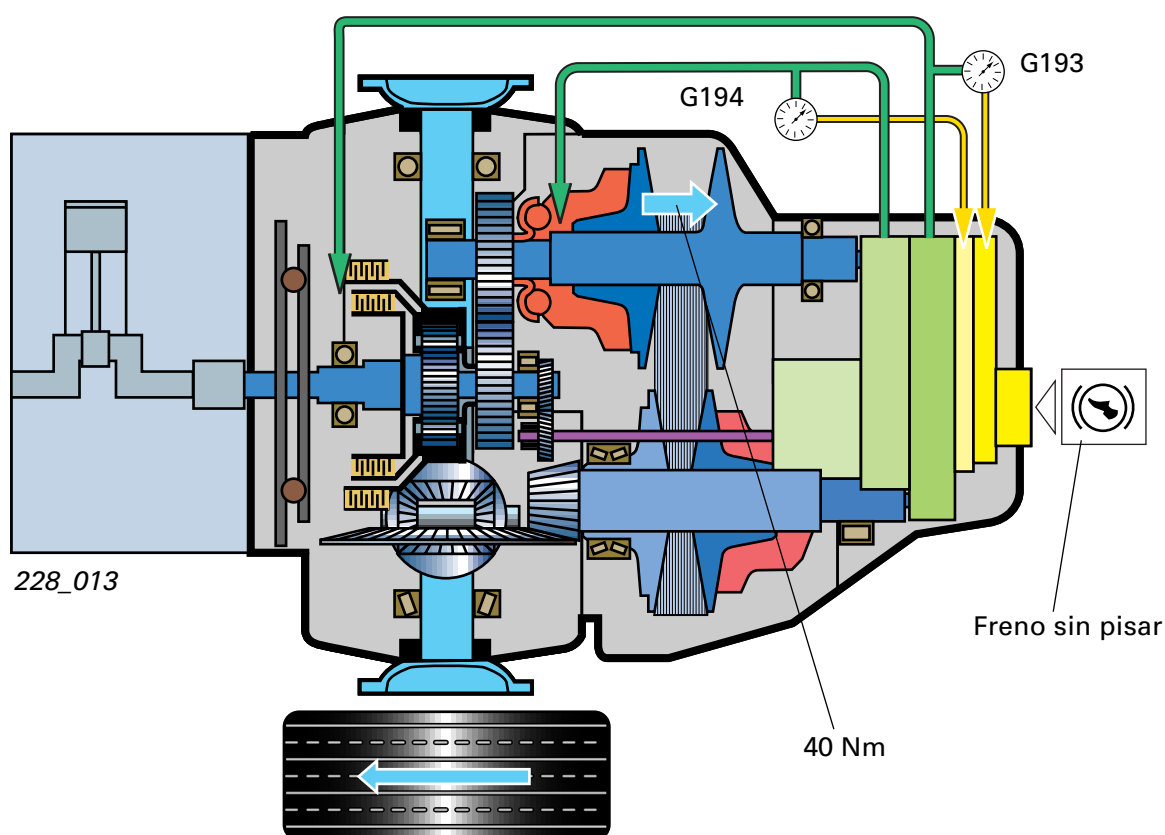
El par de tracción varía dentro de límites definidos en función de las condiciones de la marcha y de la velocidad del vehículo. Para la regulación exacta del par de embrague se utiliza la presión de apriete de las poleas, detectada por G194.



"Creep" es el término ingles por "arrastrarse" o desplazamiento de fuga lenta.

La regulación creep permite maniobras (p. ej. en aparcamientos) sin tener que pisar el acelerador, aumentando así el confort de la conducción.

Debido a que la presión de apriete es proporcional al par de tracción del motor aplicado al conjunto polea biplato 1, es posible calcular muy exactamente el par del embrague con ayuda del G194 y regularlo correspondientemente (para más detalles consulte "Sensor de par", página 38).





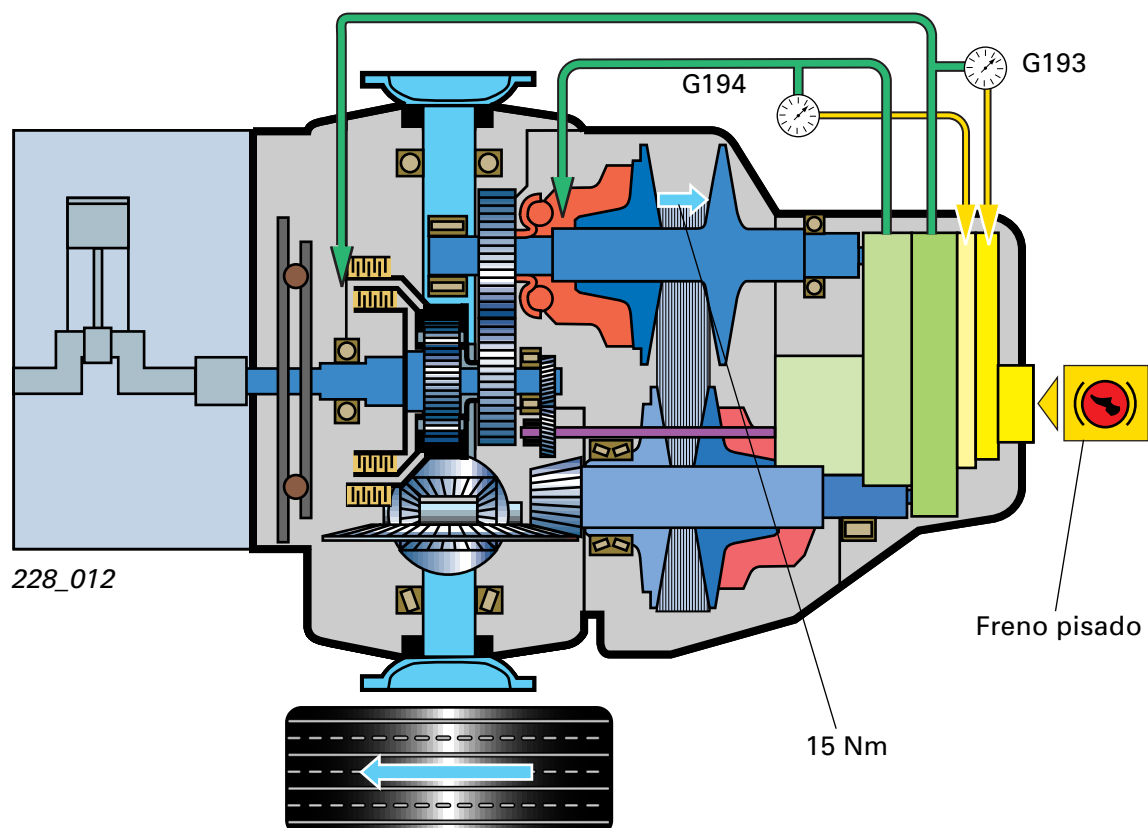
Particularidad de la regulación creep

Una particularidad de la regulación creep es la reducción del par de fuga lenta para el vehículo parado con el freno pisado, con lo cual se solicita una menor entrega de par del motor (el embrague se encuentra abierto un poco más).

Esto actúa de forma positiva sobre el consumo de combustible y conduce a una mejora del confort, por mejorar a su vez las condiciones acústicas (retemplado en parado) y porque las fuerzas necesarias para pisar el embrague y mantener inmovilizado el vehículo resultan bastante inferiores.

Si el vehículo rueda en retroceso al encontrarse parado en una subida estando el freno pisado sólo levemente, el sistema aumenta la presión del embrague y retiene de esa forma el vehículo (“hillholder” o función de retención en pendientes).

Con el empleo de dos transmisores de régimen de salida G195 y G196 se puede diferenciar entre la marcha adelante y la marcha atrás, lo cual permite establecer esta función. (Para más información consulte el capítulo "Sensores").



Grupos componentes del cambio

Regulación de micropatinaje

La regulación de micropatinaje sirve para autoadaptar la regulación de embrague (ver descripción de la autoadaptación) y para amortiguar las oscilaciones giratorias generadas por el motor.

Las curvas características de embrague se autoadaptan a régimen de carga parcial, hasta un par del motor de 160 Nm.

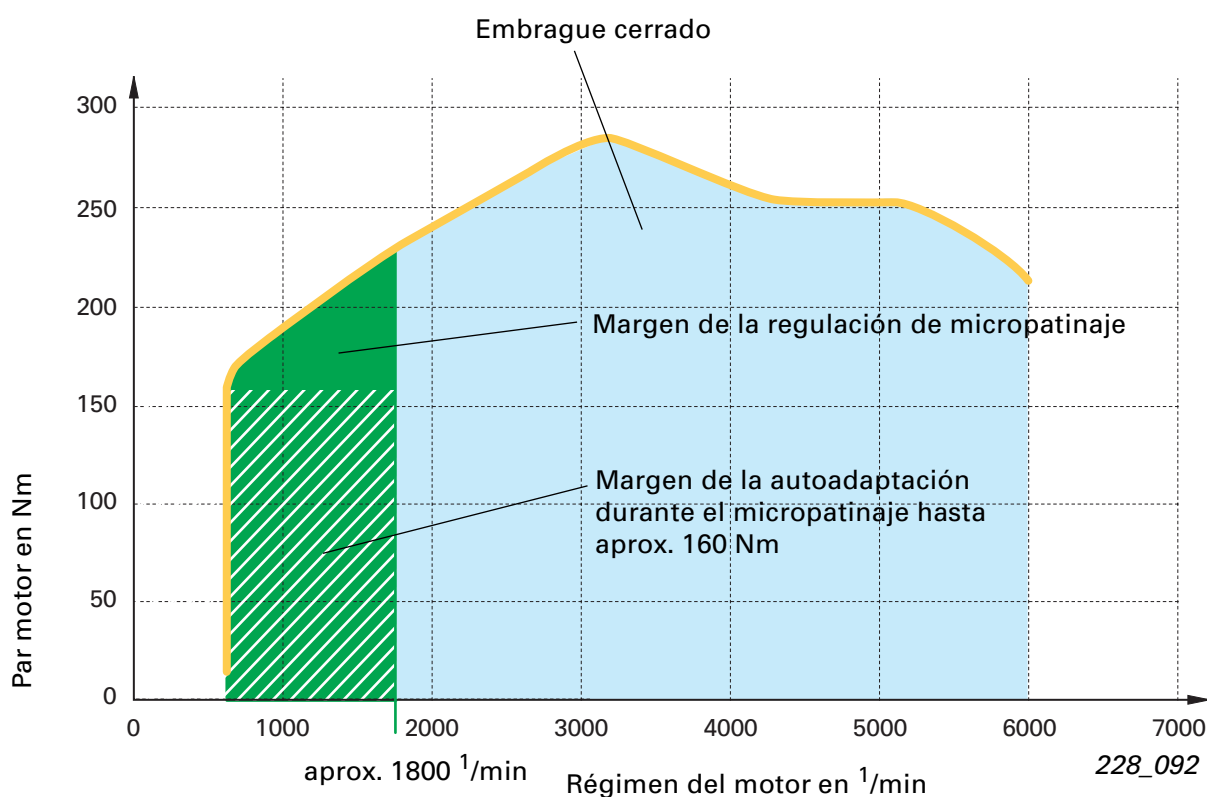
En la gama de regímenes hasta aprox. 1.800 $1/min$ y pares de hasta aprox. 220 Nm se hace funcionar el embrague con el llamado "micropatinaje".

Dentro de este margen operativo se regula un régimen de patinaje (diferencia de regímenes) desde aprox. 5 $1/min$ hasta 20 $1/min$ entre el árbol de entrada al cambio y el conjunto polea biplato 1.

La unidad de control del cambio compara para ello las señales de régimen de entrada al cambio, proporcionadas por el transmisor G182, con respecto al régimen del motor (en consideración de la etapa reductora). El G182 detecta el régimen de revoluciones del conjunto polea biplato 1.



Según revela el concepto del "micropatinaje", se procede a mantener muy reducido el patinaje del embrague, de modo que no surjan desventajas notorias respecto al desgaste de la guarnición y al consumo de combustible.



Autoadaptación de la regulación de embrague

Para poder regular el embrague de forma invariablemente confortable en cualquier estado operativo y durante toda su vida útil, es preciso actualizar continuamente la relación entre la corriente de control y el par de embrague.

Esto es necesario, porque los valores de la fricción de los embragues varían permanentemente.

El valor de fricción depende de los siguientes factores:

- ▶ Aceite de transmisión (calidad, envejecimiento, desgaste)
- ▶ Temperatura del aceite de transmisión
- ▶ Temperatura del embrague
- ▶ Patinaje del embrague

Para compensar estas influencias y optimizar la regulación del embrague se autoadaptan las relaciones entre la corriente de control y el par de embrague durante los ciclos de regulación creep y a régimen de carga parcial.

Autoadaptación durante la regulación creep (freno accionado):

Según se ha mencionado, durante el ciclo de regulación creep se establece un par definido del embrague. La unidad de control del cambio contempla durante esa operación las condiciones de relación entre la corriente de control (de N215) y el valor del transmisor de presión G194 (presión de embrague) y memoriza estos valores. Los datos de actualidad se utilizan para el cálculo de las nuevas curvas características.



“Autoadaptar” significa aquí “aprender” nuevos valores de mando previo o pilotaje.



La autoadaptación a régimen de carga parcial

...

... se lleva a cabo durante la regulación de micropatinaje. En este margen operativo, la unidad de control del cambio compara el par del motor (de la unidad de control del motor) con la corriente de control hacia N215 y memoriza esos valores. Los datos de actualidad se utilizan para calcular las nuevas curvas características (ver regulación de micropatinaje).

Resumen:

La autoadaptación sirve para mantener una calidad uniforme en la regulación del embrague.

Los valores de autoadaptación influyen asimismo sobre el cálculo de la presión del embrague para los pares de transmisión superiores (embrague con pleno arrastre de fuerza).

De ese modo se evita la necesidad de aplicar una presión excesiva al embrague, lo que influye finalmente a su vez de forma positiva sobre el grado de rendimiento.

Grupos componentes del cambio



Refrigeración de los embragues

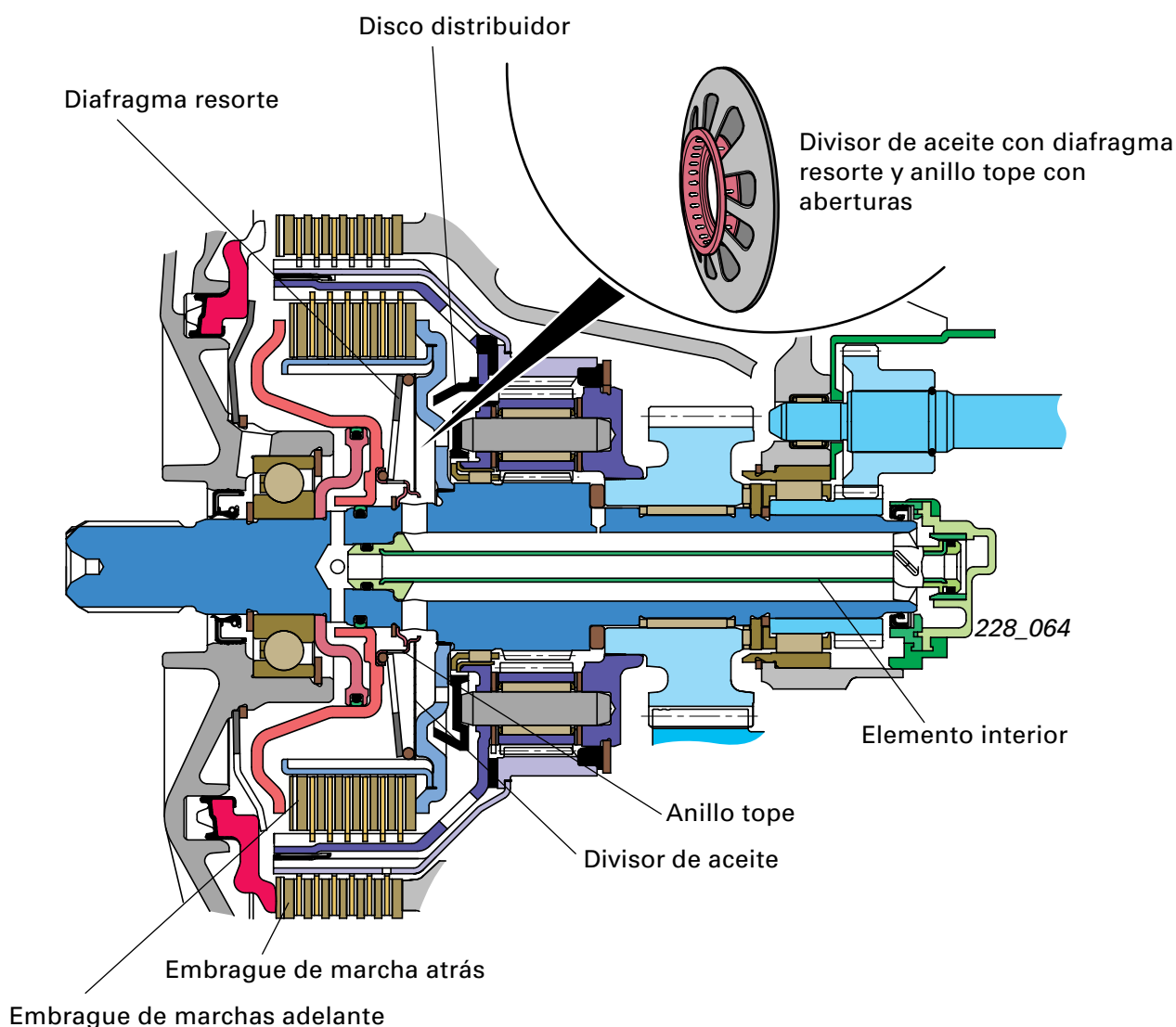
Para proteger los embragues contra un calentamiento excesivo (sobre todo al arrancar en condiciones pesadas) se procede a refrigerarlos por medio de un caudal de aceite aparte.

Para mantener reducidas las pérdidas de potencia debidas a la refrigeración de los embragues, el flujo del aceite refrigerante se conecta en función de las necesidades, a través de una gestión para el aceite refrigerante, integrada en la caja de selección.

Aparte de ello se procede a aumentar la cantidad del aceite refrigerante a través de un eyector, sin que la bomba de aceite tenga que aportar un rendimiento sustancialmente superior.

Para optimizar la refrigeración de los embragues, el caudal del aceite refrigerante se conduce únicamente hacia el conjunto multidisco que está transmitiendo potencia. El aceite refrigerante y el aceite a presión para el embrague de marchas adelante se conducen a través del árbol de entrada al cambio, que es una versión ahuecada. Ambos circuitos de aceite van separados por medio de un tubo de acero, denominado "elemento interior".

En los taladros de salida de aceite que tiene el árbol de entrada al cambio va instalado un "divisor de aceite", encargado de conducir el caudal del aceite refrigerante hacia los embragues de marcha adelante o bien de marcha atrás.



Refrigeración del embrague de marchas adelante

Estando accionado el embrague de marchas adelante, el cilindro (prensaembrague) oprime al divisor de aceite hacia atrás.

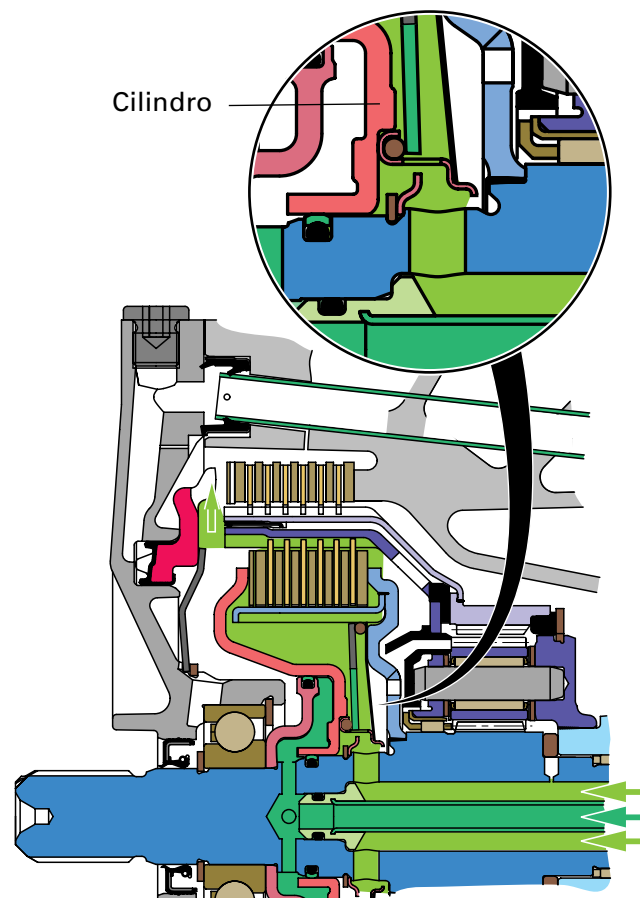
En esta posición pasa el caudal del aceite refrigerante por la parte delantera del divisor y recorre el embrague de marchas adelante.

Refrigeración del embrague de marcha atrás

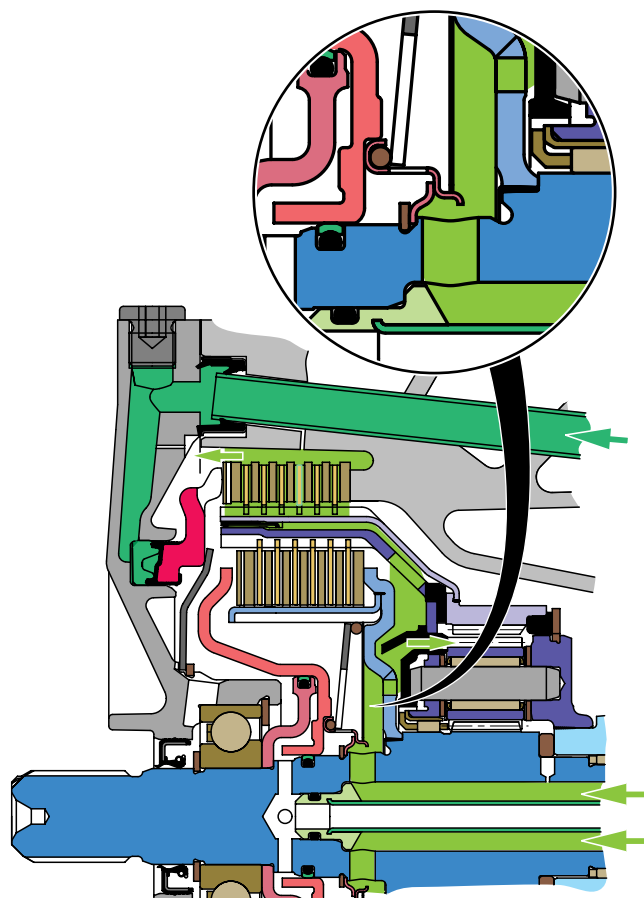
Al no estar accionado el embrague de marcha adelante (en punto muerto o estando accionado el embrague de marcha atrás), el divisor de aceite se encuentra en su posición básica.

En esta posición, el caudal del aceite refrigerante pasa hacia la parte posterior del divisor y se conduce hacia el embrague de marcha atrás con ayuda de un disco distribuidor. Las derivaciones en el disco distribuidor conducen asimismo una parte del aceite refrigerante hacia el conjunto planetario estableciendo la lubricación necesaria para éste.

Embrague de marchas adelante



Embrague de marcha atrás



228_014

- Aceite a presión para el embrague
- Caudal de aceite para refrigeración del embrague



Grupos componentes del cambio

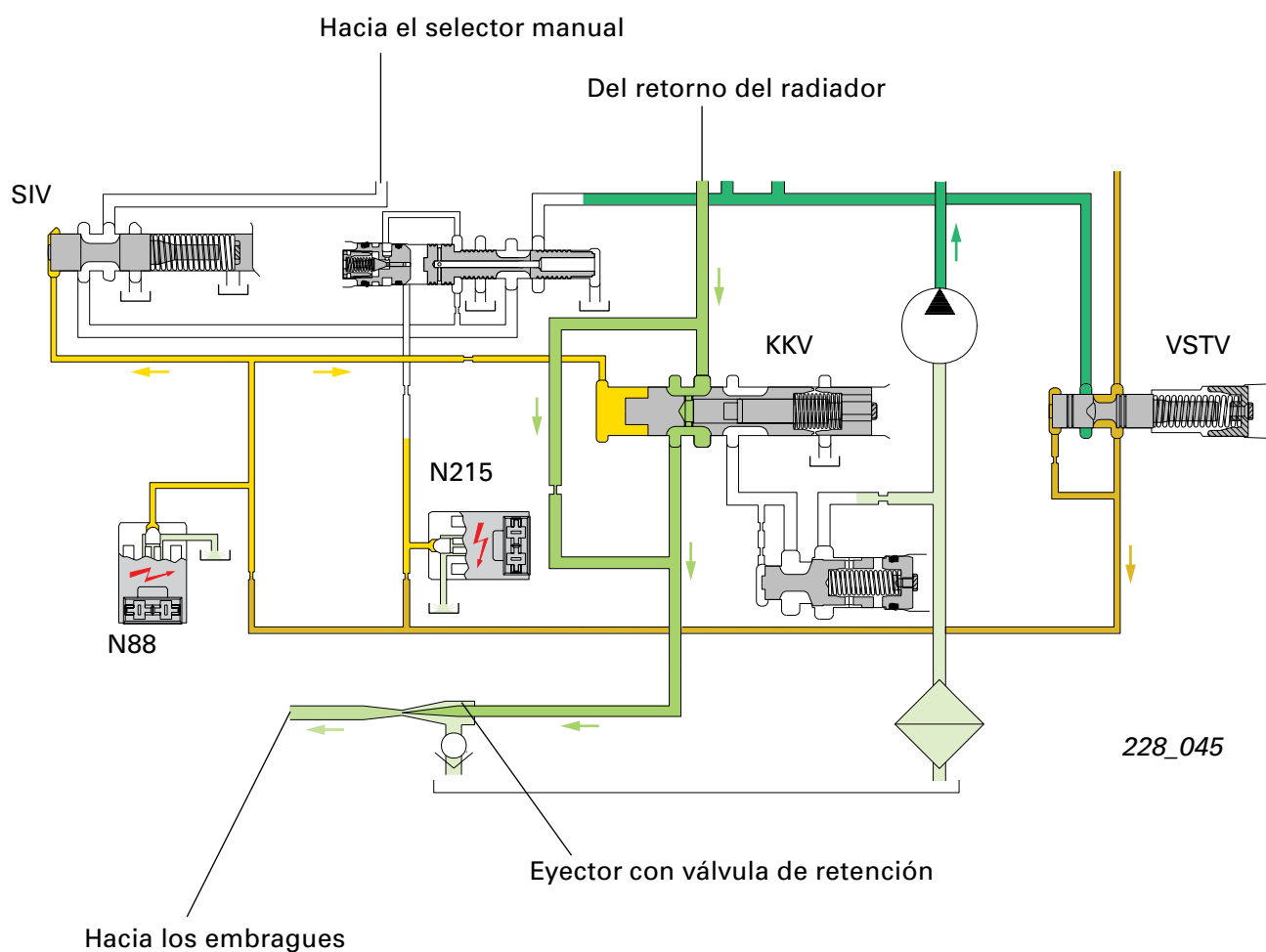
Gestión hidráulica de la refrigeración de los embragues

La refrigeración de los embragues se conecta simultáneamente con la excitación de la regulación para los embragues.

La unidad de control del cambio transmite una corriente de control definida a la electroválvula 1 N88. Esto se traduce en una presión de control de aprox. 3 bar, la cual hace que la válvula de refrigeración de embrague KKV dé salida.

La válvula de refrigeración del embrague KKV conduce aceite a presión del retorno del radiador hacia el eyector.

El aceite a presión se utiliza para hacer funcionar el eyector (más detalles bajo "Alimentación de aceite / eyector", página 51).



ATF sin presión

Caudal de aceite refrigerante

Aceite del retorno del radiador

Presión de mando previo

Presión de control

Hacia el depósito de aceite

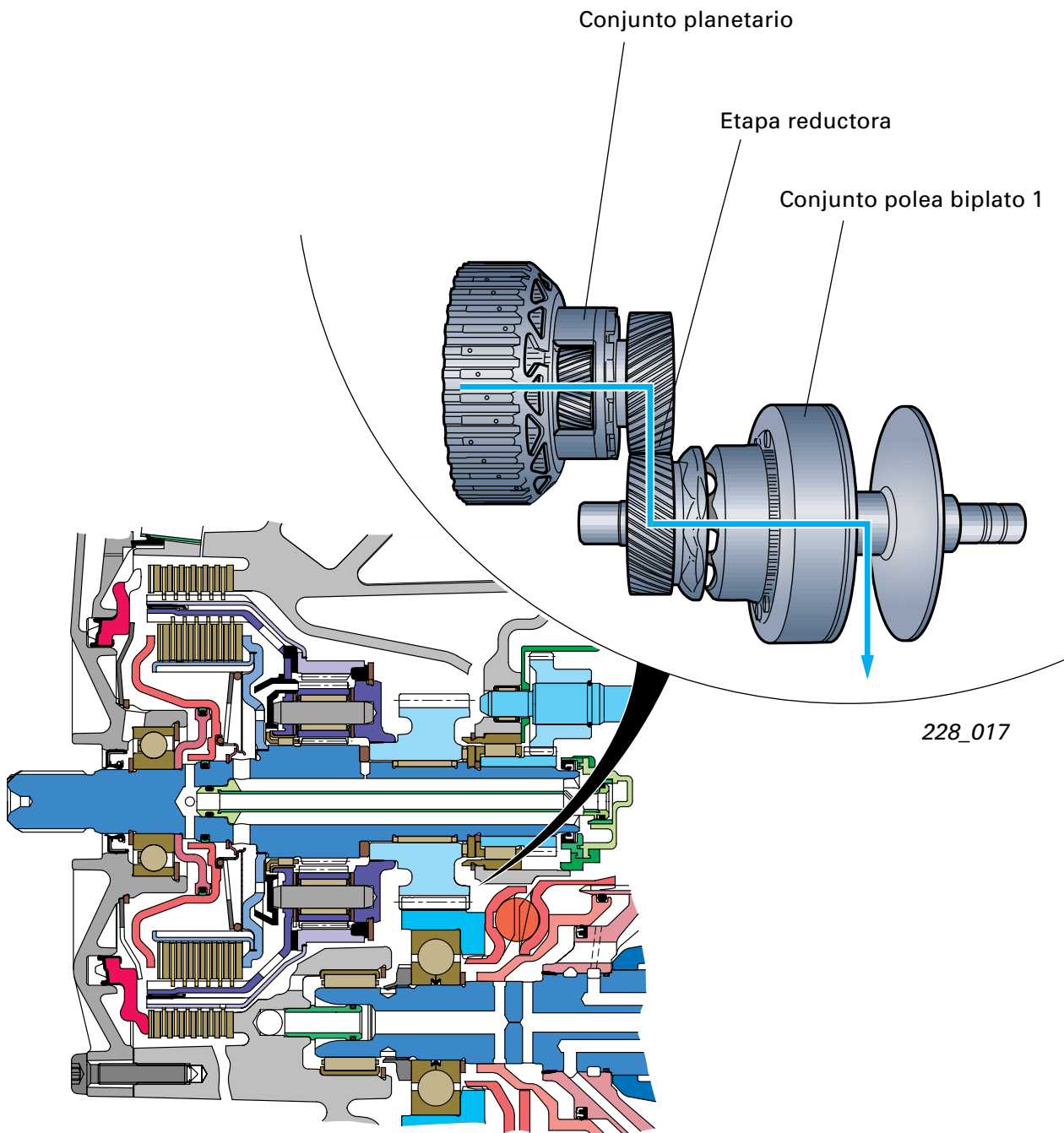


Etapa reductora

Debido a las condiciones del espacio disponible se transmite el par hacia el variador a través de una etapa reductora.

Las diferentes versiones de motorización se adaptan al cambio mediante diferentes relaciones de transmisión en la etapa reductora.

De esa forma se hace funcionar el variador dentro de su gama de regímenes óptimos.



Variador

El principio básico del variador ha sido presentado ya en la página 5. A continuación se tratan las particularidades y funciones del variador en el sistema multitronic®.

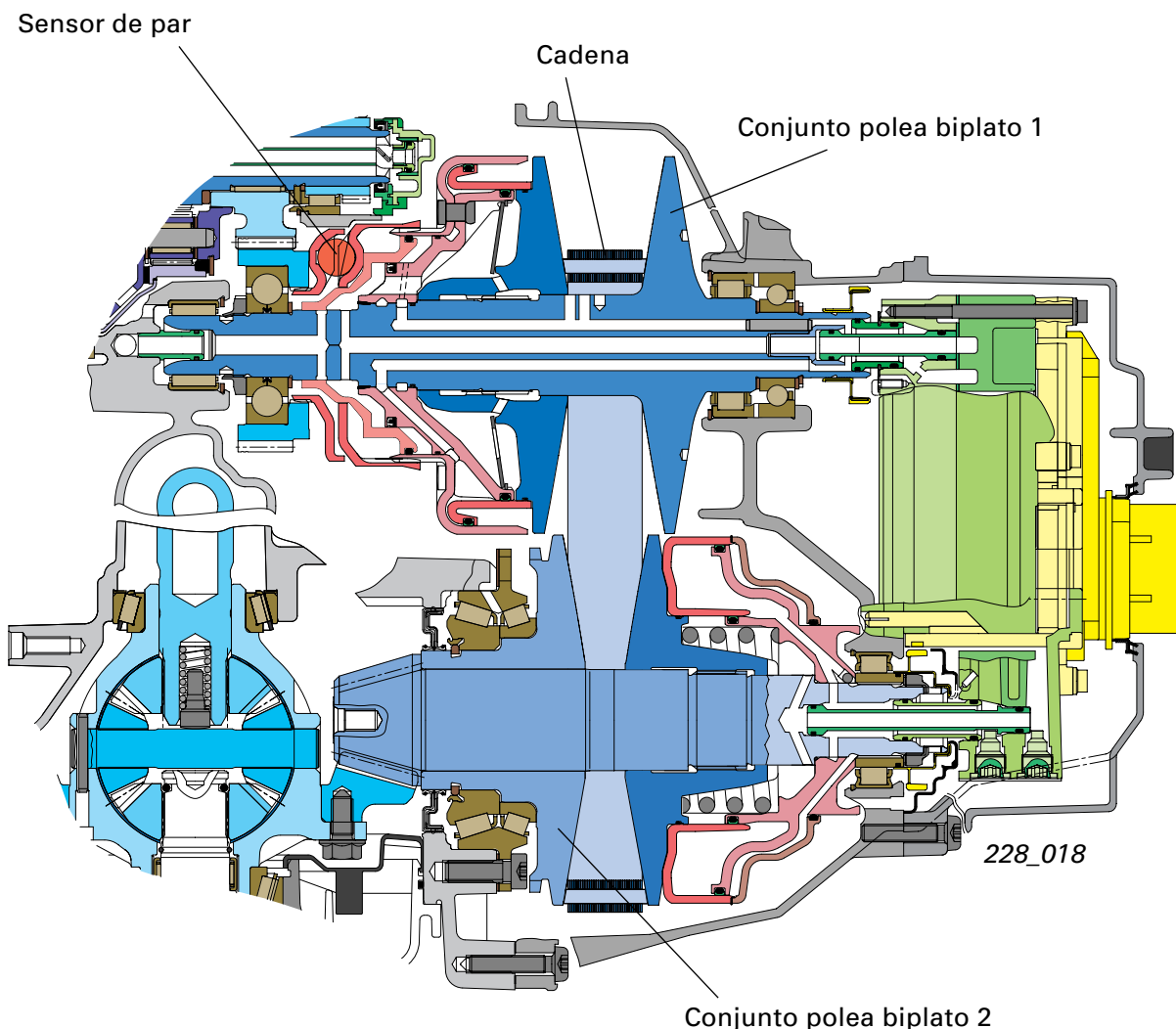
Concepto del variador en el multitronic®

El variador trabaja según el principio del doble émbolo. Otra particularidad consiste en que el conjunto polea biplato 1 tiene alojado un sensor de par (más detalles bajo "Sensor de par", página 38).

Los conjuntos polea 1 y 2 disponen de un cilindro cada uno para el apriete de las poleas cónicas (cilindros de apriete) y uno por separado para el reglaje de la relación de transmisión (cilindro de reglaje).

Con el sistema de doble émbolo es posible trabajar con una muy pequeña cantidad de aceite a presión y modificar con éste muy rápidamente la relación de transmisión, manteniendo siempre un apriete suficiente de las poleas, con un nivel de presiones relativamente bajo.

Relación de arrancada (subdirecta)





Reglaje

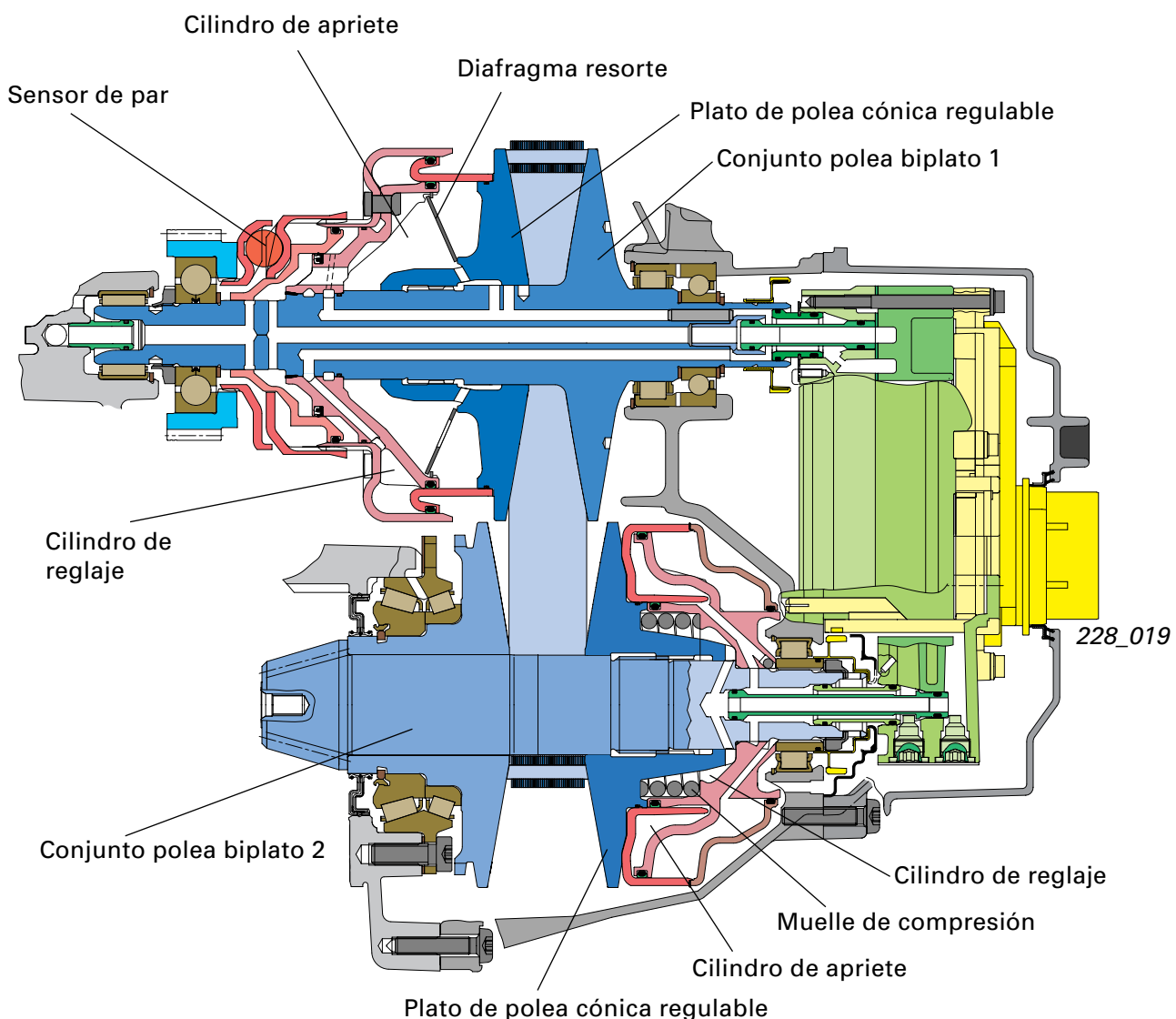
Los altos niveles de exigencias planteadas al dinamismo del reglaje piden que se aporte una correspondiente cantidad de aceite a presión. Para mantener lo más reducida posible la cantidad de aceite, los cilindros de reglaje tienen una superficie más pequeña que los cilindros de apriete. De ese modo se necesita una cantidad de aceite relativamente pequeña para el reglaje.

A pesar del bajo caudal impelido por la bomba de aceite se consiguen unos altos niveles de dinamismo en el reglaje y se influye positivamente sobre el grado de rendimiento.

El diafragma resorte en el conjunto polea 1 y el muelle helicoidal en el conjunto polea 2 establecen un cierto tensado básico (apriete) de la cadena al no estar aplicada la presión hidráulica.

Por medio de la fuerza del muelle helicoidal en el conjunto polea 2, el reglaje del variador sin presión se ajusta a la relación de transmisión para marcha inicial.

Relación final (superdirecta)



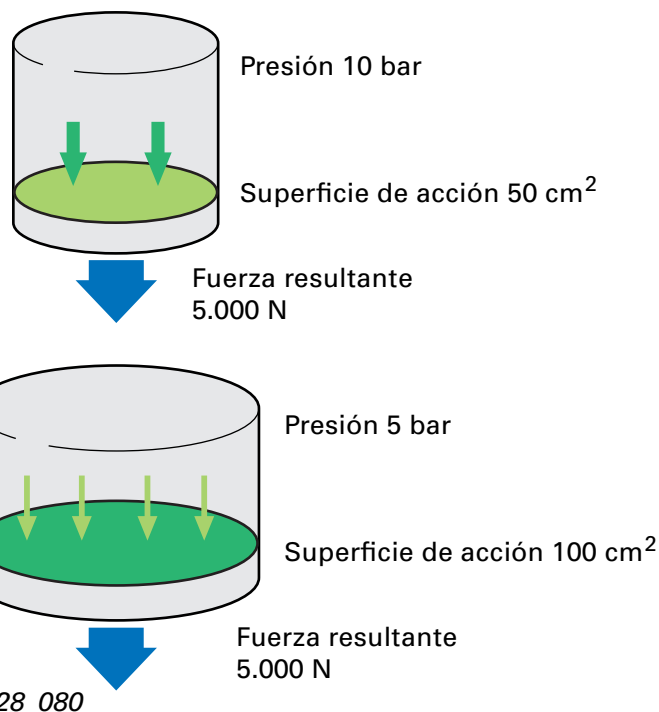
Grupos componentes del cambio

Apriete

Para la transmisión de los pares de giro se necesitan fuerzas de apriete intensas entre las poleas cónicas y la cadena. La fuerza de apriete se aplica por medio de una presión de aceite correspondiente en el cilindro de apriete.

Según las leyes hidráulicas, una fuerza resultante (fuerza de apriete) puede hacerse variar a través de la presión y de la superficie de acción.

Los cilindros de apriete tienen una superficie más grande y requieren por lo tanto una menor presión de aceite para su trabajo. La presión relativamente baja del aceite influye asimismo de forma positiva sobre el grado de rendimiento del sistema.



Remolque

Al remolcar el vehículo, el conjunto polea biplato 2 impulsa al conjunto 1 y se produce una presurización dinámica en los cilindros de reglaje y apriete para los conjuntos de las poleas.

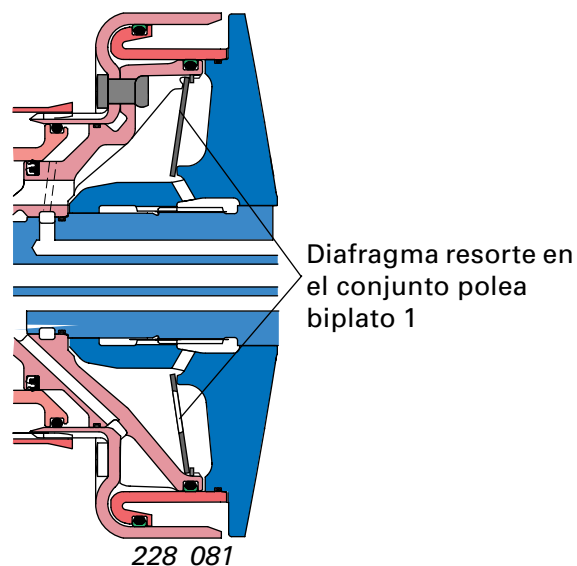
El sistema está diseñado de modo que la presurización dinámica establezca en el variador una relación de transmisión de aprox. 1:1. De esa forma se protege el conjunto polea biplato 1 y el conjunto planetario contra regímenes excesivos.

El diafragma resorte en el conjunto polea biplato 1 apoya esta operación.



“Presurización dinámica” ver capítulo “Tolva de aceite centrífugo”.

Observe también las indicaciones proporcionadas sobre el tema de remolque en el capítulo “Servicio”.





Regulación de la relación de transmisión

Regulación electrónica

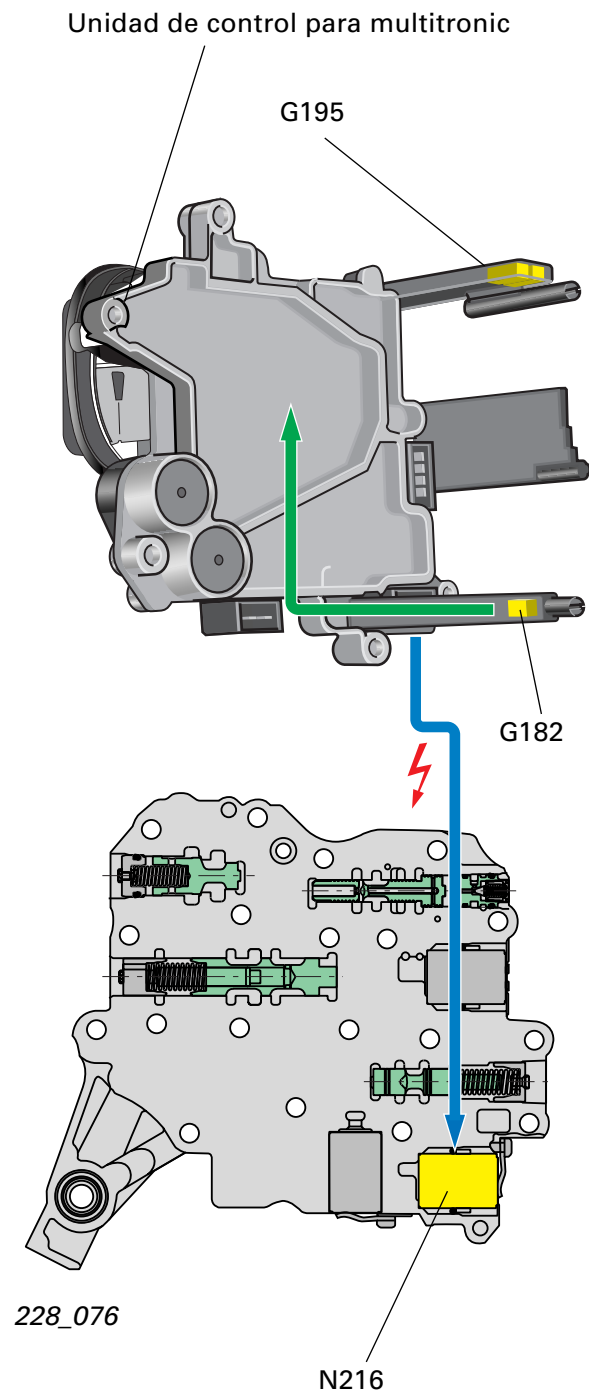
Para calcular el régimen primario teórico, la unidad de control multitronic® dispone de un programa de regulación dinámica (DRP). Se trata de una versión más desarrollada del programa dinámico de los cambios de marchas DSP, ya conocido en la transmisión automática escalonada. De esa forma se analizan los deseos expresados por el conductor a través del acelerador y las condiciones de la marcha, para establecer la relación óptima en cualquier situación (ver descripción DRP, página 82).

El programa de regulación dinámica se encarga de calcular un régimen primario teórico en función de las condiciones marginales dadas.

El transmisor G182 detecta el régimen de entrada al cambio en el conjunto polea 1.

Estableciendo una comparación de los estados teórico y efectivo, la unidad de control del cambio calcula una intensidad de corriente de control para la válvula reguladora de presión N216. La N216 genera una presión de control destinada a la válvula hidráulica para la relación de transmisión, que resulta casi proporcional a la corriente de control.

Para vigilar la regulación de la relación de transmisión se observan las señales de G182 (transmisor de régimen de entrada al cambio), G195 (transmisor de régimen de salida del cambio) y las señales de régimen del motor, respecto a plausibilidad mutua.

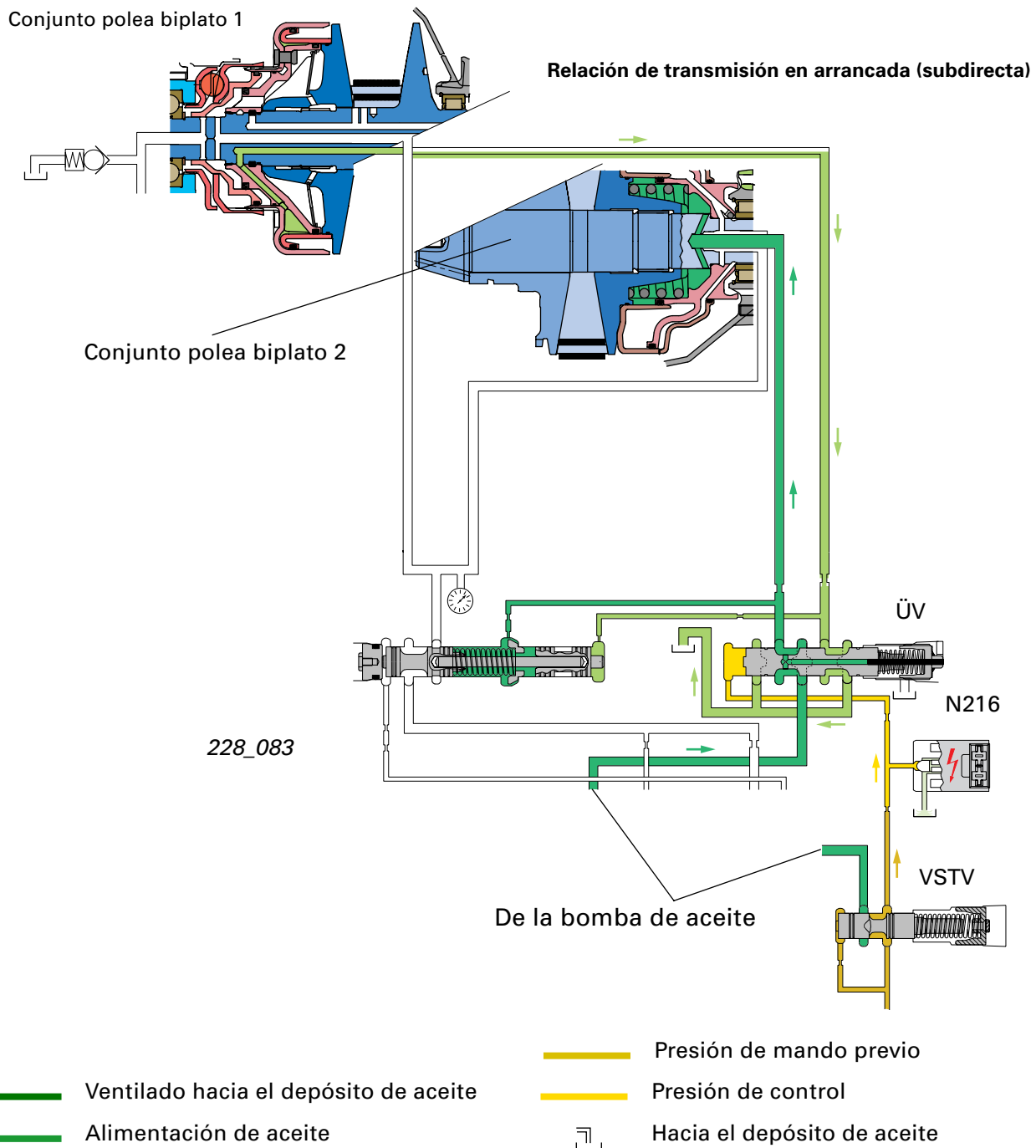


Grupos componentes del cambio

Gestión hidráulica de la relación de transmisión

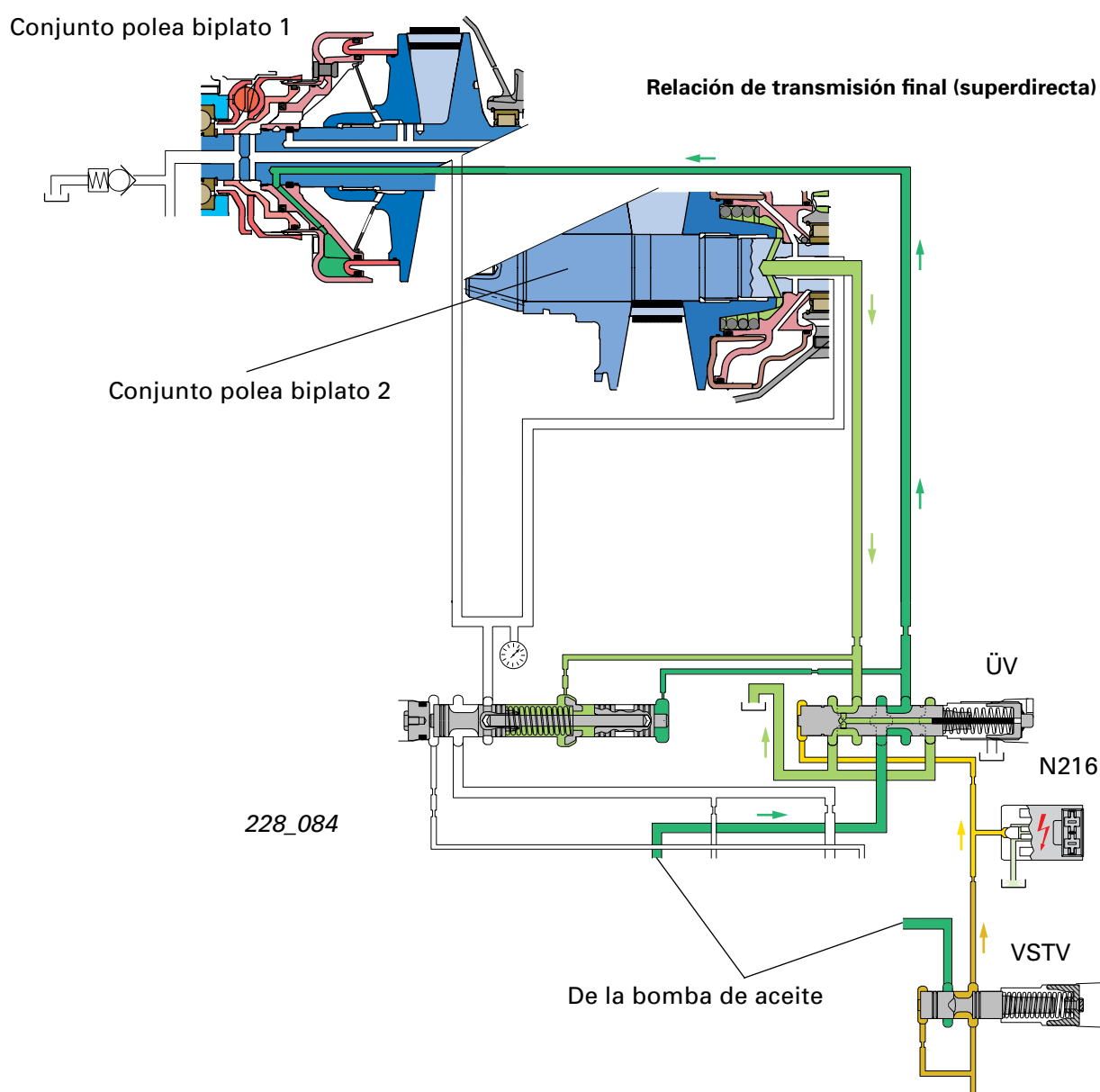
La válvula reguladora de presión N216 recibe una presión constante de aprox. 5 bar por parte de la válvula de mando previo VSTV. En función de la corriente de control calculada por la unidad de control del cambio, la N216 modula una presión de control que influye en la posición de la válvula para la relación de transmisión ÜV.

Una alta corriente de control se traduce en una alta presión de control. En función de la presión de control, la válvula para la relación de transmisión ÜV conduce la presión hacia el cilindro de reglaje de los conjuntos polea biplato 1 o bien 2.



La válvula para la relación de transmisión ÜV está cerrada a una presión de control comprendida entre aprox. 1,8 bar y 2,2 bar. Si la presión de control es inferior a 1,8 bar se conduce la presión de reglaje hacia el cilindro de reglaje para el conjunto polea biplato 1 y se ventila a su vez el cilindro de reglaje para el conjunto polea biplato 2 hacia el depósito de aceite. El variador efectúa el reglaje en dirección hacia la superdirecta.

Si la presión de control es superior a 2,2 bar, la presión de reglaje se conduce hacia el cilindro de reglaje del conjunto polea biplato 2 y al mismo tiempo se ventila el cilindro de reglaje del conjunto polea biplato 1 hacia el depósito de aceite. El variador efectúa el reglaje en dirección hacia la relación de transmisión en arrancada.



— Ventilado hacia el depósito de aceite
— Alimentación de aceite

— Presión de mando previo
— Presión de control
— Hacia el depósito de aceite

Grupos componentes del cambio

Sensor de par

(Regulación de la fuerza de apriete)

Según se ha descrito, una presión de aceite correspondiente en el cilindro de apriete se traduce en una presión de apriete resultante para las poleas.

Si esta última es demasiado escasa, la cadena puede llegar a patinar y dañarse o provocar daños en las poleas. Una presión de apriete excesiva, por su parte, declina el grado de rendimiento del sistema.

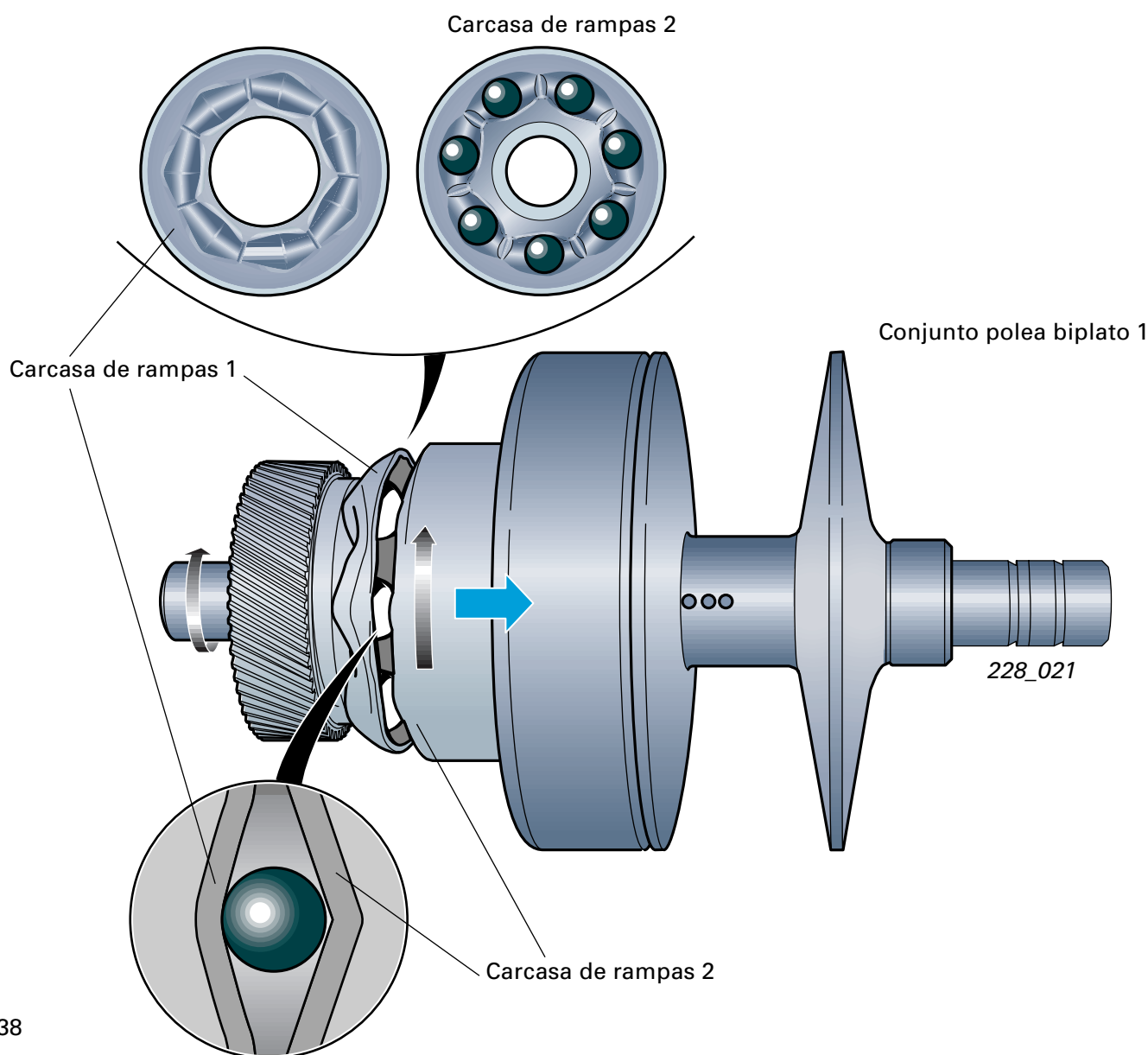
En virtud de ello, el objetivo consiste en ajustar la fuerza de apriete de las poleas cónicas en función de las necesidades, y ello con la mayor exactitud y fiabilidad posibles.

Un sensor de par, de funcionamiento hidráulico-mecánico, alojado en el conjunto polea biplato 1, detecta de un modo muy exacto el par efectivamente transmitido, actuando por la vía estática y dinámica, y establece la presión de aceite adecuada en los cilindros de apriete.



El par del motor se inscribe hacia el variador exclusivamente a través del sensor de par.

La presión de apriete la regula el sensor de par por la vía puramente mecánico-hidráulica.





Diseño y funcionamiento

El sensor de par consta, en esencia, de dos carcasas con siete rampas, entre las cuales se alojan bolas de acero. La carcasa de rampas 1 va encajada por concordancia geométrica con el elemento secundario del conjunto polea biplato 1 (rueda secundaria de la etapa reductora). La carcasa de rampas 2 está comunicada con el conjunto polea biplato 1 a través de un estriado desplazable axialmente, y se apoya contra el émbolo del sensor de par. El émbolo del sensor de par se utiliza para regular la presión de apriete y constituye la carcasa de las cámaras 1 y 2 para el sensor de par.

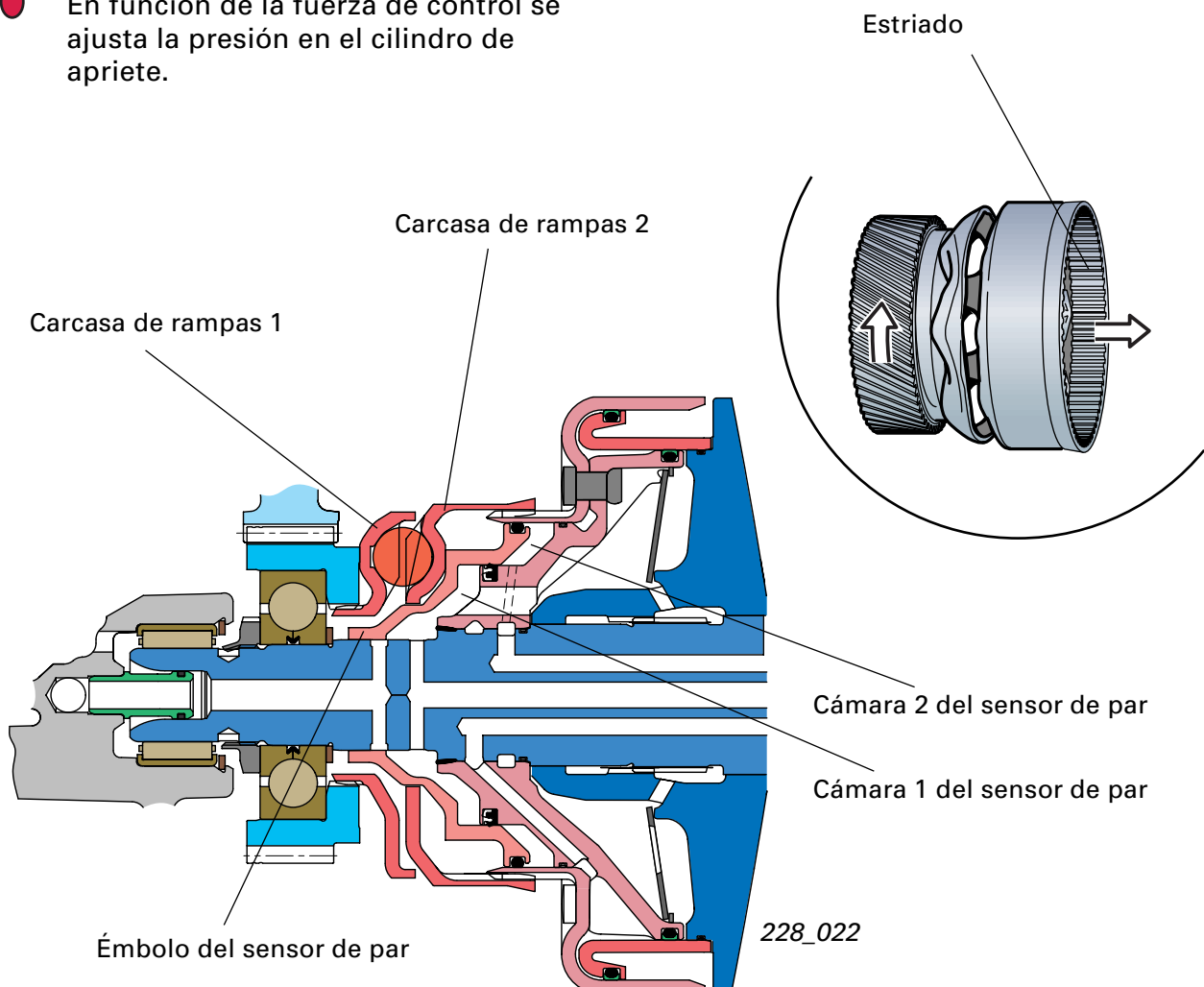
Las carcasas pueden girar radialmente una con respecto a otra, transformándose el par de giro en una fuerza axial, debido a la geometría de las rampas y bolas. Esta fuerza axial actúa sobre la carcasa de rampas 2 y desplaza el émbolo aplicado del sensor de par.

Durante esa operación, el borde de control del émbolo sensor de par cierra o bien abre las desembocaduras en la cámara 1 del sensor de par.



La fuerza axial generada por el sensor de par se utiliza como fuerza de control, la cual es proporcional al par del motor.

En función de la fuerza de control se ajusta la presión en el cilindro de apriete.



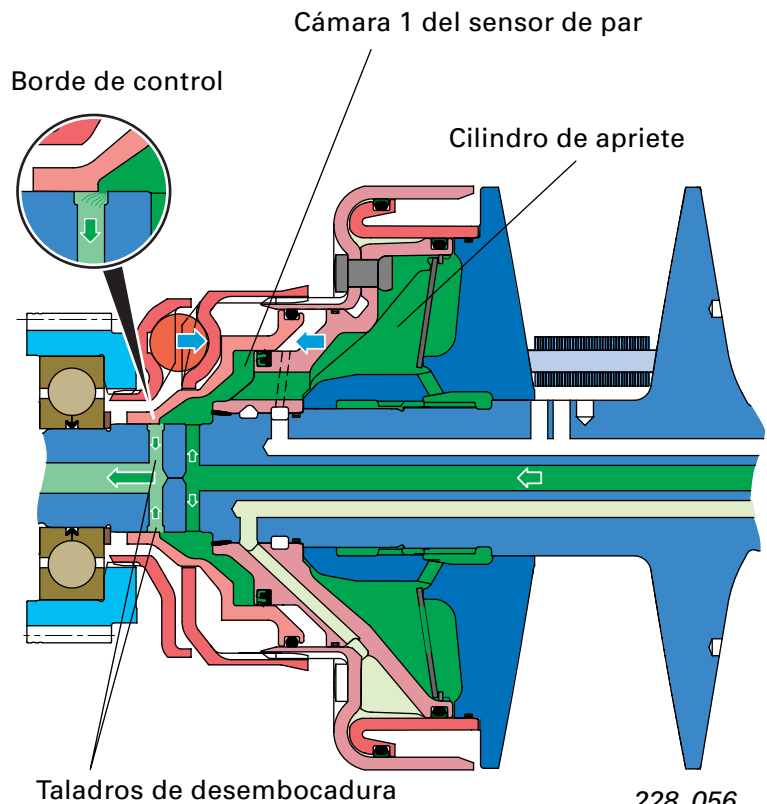
Grupos componentes del cambio



La cámara 1 del sensor de par está comunicada directamente con el cilindro de apriete.

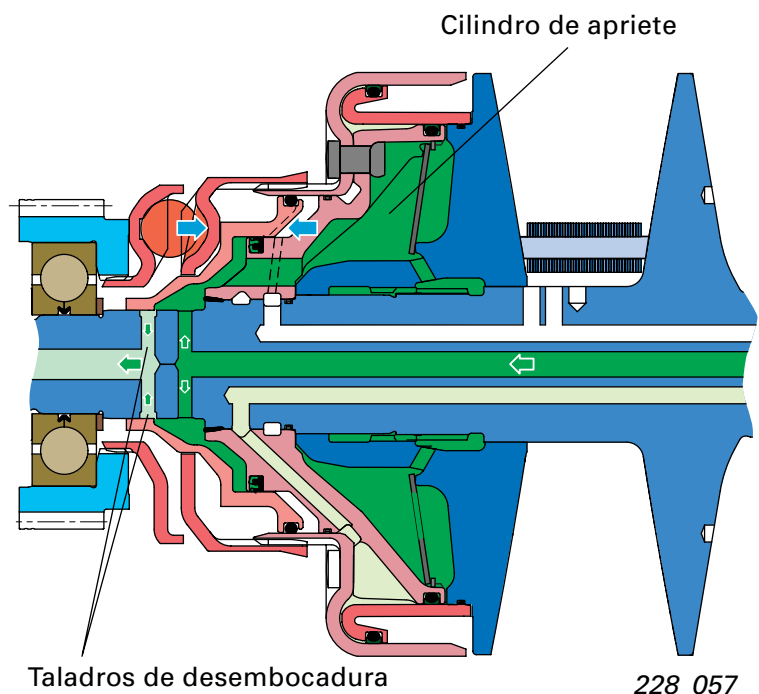
El sistema está diseñado de modo que la fuerza axial generada por el par del motor se mantenga en equilibrio con la presión en el cilindro de apriete.

Al circular a velocidad constante, los taladros de desembocadura sólo van cerrados parcialmente. La caída de presión generada por el control en los taladros de desembocadura (sensor de par) se encarga de modular la presión en el cilindro de apriete.



Al aumentar el par de tracción, lo primero que sucede es que los taladros de desembocadura sean cerrados un poco más por parte del borde de control, haciendo que aumente la presión en los cilindros de apriete, hasta que se vuelva a establecer el equilibrio de las fuerzas.

Al reducirse el par de tracción, los taladros de desembocadura abren un poco más, disminuyendo la presión en los cilindros de apriete hasta que se vuelva a establecer el equilibrio de las fuerzas.

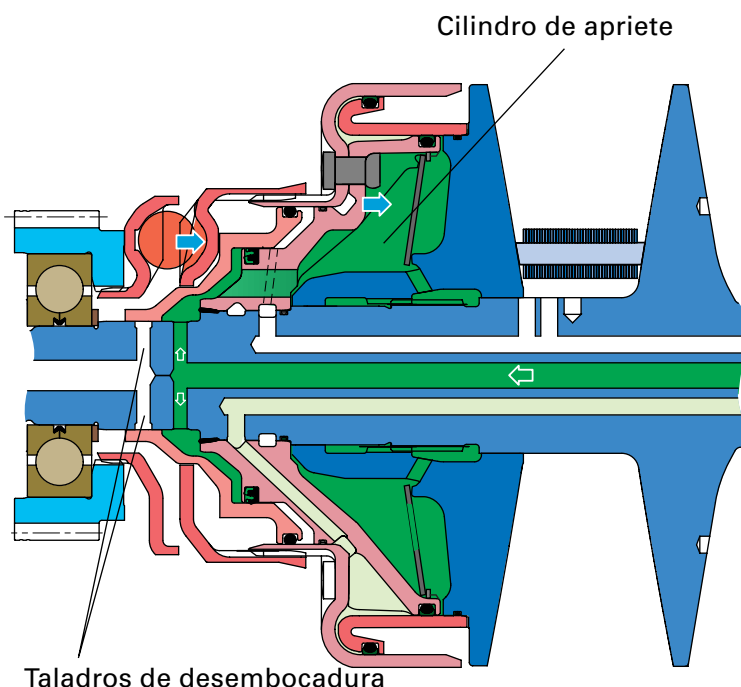


Al intervenir picos de par, el borde de control sobrepasa los taladros de desembocadura hasta cerrarlos.

Si el sensor de par se sigue desplazando, actúa como una bomba de aceite, haciendo que el volumen de aceite desplazado aumente ahora muy rápidamente la presión en los cilindros de apriete, adaptando sin demora la presión de apriete.



Enormes picos de par surgen p. ej. al pasar por un bache o al intervenir cambios intensos en los pares de fricción del pavimento (al pasar de pavimento resbaladizo a asfalto).



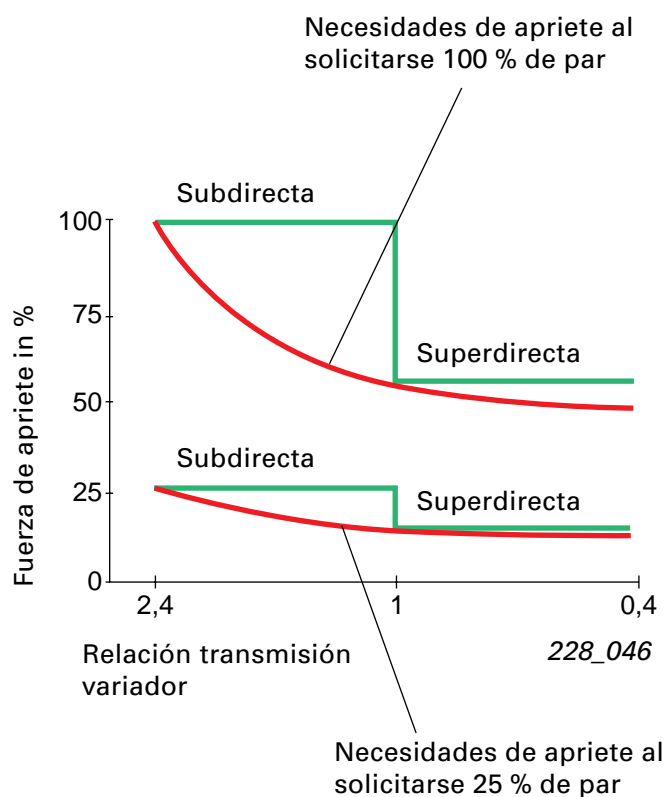
228_058

Adaptación de la presión de apriete en función de la relación de transmisión

La presión de apriete de las poleas cónicas no sólo depende del par de la tracción, sino que también se encuentra supeditada al radio de ataque de la cadena y, con éste, a la relación de transmisión momentánea del variador.

El gráfico muestra que las necesidades de apriete alcanzan su nivel máximo en la relación de transmisión de arrancada. La cadena ataca en el radio mínimo del conjunto polea 1 y, a pesar del intenso par de tracción, sólo se encuentra en ataque una pequeña cantidad de ejes de presión basculantes.

El apriete de las poleas se realiza durante esa operación con una fuerza de apriete superior hasta sobrepasar una relación de transmisión definida (1:1).



228_046

Funciones y funcionamiento

La fuerza de apriete en función de la relación de transmisión se adapta con ayuda de la cámara 2 para el sensor de par.

Por medio del aumento o la disminución de la presión en la cámara 2 para el sensor de par se hace variar el nivel de presión en los cilindros de apriete. La cámara 2 del sensor de par se gestiona mediante dos taladros transversales en el eje del conjunto polea biplato 1. Se abren y cierran con el desplazamiento axial del plato polea móvil.

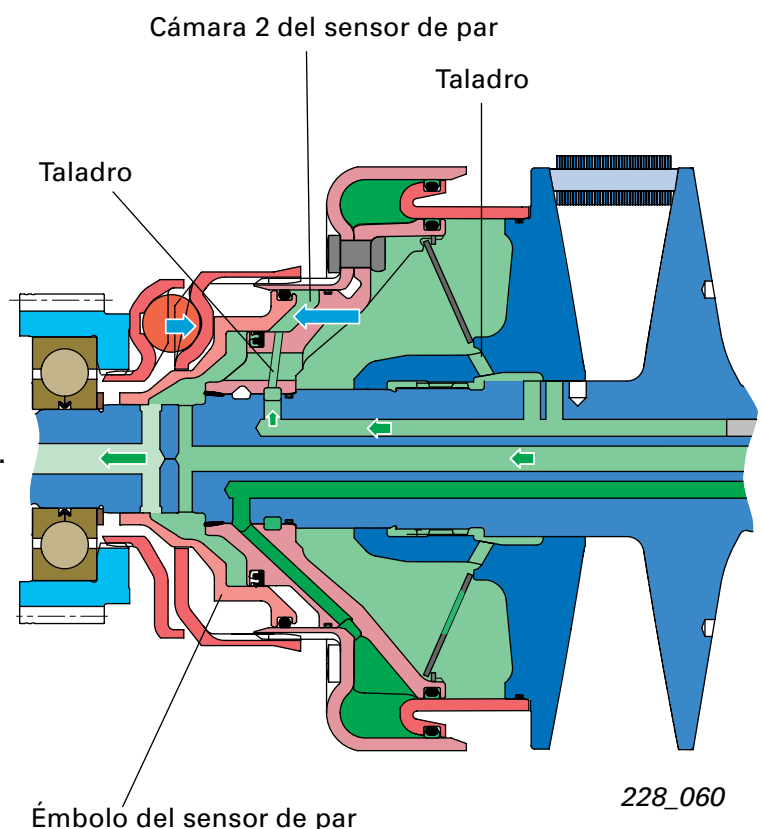
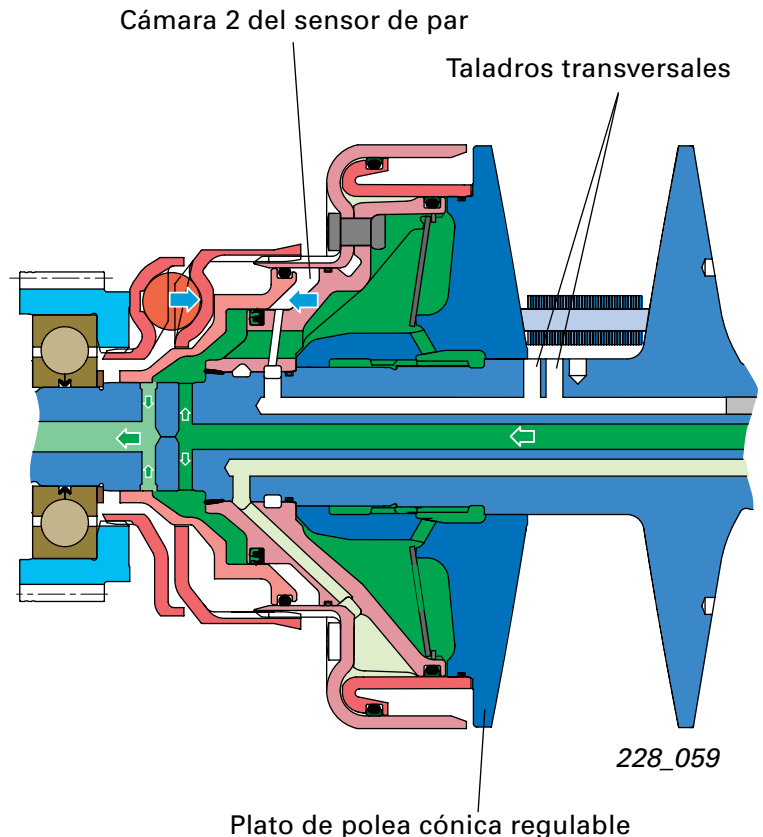
Los taladros transversales están abiertos al encontrarse el variador en la relación de transmisión para arrancada (cámara 2 del sensor de par sin presión).

Si el variador modifica la transmisión hacia una relación "rápida" se cierran primeramente los taladros transversales. A partir de una relación de transmisión definida abre el taladro transversal izquierdo y se pone ahora en comunicación con el cilindro de apriete a través de los taladros correspondientes en el plato de polea cónica desplazable.

La presión del aceite es conducida ahora por el cilindro de apriete hacia la cámara 2 del sensor de par. Esta presión actúa en contra de la fuerza axial del sensor de par y desplaza el émbolo de éste hacia la izquierda.

El borde de control abre un poco más los taladros de desembocadura y se reduce la presión del aceite en el cilindro de apriete.

La ventaja esencial que ofrece la adaptación biescalonada de la presión reside en que desde la gama media de relaciones de transmisión ya se trabaja con una baja presión de apriete, lo cual influye positivamente en el grado de rendimiento (ver figura 228_046 en la página anterior).





Tolva de aceite centrífugo

Otra particularidad del variador es que el conjunto polea biplato 2 posee una "tolva de aceite centrífugo", para actuar en contra de la presurización dinámica en el cilindro de apriete.

A regímenes superiores, y debido a los efectos de la rotación, el aceite de transmisión en el cilindro de apriete se encuentra sometido a fuerzas centrífugas intensas, las cuales conducen a un ascenso de la presión. Se habla de una "presurización dinámica".

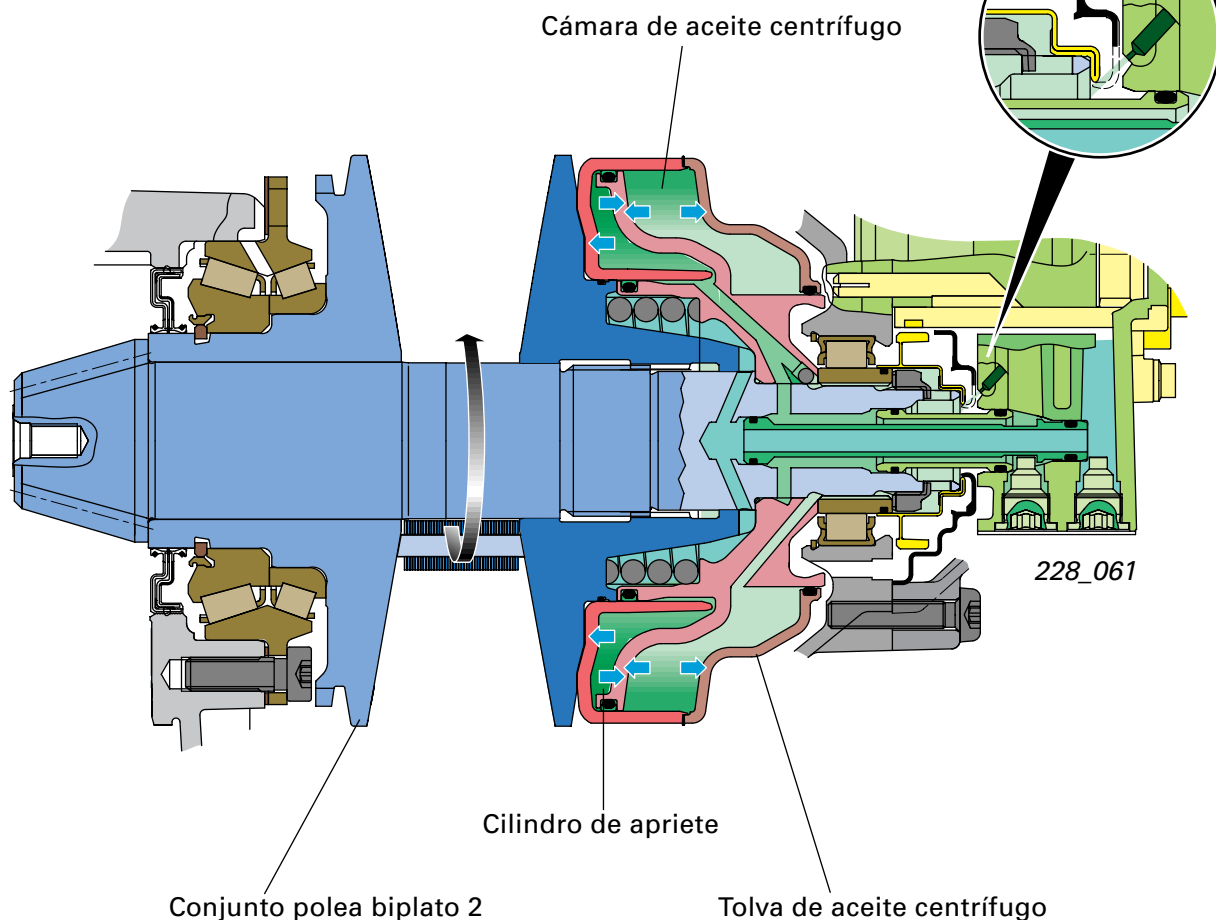
La presurización dinámica es un efecto indeseable, porque aumenta innecesariamente la presión de apriete e influye negativamente en el ciclo de regulación del sistema de reglaje.

El aceite encerrado en la tolva de aceite centrífugo está expuesto al mismo fenómeno de presurización dinámica que en el cilindro de apriete. Por ese medio se compensa la presurización dinámica en el cilindro de apriete.

La cámara de aceite centrífugo se alimenta a través de un taladro de proyección de aceite, directamente por parte de la unidad de control hidráulica. El taladro de proyección de aceite inyecta continuamente aceite hacia el área de alimentación de la cámara de aceite centrífugo.

Si se reduce el volumen en la cámara de aceite centrífugo (al variar la relación de transmisión) se expulsa el aceite a través del conducto de alimentación.

Taladro proyección aceite



Grupos componentes del cambio

Cadena

Una función clave en el variador del sistema multitronic® le corresponde a la cadena.

Por primera vez en un cambio CVT se implanta una cadena como el "medio de ceñimiento".

La cadena es un nuevo desarrollo que, en comparación con los "medios de ceñimiento" conocidos hasta ahora, como la correa de eslabones de empuje o la correa trapezoidal, ofrece las siguientes ventajas:

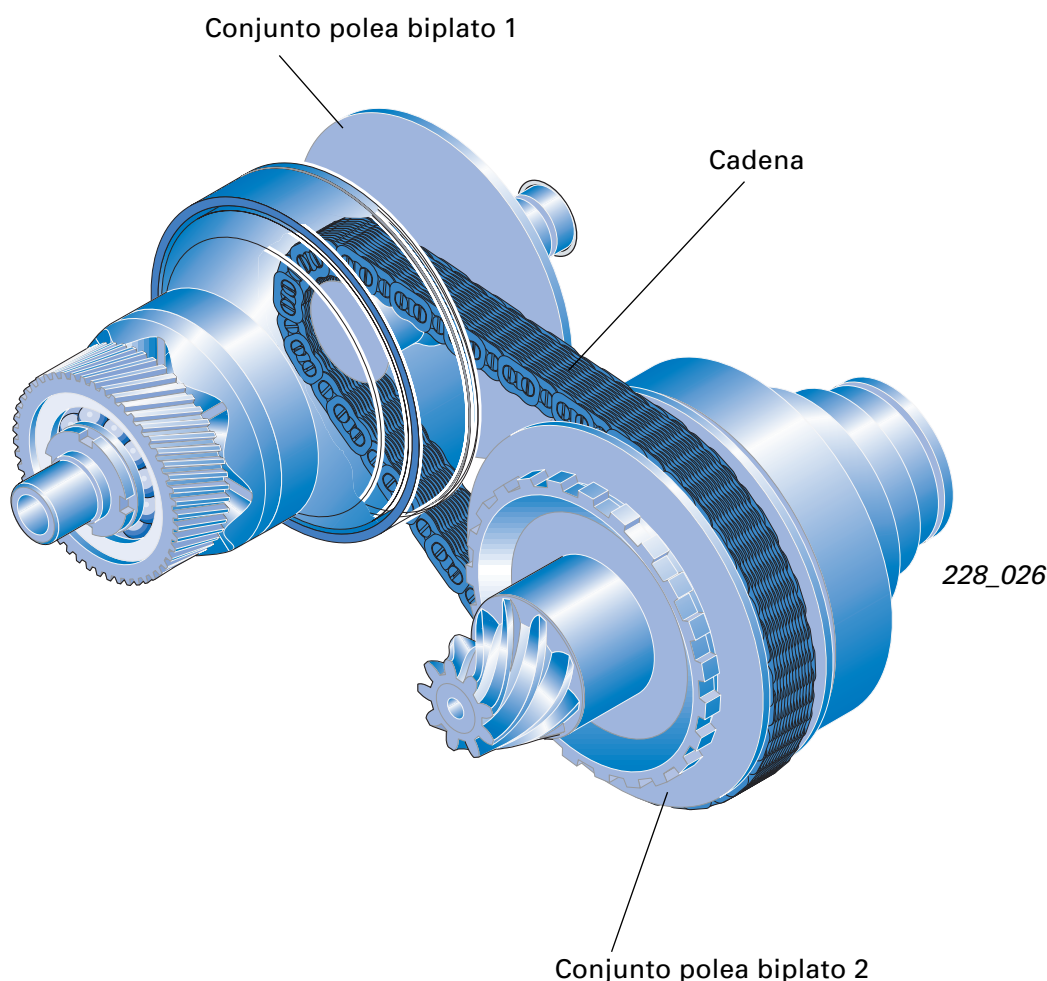
- ▶ Radios de rodadura muy estrechos permiten un gran "espaciamento" a pesar de las dimensiones compactas del variador.
- ▶ Intenso par transmisible
- ▶ Alto grado de rendimiento



El **espaciamiento de la garganta** indica el margen de relaciones que aporta una transmisión.

El espaciamiento de la garganta se indica como una cifra proporcional. La relación de transmisión en arrancada, dividida por el espaciamiento de la garganta, da por resultado la relación de transmisión final.

En términos generales, un gran espaciamiento de la garganta presenta ventajas, porque aporta una alta relación de transmisión en arrancada (buenas condiciones dinámicas) y a su vez una baja relación final (consumo bajo). Esto, como es natural, tiene especial validez para un concepto CVT, porque prácticamente están disponibles todas las etapas intermedias, sin que exista ya ningún "escalonamiento inadecuado" entre las marchas.





Diseño y funcionamiento

En una cadena convencional, los eslabones van unidos de forma movable a través de pernos de articulación. Para la transmisión de par incide una rueda dentada en los pernos entre los eslabones.

La técnica de la cadena CVT es distinta.

La cadena CVT consta de eslabones encadenados en línea y unidos sin fin por medio de dos ejes de presión basculantes en cada ojo.

En el caso de la cadena CVT, los ejes de presión basculantes sobresalen por los costados de la cadena y son los que se "aprietan" entre las poleas cónicas del variador, a base de oprimir uno contra otro los platos de ambas poleas.

El par de giro se transmite solamente a través de la fuerza de fricción entre la superficie frontal de los ejes de presión basculante con respecto a las superficies de apoyo en las poleas cónicas.

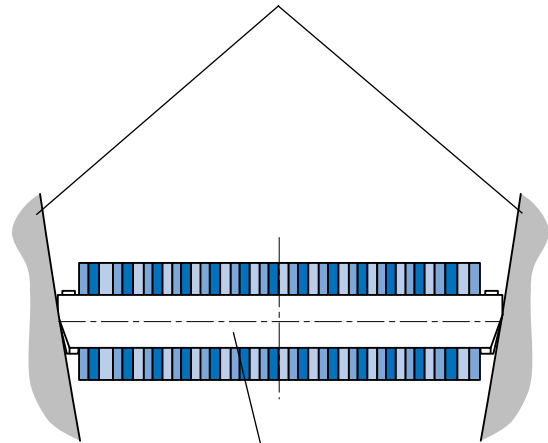
Así funciona:

Los ejes de presión basculante van unidos a prueba de giro con una fila de eslabones, respectivamente. Dos ejes constituyen una articulación basculante.

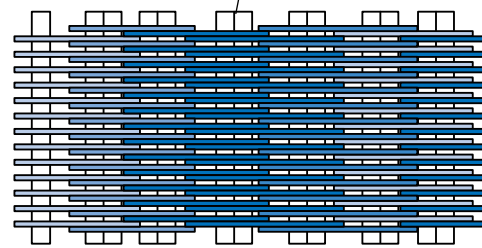
La técnica consiste en que al "ceñirse" la cadena en el radio de ataque de las poleas, los ejes de presión basculante describen un movimiento de rodadura mutua, efectuando así un trabajo casi exento de fricción.

De esta forma, a pesar de estar transmitiendo pares intensos con grandes ángulos de flexión, se logran reducir a su mínima expresión las pérdidas de potencia y el desgaste. Esto se traduce en una larga vida útil del conjunto y un grado de rendimiento óptimo.

Platos de polea cónica del variador

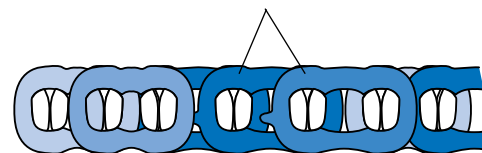


Ejes de presión basculante

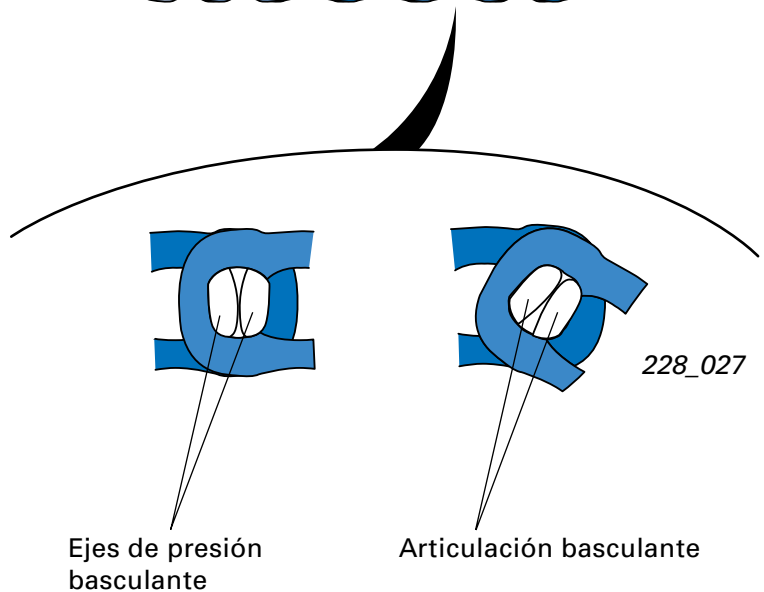


Vista de planta

Eslabones



Vista de perfil



228_027

Ejes de presión basculante

Articulación basculante

Grupos componentes del cambio

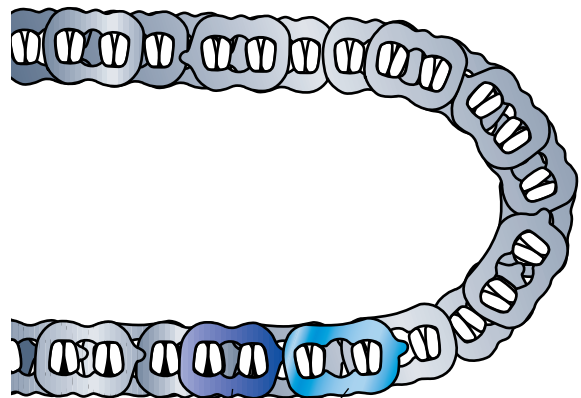


Medidas acústicas

Para establecer el funcionamiento más silencioso posible de la cadena se utilizan dos diferentes longitudes de los eslabones.

Si se utilizaran eslabones de la misma longitud, los ejes de presión basculante incidirían siempre a las mismas distancias en las poleas, generando oscilaciones que causarían una sonoridad desagradable.

Con la implantación de eslabones de diferente longitud se interfieren las resonancias, minimizándose la sonoridad de funcionamiento.



228_028

Eslabones de diferente longitud



Alimentación de aceite

En el cambio multitronic®, la transmisión de la fuerza depende por igual de la alimentación de corriente y de la parte hidráulica.

Nada funciona sin corriente eléctrica y la suficiente alimentación de aceite.

La potencia suministrada para ello por la bomba de aceite representa las necesidades energéticas principales del cambio y es, por tanto, el factor decisivo para su grado de rendimiento total.

Los sistemas descritos hasta esta parte han sido diseñados por ello de modo que tengan mínimas necesidades de aceite y se ha desarrollado para ello un innovador sistema de alimentación de aceite.

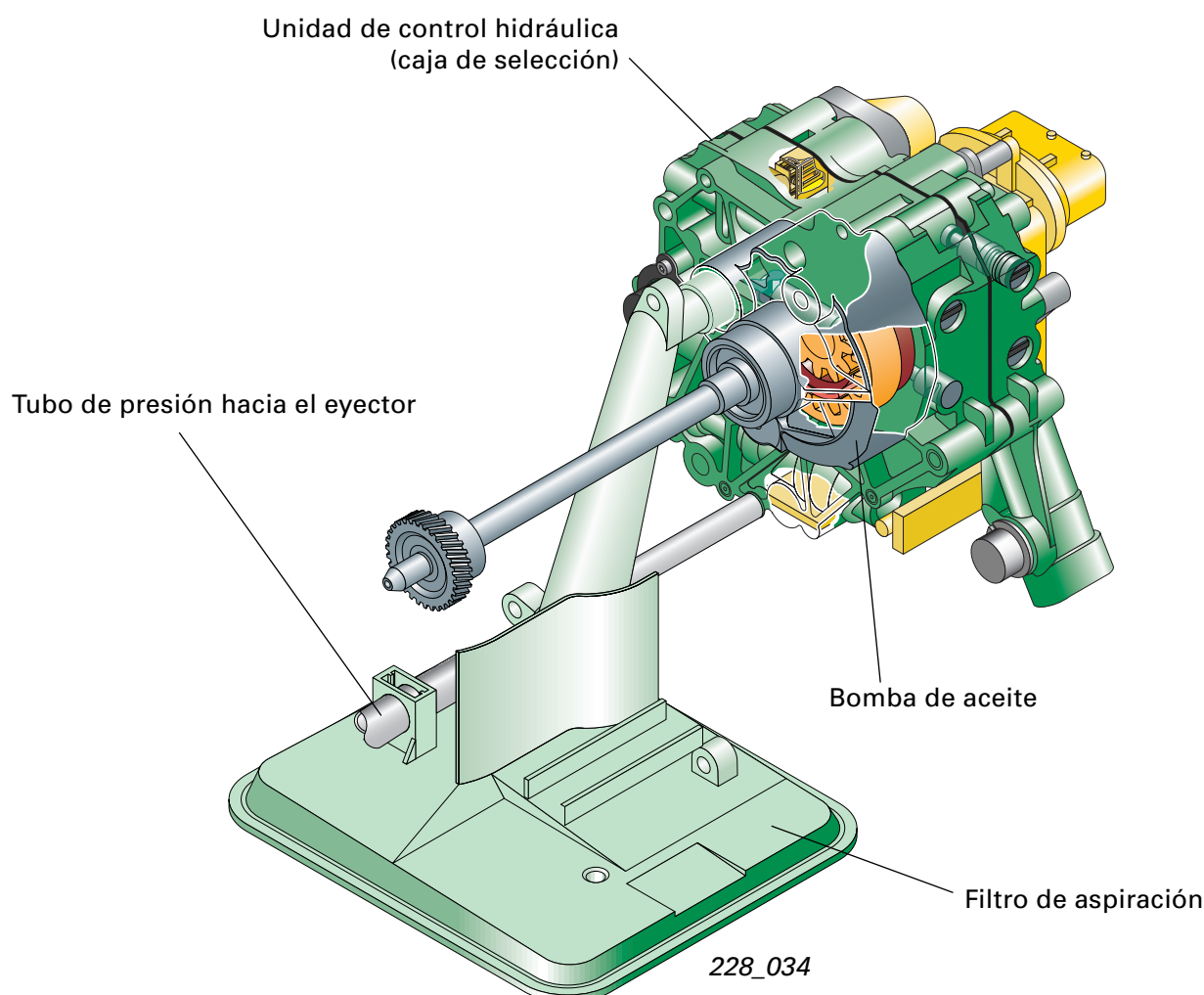
Bomba de aceite

Para evitar conexiones innecesarias se ha montado la bomba de aceite directamente a la unidad de control hidráulica. Esta configuración compartida con el sistema de control constituye una unidad compacta, reduce las pérdidas de presión, y su fabricación es, además, correspondientemente económica.

El sistema multitronic® está equipado con una bomba lunular optimizada en rendimiento. Suministra las presiones necesarias con una cantidad de aceite comparablemente inferior.

Un eyector suministra la cantidad de aceite necesaria a baja presión para la refrigeración de los embragues.

La bomba lunular puede ser integrada como unidad compacta en la gestión hidráulica y accionada directamente por el árbol de entrada, a través de un piñón cilíndrico y el eje de la bomba.



228_034

Grupos componentes del cambio



Como particularidades de la bomba de aceite cabe mencionar aquí la compensación de la separación axial, así como la compensación de la separación radial.

Para poder realizar altas presiones desde regímenes bajos se necesita una bomba que presente un buen "sellado interno".

En virtud de las tolerancias admitidas para los componentes, las bombas de aceite en diseño convencional no satisfacen estos planteamientos.

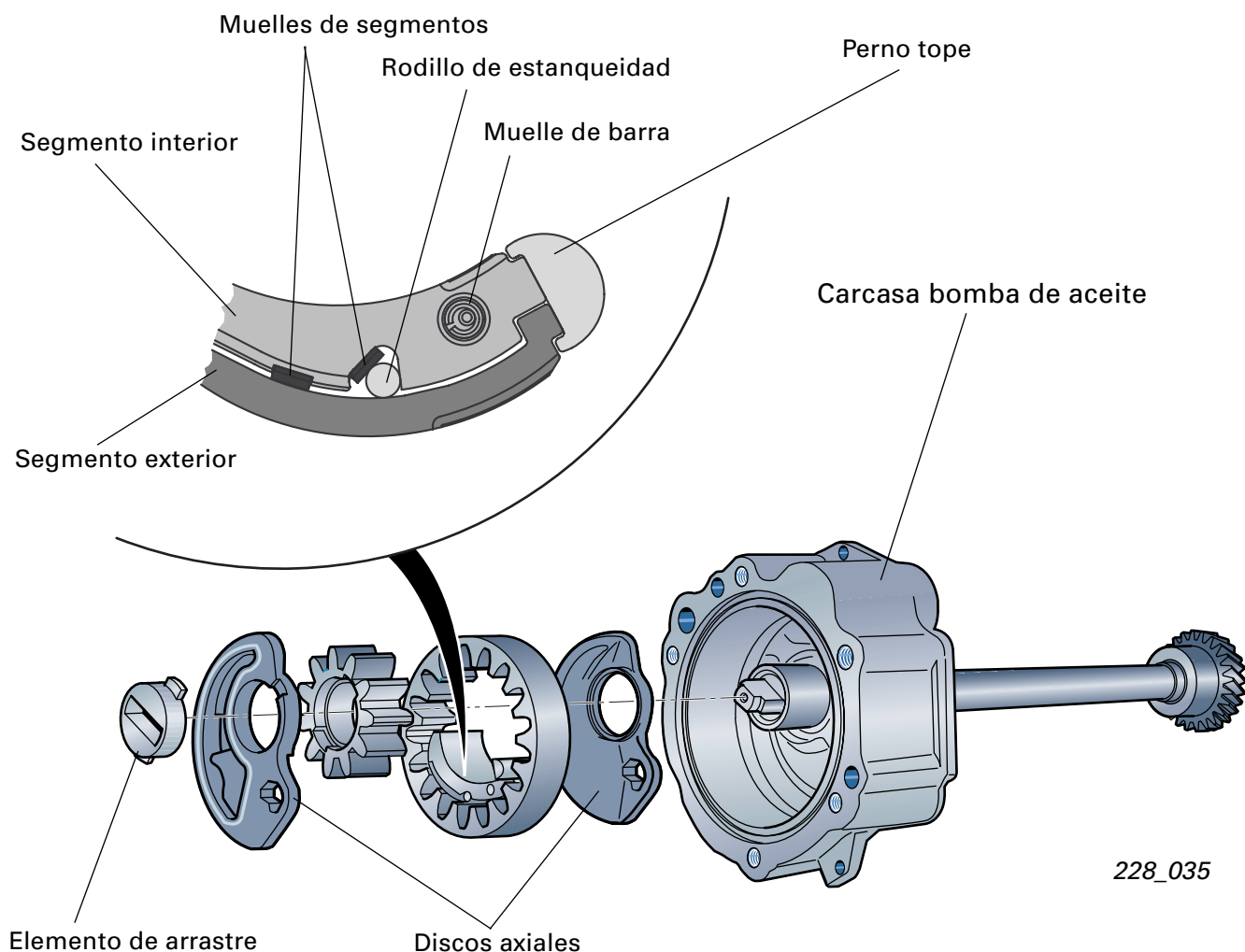


El término del "sellado interno" está relacionado con la estanqueidad interna de la bomba.

Según las condiciones de tolerancias en los componentes, las separaciones axiales (juegos) entre las ruedas dentadas y la carcasa, así como las separaciones radiales (juegos) entre las ruedas dentadas y la lúnula resultan ser de una mayor o menor magnitud.

La presión generada puede escapar en tal caso "internamente" en una mayor o menor magnitud correspondiente.

Como consecuencia de ello se producen pérdidas de presión y disminuye el grado de rendimiento.

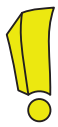


228_035

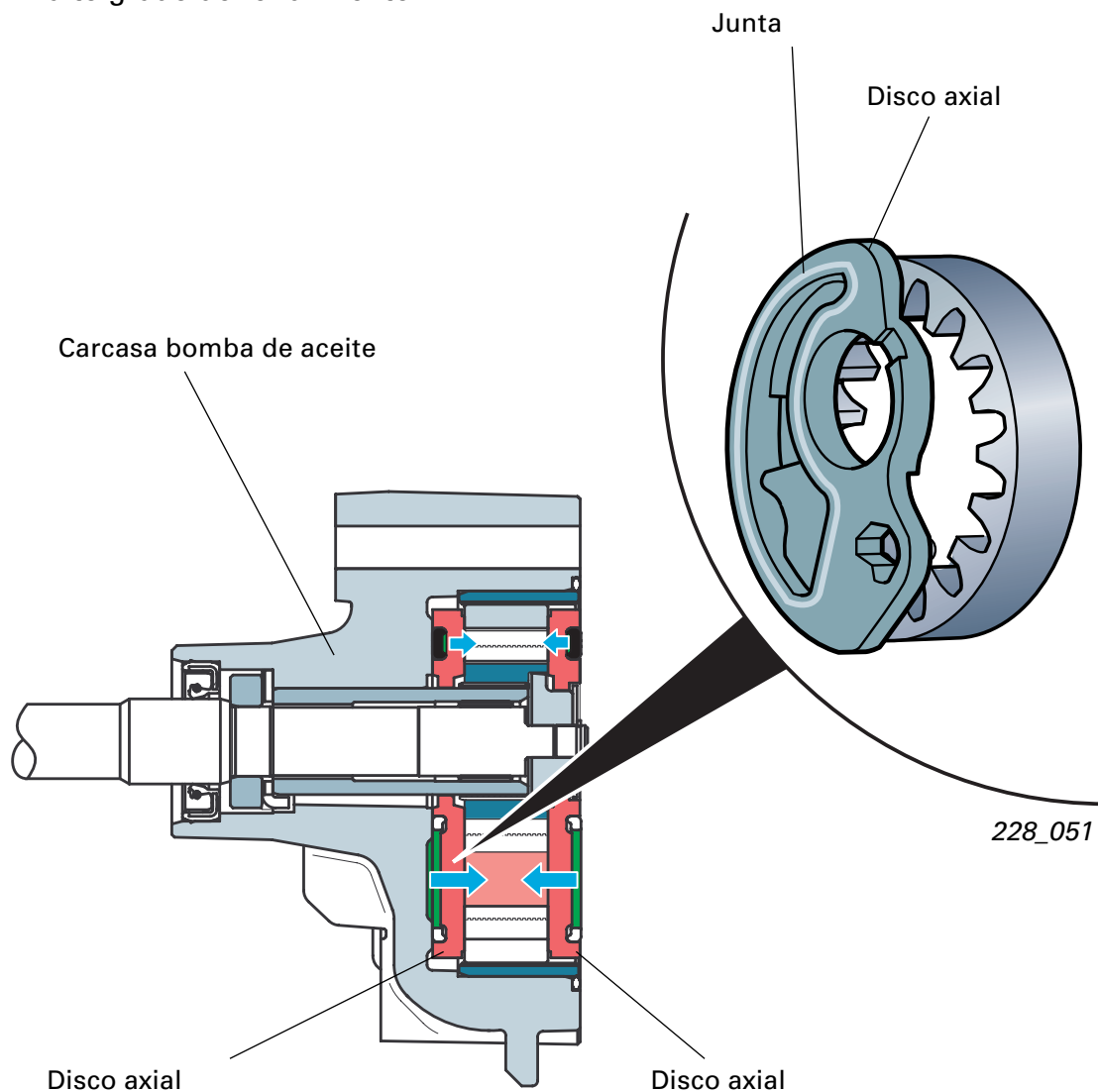
Compensación de la separación axial

Dos discos axiales recubren la zona de presión de la bomba y forman una carcasa de presión individual dentro de la bomba. Sellan lateralmente (axialmente) la cámara de presión de la bomba, apoyándose, por intermedio de una junta especial, contra la carcasa de la bomba o bien contra la placa para la bomba en la unidad de control hidráulica.

Los discos axiales están diseñados de modo que la presión de la bomba pueda actuar entre los discos axiales y la carcasa. La junta se encarga de que la presión no pueda escapar. A medida que aumenta la presión en la bomba se oprimen los discos axiales más intensamente contra la lúnula y las ruedas de la bomba, estableciendo así la compensación axial del juego.



A pesar del diseño compacto, la compensación de la separación axial y radial permite obtener las altas presiones requeridas, y ello con un alto grado de rendimiento.



Grupos componentes del cambio

Compensación de la separación radial

La compensación de la separación radial viene a contrarrestar el resquicio radial entre la lúnula y las ruedas dentadas (piñón y corona interior).

A esos efectos se ha dividido la lúnula en dos segmentos, el **segmento interior** y el **segmento exterior**.

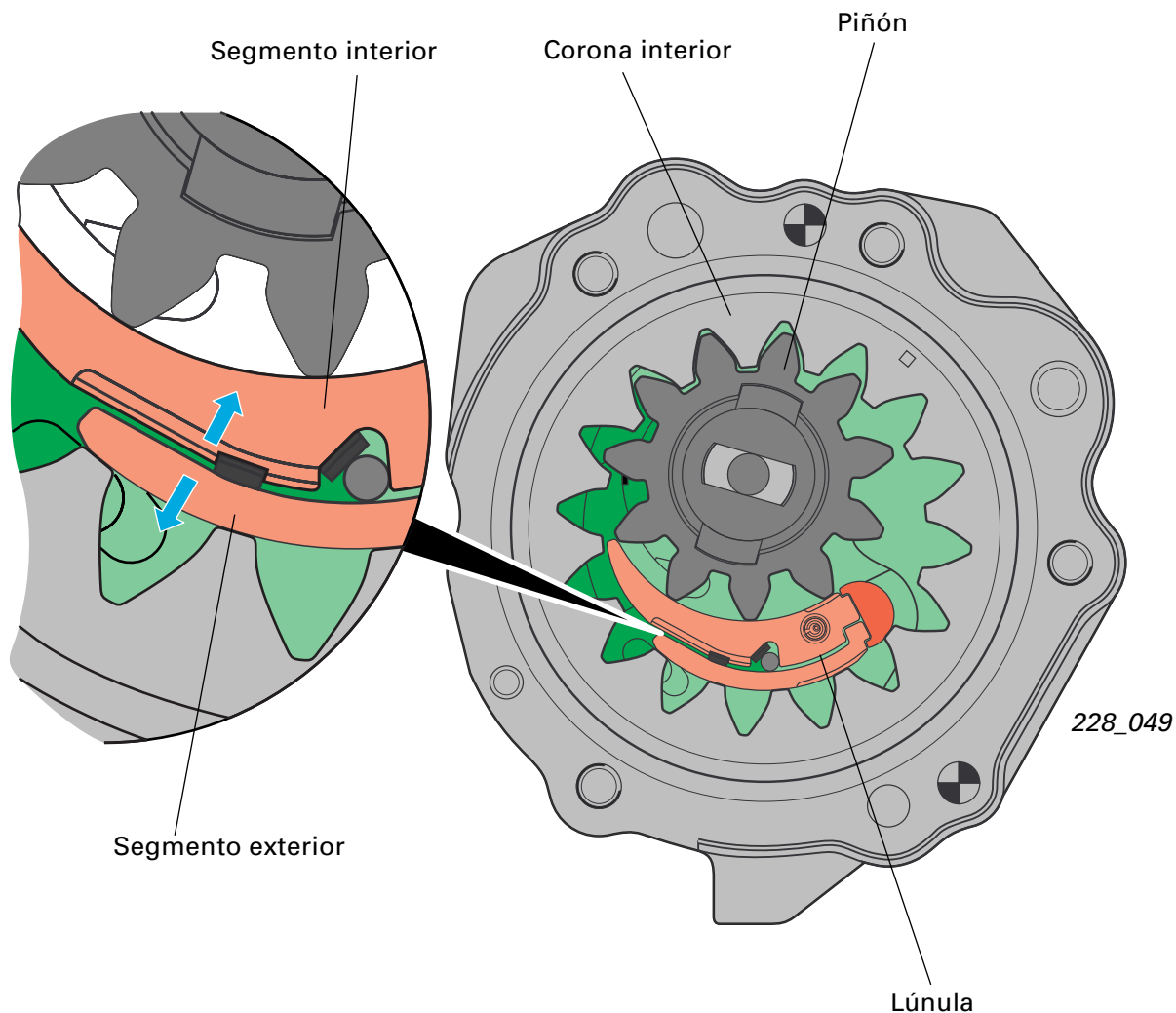
El segmento interior sella la cámara de presión hacia el piñón. Aparte de ello sostiene al segmento exterior en dirección radial.

El segmento exterior sella la cámara de presión hacia la corona interior.

La presión de la bomba pasa entre ambos segmentos y, a medida que aumenta la presión, los oprime más intensamente contra el piñón y la corona interior, compensando así la separación radial.

Los muelles de los segmentos establecen un apriete básico de los segmentos y del rodillo de estanqueidad al no haber presión en el sistema y mejoran así el comportamiento de aspiración de la bomba.

Asimismo aseguran que la presión de la bomba pueda actuar entre los segmentos y sobre el rodillo de estanqueidad.





Eyector

Una refrigeración suficiente de ambos embragues requiere, sobre todo en arrancada (alta generación de calor debido a patinaje) mayores cantidades de aceite de las que puede suministrar la bomba de engranajes interiores.

Para suministrar la cantidad de aceite necesaria para la refrigeración de los embragues se integra un eyector en el sistema de refrigeración de embragues.

El eyector es una versión de plástico, que se asoma profundamente hacia el aceite en depósito.

Así funciona:

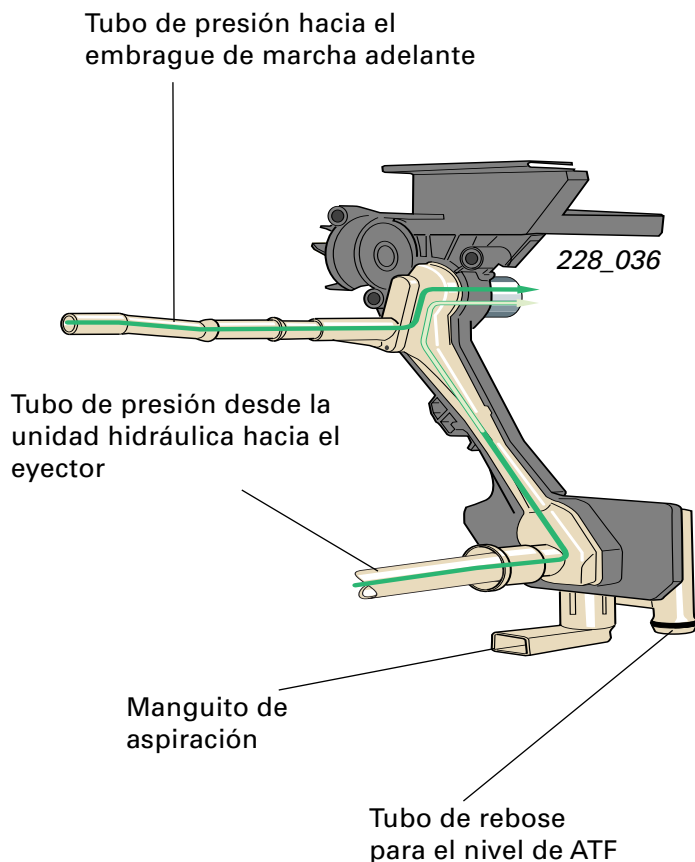
El eyector trabaja según el principio de Venturi.

Al necesitarse refrigeración, el aceite refrigerante suministrado por la bomba (aceite a presión) se conduce a manera de "chorro impulsor" a través del eyector. Al pasar por el eyector genera una depresión, la cual aspira aceite del depósito y forma, conjuntamente con el chorro impulsor, una gran cantidad de aceite casi exenta de presión.

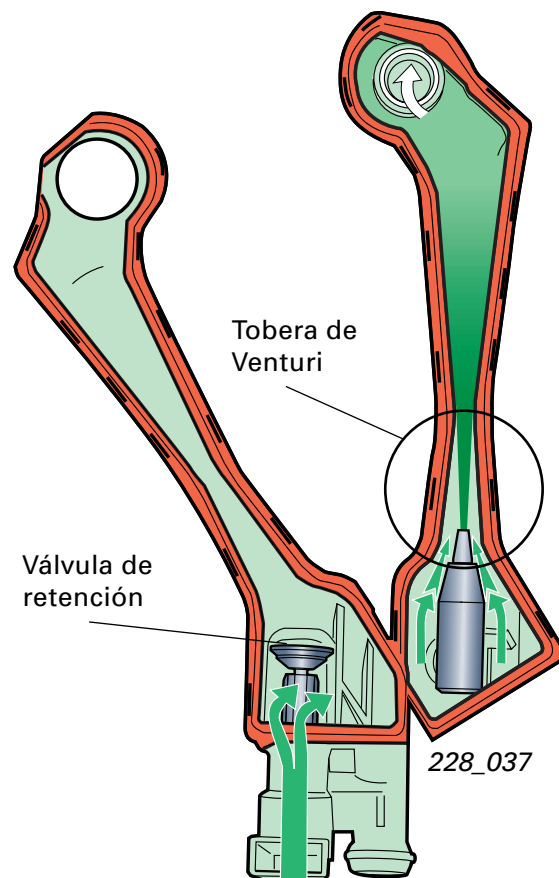
De esa forma, en caso de necesidad se logra casi duplicar la cantidad de aceite refrigerante, sin requerir un rendimiento adicional de la bomba.

Una válvula de retención impide que el eyector se vacíe, permitiendo así una respuesta instantánea para el transporte del aceite refrigerante.

Vista del eyector:



Eyector seccionado y abierto:



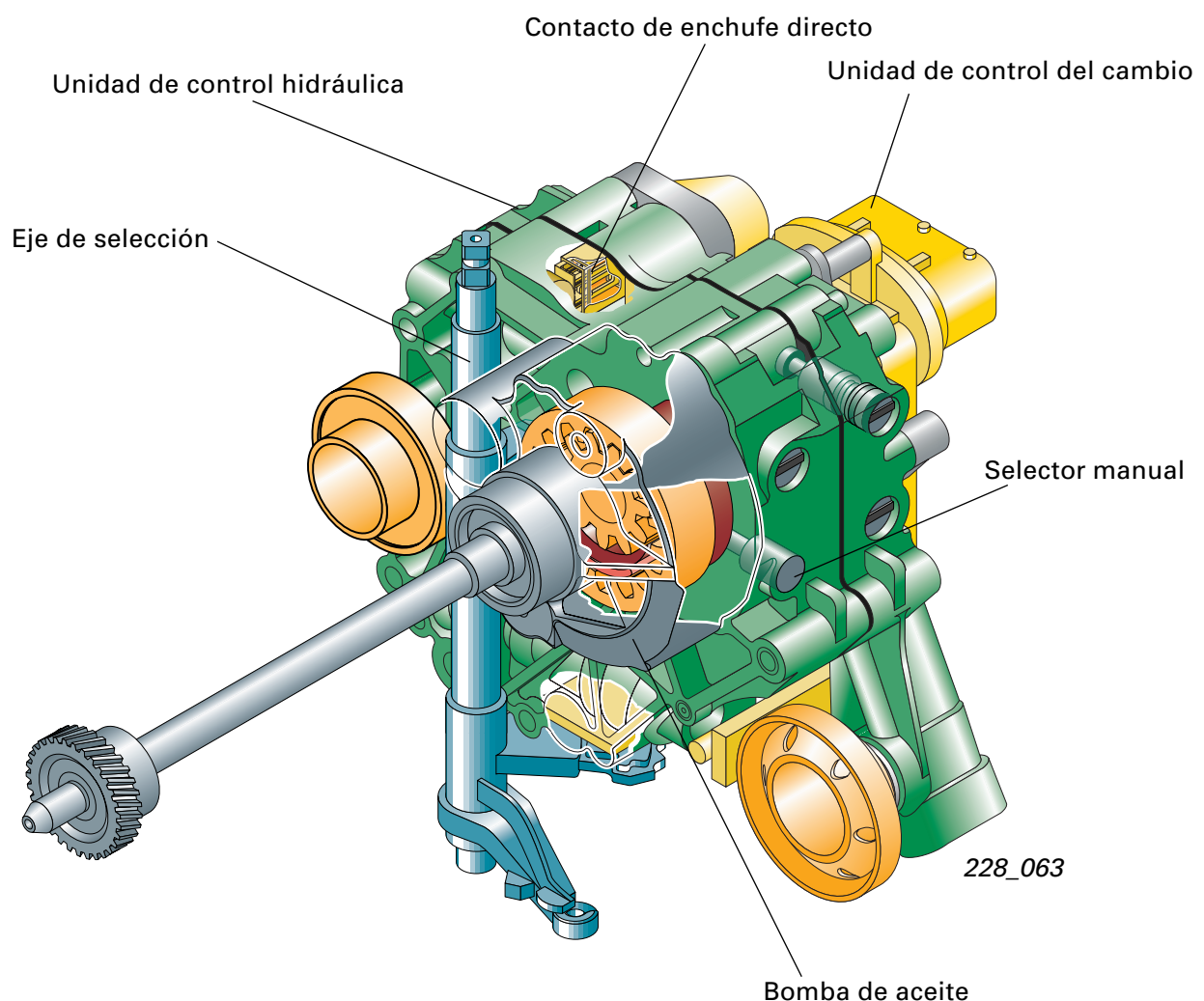
Gestión electrónico-hidráulica



Una novedad es la agrupación de la bomba de aceite, la unidad de control hidráulica (caja de selección) y la unidad de control del cambio, formando una unidad compacta y montada completa.

La unidad de control hidráulica incluye el selector manual, nueve válvulas hidráulicas y tres válvulas electromagnéticas para el control de la presión.

La unidad de control hidráulica y la unidad de control del cambio están interconectadas eléctricamente por medio de contactos de enchufe directos.



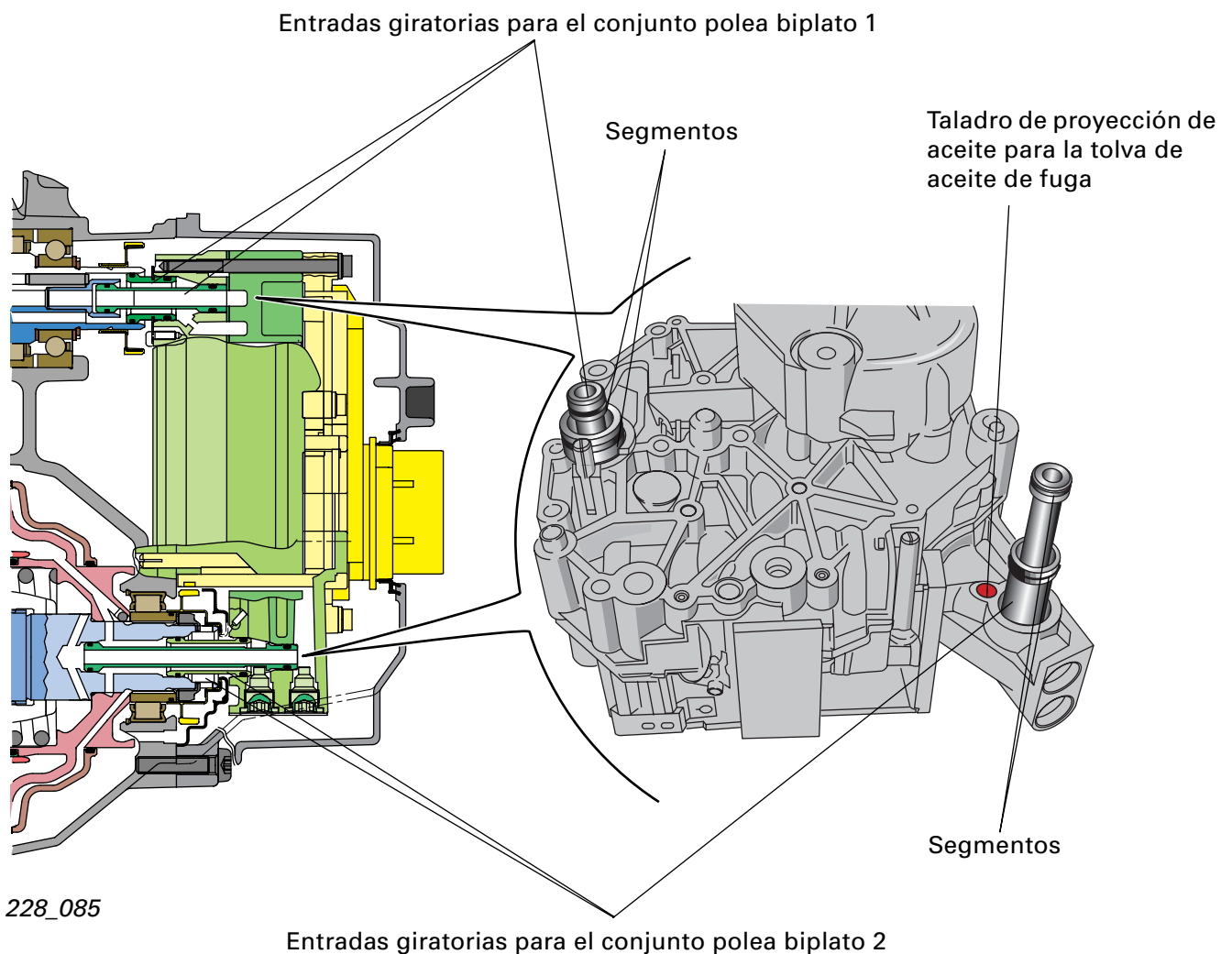


La unidad de control hidráulica ejecuta las siguientes funciones:

- ▶ Gestión de los embragues de marchas adelante y atrás
- ▶ Regulación de la presión de los embragues
- ▶ Refrigeración de los embragues
- ▶ Alimentación de aceite a presión para la regulación del apriete
- ▶ Gestión de la relación de transmisión
- ▶ Alimentación de la tolva de aceite de fuga

A través de “entradas giratorias”, la unidad de control hidráulica se encuentra conectada directamente con el conjunto polea biplato 1 o bien con el conjunto polea biplato 2.

Las entradas giratorias van selladas por medio de segmentos de émbolos.



Grupos componentes del cambio



A continuación se describen las válvulas en los aspectos que no han sido tratados todavía en las descripciones de grupos componentes / funciones:

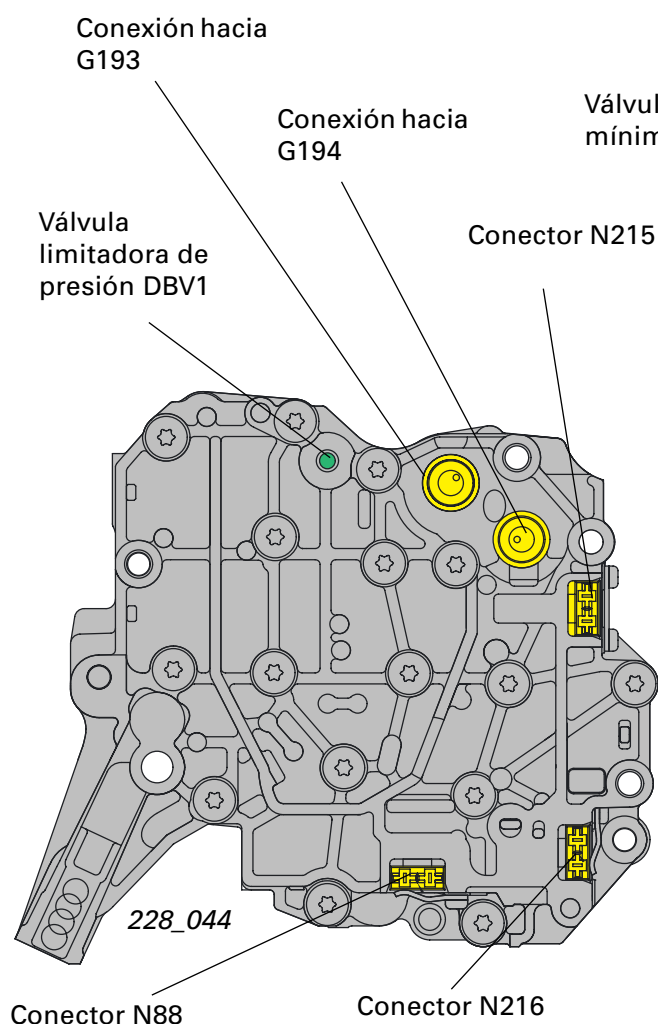
Para la protección de los componentes, la **válvula limitadora de presión DBV1** limita la presión de la bomba a 82 bar como máximo.

A través de la **válvula de presión de mando previo VSTV** se alimenta una presión constante de mando previo de 5 bar hacia las válvulas de control de presión.

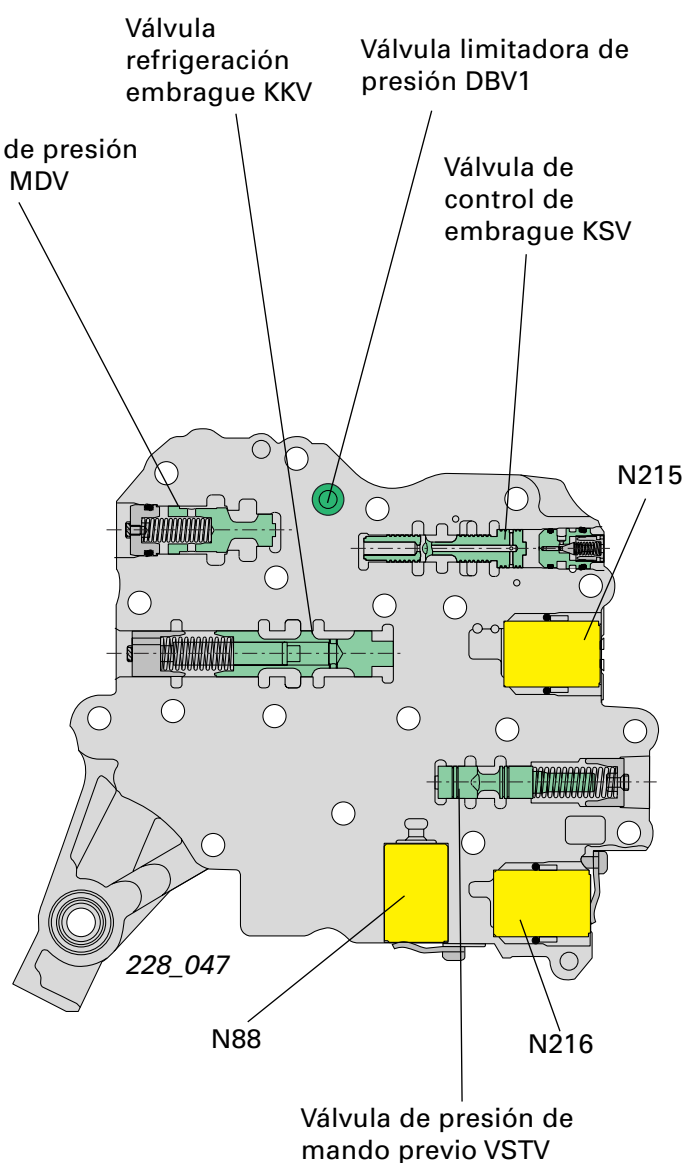
La **válvula de presión mínima MDV** evita que la bomba de aceite aspire aire durante el arranque del motor.

Si la bomba suministra un caudal intenso, la MDV abre y deja pasar el aceite del conducto de retorno hacia el lado aspirante de la bomba, con lo cual mejora el grado de rendimiento.

Unidad de control hidráulica (unidad de control del cambio desmontada)



Sección de la placa de válvulas



La **válvula pretensora VSPV** gestiona la presión del sistema de modo que siempre esté disponible la suficiente presión del aceite para la función a ejecutar (apriete o reglaje).

Las válvulas **N88**, **N215** y **N216** son versiones de control de presión.

Transforman una corriente eléctrica de control en una presión de control hidráulica, proporcional a la eléctrica.

La **N88** (electroválvula 1) asume dos funciones. Gestiona el funcionamiento de la válvula de refrigeración del embrague KKV y el de la válvula de seguridad SIV.

La **N215** (válvula reguladora de presión 1 para cambio automático) gestiona el funcionamiento de la válvula de control de embrague KSV.

La **N216** (válvula reguladora de presión 2 para cambio automático) gestiona el funcionamiento de la válvula de relación de transmisión ÜV.

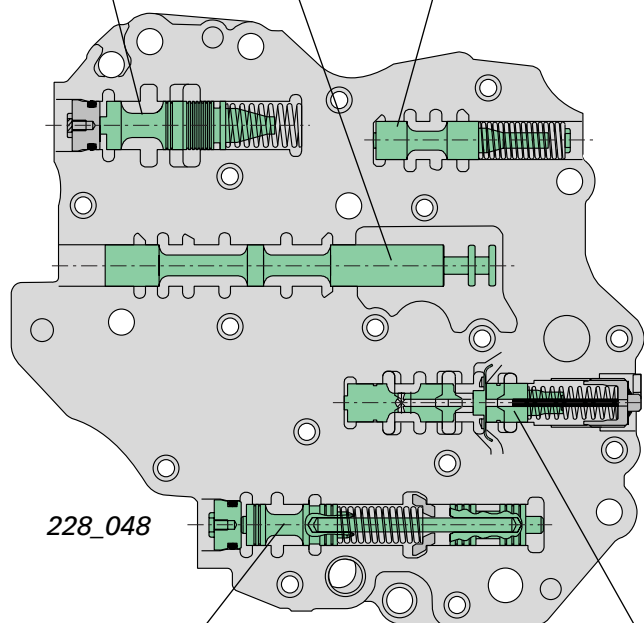


Sección de la placa de bomba

Válvula limitadora del caudal volumétrico VSBV

Selector manual HS

Válvula de seguridad SIV

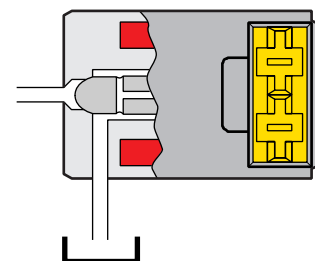


228_048

Válvula pretensora VSPV

Válvula de relación de transmisión ÜV

Válvula de control de presión (válvula proporcional)



228_101

Diagrama válvula de control de presión

