

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 619 645**

51 Int. Cl.:

**B60T 13/74** (2006.01)

**B60T 8/42** (2006.01)

**B60T 8/44** (2006.01)

**B60W 10/18** (2012.01)

12

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **28.11.2013 PCT/EP2013/074927**

87 Fecha y número de publicación internacional: **26.06.2014 WO2014095286**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.11.2013 E 13795793 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.01.2017 EP 2934973**

54 Título: **Instalación de frenado electrohidráulica de vehículo y procedimiento para el manejo de la misma**

30 Prioridad:  
**21.12.2012 DE 102012025249**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**26.06.2017**

73 Titular/es:  
**LUCAS AUTOMOTIVE GMBH (100.0%)**  
**Carl-Spaeter-Strasse 8**  
**56070 Koblenz, DE**

72 Inventor/es:  
**KNECHTGES, JOSEF y**  
**WAGNER, THOMAS**

74 Agente/Representante:  
**CARPINTERO LÓPEZ, Mario**

**ES 2 619 645 T3**

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

## DESCRIPCIÓN

Instalación de frenado electrohidráulica de vehículo y procedimiento para el manejo de la misma

**Campo técnico**

5 La presente divulgación se refiere en general al ámbito de las instalaciones de frenado de vehículos. En concreto se describe una instalación de frenado electrohidráulica de vehículo con un actuador electromecánico para el accionamiento de la instalación de frenado.

**Antecedentes**

10 Los actuadores electromecánicos se usan ya desde hace tiempo en instalaciones de frenado de vehículos, por ejemplo, para la realización de una función de frenado de estacionamiento eléctrica (EPB). En las instalaciones de frenado electromecánicas (EMB), sustituyen los cilindros hidráulicos convencionales en los frenos de rueda.

15 Debido a los avances técnicos, ha aumentado de forma continua la eficiencia de los actuadores electromecánicos. Se ha tenido en consideración por lo tanto, utilizar este tipo de actuadores también para la implementación de sistemas de regulación de dinámica de la marcha modernos. Forman parte de estos sistemas de regulación, un sistema de antibloqueo (ABS), una regulación de tracción (ASR) y un programa de estabilidad electrónico (ESP), denominado también como regulación de estabilidad de vehículo (*Vehicle Stability Control*, VSC).

20 El documento WO 2006/111393 A enseña una instalación de frenado electrohidráulica con un actuador electromecánico altamente dinámico, el cual asume la modulación de la presión en el funcionamiento de regulación de dinámica de la marcha. El actuador electromecánico descrito en el documento WO 2006/111393 A se proporciona para actuar directamente sobre un cilindro principal de la instalación de frenado. Debido a la alta dinámica del actuador electromecánico, pueden reducirse los componentes hidráulicos de la instalación de frenado conocida del documento WO 2006/111393 A a una única válvula de 2/2 vías por freno de rueda. Para la realización de modulaciones de presión individuales de rueda, las válvulas se controlan entonces individualmente o por grupos en funcionamiento multiplexado.

25 De la minimización a solo una válvula por freno de rueda, resultan no obstante también desafíos, como una compensación de presión no deseada en caso de válvulas abiertas al mismo tiempo. Una solución que se basa en un comportamiento de regulación altamente dinámico para ello se indica en el documento WO 2010/091883 A.

30 El documento WO 2010/091883 A divulga una instalación de frenado electrohidráulica con un cilindro principal y un émbolo en tándem alojado dentro de éste. El émbolo en tándem puede accionarse mediante un actuador electromecánico. El actuador electromecánico comprende un motor eléctrico dispuesto concéntricamente con respecto al émbolo en tándem, así como una disposición de mecanismo transmisor, la cual transforma un movimiento de rotación del motor eléctrico en un movimiento de translación del émbolo. La disposición de mecanismo transmisor consiste en un accionamiento de bolas con una tuerca de husillo de bolas acoplada de manera resistente al giro con un rotor del motor eléctrico y un husillo de bolas que actúa sobre el émbolo en tándem.

35 Otra instalación de frenado electrohidráulica con un actuador electromecánico que actúa sobre un émbolo de cilindro principal, se conoce del documento WO 2012/152352 A. Esta instalación puede funcionar en un modo regenerativo (funcionamiento de generador).

40 La publicación WO 2012/152352 A1 enseña una instalación de frenado electrohidráulica de vehículo, la cual comprende un cilindro principal con al menos un émbolo alojado dentro de este de manera desplazable, un actuador mecánico acoplado o que puede acoplarse con un pedal de freno, para el accionamiento del émbolo, así como un actuador electromecánico. El actuador electromecánico se proporciona igualmente para el accionamiento del émbolo y puede controlarse al menos para el refuerzo de la fuerza de frenado o producción de fuerza de frenado en el caso de un accionamiento del pedal de freno. Se proporciona además de ello, una disposición de válvulas, la cual tiene por cada freno de rueda una primera válvula para el desacoplamiento selectivo del freno de rueda del cilindro principal y una segunda válvula para la reducción de la presión de frenado selectiva en el freno de rueda. La disposición de válvulas puede controlarse en este caso al menos en el marco de un funcionamiento de regulación ABS.

50 La publicación DE 10 2010 024 734 A1 enseña un simulador de pedal neumático, comprendiendo una carcasa con una cámara de compresión, una instalación para reducir el volumen espacial de la cámara de compresión y una instalación de válvula de conmutación, a través de la cual puede acoplarse la cámara de compresión con el entorno exterior y bloquearse frente a éste.

55 La publicación DE 10 2010 042 694 A1 enseña un dispositivo de acoplamiento con un émbolo de entrada que puede disponerse en un elemento de entrada de freno y un émbolo de salida que puede disponerse en un cilindro de frenado principal, al cual puede transmitirse una fuerza de frenado de conductor ejercida sobre el elemento de entrada de freno a través del émbolo de entrada desplazado desde su posición de partida a razón de un recorrido de frenado.

La publicación DE 10 2007 016 862 A1 enseña un sistema de frenado con una unidad de actuador, que comprende un pedal de freno, un simulador de pedal y un amplificador de fuerza de frenado electromecánico. El sistema de frenado comprende además un cilindro de frenado principal, a través del cual puede controlarse al menos un freno de rueda con una presión de frenado predeterminable, actuando el pedal de freno o el amplificador de fuerza de frenado electromecánico, para el aumento o el descenso de una presión de frenado, sobre el cilindro de frenado principal.

**Breve resumen**

Se indican una instalación de frenado electrohidráulica de vehículo de motor, así como un procedimiento para el manejo de una instalación de frenado de este tipo, que presentan una funcionalidad ventajosa en particular desde el punto de vista de aspectos de seguridad.

Según un aspecto, se indica una instalación de frenado electrohidráulica de vehículo de motor, la cual comprende un cilindro principal, un actuador electromecánico para el accionamiento de un primer émbolo alojado en el cilindro principal en un modo de funcionamiento "Brake-By-Wire", BBW (frenado por cable), de la instalación de frenado, y un actuador mecánico que puede ser accionado mediante un pedal de freno, para el accionamiento del primer émbolo en un modo de funcionamiento "Push-Through", PT (empuje), de la instalación de frenado. En el modo BBW se proporciona una ranura con una longitud de ranura en un recorrido de transmisión de fuerza entre el pedal de freno y el primer émbolo, para desacoplar el pedal de freno del primer émbolo. La instalación de frenado está configurada de tal forma, que en el modo BBW, la longitud de la ranura presenta una dependencia de un recorrido de pedal del pedal de freno.

El émbolo alojado en el cilindro principal puede accionarse directa o indirectamente mediante el actuador electromecánico. Sobre el émbolo del cilindro principal puede estar dispuesto por ejemplo, el actuador electromecánico, para la actuación directa. Para ello puede estar acoplado o poder acoplarse mecánicamente con el émbolo. El émbolo puede accionarse entonces directamente mediante el actuador. De forma alternativa a ello, el actuador electromecánico puede interactuar con una instalación de cilindro-émbolo de la instalación de frenado, diferente del cilindro principal. Además de ello, la instalación de cilindro-émbolo puede estar acoplada por el lado de la salida con el émbolo del cilindro principal de forma fluidica. En este caso, el émbolo del cilindro principal puede accionarse hidráulicamente a través de una presión hidráulica puesta a disposición mediante la instalación de cilindro-embolo (y con la ayuda del actuador electromecánico).

La dependencia de la longitud de ranura del recorrido del pedal puede estar configurada de manera diferente dependiendo de los requerimientos dados. Según una implementación, la longitud de la ranura aumenta a medida que se pisa el pedal de freno. Este aumento puede producirse de manera continua o discontinua (por ejemplo, por etapas). El aumento puede producirse además de ello, de forma proporcional (por ejemplo, linealmente) o de forma no proporcional con respecto al recorrido del pedal. Adicional o alternativamente a ello, la longitud de la ranura puede disminuir al retroceder el pedal de freno. La dependencia de la longitud de ranura del recorrido del pedal puede ser al pisar y al retroceder el pedal de freno, igual o diferente. En el caso de dependencias diferentes, puede configurarse por ejemplo, una histéresis.

En general, la dependencia de la longitud de ranura del recorrido del pedal, puede estar definida por una relación de transmisión. La relación de transmisión puede fijarse por ejemplo, entre un recorrido recorrido de una delimitación por parte del pedal, de la ranura, y un recorrido recorrido por una delimitación por parte del émbolo, de la ranura. La relación de transmisión puede encontrarse convenientemente en el rango entre aproximadamente 1:1,25 y 1:5 (por ejemplo, entre aproximadamente 1:1,5 y 1:4).

La longitud de la ranura en una posición no accionada del pedal de freno puede estar entre aproximadamente 0,5 mm y 2 mm (por ejemplo, en aproximadamente 1 mm). En general, la ranura puede estar delimitada entre una primera superficie frontal del primer émbolo o de un primer elemento de accionamiento desplazable con el primer émbolo por un lado y una segunda superficie frontal de un segundo elemento de accionamiento acoplado con el pedal de freno por el otro lado. En el modo PT, la primera superficie frontal y la segunda superficie frontal pueden ponerse en contacto mediante la superación de la ranura. De esta manera, puede accionarse el primer émbolo mecánicamente mediante el pedal de freno.

La dependencia de la longitud de ranura del recorrido de pedal puede estar realizada por una capacidad de control dependiente del recorrido del pedal y/o dependiente de la fuerza del pedal del actuador electromecánico. Para este fin puede haber integrado un sensor de recorrido de pedal y/o un sensor de fuerza de pedal. Las señales de salida correspondientes pueden ser evaluadas por un dispositivo de control que controla el actuador electromecánico.

Según una variante, el actuador electromecánico puede controlarse de tal forma, que el primer émbolo, al pisarse el pedal de freno, se desplace más rápido mediante el actuador electromecánico, de lo que una delimitación de la ranura por parte del pedal sigue al primer émbolo. De esta manera, puede realizarse una longitud de ranura en aumento al pisarse el pedal de freno.

El actuador electromecánico puede ser controlable para provocar con pedal de freno al menos pisado parcialmente, una carrera de retorno del primer cilindro en dirección hacia el pedal de freno. Una carrera de retorno de este tipo

5 puede producirse para diferentes fines, por ejemplo, para la aspiración de fluido hidráulico desde un depósito al cilindro principal. Según una implementación, una carrera de retorno de este tipo se lleva a cabo en un funcionamiento de regulación de dinámica de la marcha, cuando se detecta que el volumen de fluido hidráulico aún disponible en el cilindro principal ya no es suficiente. La carrera de retorno del primer cilindro puede ir acompañada de un desacoplamiento hidráulico de frenos de rueda del cilindro principal. Además de ello, puede abrirse para ello una válvula entre el cilindro principal y el depósito.

10 En una realización de la instalación de frenado, se proporciona adicionalmente al cilindro principal, un cilindro hidráulico adicional con un segundo émbolo alojado dentro de éste. El pedal de freno puede estar acoplado con el segundo émbolo, para desplazar al pisarse el pedal de freno, fluido hidráulico del cilindro hidráulico. El segundo émbolo puede estar acoplado en este caso rígidamente con un elemento de accionamiento que conforma una delimitación por el lado del pedal, de la ranura. Este elemento de accionamiento puede tener una forma en general en forma de barra.

15 La instalación de frenado puede comprender además de ello, una instalación de simulación hidráulica para un comportamiento de efecto de retroceso del pedal. Esta instalación de simulación puede estar configurada para el alojamiento de fluido hidráulico desplazado del cilindro hidráulico mediante el accionamiento del segundo émbolo.

20 Entre el cilindro principal y la instalación de simulación, puede proporcionarse una válvula de bloqueo. Para la delimitación del recorrido de pedal, el cilindro hidráulico puede estar configurado de forma separable de la instalación de simulación mediante la válvula de bloqueo. Una delimitación del recorrido de pedal puede estar prevista para diferentes fines. La delimitación de recorrido de pedal puede activarse de esta manera por ejemplo, en un funcionamiento de regulación de dinámica de la marcha. De esta manera, puede darse al conductor una respuesta táctil mediante un acortamiento del recorrido de pedal (en comparación con un frenado regular). La respuesta táctil puede indicar en este caso el inicio o la terminación de la regulación de dinámica de la marcha. Según una variante, el recorrido de pedal se delimita en el funcionamiento de regulación de dinámica de la marcha, en dependencia de un coeficiente de fricción de una superficie de la vía. En este caso, el recorrido del pedal puede ser más corto (es decir, iniciarse más rápidamente la delimitación de recorrido de pedal), cuanto más reducido es el coeficiente de fricción.

30 Según otro aspecto, se indica un procedimiento para el manejo de una instalación de frenado electrohidráulica de vehículo de motor, la cual comprende un cilindro principal, un actuador electromecánico para el accionamiento de un primer émbolo alojado en el cilindro principal, en un modo BBW de la instalación de frenado y un actuador mecánico accionable mediante un pedal de freno, para el accionamiento del primer émbolo, en un modo PT de la instalación de frenado, existiendo en el modo BBW una ranura con una longitud de ranura en un recorrido de transmisión de fuerza entre el pedal de freno y el primer émbolo, para desacoplar el pedal de freno del primer émbolo. El procedimiento comprende el paso del ajuste, en el modo BBW, de la longitud de ranura, en dependencia de un recorrido de pedal del pedal de freno.

35 Se indica también un producto de programa de ordenador con medios de código de programa para llevar a cabo el procedimiento aquí presentado, cuando el producto de programa de ordenador se ejecuta en al menos un procesador. El producto de programa de ordenador puede estar comprendido por un dispositivo de control de un vehículo de motor o sistema de dispositivo de control de vehículo de motor.

40 Dependiendo de la configuración de la instalación de frenado del vehículo, puede producirse el desacoplamiento del pedal de freno del émbolo del cilindro principal mediante la ranura para diferentes fines. En el caso de una instalación de frenado configurada en general según el principio BBW, puede estar previsto, a excepción de un funcionamiento de frenado de emergencia, en el cual está activado el modo PT, un desacoplamiento constante. En el caso de una instalación de frenado regenerativa, un desacoplamiento de este tipo puede producirse al menos en el marco de un funcionamiento de frenado regenerativo (funcionamiento de generador) en al menos un eje del vehículo.

45 Para el control del actuador electromecánico, así como de otros componentes opcionales de la instalación de frenado de vehículo, la instalación de frenado puede presentar instalaciones de control adecuadas. Estas instalaciones de control pueden comprender unidades constructivas eléctricas, electrónicas o controladas mediante programa, así como combinaciones de ello. Las instalaciones de control pueden ponerse a disposición por ejemplo, en un dispositivo de control común o en un sistema de dispositivos de control separados (*Electronic Control Units*, ECUs, unidades de control electrónicas).

**Breve descripción de los dibujos**

Otras ventajas, aspectos y detalles de la instalación de frenado hidráulica de vehículo presentada en este caso, resultan de la siguiente descripción de ejemplos de realización ejemplares, así como de las figuras. Muestran:

55 La Fig. 1 un primer ejemplo de realización de una instalación de frenado electrohidráulica de vehículo;

La Fig. 2 un segundo ejemplo de realización de una instalación de frenado electrohidráulica de vehículo;

- La Fig. 3 un tercer ejemplo de realización de una instalación de frenado electrohidráulica de vehículo;
- La Fig. 4 un cuarto ejemplo de realización de una instalación de frenado electrohidráulica de vehículo;
- La Fig. 5A una vista esquemática de la posición de base no accionada de la instalación de frenado según una de las Figs. 1 a 4;
- 5 La Fig. 5B una vista esquemática de la posición de accionamiento de la instalación de frenado según una de las Figs. 1 a 4; y
- 6A y 6B diagramas esquemáticos, los cuales ilustran a modo de ejemplo la dependencia de una longitud de ranura de un recorrido de pedal de freno.

**Descripción detallada**

- 10 La Fig. 1 muestra un primer ejemplo de realización de una instalación de frenado hidráulica de vehículo 100, que se basa en el principio de *Brake-By-Wire* (BBW). La instalación de frenado 100 puede hacerse funcionar opcionalmente (por ejemplo, en el caso de vehículos híbridos) en un modo regenerativo. Para este fin, se proporciona una máquina eléctrica 102, la cual ofrece una funcionalidad de generador y que puede unirse selectivamente con ruedas y un acumulador de energía, por ejemplo, una batería (no representada).
- 15 Como se ilustra en la Fig. 1, la instalación de frenado 100 comprende una unidad constructiva de cilindro principal 104, que puede montarse en una placa posterior de vehículo. Una unidad de control hidráulica (*Hydraulic Control Unit*, HCU) 106 de la instalación de frenado 100 está dispuesta funcionalmente entre la unidad constructiva de cilindro principal 104 y cuatro frenos de rueda VL, VR, HL y HR del vehículo. La HCU 106 está configurada como unidad constructiva integrada y comprende una pluralidad de componentes individuales hidráulicos, así como varias
- 20 entradas de fluido y salidas de fluido. Se proporciona además de ello, una instalación de simulación 108 representada solo esquemáticamente, para poner a disposición un comportamiento de efecto de retorno del pedal durante el funcionamiento de frenado. La instalación de simulación 108 puede basarse en un principio mecánico o hidráulico. En el último caso mencionado, la instalación de simulación 108 puede estar conectada a la HCU 106.
- 25 La unidad constructiva de cilindro principal 104 presenta un cilindro principal 110 con un émbolo alojado dentro de éste de forma desplazable. El émbolo está configurado en el ejemplo de realización como émbolo en tándem con un émbolo primario 112 y un émbolo secundario 114 y define en el cilindro principal 110 dos cámaras hidráulicas 116, 118 separadas entre sí. Las dos cámaras hidráulicas 116, 118 del cilindro principal 110 están conectadas para el suministro con fluido hidráulico, a través de correspondientemente una conexión, con un depósito de fluido hidráulico 120 libre de presión. Cada una de las dos cámaras hidráulicas 116, 118 está acoplada además de ello, con la HCU
- 30 106 y define correspondientemente un circuito de frenado I. y II. En el ejemplo de realización, se proporciona para el circuito de frenado I. un sensor de presión hidráulica 122, el cual podría integrarse también en la HCU 106.
- 35 La unidad constructiva de cilindro principal 104 comprende además de ello, un actuador electromecánico (es decir, un elemento de ajuste electromecánico) 124, así como un actuador mecánico (es decir, un elemento de ajuste mecánico) 126. Tanto el actuador electromecánico 124, como también el actuador mecánico 126, posibilitan un accionamiento del émbolo de cilindro principal y actúan además de ello sobre una superficie frontal del lado de la entrada, de este émbolo, dicho con mayor exactitud, del émbolo primario 112. Los actuadores 124, 126 están configurados de tal manera, que accionarán independientemente entre sí (y de forma separada o conjunta) el émbolo de cilindro principal.
- 40 El actuador mecánico 126 tiene un elemento de transmisión de fuerza 128, el cual está configurado en forma de barra y actúa directamente sobre la superficie frontal del lado de entrada, del émbolo primario 112. Como se muestra en la Fig. 1, el elemento de transmisión de fuerza 128 está acoplado con un pedal de freno 130. Se entiende que el actuador mecánico 126 puede comprender componentes adicionales, los cuales están dispuestos funcionalmente entre el pedal de freno 130 y el cilindro principal 110. Este tipo de componentes adicionales pueden tener tanto una naturaleza mecánica, como también una hidráulica. En el último caso mencionado, el actuador 126 está configurado
- 45 como actuador 126 hidráulico-mecánico.
- 50 El actuador electromecánico 124 presenta un motor eléctrico 134, así como un mecanismo transmisor 136, 138 que sucede por el lado de salida al motor eléctrico 134. En el ejemplo de realización, el mecanismo transmisor es una disposición de una tuerca 136 alojada de forma giratoria y un husillo 138 enganchado con la tuerca 136 (por ejemplo, a través de cuerpos de rodamiento como bolas) y móvil en dirección axial. En otros ejemplos de realización, pueden usarse mecanismos transmisores de barras dentadas, u otros tipos de mecanismo transmisor.
- 55 El motor eléctrico 134 tiene en el presente ejemplo de realización una forma constructiva cilíndrica y se extiende concéntricamente con respecto al elemento de transmisión de fuerza 128 del actuador mecánico 126. Dicho con mayor exactitud, el motor eléctrico 134 está dispuesto radialmente por el exterior con respecto al elemento de transmisión de fuerza 128. Un rotor (no representado) del motor eléctrico 134 está acoplado de manera resistente al giro con la tuerca de mecanismo transmisor 136, para poner éste en movimiento de giro. Un movimiento de giro de la tuerca 136 se transmite de tal forma al husillo 138, que resulta un desplazamiento axial del husillo 138. El lado

frontal izquierdo en la Fig. 1, del husillo 138 puede entrar en contacto en este caso (eventualmente a través de un elemento intermedio) con el lado frontal derecho en la Fig. 1, del émbolo primario 112, y desplazar hacia la izquierda como consecuencia de ello, el émbolo primario 112 en la Fig. 1 (junto con el émbolo secundario 114). La disposición de émbolos 112, 114 puede desplazarse además de ello hacia la izquierda en la Fig. 1, también mediante el elemento de transmisión de fuerza 128 que se extiende a través del husillo 138 (configurado como cuerpo hueco), del actuador mecánico 126. Un desplazamiento de la disposición de émbolo 112, 114 en la Fig. 1 hacia la derecha, se logra mediante la presión hidráulica predominante en las cámaras hidráulicas 116, 118 (al soltarse el pedal de freno 130 y eventualmente en el caso de desplazamiento mediante motor del husillo 138 hacia la derecha).

En la variante mostrada en la Fig. 1, de la unidad constructiva de cilindro principal 104, el actuador electromecánico 124 está dispuesto de tal manera, que puede actuar directamente sobre el émbolo (dicho con mayor exactitud, sobre el émbolo primario 112) del cilindro principal 110, para la generación de una presión hidráulica en los frenos de rueda. Dicho con otras palabras, el émbolo 112 del cilindro principal 110 es accionado mecánicamente de forma directa por el actuador electromecánico 124. En una configuración alternativa de la unidad constructiva de cilindro principal 104, el émbolo del cilindro principal 110 puede accionarse hidráulicamente con la ayuda del actuador electromecánico 124 (no representado en la Fig. 1). En este caso, el cilindro principal 110 puede estar acoplado fluidicamente con otra instalación de cilindro-émbolo que interactúa con el actuador electromecánico 124. La instalación de cilindro-émbolo acoplada con el actuador electromecánico 124 puede estar en concreto acoplada de tal forma fluidamente por el lado de la salida, con el émbolo primario 112 del cilindro principal 110, que una presión hidráulica producida en la instalación de cilindro-émbolo actúa directamente sobre el émbolo primario 112 y con ello conduce a un accionamiento del émbolo primario 112 en el cilindro principal 110. El émbolo primario 112 se desplaza entonces hasta tal punto en una realización, debido a la presión hidráulica actuante en el cilindro principal 110 (desplazamiento hacia la izquierda en la Fig. 1), hasta que la presión hidráulica producida en las cámaras de cilindro principal 116, 118 se corresponde con la presión hidráulica producida en la instalación de cilindro-émbolo adicional.

Como se muestra en la Fig. 1, se proporciona una instalación de desacoplamiento 142 funcionalmente entre el pedal de freno 130 y el elemento de transmisión de fuerza 128. La instalación de desacoplamiento 142 posibilita un desacoplamiento selectivo del pedal de freno 130 de la disposición de émbolo 112, 114 en el cilindro principal 110. A continuación, se explican con mayor detalle los modos de funcionamiento de la instalación de desacoplamiento 142 y de la instalación de simulación 108. En este sentido ha de hacerse referencia a que la instalación de frenado 100 representada en la Fig. 1 se basa en el principio de *Brake By Wire* (BBW). Esto significa que en el marco de un frenado de funcionamiento normal, tanto la instalación de desacoplamiento 142, como también la instalación de simulación 108, están activadas. Según esto, el pedal de freno 130 está desacoplado del elemento de transmisión de fuerza 128 (y con ello de la disposición de émbolo 112, 114 en el cilindro principal 110) a través de una ranura no representada en la Fig. 1, y un accionamiento de la disposición de émbolo 112, 114 puede producirse únicamente a través del actuador electromecánico 124. El comportamiento de efecto de retroceso del pedal habitual es puesto a disposición en este caso por la instalación de simulación 108 acoplada con el pedal de freno 130.

En el marco del frenado de funcionamiento, el actuador electromecánico 124 asume de esta manera la función de producción de fuerza de frenado. Una fuerza de frenado solicitada al pisar el pedal de freno 130 se produce en este caso debido a que mediante el motor eléctrico 134, el husillo 138 se desplaza en la Fig. 1 hacia la izquierda y debido a ello se mueven también hacia la izquierda el émbolo primario 112 y el émbolo secundario 114 del cilindro principal 110. De esta manera, se transporta fluido hidráulico desde las cámaras hidráulicas 116, 118, a través de la HCU 106 a los frenos de rueda VL, VR, HL y HR.

La medida de la fuerza de frenado de los frenos de rueda VL, VR, HL y HR resultante de ello, se ajusta en dependencia de un accionamiento de pedal de freno detectado mediante sensor. Para este fin se proporcionan un sensor de recorrido 146 y un sensor de fuerza 148, cuyas señales de salida son evaluadas por un dispositivo de control 150 (*Electronic Control Unit*, ECU) que controla el motor eléctrico 134. El sensor de recorrido 146 detecta un recorrido de accionamiento relacionado con un accionamiento del pedal de freno 130, mientras que el sensor de fuerza 148 detecta una fuerza de accionamiento relacionada con éste. En dependencia de las señales de partida de los sensores 146, 148 (así como eventualmente del sensor de presión 122) el dispositivo de control 150 produce una señal de control para el motor eléctrico 134.

En el presente ejemplo de realización, el control del motor eléctrico 134 (y con ello del actuador electromecánico 124) se produce de tal forma, que la longitud de la ranura mencionada inicialmente para el desacoplamiento del pedal de freno 130 de la disposición de cilindro principal-émbolo 112, 114 presenta una dependencia del recorrido de pedal del pedal de freno 130. La dependencia se elige de tal manera, que la longitud de la ranura aumenta al pisarse el pedal de freno 130 (es decir, al aumentar el recorrido del pedal). Para este fin, el dispositivo de control 150 evalúa la señal de salida del sensor de recorrido 146 (y adicional o alternativamente del sensor de fuerza 148) y controla el actuador electromecánico 124 de tal forma, que la disposición de émbolo 112, 114, al pisarse el pedal de freno 130, se desplaza más rápidamente hacia la izquierda en la Fig. 1, de lo que una delimitación del lado de pedal de freno de la ranura sigue a la disposición de émbolo 112, 114,

Después de que se hayan explicado con mayor detalle los procesos en caso de un frenado de funcionamiento (modo BBW), se explica ahora brevemente el modo PT con un funcionamiento de frenado de emergencia. El

funcionamiento de frenado de emergencia es por ejemplo, la consecuencia del fallo de la batería del vehículo o de un componente del actuador electromecánico 124. Una desactivación de la instalación de desacoplamiento 142 (y de la instalación de simulación 108) en el funcionamiento de frenado de emergencia posibilita un acoplamiento directo del pedal de freno 130 con el cilindro principal 110, en concreto a través del elemento de transmisión de fuerza 128.

El frenado de emergencia se inicia al pisarse el pedal de freno 130. El accionamiento del pedal de freno se transmite entonces, mediante la superación de la ranura mencionada inicialmente, a través del elemento de transmisión de fuerza 128 al cilindro principal 110. Como consecuencia de ello, la disposición de émbolo 112, 114 se desplaza en la Fig. 1 hacia la izquierda. Debido a ello, se transporta para la producción de fuerza de frenado, fluido hidráulico desde las cámaras hidráulicas 116, 118 del cilindro principal 110 a través de la HCU 106 a los frenos de rueda VL, VR, HL y HR.

Según una primera forma de realización, la HCU 106 tiene en relación con el funcionamiento de regulación de dinámica de la marcha (funciones de regulación de frenado como ABS, ASR, ESP, etc.), una estructura en principio convencional con en total 12 válvulas (adicionalmente a válvulas, las cuales se usan por ejemplo, en relación con la activación o desactivación de la instalación de desacoplamiento 142 y de la instalación de simulación 108). Dado que el actuador electromecánico 124 se controla entonces (eventualmente de forma exclusiva) en el marco de una producción de fuerza de frenado, se realizan las funciones de regulación adicionales de forma conocida mediante la HCU 106 (y eventualmente un productor de presión hidráulica separado, como una bomba hidráulica). Pero puede renunciarse también a un productor de presión hidráulica en la HCU 106. El actuador electromecánico 124 asume entonces adicionalmente también la modulación de la presión en el marco del funcionamiento de regulación. Se implementará para ello un correspondiente mecanismo de regulación en el dispositivo de control 150 proporcionado para el actuador electromecánico 124.

En otra forma de realización según la Fig. 2, en la HCU 106 pueden suprimirse las válvulas especiales para el funcionamiento de regulación de dinámica de la marcha (por ejemplo, el funcionamiento ASR y ESP) a excepción de cuatro válvulas 152, 154, 156, 158. En esta otra forma de realización de la HCU 106 puede hacerse uso por lo tanto de la disposición de válvulas conocida del documento WO 2010/091883 A o WO 2011/141158 A (compárese la Fig. 15), con solo cuatro válvulas 152, 154, 156, 158 (y el correspondiente control). La modulación de presión hidráulica también se produce entonces durante el funcionamiento de regulación mediante el actuador electromecánico 124. Dicho con otras palabras, el actuador electromecánico 124 en este caso no solo se controla para la producción de la fuerza de frenado en el marco de un frenado de funcionamiento, sino también por ejemplo, para el fin de la regulación de la dinámica de la marcha (es decir, por ejemplo, en el funcionamiento de regulación ABS y/o ASR y/o ESP). Junto con el control del actuador electromecánico 124, se produce un control individual de rueda o individual de grupo de ruedas, de las válvulas 152, 154, 156, 158 en funcionamiento multiplexado. En la implementación mostrada en la Fig. 2 no existen entre las válvulas 152, 154, 156, 158 y el cilindro principal válvulas adicionales para fines de regulación de dinámica de la marcha.

El funcionamiento multiplexado puede ser un funcionamiento multiplexado temporal. En este caso pueden indicarse en general ranuras de tiempo individuales. A una única ranura temporal se le pueden asignar por su parte una o varias de las válvulas 152, 154, 156, 158, las cuales se activan durante la correspondiente ranura temporal (por ejemplo, mediante modificación una vez o varias veces del estado de conmutación de abierto hacia cerrado y/o al contrario). Según una realización se le asigna a cada una de las válvulas 152, 154, 156, 158 exactamente una ranura temporal. A una o varias disposiciones de válvula adicionales (no representado en la Fig. 2) pueden haber asignadas una o varias ranuras temporales adicionales.

En el funcionamiento multiplexado pueden estar abiertas por ejemplo, en primer lugar, varias o todas las válvulas 152, 154, 156, 158 y al mismo tiempo, mediante el actuador electromecánico 124 generarse una presión hidráulica en varios o en todos los frenos de rueda VL, VR, HL y HR asignados. Al alcanzarse una presión objetivo individual de rueda, se cierra entonces la correspondiente válvula 152, 154, 156, 158 de manera sincronizada con la ranura temporal, mientras una o varias válvulas adicionales 152, 154, 156, 158 continúan abiertas durante tanto tiempo, hasta que también allí se alcanza la correspondiente presión objetivo. Las cuatro válvulas 152, 154, 156, 158 se abren y se cierran por lo tanto en el funcionamiento multiplexado individualmente por cada rueda o grupo de ruedas en dependencia de la correspondiente presión objetivo.

Según una realización, las válvulas 152, 154, 156, 158 están realizadas como válvulas de 2/2 vías y configuradas por ejemplo, como válvulas de bloqueo no regulables. En este caso no puede ajustarse por lo tanto ninguna sección transversal de abertura, como sería el caso por ejemplo, en el caso de válvulas proporcionales. En otra configuración, las válvulas 152, 154, 156, 158 están realizadas como válvulas proporcionales con sección transversal de abertura ajustable.

La Fig. 3 muestra un ejemplo de realización detallado de una instalación de frenado de vehículo 100, la cual se basa en el principio de funcionamiento explicado en relación con los ejemplos de realización esquemáticos de las Figs. 1 y 2. Los mismos o elementos parecidos se han provisto en este caso de las mismas referencias que en las Figs. 1 y 2, y a continuación, se renuncia a su explicación. Debido a motivos de claridad, la ECU, los frenos de rueda, las unidades de válvula de la HCU asignadas a los frenos de rueda y el generador para el funcionamiento de frenado

regenerativo, no se han representado.

La instalación de frenado de vehículo 100 ilustrada en la Fig. 3, también comprende dos circuitos de frenado I. y II., asignándose dos cámaras hidráulicas 116, 118 de un cilindro principal 110 correspondientemente por su parte exactamente a un circuito de frenado I., II. El cilindro principal 110 tiene por cada circuito de frenado I., II., dos conexiones. Las dos cámaras hidráulicas 116, 118 desembocan en este caso respectivamente en una primera conexión 160, 162, a través de la cual puede transportarse fluido hidráulico desde la correspondiente cámara 116, 118 al circuito de frenado I., II., asignado. Cada uno de los circuitos de frenado I., II., puede conectarse además de ello, a través de correspondientemente una segunda conexión 164, 166, que desemboca en una correspondiente cámara anular 110A, 110B en el cilindro principal 110, con el depósito de fluido hidráulico libre de presión no representado en la Fig. 3 (referencia 120 en la Fig. 1).

Entre la correspondiente primera conexión 160, 162 y la correspondiente segunda conexión 164, 166 del cilindro principal 110, se proporciona respectivamente una válvula 170, 172, la cual está realizada en el ejemplo de realización, como una válvula de 2/2 vías. Mediante las válvulas 170, 172 pueden conectarse entre sí selectivamente las primeras y las segundas conexiones 160, 162, 164, 166. Esto se corresponde con un "cortocircuito hidráulico" entre el cilindro principal 110 por un lado, y, por el otro lado, el depósito de fluido hidráulico libre de presión (el cual se une entonces a través de las cámaras anulares 110A, 110B con las cámaras hidráulicas 116, 118). En este estado, los émbolos 112, 114 pueden desplazarse en el cilindro principal 110 esencialmente sin resistencia mediante el actuador electromecánico 124 o actuador mecánico 126 ("conmutación de recorrido libre"). Las dos válvulas 170, 172 posibilitan de esta manera por ejemplo, un funcionamiento de frenado regenerativo (funcionamiento de generador). En este caso, el fluido hidráulico desplazado durante un movimiento de transporte en el cilindro principal 110 hacia el exterior de las cámaras hidráulicas 116, 118, no se conduce entonces a los frenos de rueda, sino hacia el depósito de fluido hidráulico libre de presión, sin que se dé una generación de presión hidráulica en los frenos de rueda (normalmente no deseado en el funcionamiento de frenado regenerativo). Un efecto de frenado se logra en el funcionamiento de frenado regenerativo entonces mediante el generador (compárese la referencia 102 en las Figs. 1 y 2).

Se hace referencia a que el funcionamiento de frenado regenerativo puede implementarse a modo de eje. Debido a ello, en caso de una distribución de circuito de frenado relativa al eje, en el funcionamiento de frenado regenerativo, una de las dos válvulas 170, 172 puede estar cerrada y la otra abierta.

Las dos válvulas 170, 172 posibilitan además de ello, la reducción de presión hidráulica en los frenos de rueda. Una reducción de presión de este tipo puede ser deseada en caso del fallo (por ejemplo, un bloqueo) del actuador electromecánico 124 o durante el funcionamiento de regulación de dinámica de la marcha, para evitar una carrera de retorno del actuador electromecánico 124 (por ejemplo, para evitar un efecto de retroceso sobre el pedal de freno). También para la reducción de presión, se llevan ambas válvulas 170, 172 a su posición abierta, debido a lo cual puede volver fluido hidráulico desde los frenos de rueda, a través de las cámaras anulares 110A, 110B del cilindro principal 110, al depósito de fluido hidráulico.

Las válvulas 170, 172 permiten finalmente también un rellenado de las cámaras hidráulicas 116, 118. Un rellenado de este tipo puede ser necesario durante un proceso de frenado en desarrollo (por ejemplo, debido a un llamado "debilitamiento" del freno). Para el rellenado, los frenos de rueda se separan fluidicamente de las cámaras hidráulicas 116, 118 a través de válvulas asignadas de la HCU (no representado en la Fig. 3). La presión hidráulica predominante en los frenos de rueda, por lo tanto "se encierra". Como consecuencia de ello se abren las válvulas 170, 172. En una carrera de retorno posterior de los émbolos 112, 114 previstos en el cilindro principal 110 (en la Fig. 3 hacia la derecha) se aspira entonces fluido hidráulico del depósito libre de presión hacia las cámaras 116, 118. Finalmente las válvulas 170, 172 pueden volver a cerrarse y las conexiones hidráulicas con los frenos de rueda volver a abrirse. En una posterior carrera de transporte de los émbolos 112, 114 (en la Fig. 3 hacia la izquierda) puede continuar aumentándose entonces la presión hidráulica anteriormente "encerrada".

Como se muestra en la Fig. 3, en el presente ejemplo de realización, tanto una instalación de simulación 108, como también una instalación de desacoplamiento 142, se basan en un principio hidráulico. Ambas instalaciones 108, 142 comprenden respectivamente un cilindro 108A, 142A para el alojamiento de fluido hidráulico, así como un émbolo 108B, 142B alojado en el correspondiente cilindro 108A, 142A. El émbolo 142B de la instalación de desacoplamiento 142 está acoplado mecánicamente con un pedal de freno no representado en la Fig. 3 (compárese la referencia 130 en las Figs. 1 y 2). El émbolo 142B tiene además de ello, una prolongación 142C que se extiende a través del cilindro 142A en dirección axial. La prolongación de émbolo 142C se extiende coaxialmente con respecto a un elemento de transmisión de fuerza 128 para el émbolo primario 112 y está dispuesta previamente a éste en la dirección de accionamiento del pedal de freno.

Cada uno de los dos émbolos 108B, 142B está pretensado por un elemento elástico 108C, 142D (en este caso correspondientemente un resorte helicoidal) en su posición de partida. La curva característica del elemento elástico 108C de la instalación de simulación 108 define en este caso el comportamiento de efecto de retorno del pedal deseado.

Como se muestra además de ello en la Fig. 3, la instalación de freno de vehículo 100 comprende en el presente ejemplo de realización tres válvulas adicionales 174, 176, 178, las cuales están realizadas en este caso como válvulas de 2/2 vías. Se entiende que algunas o todas estas tres válvulas 174, 176, 178 pueden suprimirse en otras formas de realización en las cuales no son necesarias las correspondientes funcionalidades. Se entiende además de ello, que todas estas válvulas pueden ser parte de un único bloque HCU (compárese la referencia 106 en las Figs. 1 y 2). Este bloque HCU puede comprender válvulas adicionales (compárese la Fig. 4 de más abajo).

La primera válvula 174 se proporciona por un lado entre la instalación de desacoplamiento 142 (a través de una conexión 180 prevista en el cilindro 142A), así como la instalación de simulación 108 (a través de una conexión 182 prevista en el cilindro 108A), y por otro lado el depósito de fluido hidráulico libre de presión (a través de la conexión 166 del cilindro principal 110). A la conexión 182 del cilindro 108A está preconectada la segunda válvula 176, la cual presenta en su posición de paso una característica de estrangulación. La tercera válvula 178 se proporciona finalmente entre la cámara hidráulica 116 (a través de la conexión 116) y el circuito de frenado I., por un lado y el cilindro 142A de la instalación de desacoplamiento 142 (a través de la conexión 180) por otro lado.

La primera válvula 174 posibilita una activación y una desactivación selectivas de la instalación de desacoplamiento 142 (e indirectamente también de la instalación de simulación 108). Si la válvula 174 se encuentra en su posición abierta, el cilindro 142A de la instalación de desacoplamiento 142 está conectado hidráulicamente con el depósito hidráulico libre de presión. En esta posición, la instalación de desacoplamiento 142 está desactivada en correspondencia con el funcionamiento de frenado de emergencia. Además de ello, la instalación de simulación 108 también está desactivada.

La apertura de la válvula 174 provoca que al desplazarse el émbolo 142B (como consecuencia de un accionamiento del pedal de freno), pueda transportarse el fluido hidráulico alojado en el cilindro 142A, en una gran medida libre de resistencia hacia el depósito de fluido hidráulico libre de presión. Este procedimiento es esencialmente independiente de la posición de la válvula 176, dado que ésta tiene también en su posición abierta un efecto de estrangulamiento significativo. De esta manera, en caso de posición abierta de la válvula 174, la instalación de simulación 108 también está desactivada de forma indirecta.

En el caso de un accionamiento de pedal de freno en estado abierto de la válvula 174, la prolongación de émbolo 142C supera una ranura 190 hacia el elemento de transmisión de fuerza 128 y se pone como consecuencia de ello en contacto con el elemento de transmisión de fuerza 128. El elemento de transmisión de fuerza 128 es alcanzado tras la superación de la ranura 190 por el desplazamiento de la prolongación de émbolo 142C y acciona como consecuencia de ello el émbolo primario 112 (así como indirectamente, el émbolo secundario 114) en el cilindro de freno principal 110. Esto se corresponde con el acoplamiento directo explicado ya en relación con la Fig. 1, de pedal de accionamiento y émbolo de cilindro principal para la producción de presión hidráulica en los circuitos de frenado I., II., en el funcionamiento de frenado de emergencia.

En caso de estar cerrada la válvula 174 (y estar cerrada la válvula 178), la instalación de desacoplamiento 142 está por el contrario activada. Esto se corresponde con el funcionamiento de frenado de funcionamiento. En este caso, durante un accionamiento del pedal de freno se transporta fluido hidráulico desde el cilindro 142A al cilindro 108A de la instalación de simulación 108. De esta manera, se desplaza el émbolo de simulador 108B en contra de la fuerza contraria puesta a disposición por el elemento elástico 108C, de manera que se ajusta el comportamiento de efecto de retorno de pedal habitual. Al mismo tiempo se continúa manteniendo la ranura 190 entre la prolongación del émbolo 142C y el elemento de transmisión de fuerza 128. Debido a ello, se desacopla mecánicamente el pedal de freno del cilindro principal.

En el presente ejemplo de realización, el mantenimiento de la ranura 190 se produce debido a que mediante el actuador electromecánico 124, el émbolo primario 112 se mueve al menos tan rápidamente en la Fig. 3 hacia la izquierda, como se mueve hacia la izquierda el émbolo 142B debido al accionamiento de pedal de freno. Dado que el elemento de transmisión de fuerza 128 está acoplado mecánicamente o de otra forma (por ejemplo, magnéticamente) con el émbolo primario 112, el elemento de transmisión de fuerza 128 se mueve junto con el émbolo primario 112 durante su accionamiento, mediante el husillo de mecanismo transmisor 138. Este arrastre del elemento de transmisión de fuerza 128 permite el mantenimiento de la ranura 190.

El mantenimiento de la ranura 190 en el funcionamiento de frenado de funcionamiento requiere una detección precisa del recorrido recorrido por el émbolo 142B (y con ello del recorrido del pedal). Para este fin se proporciona un sensor de recorrido 146 que se basa en un principio magnético. El sensor de recorrido 146 comprende un empujador 146A acoplado de forma rígida con el émbolo 142B, en cuyo extremo hay dispuesto un elemento de imán 146B. El movimiento del elemento de imán 146B (es decir, el recorrido realizado por el empujador 146A o émbolo 142B) se detecta mediante un sensor de efecto Hall 146C. Una señal de salida del sensor de efecto Hall 146C es evaluada por una unidad de control no mostrada en la Fig. 3 (compárese referencia 150 en las Figs. 1 y 2). En base a esta evaluación puede controlarse entonces el actuador electromecánico 124.

Se hace referencia ahora a la segunda válvula 176, la cual está preconectada a la instalación de simulación 108 y que puede suprimirse en algunas formas de realización. Esta válvula 176 tiene una función de estrangulamiento predeterminada o que puede ajustarse. Mediante la función de estrangulamiento ajustable puede lograrse por

ejemplo, una histéresis u otro tipo de curva característica para el comportamiento de efecto de retorno del pedal. Además de ello, puede limitarse mediante bloqueo selectivo de la válvula 176, el movimiento del émbolo 142B (con válvulas 174, 178 cerradas) y con ello el recorrido del pedal de freno.

5 La tercera válvula 178 posibilita en su posición abierta el transporte de fluido hidráulico desde el circuito 142A al circuito de frenado I., o a la cámara hidráulica 116 del cilindro principal 110 y a la inversa. Un transporte de fluido desde el cilindro 142A al circuito de frenado I., posibilita por ejemplo, un frenado rápido (por ejemplo, antes de comenzar el efecto de transporte del actuador electromecánico 124), volviéndose a cerrar rápidamente la válvula 178. Además de ello, estando la válvula 178 abierta, puede lograrse un efecto de retorno hidráulico (por ejemplo, de una modulación de presión en el funcionamiento de regulación de dinámica de la marcha producida mediante el actuador electromecánico 124) a través del émbolo 142B sobre el pedal de freno.

10 En una conducción hidráulica que desemboca en la conexión 180 del cilindro 142A, se proporciona un sensor de presión 148, cuya señal de salida permite concluir la fuerza de accionamiento en el pedal de freno. La señal de salida de este sensor de presión 148 es evaluada por una unidad de control no mostrada en la Fig. 3. En base a esta evaluación puede producirse entonces un control de una o de varias de las válvulas 170, 172, 174, 176, 178 para la realización de las funcionalidades explicadas más arriba. Además de ello, puede controlarse en base a esta evaluación, el actuador electromecánico 124.

15 En el caso de la instalación de frenado 100 mostrada en la Fig. 3, puede usarse la HCU 106 representada en la Fig. 1. Una realización a modo de ejemplo de esta HCU 106 para la instalación de frenado 100 según la Fig. 3 se muestra en la Fig. 4. En este caso se proporcionan en total 12 válvulas (adicionales) para la realización de las funciones de regulación de dinámica de marcha, así como una bomba hidráulica adicional. En una forma de realización alternativa puede usarse para la instalación de frenado 100 mostrada en la Fig. 3, también la disposición multiplexada según la Fig. 2 (con en total cuatro válvulas adicionalmente a las válvulas mostradas en la Fig. 3).

20 También en el caso de los ejemplos de realización según las Figs. 3 y 4 se da una dependencia del recorrido de pedal de la ranura 190 entre el elemento de transmisión de fuerza 128 por un lado y la prolongación de émbolo 142C por otro lado. A continuación, se explican con mayor detalle, haciendo referencia a las Figs. 5A y 5B esquemáticas, los procedimientos durante el accionamiento de la instalación de frenado 100 en las Figs. 3 o 4 en lo que se refiere a la dependencia de recorrido de una longitud  $d$  de la ranura 190 ("longitud de ranura  $d$ "). Se entiende que los detalles técnicos correspondientes pueden implementarse también en el caso de una instalación de frenado 100 según la Fig. 1 o la Fig. 2.

25 En las Figs. 5A y 5B se representan los componentes decisivos para una explicación de la dependencia de recorrido de la longitud de ranura  $d$ , de la instalación de frenado 100 según las Figs. 3 o 4. La Fig. 5A ilustra en este caso la posición de base no accionada de la instalación de frenado 100 en el modo BBW (es decir, estando el pedal de freno sin accionar), mientras que la Fig. 5B muestra la posición de accionamiento en el modo BBW.

30 Como se ilustra en la Fig. 5A, la ranura 190 está configurada entre superficies frontales dirigida una hacia la otra del elemento de transmisión de fuerza 128 por un lado y de la prolongación del émbolo 142C por otro lado. En el estado de base no accionado según la Fig. 5A, la longitud de ranura  $d$  presenta un valor mínimo predeterminado  $d_{\text{MIN}}$  de aproximadamente 1 mm.

35 En el caso de un accionamiento del pedal de freno, el émbolo 142C se desplaza en el cilindro 142A en la Fig. 5A hacia la izquierda y recorre un recorrido  $s_{\text{EIN}}$ . En el modo BBW, la válvula 176 entre el cilindro 142A y el cilindro 108A de la instalación de simulación 108 está en este caso normalmente abierta. El fluido hidráulico desplazado hacia el exterior de la cámara 142A al desplazarse el émbolo 142B, puede de esta manera desplazarse en el cilindro 108A y empuja de esta manera el émbolo 108B en la Fig. 5A en contra de una fuerza de resorte hacia abajo (compárese elemento 108C en las Figs. 3 y 4). Esta fuerza de resorte provoca el comportamiento de retorno de pedal conocido por el conductor.

40 El recorrido  $s_{\text{EIN}}$ , el cual puede recorrer el émbolo 142B en el cilindro 142A en caso de un accionamiento del pedal de freno, está limitado a un valor máximo  $s_{\text{EIN, MAX}}$  de típicamente 10 a 20 mm (por ejemplo, aproximadamente 16 mm). Esta limitación provoca también una limitación del recorrido del pedal de freno.

45 En el ejemplo de realización según la Fig. 5A, la limitación al valor máximo  $s_{\text{EIN, MAX}}$  resulta debido a un tope en el cilindro 108A para el émbolo 108B que delimita el recorrido  $s_{\text{SIM}}$  del émbolo 108A a un valor máximo  $s_{\text{SIM, MAX}}$ . Entre los valores máximos  $s_{\text{EIN, MAX}}$  y  $s_{\text{SIM, MAX}}$  existe una relación funcional, que viene dada por el volumen de fluido hidráulico desplazado entre los dos cilindros 142A, 108A, y las superficies de trabajo eficaces hidráulicamente de los dos émbolos 142B, 108B.

50 Como ya se ha explicado más arriba, existe la posibilidad de limitar el recorrido  $s_{\text{EIN}}$  a un valor máximo inferior al fijado por  $s_{\text{SIM, MAX}}$ . Esta limitación se produce mediante el cierre de la válvula 176, antes de que el émbolo 108B alcance su tope en el cilindro 108A (se supone en este caso, que el fluido hidráulico desplazado del cilindro 142A no puede salir de ninguna otra manera, es decir, por ejemplo, las válvulas 174, 178 en las Figs. 3 y 4 están cerradas).

La limitación del recorrido  $s_{EIN}$  mediante el cierre de la válvula 176 delimita de esta manera el recorrido de pedal. Una limitación de recorrido de pedal de este tipo se lleva a cabo en el presente ejemplo de realización, al usarse una regulación ABS. Mediante el acortamiento del recorrido de pedal al cerrarse la válvula 176, se indica al conductor de forma táctil, un coeficiente de fricción bajo de la superficie de la vía y el inicio de la regulación ABS. En este caso, la limitación de recorrido de pedal puede iniciarse más rápidamente (es decir, ser el recorrido de pedal máximo más corto), cuanto más bajo es el coeficiente de fricción. Este comportamiento de retroceso de pedal es conocido por el conductor de instalaciones de frenado convencionales, las cuales no se basan en el principio BBW.

Al accionarse el pedal de freno en el modo BBW, se controla el actuador electromecánico 124, para actuar mediante el husillo 138 sobre el émbolo primario 112 en el cilindro principal 110, y con ello también en el émbolo secundario 114. La disposición de émbolo 112, 114 se desplaza como consecuencia de ello a razón de un recorrido  $s_{HBZ}$  en la Fig. 5A hacia la izquierda (por ejemplo, al liberarse el pedal de freno hacia la derecha). El recorrido  $s_{HBZ}$  está limitado igualmente a un valor máximo  $s_{HBZ, MAX}$  de aproximadamente 35 a 50 mm (por ejemplo, aproximadamente 42 mm). Esta limitación resulta debido a un tope en el cilindro principal 110 para al menos uno de los dos émbolos 112, 114.

Como ya se ha explicado arriba, el elemento de transmisión de fuerza 128 está alojado de manera fija o separable (por ejemplo, mediante fuerzas magnéticas) y mecánicamente con el émbolo primario 112. Un desplazamiento del émbolo primario 112 (y del émbolo secundario 114) en el cilindro principal 110 provoca por lo tanto en lo que a la dirección y al recorrido de refiere, el mismo desplazamiento del elemento de transmisión de fuerza 128.

El control del actuador electromecánico 124 se produce ahora de tal manera, que entre  $s_{EIN}$  y  $s_{HBZ}$  se define una relación de transmisión determinada. La relación de transmisión se elige en el ejemplo de realización  $> 1$  y es de por ejemplo 1:3 (compárese Fig. 6A). Debido al acoplamiento rígido del elemento de transmisión de fuerza 128 con el émbolo primario 112, así como de la prolongación del émbolo 142C con el émbolo 142B, se ajusta la misma relación de transmisión entre un recorrido recorrido de la superficie frontal dirigida hacia el elemento de transmisión de fuerza 128, de la prolongación de émbolo 142C y un recorrido de una superficie frontal asignada a la prolongación de émbolo 142C, del elemento de transmisión de fuerza 128.

La relación de transmisión se elige como consecuencia de tal manera, que la longitud de ranura  $d$  aumenta de manera continua al pisarse el pedal de freno. De esta forma se logra que el elemento de transmisión de fuerza 128 se mueva más rápidamente hacia la izquierda en la Fig. 5B de lo que la prolongación de émbolo 142C sigue a éste. Puede hablarse en este caso por lo tanto de una multiplicación entre el recorrido  $s_{EIN}$  del émbolo 142B y la longitud de ranura  $d$ , siendo la relación de transmisión, como se muestra en la Fig. 6B, aproximadamente 2 (y pudiendo encontrarse en general entre 1:1,5 y 1:4).

La longitud de ranura  $d$  en aumento al pisarse el pedal de freno es ventajosa desde el punto de vista de la seguridad, dado que con recorrido de pedal de freno en aumento, se logra un desacoplamiento mecánico "más fuerte" del pedal de freno de la disposición de émbolo 112, 114 en el cilindro principal 110.

La longitud de ranura  $d$  en aumento es ventajosa también desde otro punto de vista. Como ya se ha explicado arriba, puede ser necesario en determinadas situaciones en el caso de la instalación de frenado 100 según las Figs. 3 o 4, en el marco de un frenado de funcionamiento (por ejemplo, tras iniciarse una regulación de dinámica de la marcha), reaspirar fluido hidráulico del depósito al cilindro principal 110. Para ello, como ya se ha explicado, se cierran las conducciones de fluido a los frenos de rueda y se abren las válvulas de rellenado 170, 172. Además de ello, se inicia mediante el actuador electromecánico 124 una carrera de retorno de los émbolos 112, 114, para aspirar fluido hidráulico desde el depósito a las cámaras hidráulicas 116, 118. Como consecuencia de la carrera de retorno, la disposición de émbolos 112, 114, y con ello también el elemento de transmisión de fuerza 128, se mueve en la Fig. 3 hacia la derecha.

Debido a la longitud de ranura  $d = s_{HBZ} - s_{EIN} + s_{MIN}$  comparativamente grande, puede producirse una carrera de retorno significativa (y con ello un alojamiento de volumen significativo de fluido hidráulico en el cilindro principal 110), sin que el elemento de transmisión de fuerza 128 choque con la prolongación de émbolo 142C mediante la superación de la ranura 190. Un aviso táctil no deseado en el pedal de freno, puede evitarse de esta manera. Al mismo tiempo se asegura, que en la posición de base no accionada exista solo una longitud de ranura  $d_{MIN}$  reducida. Si hubiese que conmutarse por ejemplo al modo PT, podría superarse rápidamente la ranura 190 de la longitud  $d_{MIN}$ , lo cual conduce a un acoplamiento en gran medida libre de demora de la prolongación de émbolo 142C con el elemento de transmisión de fuerza 128.

En los ejemplos de realización según las Figs. 3, 4, 5A y 5B se proporciona la ranura 190 entre el elemento de transmisión de fuerza 128 y la prolongación de émbolo 142C. Se hace referencia a que en otras formas de realización, la ranura también podría proporcionarse en otro lugar en el recorrido de transmisión de fuerza entre el pedal de freno 130 y la disposición de émbolo 112, 114 de cilindro principal. Es concebible por ejemplo, configurar la prolongación de émbolo 142C y el elemento de transmisión de fuerza 128 como un único componente libre de ranura. En este caso podría proporcionarse entonces una ranura entre el lado frontal dirigido hacia el pedal de freno, del émbolo primario 112 y el lado frontal dirigido hacia el émbolo primario 112, del elemento integrado 128, 142C.

**REIVINDICACIONES**

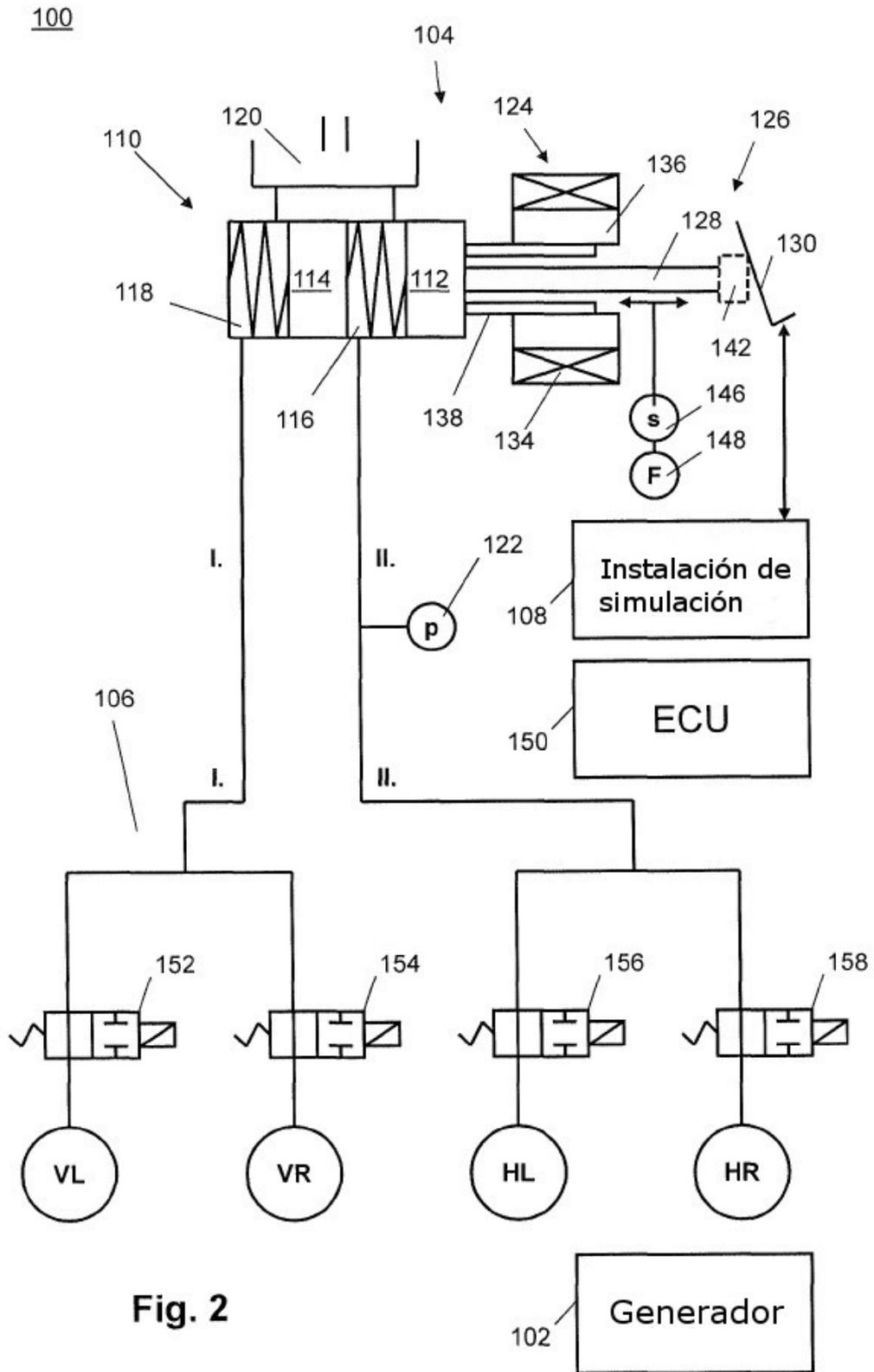
- 5 1. Instalación de frenado electrohidráulica de vehículo de motor (100), comprendiendo un cilindro principal (110); un actuador electromecánico (124) para el accionamiento de un primer émbolo (112; 114) alojado en el cilindro principal (110) en un modo "Brake-By-Wire", BBW, de la instalación de frenado (100); un actuador mecánico (126) que puede ser accionado mediante un pedal de freno (130), para el accionamiento del primer émbolo (112; 114) en un modo "Push-Through", PT, de la instalación de frenado (100), existiendo en el modo BBW una ranura (190) con una longitud de ranura (d) en un recorrido de transmisión de fuerza entre el pedal de freno (130) y el primer émbolo (112; 114), para desacoplar el pedal de freno (130) del primer émbolo (112; 114), y estando configurada la instalación de frenado (100) de tal forma, que en el modo BBW la longitud de ranura (d) presenta una dependencia de un recorrido de pedal del pedal de freno (130), aumentando la longitud de ranura (d) al pisarse el pedal de freno (130).
- 10 2. Instalación de frenado según la reivindicación 1, estando definida la dependencia de la longitud de ranura (d) del recorrido de pedal, por una relación de transmisión entre un recorrido recorrido por una limitación de lado de pedal, de la ranura (190) y un recorrido recorrido por una limitación de lado del émbolo, de la ranura (190), estando la relación de transmisión preferiblemente en el rango entre aproximadamente 1:1,25 y 1:6.
- 15 3. Instalación de frenado según una de las reivindicaciones anteriores, estando limitada la ranura (190) entre una primera superficie frontal del primer émbolo (112; 114) o un primer elemento de accionamiento (128) que puede moverse con el primer émbolo (112; 114), por un lado, y una segunda superficie frontal de un segundo elemento de accionamiento (142C) acoplado con el pedal de freno (130), por otro lado.
- 20 4. Instalación de frenado según la reivindicación 3, pudiendo ponerse en contacto en el modo PT, la primera superficie frontal y la segunda superficie frontal mediante la superación de la ranura (190), para accionar el primer émbolo mediante el pedal de freno (130).
- 25 5. Instalación de frenado según una de las reivindicaciones anteriores, estando realizada la dependencia de la longitud de ranura (d) del recorrido de pedal, mediante una capacidad de control dependiente del recorrido de pedal y/o dependiente de la fuerza del pedal, del actuador electromecánico (124).
- 30 6. Instalación de frenado según una de las reivindicaciones anteriores, pudiendo controlarse el actuador electromecánico (124) de tal forma, que el primer émbolo (112; 114), al pisarse el pedal de freno (130), se desplaza más rápidamente mediante el actuador electromecánico (124), de lo que una limitación del lado del pedal de freno, de la ranura (190), sigue al primer émbolo (112; 114).
- 35 7. Instalación de frenado según una de las reivindicaciones anteriores, pudiendo controlarse el actuador electromecánico (124) para provocar con pedal de freno (130) al menos pisado parcialmente, una carrera de retorno del primer cilindro (112; 114) en dirección hacia el pedal de freno (130), sirviendo la carrera de retorno preferiblemente para una aspiración de fluido hidráulico de un depósito (120) al cilindro principal (110).
- 40 8. Instalación de frenado según una de las reivindicaciones anteriores, proporcionándose un cilindro hidráulico (142A) con un segundo émbolo (142B) alojado dentro de éste, estando acoplado el pedal de freno (130) con el segundo émbolo (142B), para desplazar al estar el pedal de freno (130) pisado, fluido hidráulico del cilindro hidráulico (142A).
- 45 9. Instalación de frenado según la reivindicación 8, estando acoplado el segundo émbolo (142B) de forma rígida con un elemento de accionamiento (142C) que conforma una limitación de lado de pedal, de la ranura (190).
- 50 10. Instalación de frenado según la reivindicación 8 o 9, proporcionándose una instalación de simulación hidráulica (108) para un comportamiento de retorno de pedal, la cual está configurada para el alojamiento de fluido hidráulico desplazado del cilindro hidráulico (142).
11. Instalación de frenado según una de las reivindicaciones 8 a 10, proporcionándose entre el cilindro hidráulico (142A) y la instalación de simulación (108), una válvula de bloqueo (176).
12. Instalación de frenado según la reivindicación 11, pudiendo separarse para la limitación del recorrido de pedal mediante la válvula de bloqueo (176), el cilindro hidráulico (142A) de la instalación de simulación (108)
13. Procedimiento para el manejo de una instalación de frenado electrohidráulica de vehículo de motor (100), con un cilindro principal (110), un actuador electromecánico (124) para el accionamiento de un primer émbolo (112; 114) alojado en el cilindro principal (110) en un modo "Brake-By-Wire", BBW, de la instalación de frenado (100) y un actuador mecánico (126) que puede ser accionado mediante un pedal de freno (130), para el accionamiento del primer émbolo (112; 114) en un modo "Push-Through", PT, de la instalación de frenado (100), existiendo en el modo BBW una ranura (190) con una longitud de ranura (d) en un recorrido de transmisión de fuerza entre el pedal de freno (130) y el primer émbolo (112; 114), para desacoplar el pedal de freno (130) del primer émbolo (112; 114), comprendiendo el paso:

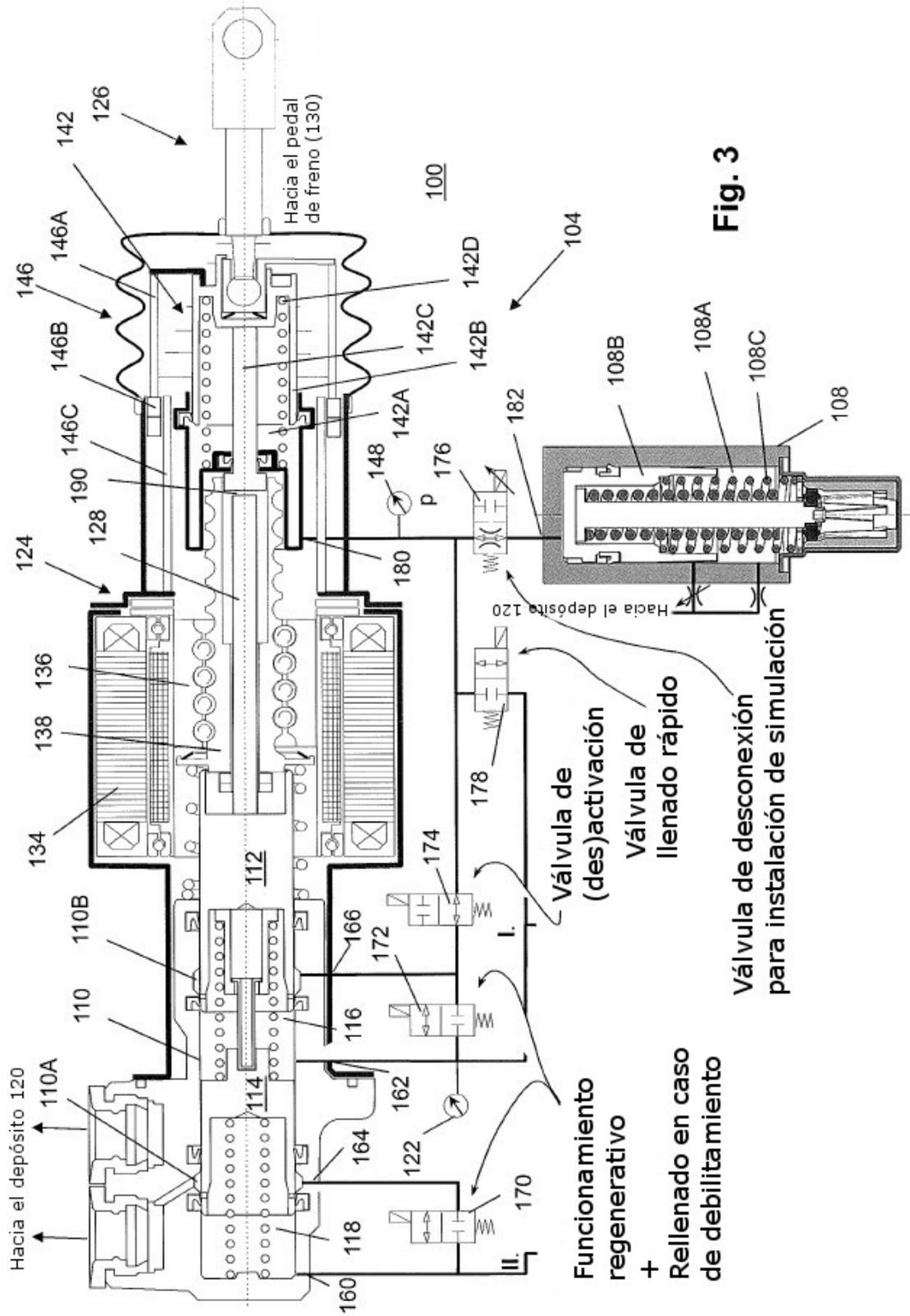
ajuste, en el modo BBW, de la longitud de ranura (d) en dependencia de un recorrido de pedal del pedal de freno (130), de tal forma, que aumenta la longitud de ranura (d) al pisarse el pedal de freno (130).

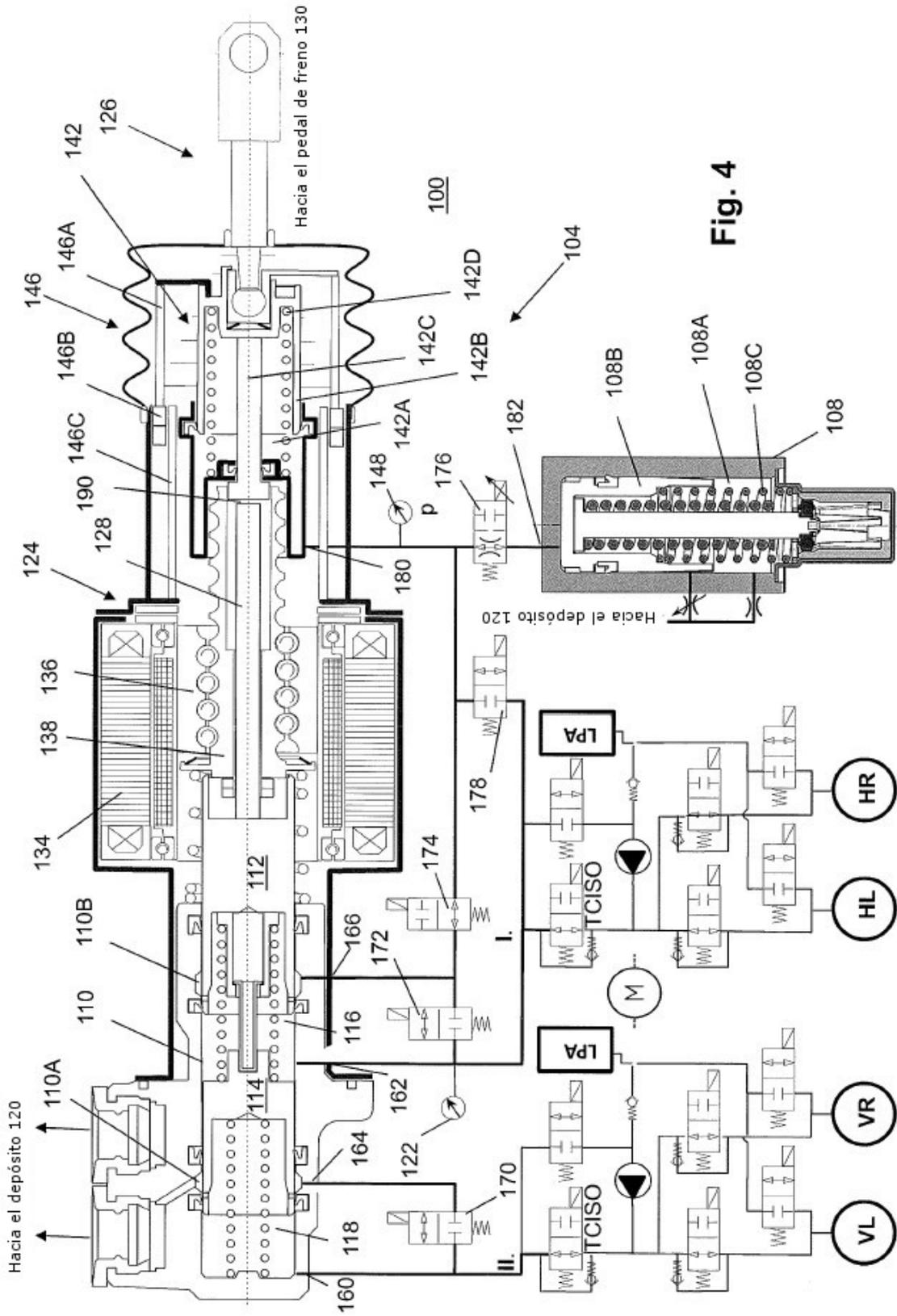
14. Producto de programa de ordenador con medios de código de programa que llevan a cabo el procedimiento según la reivindicación 13, cuando el producto de programa de ordenador se ejecuta en al menos un procesador.

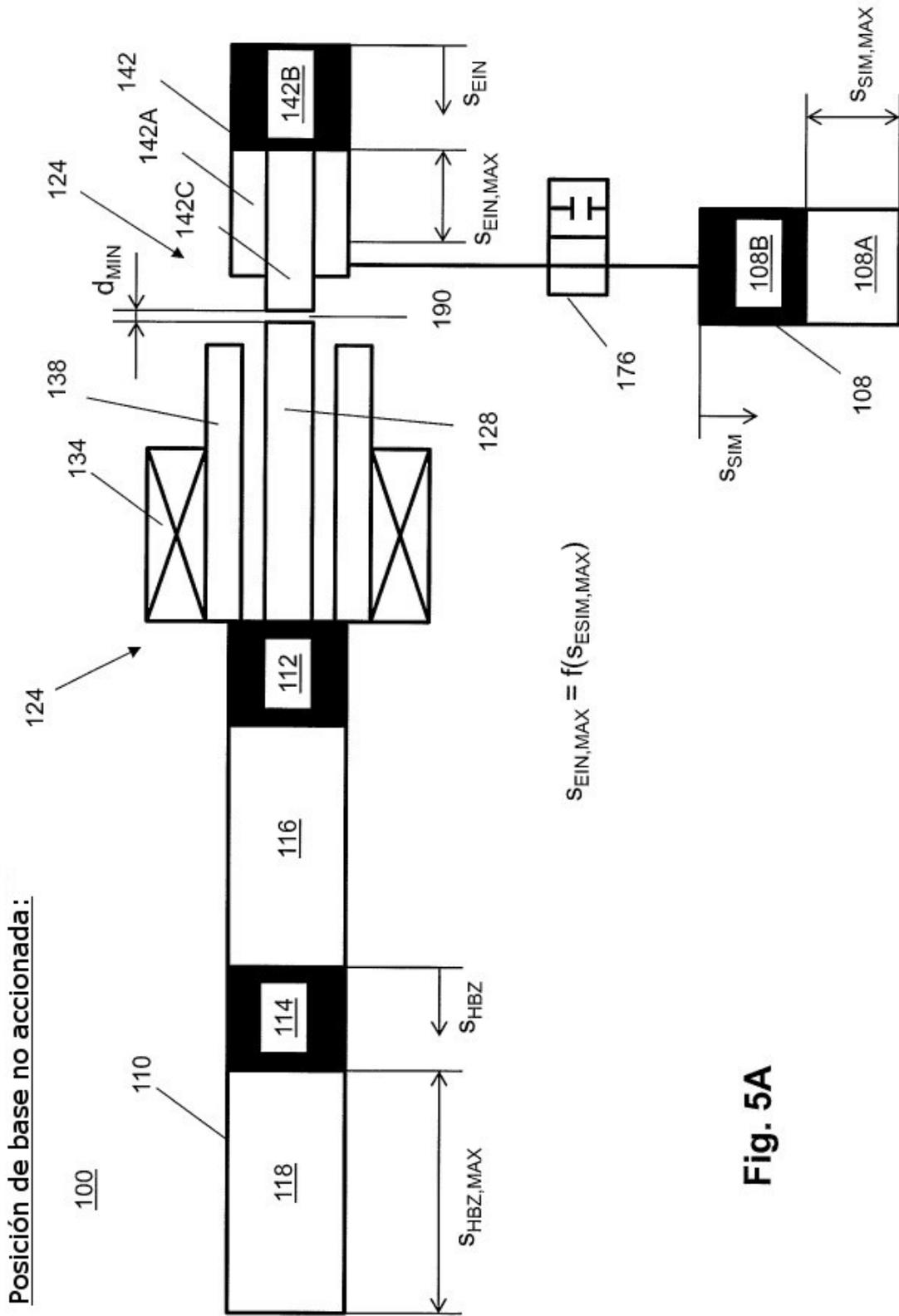
5 15. Dispositivo de control o sistema de dispositivo de control de vehículo de motor, comprendiendo el producto de programa de ordenador según la reivindicación 14.



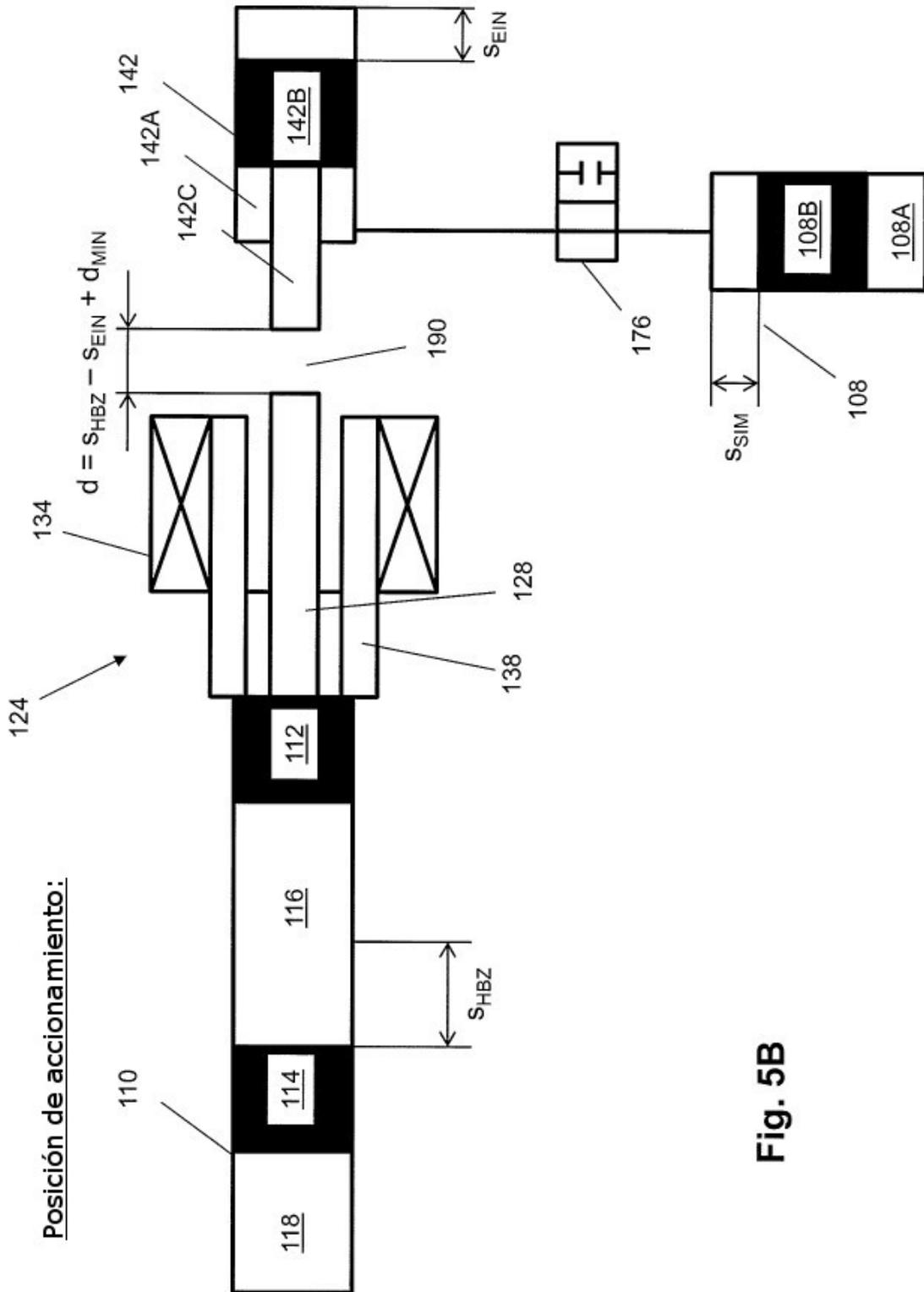








**Fig. 5A**



**Fig. 5B**

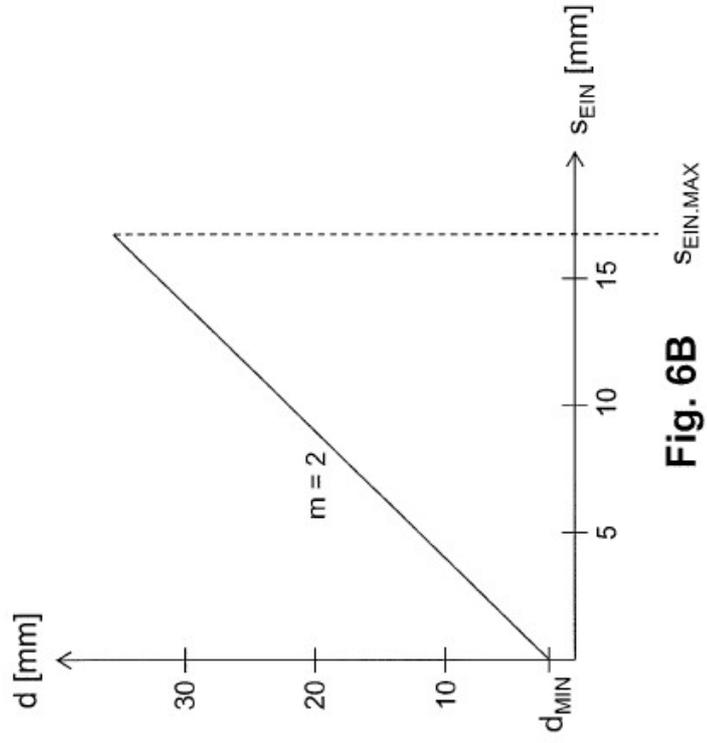


Fig. 6B

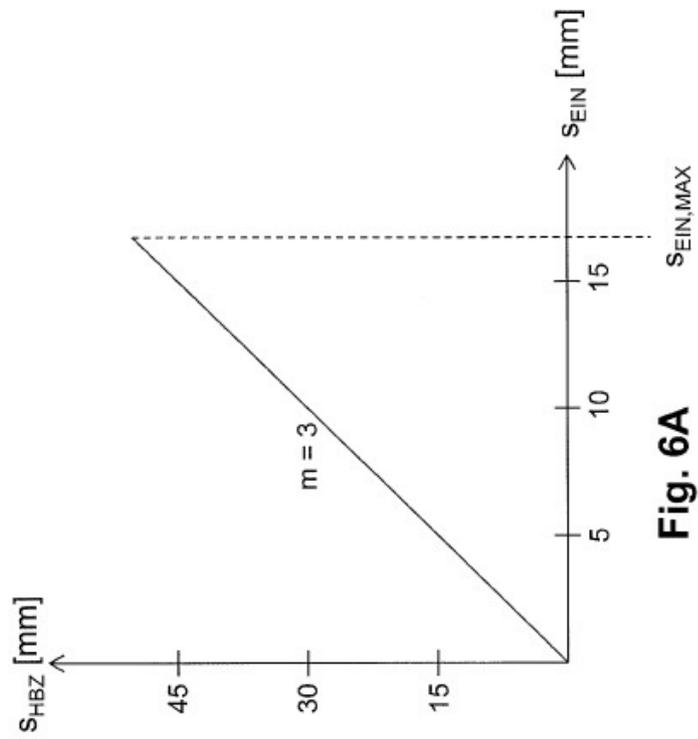


Fig. 6A