

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 619 648**

51 Int. Cl.:

B60T 7/04 (2006.01)

B60T 17/22 (2006.01)

B60T 8/40 (2006.01)

B60T 13/74 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **28.11.2013 PCT/EP2013/074928**

87 Fecha y número de publicación internacional: **26.06.2014 WO2014095287**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.11.2013 E 13795794 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.01.2017 EP 2934961**

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

30 Prioridad:
21.12.2012 DE 102012025291

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

74 Agente/Representante:
CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 619 648 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. Forman parte de estos sistemas de regulación, un sistema de antibloqueo (ABS), una regulación de tracción (ASR) o 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 2012/034661 A1 enseña un dispositivo de accionamiento para una instalación de frenado de vehículo, el cual comprende una primera unidad de émbolo-cilindro y al menos una superficie de trabajo, la cual está conectada con al menos un freno de rueda del vehículo a través de al menos una conducción hidráulica. El dispositivo de accionamiento comprende otra unidad de émbolo-cilindro, pudiendo ser accionado el émbolo mediante el dispositivo de accionamiento y estando unido con un émbolo de la primera unidad de émbolo-cilindro a través de un dispositivo de conexión.

45 La publicación DE 10 2006 05 02 77 A1 enseña una instalación de frenado con un sistema de émbolo-cilindro para la producción de presión en al menos un espacio de trabajo del sistema de émbolo-cilindro y un accionamiento para el ajuste del émbolo del sistema de émbolo-cilindro. Un ajuste mecánico del émbolo del sistema de émbolo-cilindro es posible a través de una instalación de accionamiento de freno, como por ejemplo, un pedal de freno. El émbolo del sistema de émbolo-cilindro presenta un primer elemento de émbolo y un segundo elemento de émbolo, pudiendo ajustarse el primer elemento de émbolo directamente por parte del accionamiento o a través de un mecanismo transmisor y pudiendo ser ajustado un segundo elemento de émbolo directamente o a través de un mecanismo transmisor por parte de la instalación de accionamiento de frenado.

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 un procedimiento para el manejo de una instalación de frenado electrohidráulica de vehículo de motor con una instalación de cilindro-émbolo que puede ser alimentada con fluido hidráulico desde un depósito, un actuador electromecánico para el accionamiento de un émbolo alojado en la instalación de cilindro-émbolo, un freno de rueda que puede acoplarse con la instalación de cilindro-émbolo y una válvula de bloqueo que se proporciona entre la instalación de cilindro-émbolo y el freno de rueda. El procedimiento comprende los pasos del control del actuador electromecánico para establecer una presión hidráulica en el freno de rueda, del control de la válvula de bloqueo para encerrar la presión hidráulica ya generada en el freno de rueda, del control del actuador electromecánico para aspirar fluido hidráulico del depósito mientras se supervisa un comportamiento temporal de una caída de presión que conlleva la aspiración en la instalación de cilindro-émbolo, y de la interrupción de la aspiración en dependencia de un resultado de la supervisión.

La interrupción de la aspiración puede producirse con el fin de no dejar caer demasiado la presión hidráulica en la instalación de cilindro-émbolo en un caso de fallo (en particular a un estado esencialmente sin presión o con presión negativa). El caso de fallo puede reconocerse mediante el comportamiento temporal de la caída de la presión en la instalación de cilindro-émbolo y estar relacionado por ejemplo, con la válvula de bloqueo, otras válvulas o la instalación de cilindro-émbolo.

Para la interrupción de la aspiración, el actuador electromecánico puede controlarse correspondientemente (por ejemplo, para llevar a cabo en lugar de un recorrido de aspiración, un recorrido de transporte). Alternativa o adicionalmente a ello, se pueden controlar una o varias válvulas, incluyendo la válvula de bloqueo o una válvula prevista entre la instalación de cilindro-émbolo y el depósito, para hacer frente por ejemplo, en caso de fallo, a la caída de la presión en la instalación de cilindro-émbolo.

El control de la válvula de bloqueo para encerrar la presión hidráulica, así como el control del actuador electromecánico para aspirar fluido hidráulico, puede producirse en relación con la detección de una necesidad de aspirar en el marco de la generación de la presión hidráulica, fluido hidráulico del depósito en la instalación de cilindro-émbolo. En este caso, el control de la válvula de bloqueo puede preceder al control del actuador electromecánico. La necesidad de aspirar fluido hidráulico del depósito a la instalación de cilindro-émbolo puede detectarse en relación con una fase de prueba. Alternativa o adicionalmente a ello, la necesidad puede ser una compensación de debilitamiento en el marco de un proceso de frenado. Es concebible también, que una aspiración necesaria esté relacionada con que el émbolo se aproxime a su tope del lado anterior (o ya lo haya alcanzado), mientras que la presión hidráulica ha de seguir aumentándose.

Según una implementación, la aspiración puede interrumpirse cuando el resultado de la supervisión indica una capacidad de funcionamiento insuficiente de la válvula de bloqueo o de un control de la válvula de bloqueo. La capacidad de funcionamiento insuficiente puede determinarse mediante un criterio predeterminado o una combinación de varios criterios predeterminados.

La aspiración puede interrumpirse por ejemplo, cuando la caída de presión en la instalación de cilindro-émbolo se produce con más lentitud que según un criterio temporal predeterminado. El criterio temporal predeterminado puede indicar que la caída de presión ha de producirse a un estado esencialmente sin presión (por ejemplo, por debajo de 5 bares o por debajo de 1 bar) en un tiempo de aproximadamente 5 a 50 ms. Alternativa o adicionalmente a ello, la aspiración puede interrumpirse antes de que la caída de la presión sea de aproximadamente 10 a 40 bares (por ejemplo, aproximadamente 20 bares).

En relación con la interrupción (por ejemplo, al mismo tiempo o a continuación de ello) puede iniciarse al menos una medida adicional. Según una variante, la válvula de bloqueo se controla para abrir ésta. Alternativa o adicionalmente a ello, se controla el actuador electromecánico para aumentar la presión hidráulica.

El procedimiento puede llevarse a cabo en el marco de una fase de prueba, en la cual el vehículo se encuentra en estado detenido. De esta manera puede determinarse la seguridad de funcionamiento de la instalación de frenado del vehículo de motor ya con anterioridad a una circulación, y en caso necesario puede emitirse un aviso de error. La fase de prueba puede desarrollarse por ejemplo, a continuación de la conexión de encendido, pero antes de meterse una marcha.

Se pone a disposición 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 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.

Otro aspecto se dirige a una instalación de frenado electrohidráulica de vehículo de motor. La instalación de frenado comprende una instalación de cilindro-émbolo que puede alimentarse con fluido hidráulico desde un depósito, un actuador electromecánico para el accionamiento de un émbolo alojado en la instalación de cilindro-émbolo, un freno de rueda que puede acoplarse con la instalación de cilindro-émbolo, una válvula de bloqueo que se proporciona entre la instalación de cilindro-émbolo y el freno de rueda, y un dispositivo de control o sistema de dispositivo de control, el cual está configurado para controlar el actuador electromecánico para establecer una presión hidráulica en el freno de rueda, para controlar la válvula de bloqueo para encerrar la presión hidráulica ya generada en el freno

de rueda, para controlar el actuador electromecánico para aspirar fluido hidráulico del depósito bajo la supervisión de un comportamiento temporal de una caída de presión que conlleva la aspiración, en la instalación de cilindro-émbolo, y para interrumpir la aspiración en dependencia de un resultado de la supervisión.

5 La instalación de cilindro-émbolo puede estar configurada como cilindro principal de la instalación de frenado de vehículo de motor con un émbolo alojado dentro de éste, para la producción de presión hidráulica en los frenos de
 10 rueda. El émbolo puede estar configurado como émbolo en tándem, el cual define en el cilindro principal dos cámaras hidráulicas, las cuales pueden asignarse respectivamente a un circuito de frenado de la instalación de frenado. El émbolo del cilindro principal puede estar acoplado o acoplarse con el actuador electromecánico directamente de forma mecánica. Al accionarse el émbolo, el actuador electromecánico actúa entonces directamente
 15 sobre el émbolo del cilindro principal, debido a lo cual, éste se pone en movimiento. De manera alternativa a ello, el actuador electromecánico puede interactuar con una instalación de cilindro-émbolo de la instalación de frenado, diferente (adicional) del cilindro principal, la cual está acoplada fluidicamente por el lado de la salida, con el cilindro principal. En este caso, al accionarse el actuador electromecánico, puede producirse en la instalación de cilindro-émbolo, que interactúa con el actuador electromecánico, una presión hidráulica, la cual actúa (por ejemplo,
 directamente) sobre el émbolo del cilindro principal, y se proporciona de esta manera, para el accionamiento hidráulico del émbolo.

20 La instalación de cilindro-émbolo puede estar configurada además de ello, como una instalación de cilindro-émbolo diferente a un cilindro principal de la instalación de frenado, la cual está acoplada o puede acoplarse directamente de manera fluidica con el freno de rueda para la generación de presión hidráulica. Este acoplamiento puede producirse a través de uno o varios circuitos de frenado hidráulicos.

25 La instalación de frenado puede comprender además, un sistema de válvulas para la regulación de la dinámica de marcha. En este caso, la válvula de bloqueo puede estar dispuesta entre la instalación de cilindro-émbolo y el sistema de válvulas para la regulación de la dinámica de marcha o ser una parte de este sistema de válvulas. El funcionamiento multiplexado puede llevarse a cabo en relación con una regulación de dinámica de la marcha. La regulación de dinámica de la marcha puede comprender al menos uno de los siguientes sistemas de regulación: un sistema de antibloqueo (ABS), una regulación de tracción (ASR) y un programa de estabilidad electrónico (ESP, denominado también como *Vehicle Stability Control*, VSC, regulación de estabilidad de vehículo).

30 La instalación de cilindro-émbolo puede tener unas dimensiones tales, que no tenga ninguna reserva de volumen para la compensación de debilitamiento. El diámetro de la instalación de cilindro-émbolo puede ser de 15 a 23 mm y un recorrido de accionamiento máximo de un émbolo de 6 a 10 cm (en el caso de un émbolo en tándem de 3 a 5 cm por émbolo).

35 El dispositivo puede comprender además de ello, un actuador mecánico que puede acoplarse o acoplado con un pedal de freno, para el accionamiento del émbolo alojado en la instalación de cilindro-émbolo. Este actuador mecánico puede proporcionarse para un funcionamiento de frenado de emergencia (por ejemplo, en caso de fallar el actuador electromecánico).

40 Según una primera variante, en la instalación de frenado presentada en este caso, el actuador electromecánico para el accionamiento del émbolo de la instalación de cilindro-émbolo, está configurado en el marco de un refuerzo de la fuerza de frenado. La fuerza de frenado a reforzar puede ejercerse en este caso sobre el émbolo mediante el actuador mecánico. Según otra variante, el actuador electromecánico está configurado para el accionamiento del émbolo para la producción de fuerza de frenado. Esta variante puede usarse por ejemplo, en el marco de un funcionamiento BBW (del inglés *Brake-By-Wire*, frenado por cable), en cuanto que el pedal de freno está desacoplado mecánicamente del cilindro principal-émbolo (normalmente). En el caso de una instalación de frenado configurada para el funcionamiento BBW, el actuador mecánico se usa por ejemplo, al fallar un componente BBW (es decir en un modo de empuje o en caso de un frenado de emergencia) para el accionamiento del émbolo.

45 Dependiendo de la configuración de la instalación de frenado del vehículo, puede producirse un desacoplamiento selectivo del pedal de freno del cilindro principal-émbolo mediante una instalación de desacoplamiento. En el caso de una instalación de frenado configurada según el principio BBW, puede estar previsto, a excepción de un funcionamiento de frenado de emergencia (en el cual el pedal de freno está acoplado a través del actuador mecánico con el cilindro principal-émbolo), 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 el caso de otras instalaciones de frenado, la instalación de desacoplamiento, así como una instalación de simulación que la acompaña, pueden también suprimirse completamente para la puesta a disposición de un comportamiento de efecto retroactivo de pedal.

55 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:

- La Fig. 1 un primer ejemplo de realización de una instalación de frenado electrohidráulica de vehículo;
- 5 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. 5 un diagrama de flujo, el cual ilustra un ejemplo de realización de un procedimiento para manejar una instalación de frenado electrohidráulica de vehículo según una de las Figs. anteriores; y
- 10 Las Figs. 6A a 6D diagramas, los cuales ilustran desarrollos de presión hidráulica, así como el control del actuador electromecánico.

Descripción detallada

15 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).

20 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 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 retroactivo 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.

30 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, 116 está acoplada además de ello, con la HCU 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.

40 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-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 accionaran independientemente entre sí (y de forma separada o conjunta) el cilindro principal-émbolo.

45 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 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.

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. El 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 (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, por ejemplo, mediante la interrupción de un recorrido de transmisión de fuerza. 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), y un accionamiento de la disposición de émbolo 112, 114 puede producirse únicamente a través del actuador electromecánico 124. El comportamiento de efecto retroactivo 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 funcionamiento 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 de 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.

Después de que se hayan explicado con mayor detalle los procesos en caso de un frenado de funcionamiento, se explica ahora brevemente el funcionamiento de frenado de emergencia (modo "empuje"). 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 emergencia posibilita un accionamiento 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 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.

Como se representa en la Fig. 1, la instalación de frenado 100 comprende además de ello una válvula 172, la cual está configurada como válvula de bloqueo y que puede integrarse en la HCU 106. La válvula 172 se proporciona funcionalmente entre la cámara hidráulica 116 y el depósito de fluido hidráulico 120 libre de presión. En algunas formas de realización, puede proporcionarse una válvula de este tipo adicional (no representado) funcionalmente entre la otra cámara hidráulica 118 y el depósito 120. En general, la válvula 172 se proporciona entre el cilindro principal 110 y el depósito.

La válvula 172 posibilita un rellenado de las cámaras hidráulicas 116, 118. Un rellenado de este tipo es necesario por ejemplo, cuando durante un proceso de frenado en desarrollo, se ha extraído prácticamente de manera completa el fluido hidráulico de las cámaras hidráulicas 116, 118 (es decir, los émbolos 112, 114 se aproximan a su tope, en la Fig. 1 a la izquierda) y a pesar de ello ha de continuar aumentándose la presión hidráulica.

Para el rellenado, los frenos de rueda VL, VR, HL y HR se separan fluidicamente a través de válvulas asignadas de la HCU 106 (no representado en la Fig. 1) de las cámaras hidráulicas 116, 118. La presión hidráulica predominante en los frenos de rueda VL, VR, HL y HR por lo tanto "se encierra". Como consecuencia de ello, se abre la válvula 172. En el caso de una carrera de retorno posterior de los émbolos 112, 114 (en la Fig. 3 hacia la derecha) se aspira entonces fluido hidráulico del depósito 120 libre de presión a las dos cámaras 116, 118 (debido a los émbolos de cilindro principal 112, 114 flotantes). Finalmente, la válvula 172 puede volver a cerrarse y la conexión hidráulica con al menos uno de los frenos de rueda VL, VR, HL y HR volver a abrirse. En el caso de una posterior carrera de transporte de los émbolos 112, 114 (en la Fig. 1 hacia la derecha) se continúa aumentando entonces la presión hidráulica anteriormente "encerrada".

La válvula 172 puede usarse además de ello, para el funcionamiento de frenado regenerativo y para la formación de presión hidráulica en caso de fallos en el sistema. Estos usos de explicaran con mayor detalle más adelante.

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 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 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 una o varias veces (por ejemplo, mediante la modificación 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 10 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 retroactivo 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 retroactivo 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 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 preconnectada 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 del elemento elástico 108C, de manera que se ajusta el comportamiento de efecto retroactivo 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.

5 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 146B 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.

15 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 retroactivo 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.

20 La tercera válvula 178 posibilita en su posición abierta el transporte de fluido hidráulico desde el émbolo 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 émbolo 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 retroactivo hidráulico (por ejemplo, de una modulación de presión en el funcionamiento de regulación de dinámica de conducción producida mediante el actuador electromecánico 124) a través del émbolo 142B sobre el pedal de freno.

25 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.

30 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).

35 En los ejemplos de realización descritos anteriormente, se elige de tal forma el tamaño del cilindro principal, y con ello el volumen máximo transportable de fluido hidráulico, que con una proporción de multiplicación de pedal predeterminada (recorrido/fuerza) con 500 N de fuerza de pedal puede lograrse aún una deceleración de vehículo de aproximadamente 0,6 g. Esta exigencia conduce a un diámetro típico del cilindro principal 110 de aproximadamente 18 a 20 mm. Para poner a disposición en el caso de un diámetro de cilindro principal de este tipo una reserva suficiente de volumen de fluido hidráulico, debería elegirse el recorrido del cilindro principal desproporcionadamente largo. A menudo se renuncia debido a ello a reservas de volumen excesivas, que solo se requieren en casos especiales (por ejemplo, en el caso de debilitamiento). La instalación de frenado 100 ha de rellenar por lo tanto en caso de necesidad de volumen adicional, como se ha explicado más arriba, fluido hidráulico desde el depósito 120 libre de presión al cilindro principal 110.

40 Un rellenado se hace necesario cuando por ejemplo, durante un proceso de frenado en desarrollo, se reconoce que el volumen de fluido hidráulico existente (aún) en las cámaras hidráulicas 116, 118 no es suficiente para continuar aumentando la presión hidráulica en uno, varios o todos los frenos de rueda VL, VR, HL y HR.

45 Durante el proceso de rellenado cae por un corto periodo fuertemente la presión hidráulica en el cilindro principal 110. Por otro lado, ha de mantenerse la presión hidráulica producida ya en los frenos de rueda VL, VR, HL y HR. Debido a este motivo, se cierran válvulas de bloqueo proporcionadas en la HCU 106 (por ejemplo, las válvulas multiplexadas 152, 154, 156 y 158 según la Fig. 2 o las válvulas TCISO según la Fig. 4), para encerrar la presión hidráulica en los frenos de rueda VL, VR, HL y HR. En este sentido, han de garantizarse tanto una capacidad de funcionamiento de estas válvulas de bloqueo, como también de su control (en particular en lo que se refiere al dispositivo de control 150). De lo contrario, existiría el riesgo de que en el marco del proceso de aspiración cayese en el cilindro principal 110 la presión hidráulica en uno varios de los frenos de rueda VL, VR, HL, HR y con ello disminuyese la deceleración del vehículo.

De esta forma, en caso de fallo, el descenso de deceleración no debería ser de más de 0,1 a 0,3 g dentro de aproximadamente 200 ms. Por este motivo, ha de detectarse ya durante la reducción de la presión hidráulica en el cilindro principal 110 tras iniciarse el proceso de rellenado, un no cierre defectuoso de válvulas de bloqueo con respecto a frenos de rueda VL, VR, HL y HR. Una detección de este tipo ha de producirse antes de que la caída de la presión en el cilindro principal 110 haya alcanzado aproximadamente 20 bares (esto se correspondería con una reducción de deceleración de aproximadamente 0,2 g).

La Fig. 5 ilustra en un diagrama de flujo 500 un ejemplo de realización para el manejo de la instalación de frenado electrohidráulica según una de las Figs. 1 a 4 para una detección de error al rellenarse fluido hidráulico desde el depósito 120 al cilindro principal 100.

Primeramente se genera mediante el control del actuador electromecánico 124 en el paso 502, una presión hidráulica en uno o varios de los frenos de rueda VL, VR, HL o HR (por ejemplo, en caso de un frenado de funcionamiento y/o un proceso de regulación de dinámica de la marcha). En este caso, la conexión de fluido entre las cámaras hidráulicas 116, 118 por un lado y los correspondientes frenos de rueda VL, VR, HL y HR, está abierta. Esto se corresponde por ejemplo en el ejemplo de realización según la Fig. 2, a un estado abierto de una o de varias de las válvulas multiplexadas 152, 154, 156, 158. En el ejemplo de realización según la Fig. 4 está abierta al menos una de las válvulas TCISO (y el resto de las válvulas se encuentran en la posición ilustrada en la Fig. 4).

Los siguientes pasos se llevan a cabo para el reconocimiento de errores, cuando en el marco de la producción de la presión hidráulica ha de aspirarse en el paso 502 fluido hidráulico desde el depósito 120 al cilindro principal 110 (proceso de rellenado). Como ya se ha explicado, un proceso de aspiración de este tipo puede producirse por ejemplo, en el caso de debilitamiento con reserva de volumen no suficiente en el cilindro principal 110.

En este caso se controlan en primer lugar las válvulas de bloqueo abiertas (válvulas multiplexadas 152, 154, 156 158 según la Fig. 2 o válvulas TCISO según la Fig. 4), para cerrar las mismas y encerrar la presión hidráulica ya producida en los frenos de rueda VL, VR, HR y HL (paso 504). Tras el cierre de las válvulas de bloqueo, se controla el actuador electromecánico 124, para aspirar fluido hidráulico del depósito 120 libre de presión a las cámaras hidráulicas 116, 118 (paso 506). Junto con el control del actuador o poco después de ello, se abre al menos una de las válvulas 170, 172, para establecer una conexión de fluidos entre al menos una de las cámaras hidráulicas 116, 118 y el depósito 120. Como se ha explicado, debido al alojamiento flotante de los émbolos 112, 114 del cilindro principal, es suficiente la apertura de una de las válvulas 170, 172.

El control del actuador electromecánico 124 provoca un desplazamiento de los émbolos 112, 114 del cilindro principal hacia la izquierda (compárense las Figs. 1 a 4). Debido a la muy alta rigidez de las conducciones de frenado, la presión hidráulica (en el cilindro principal 110) cae muy fuertemente en un periodo de unos pocos ms. De esta manera es normal típicamente en un tiempo de 10 a 20 ms una caída de la presión hidráulica a aproximadamente 0 bares o a una presión negativa.

El comportamiento temporal de la caída de la presión que conlleva la aspiración, en el cilindro principal 110, se supervisa constantemente (por ejemplo, mediante el sensor de presión 122). Si una de las válvulas de bloqueo no está o no está completamente cerrada, entonces resulta una rigidez esencialmente reducida del sistema de frenado 100. De esta rigidez reducida resulta una caída de la presión más lenta en el cilindro principal 110. De esta manera se requieren en un caso de fallo típico 100 ms o más, hasta que la presión hidráulica en el cilindro principal 110 cae a esencialmente 0 bares o a una presión negativa. Esto significa, que tras como mucho 10 a 20 ms puede reconocerse una caída de presión no regular en el cilindro principal 110.

Si se reconoce por lo tanto en el marco de la supervisión del comportamiento temporal de la caída de presión en el cilindro principal, un caso de fallo, se interrumpe el proceso de aspiración (paso 508). En el caso de fallo puede volver a cerrarse directamente entonces la válvula 170, 172 abierta, o incluso ni siquiera se abre. El actuador electromecánico 12 puede controlarse además de ello, para elevar la presión hidráulica en los circuitos de frenado I. y II., lo más rápidamente posible de nuevo al menos al nivel anterior. Este control del actuador electromecánico 124 es anterior a una apertura de las válvulas de bloqueo cerradas a los frenos de rueda VL, VR, HL y HR. Como resultado puede evitarse entonces por lo tanto en caso de error, una reducción substancial de la deceleración del vehículo. Puede indicarse además de ello un aviso de error al conductor.

A continuación, se explica haciendo referencia a las Figs. 6A a 6D, el desarrollo de diferentes presiones hidráulicas en el caso normal, así como en el caso de error.

La Fig. 6A muestra un situación de rellenado a modo de ejemplo para un vehículo que se encuentra en estado detenido, en el marco de una fase de prueba. La situación se refiere a la instalación de frenado de vehículo de motor según la Fig. 3, la cual está equipada con las cuatro válvulas multiplexadas 152, 154, 156 y 158 según la Fig. 2. Los estados de conmutación de las válvulas multiplexadas 152, 154, 156, 158 se representan en el diagrama en la posición más alta, seguidos de los estados de conmutación de las válvulas 170, 172 para el funcionamiento de rellenado. La curva característica sigue un recorrido del elemento de transmisión de fuerza 128, la cual ilustra el funcionamiento del actuador electromecánico 124. El recorrido del elemento de transmisión de fuerza 128 se corresponde en este caso con el recorrido del husillo roscado 138. Las siguientes curvas características muestran la

presión hidráulica en los frenos de rueda HR, HL del eje de las ruedas traseras, en los frenos de rueda VR, VL del eje de ruedas delanteras, así como la presión hidráulica en el cilindro principal 110.

La Fig. 6A se refiere al caso de un modo de funcionamiento libre de errores de las válvulas multiplexadas 152, 154, 156, 158. En la Fig. 6A no se representa el control inicial del actuador electromecánico 124 para producir una presión hidráulica en los cuatro frenos de rueda VR, VL, HR y HR. En el momento t1 se inicia entonces con fines de prueba un proceso de rellenado. Para ello se controlan en primer lugar las válvulas multiplexadas 152, 154, 156, 158, para cerrar las mismas. De esta manera se encierra la presión hidráulica producida con anterioridad en los frenos de rueda VL, VR, HL y HR.

Poco tiempo después se controla el actuador electromecánico 124, para que los émbolos de cilindro principal 112, 114 lleven a cabo una carrera de retorno. Esto se ilustra en la Fig. 6A mediante el recorrido del elemento de transmisión de fuerza 128. Debido a la alta rigidez del sistema de frenado 100, la cual está relacionada con la capacidad de funcionamiento de las válvulas cerradas 152, 154, 156, 158, cae la presión hidráulica en el cilindro principal en un tiempo de menos de 15 ms fuertemente a esencialmente 0 bares. Este comportamiento temporal de la presión hidráulica del cilindro principal indica una capacidad de funcionamiento de las válvulas 152, 154, 156, 158. Debido a este motivo, pueden abrirse con una determinada demora en el momento t2, las válvulas 170, 172 (o al menos una de estas dos válvulas), para aspirar fluido hidráulico del depósito 120 libre de presión. Los émbolos 112, 114 de cilindro principal continúan encontrándose en carrera de retorno.

En el momento t3 ha finalizado entonces esencialmente el proceso de aspiración. Como consecuencia de ello, las dos válvulas 170, 172 se encuentran nuevamente en su estado cerrado. Dicho con otras palabras, el cilindro principal 110 está nuevamente desacoplado fluidicamente del depósito 120. Además de ello, las válvulas 152, 154, 156, 158 pueden volver a abrirse, lo cual resulta en una caída de la presión solo ligera en los frenos de rueda VL, VR, HL y HR. A partir de este momento puede volver a aumentarse la presión hidráulica en el cilindro principal 110 mediante una correspondiente carrera de transporte de los émbolos 112, 114 del cilindro principal.

Probada la capacidad de funcionamiento de las válvulas 152, 154, 156, 158 durante la situación según la Fig. 6A, la Fig. 6B muestra la interrupción de un proceso de aspiración en el caso de fallo. El caso de fallo se refiere al hecho, de que dos de las cuatro válvulas multiplexadas 152, 154, 156, 158 no puedan cerrarse. Debido a ello, la rigidez de la instalación de frenado 100 es claramente reducida, lo cual es apreciable en una caída de la presión comparativamente lenta en el cilindro principal 110. La caída de la presión a esencialmente 0 bares se extiende por más de 100 ms. Al mismo tiempo, se da debido a las dos válvulas defectuosas, una fuerte caída de la presión en un freno de rueda en el eje delantero, así como en un freno de rueda del eje trasero, los cuales están asignados a estas válvulas defectuosas.

La Fig. 6C muestra un caso de fallo parecido al de la Fig. 6B, solo que aquí, el proceso de aspiración para el rellenado del cilindro principal 110 se interrumpe directamente tras detectarse el caso de fallo. Debido a este motivo, caen las presiones hidráulicas en aquellos frenos de rueda, los cuales están asignados a las dos válvulas multiplexadas defectuosas, solo por un corto tiempo y ligeramente. La correspondiente disminución de la deceleración del vehículo es de menos de 0,2 g dentro de 200 ms. La caída de la presión hidráulica en el cilindro principal 110 es además de ello claramente inferior a 20 bares, antes de que mediante una carrera de transporte, el émbolo 112, 114 del cilindro principal se compense nuevamente la caída de la presión.

La Fig. 6D muestra una situación parecida a la de la Fig. 6C. En este caso también se interrumpe el proceso de aspiración debido a una caída de la presión demasiado lenta en el cilindro principal 110. Como se ilustra tanto en la Fig. 6C, como también en la Fig. 6D, se detecta en ambas situaciones el caso de fallo, antes de que se abra ninguna de las válvulas 170, 172 y con ello se establece un "cortocircuito hidráulico" entre el cilindro principal 110 y el depósito de fluido 120.

Mientras que las Figs. 6A a 6C ilustran la fase de prueba en caso de un vehículo detenido, la Fig. 6D se refiere al caso de un vehículo en marcha y con ello constantemente decelerado. Puede reconocerse claramente el hecho, de que debido a una interrupción a tiempo del proceso de aspiración, no resulta prácticamente ningún efecto negativo sobre la deceleración del vehículo.

En general, la técnica presentada en este caso puede garantizar con ello, que válvulas defectuosas o controles de válvula defectuosos, se detecten de forma segura. Resulta además de ello un aumento en la seguridad para procesos de rellenado. Debido a este aumento de la seguridad, los cilindros principales pueden configurarse básicamente con reservas de volumen más reducidas.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Procedimiento para el manejo de una instalación de frenado electrohidráulica de vehículo de motor (100) con una instalación de cilindro-émbolo (110) que puede ser alimentada con fluido hidráulico desde un depósito (120), un actuador electromecánico (124) para el accionamiento de un émbolo (112; 114) alojado en la instalación de cilindro-émbolo (110), un freno de rueda que puede ser acoplado con la instalación de cilindro-émbolo (110) y una válvula de bloqueo (TCISO; 152, 154, 156, 158) que se proporciona entre la instalación de cilindro-émbolo (110) y el freno de rueda, comprendiendo los pasos:
 - 10 controlar el actuador electromecánico (124) para producir una presión hidráulica en el freno de rueda;
 - 10 controlar la válvula de bloqueo (TCISO; 152, 154, 156, 158) para encerrar la presión hidráulica ya producida en el freno de rueda;
 - 10 controlar el actuador electromecánico (124) para aspirar fluido hidráulico del depósito (120) bajo la supervisión de un comportamiento temporal de una caída de la presión resultante de la aspiración, en la instalación de cilindro-émbolo (110); e
 - 15 interrumpir la aspiración en dependencia de un resultado de la supervisión.
- 15 2. Procedimiento según la reivindicación 1, interrumpiéndose la aspiración cuando el resultado de la supervisión indica una capacidad de funcionamiento insuficiente de la válvula de bloqueo (TCISO; 152, 154, 156, 158) o un control (150) de la válvula de bloqueo (TCISO; 152, 154, 156, 158).
- 20 3. Procedimiento según la reivindicación 1 o 2, interrumpiéndose la aspiración cuando la caída de la presión se produce más lentamente que según un criterio temporal predeterminado, indicando el criterio temporal predeterminado preferiblemente, que la caída de la presión ha de producirse a un estado esencialmente libre de presión dentro de un periodo de aproximadamente 5 a 50 ms.
- 25 4. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, interrumpiéndose la aspiración antes de que la caída de la presión sea de aproximadamente 10 a 40 bares.
- 25 5. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, controlándose en relación con las interrupciones de la aspiración, la válvula de bloqueo (TCISO; 152, 154, 156, 158), para abrir la misma; y/o controlándose en relación con la interrupción de la aspiración, el actuador electromecánico (124) para aumentar la presión hidráulica.
- 30 6. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, llevándose a cabo el procedimiento en el marco de una fase de prueba, en la cual el vehículo se encuentra detenido.
- 30 7. Producto de programa de ordenador con medios de código de programa que llevan a cabo el procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, cuando el producto de programa de ordenador se ejecuta en un procesador.
- 35 8. Dispositivo de control o sistema de dispositivo de control de vehículo de motor, comprendiendo el producto de programa de ordenador según la reivindicación 7.
- 35 9. Instalación de frenado electrohidráulica de vehículo de motor (100) comprendiendo:
 - 35 una instalación de cilindro-émbolo (110) que puede ser alimentada con fluido hidráulico desde un depósito (120), un actuador electromecánico (124) para el accionamiento de un émbolo (112; 114) alojado en la instalación de cilindro-émbolo (110),
 - 35 un freno de rueda que puede ser acoplado con la instalación de cilindro-émbolo (110)
 - 40 una válvula de bloqueo que se proporciona entre la instalación de cilindro-émbolo (110) y el freno de rueda, y un dispositivo de control o sistema de dispositivo de control (150), el cual está configurado para
 - 45 - controlar el actuador electromecánico (124) para producir una presión hidráulica en el freno de rueda;
 - 45 - controlar la válvula de bloqueo (TCISO; 152, 154; 156; 158) para encerrar la presión hidráulica ya producida en el freno de rueda;
 - 45 - controlar el actuador electromecánico (124) para aspirar fluido hidráulico del depósito (120) bajo la supervisión de un comportamiento temporal de una caída de la presión resultante de la aspiración, en la instalación de cilindro-émbolo (110); e
 - 45 - interrumpir la aspiración en dependencia de un resultado de la supervisión.
- 50 10. Instalación de frenado según la reivindicación 9, comprendiendo además de ello, un sistema de válvula (106) para la regulación de dinámica de la marcha, estando dispuesta la válvula de bloqueo (TCISO; 152, 154, 156, 158) entre la instalación de cilindro-émbolo (110) y el sistema de válvula (106) para la regulación de dinámica de marcha o siendo una parte de este sistema de válvula (106).
- 50 11. Instalación de frenado según la reivindicación 9, pudiendo manejarse la válvula de bloqueo (152) junto con otras válvulas de bloqueo (154, 156, 158), las cuales están asignadas a otros frenos de rueda, en funcionamiento multiplexado, para llevar a cabo una regulación de dinámica de la marcha.

12. Instalación de frenado según la reivindicación 10 u 11, comprendiendo la regulación de dinámica de la marcha al menos uno de los siguientes sistemas de regulación: un sistema de antibloqueo, ABS, una regulación de tracción, ASR, y un programa de estabilidad electrónico, ESP.
- 5 13. Dispositivo según una de las reivindicaciones 9 a 12, teniendo la instalación de cilindro-émbolo (110) unas dimensiones tales, que no tiene ninguna reserva de volumen para la compensación de debilitamiento.
14. Dispositivo según una de las reivindicaciones 9 a 13, comprendiendo además de ello, un actuador mecánico (126) que puede acoplarse o acoplado con un pedal de freno (130), para el accionamiento del émbolo (112, 114) alojado en la instalación de cilindro-émbolo (110).
- 10 15. Dispositivo según una de las reivindicaciones 9 a 14, siendo la instalación de cilindro-émbolo, un cilindro principal (110) de la instalación de frenado (100).

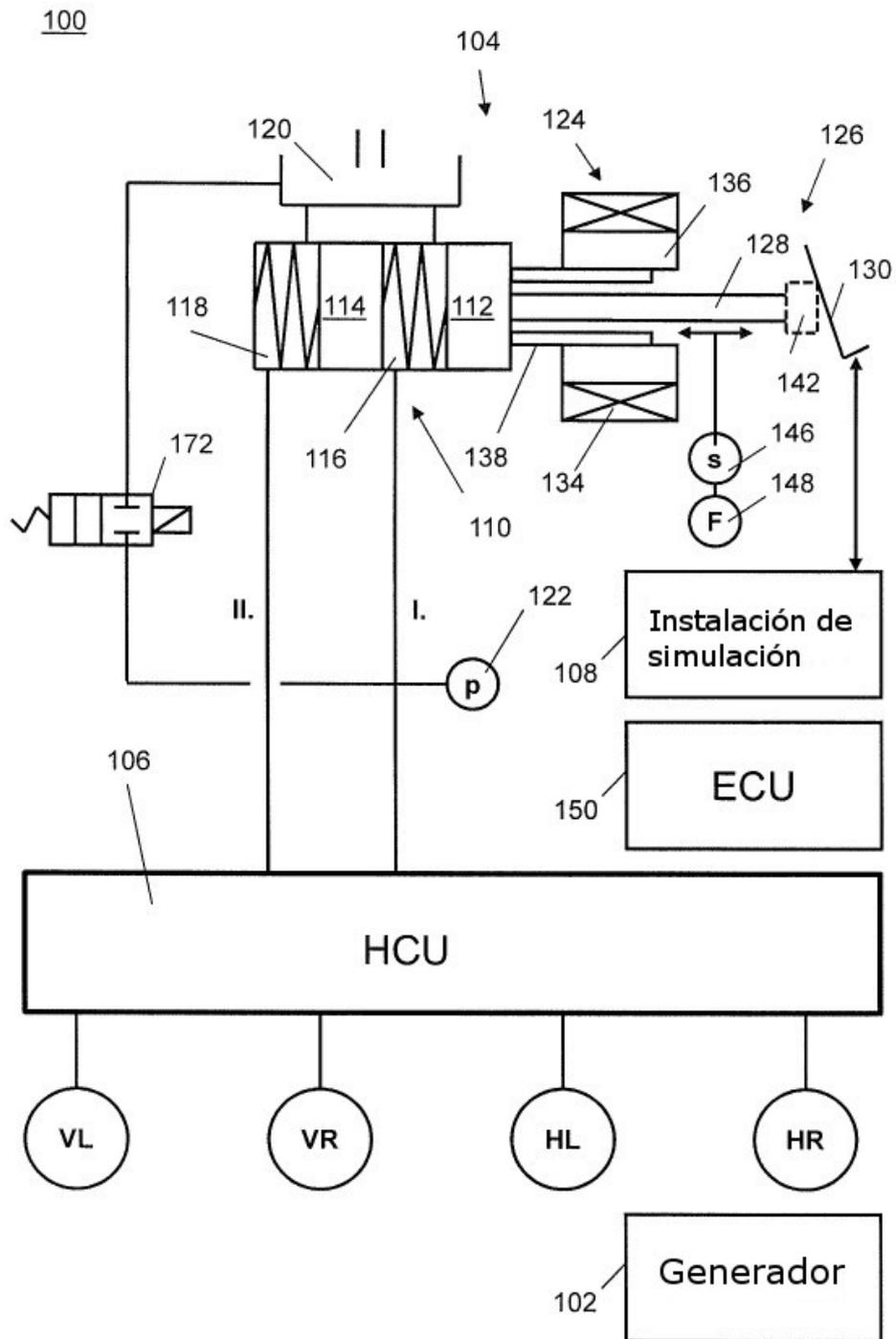


Fig. 1

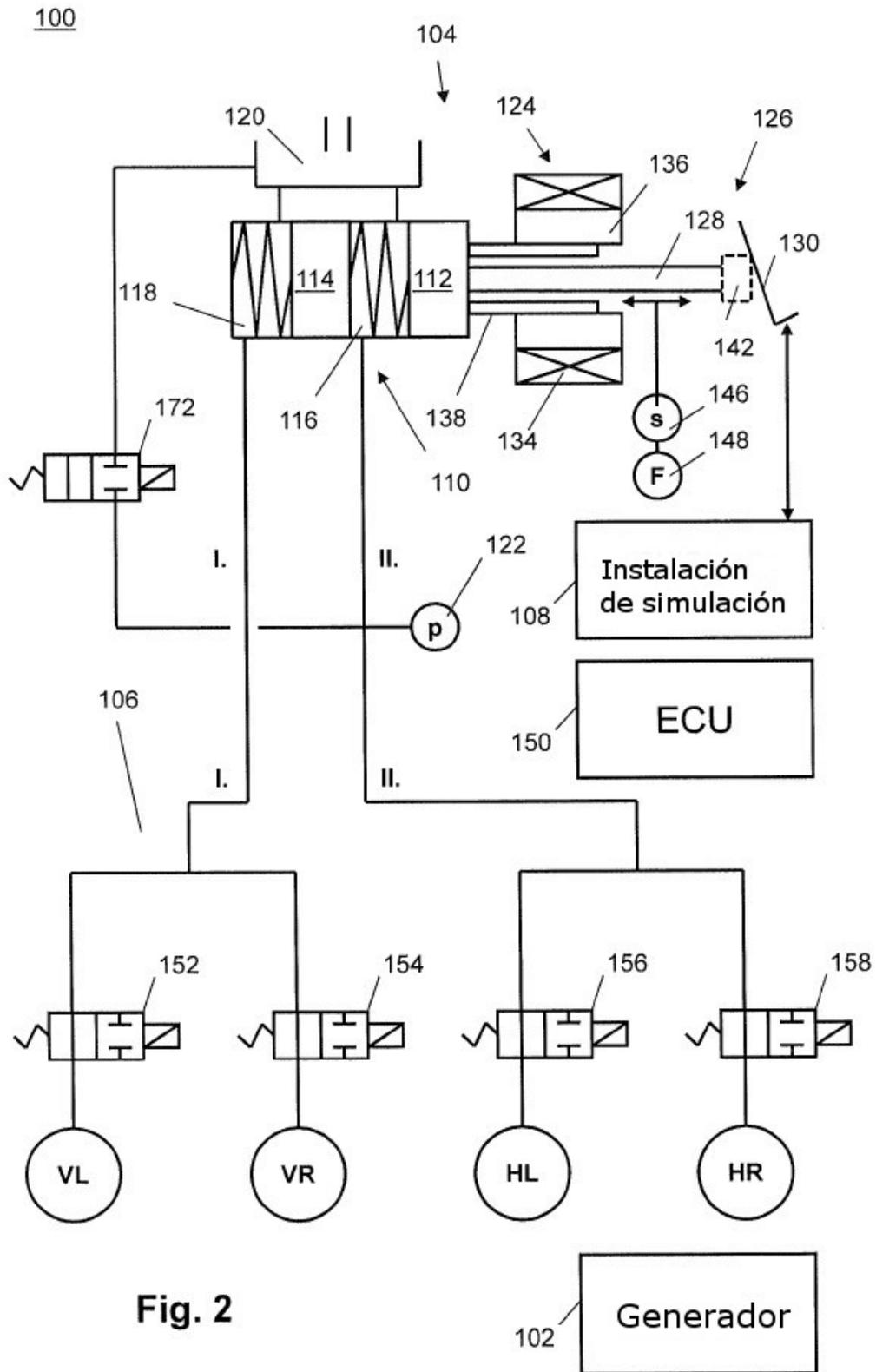
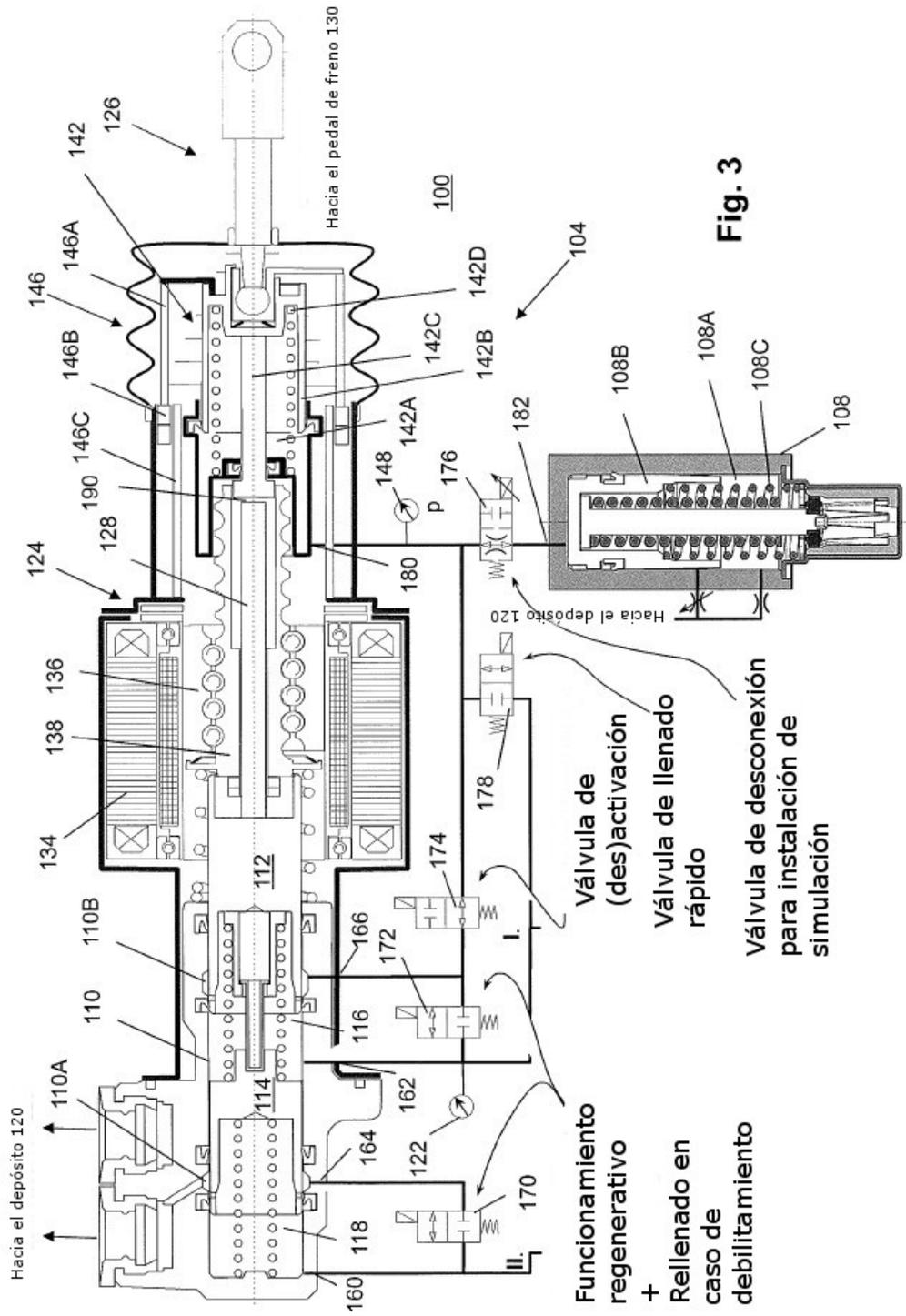
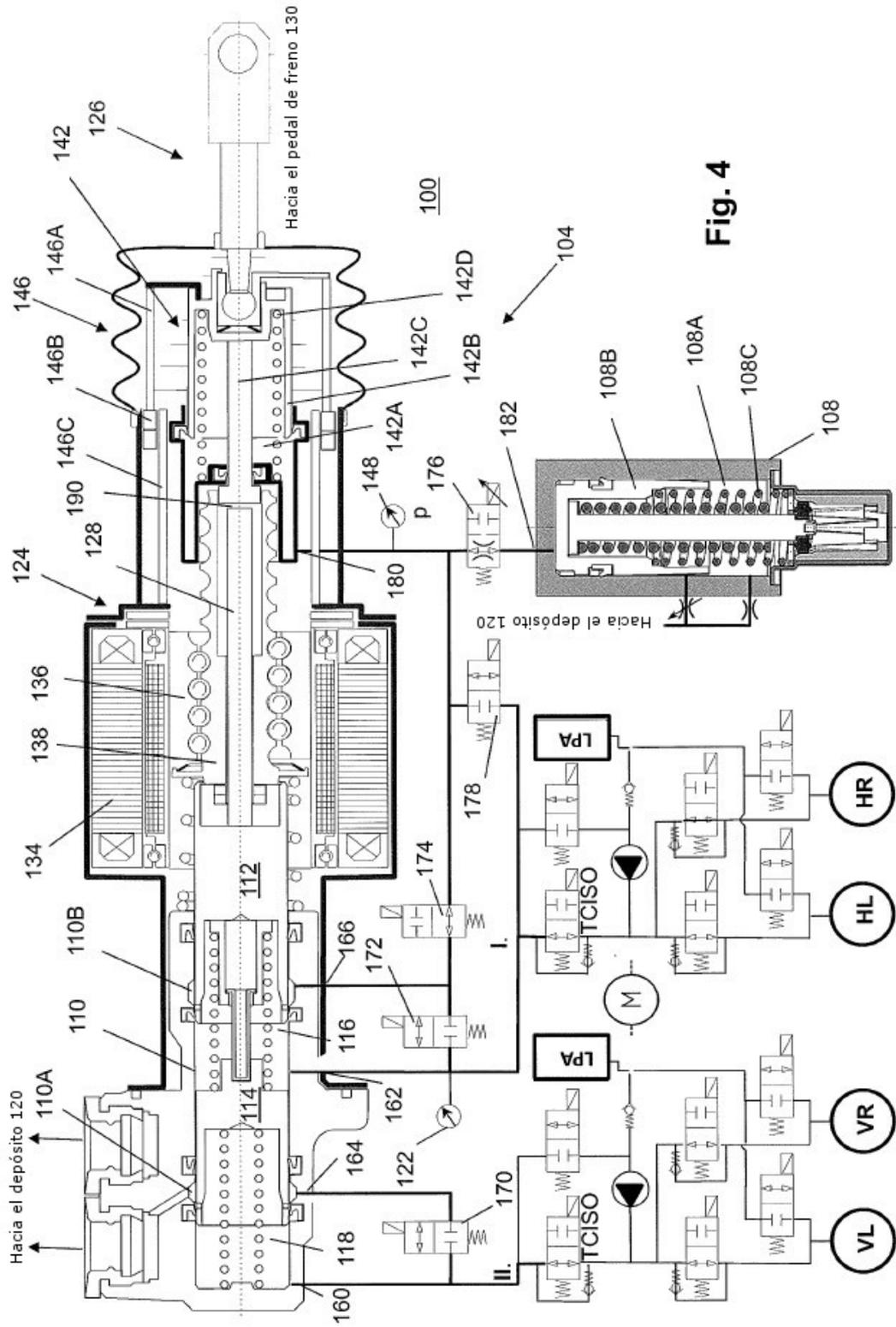


Fig. 2





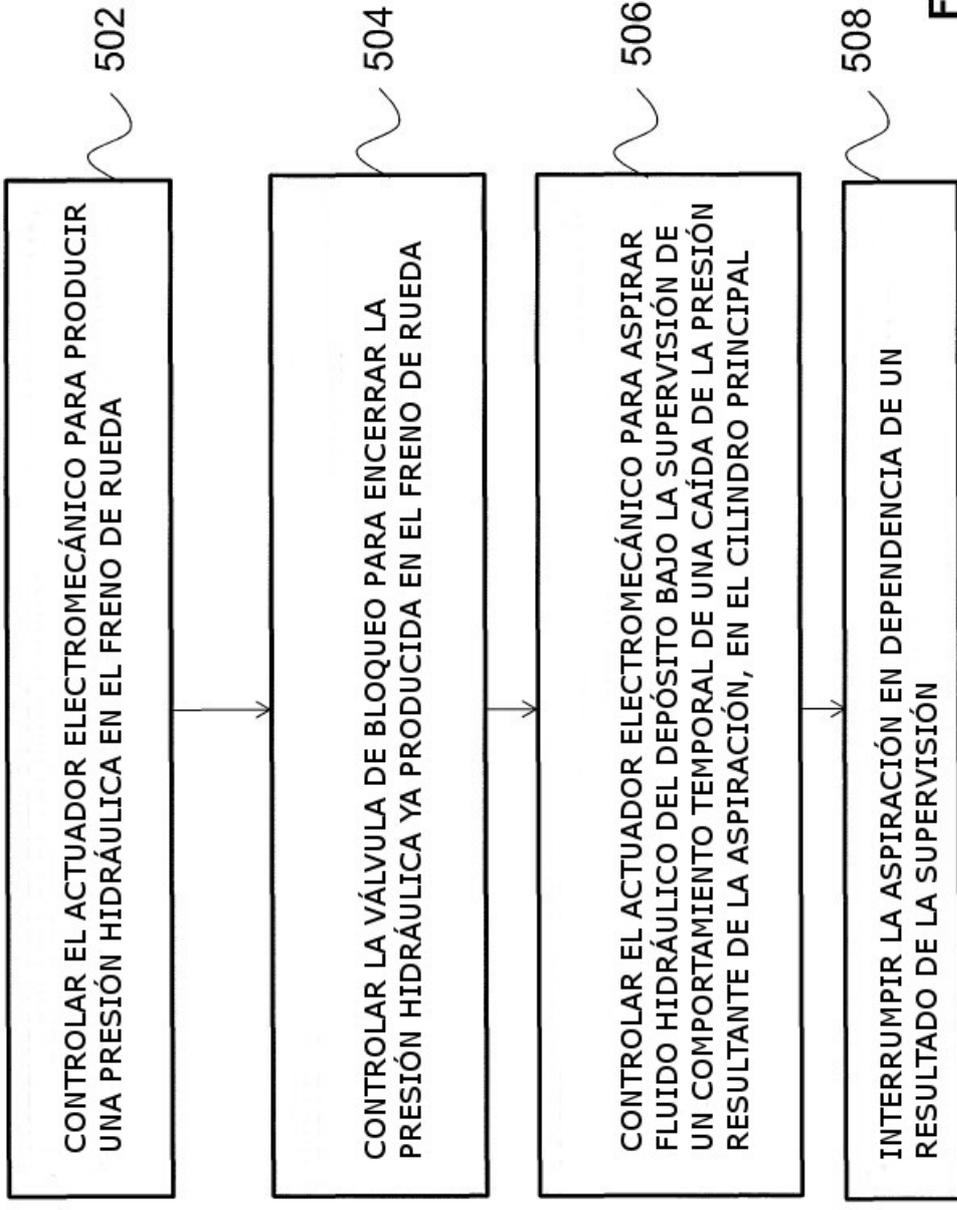
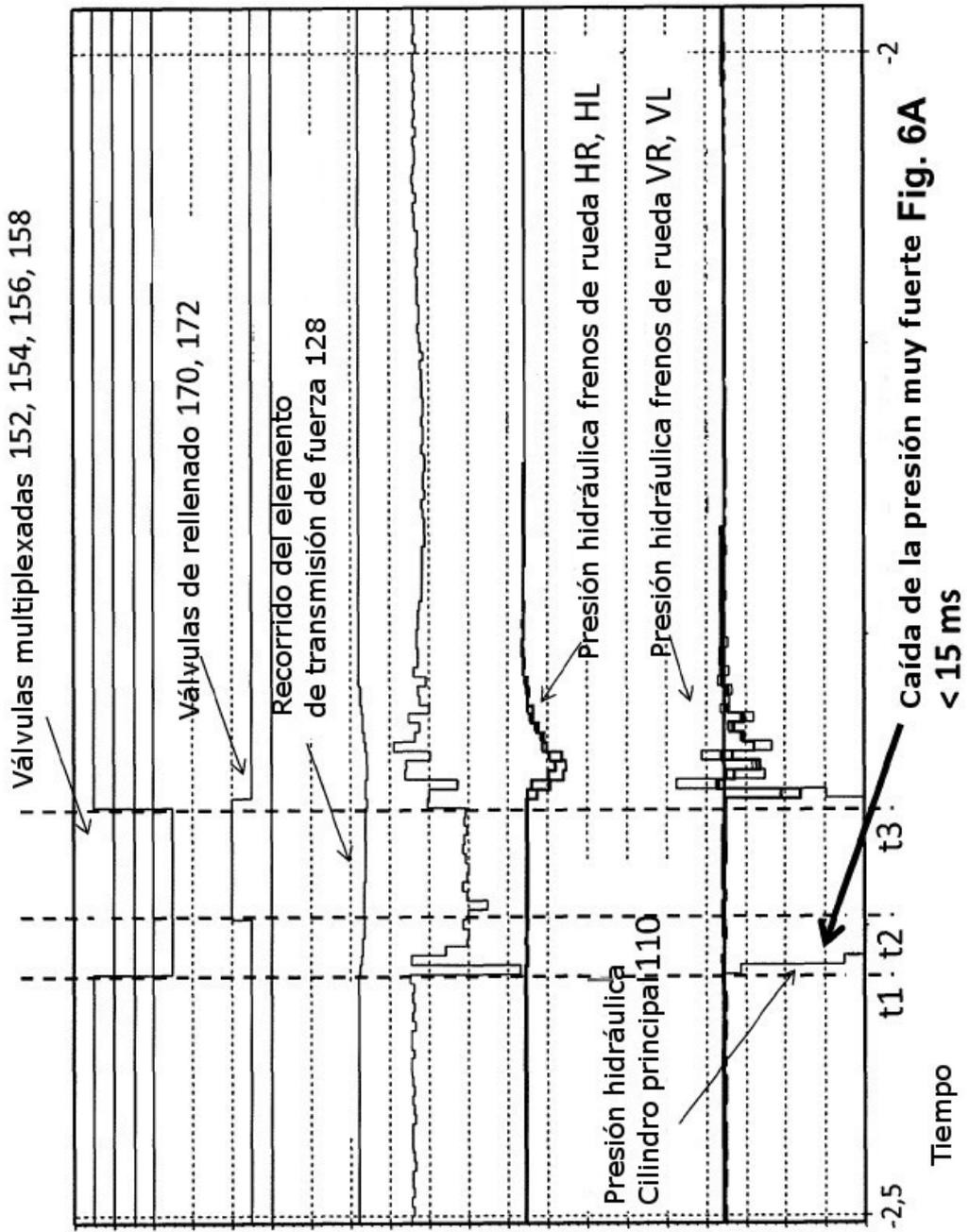
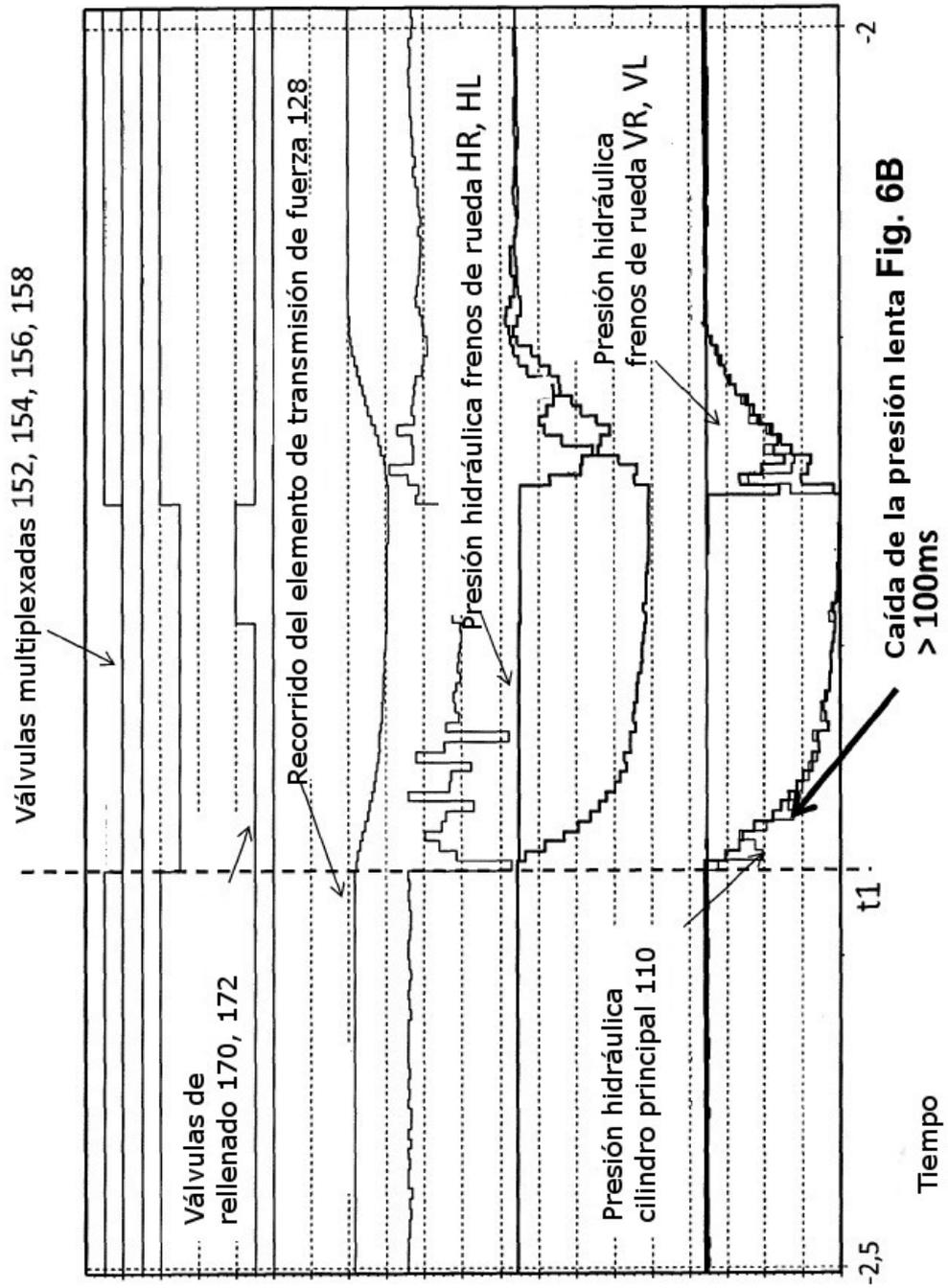
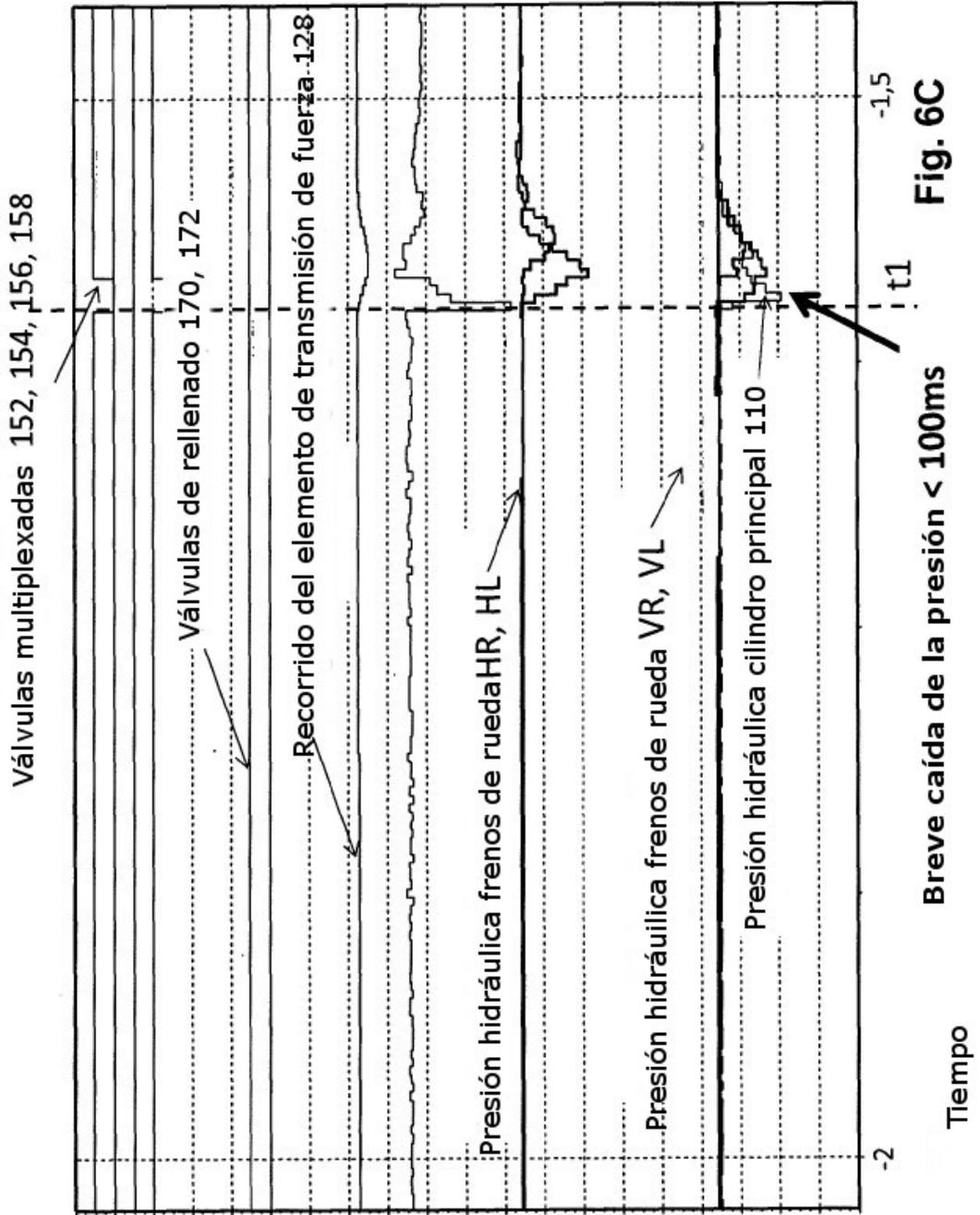


Fig. 5







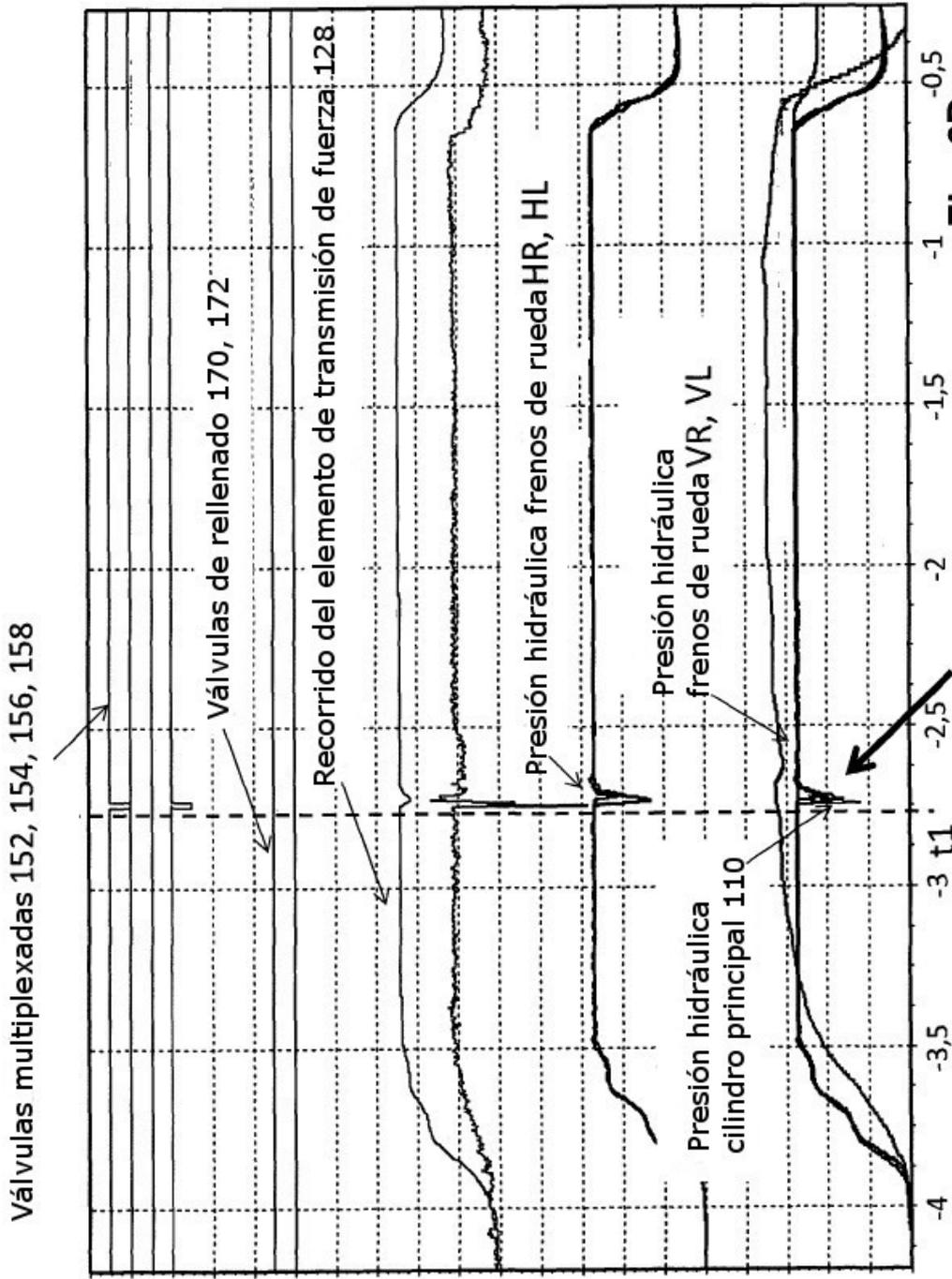


Fig. 6D

Influencia reducida sobre deceleración de vehículo