

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 950 780**

51 Int. Cl.:

B30B 15/16 (2006.01)

F15B 21/14 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.03.2019 E 19164168 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.06.2023 EP 3552812**

54 Título: **Procedimiento para el funcionamiento de un sistema hidráulico**

30 Prioridad:

10.04.2018 DE 102018108415

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

13.10.2023

73 Titular/es:

**SIEMPELKAMP MASCHINEN- UND
ANLAGENBAU GMBH (100.0%)
Siempelkampstrasse 75
47803 Krefeld, DE**

72 Inventor/es:

**DRUYEN, MARKUS;
PLATE, BERND;
ENDBERG, GREGOR y
VON DOMBROWSKI, RENÉ**

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 950 780 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

Procedimiento para el funcionamiento de un sistema hidráulico

5 La invención se refiere a un procedimiento para el funcionamiento de un sistema hidráulico, especialmente de una prensa hidráulica,

presentando el sistema hidráulico al menos un consumidor hidráulico (por ejemplo, uno o varios cilindros hidráulicos), una bomba ajustable para suministrar al consumidor hidráulico un líquido o fluido hidráulico (por ejemplo, aceite hidráulico), un motor eléctrico para el accionamiento de la bomba y un sistema de control para la bomba y el motor eléctrico,

10 pudiendo pasar el sistema hidráulico con el sistema de control de una fase de funcionamiento a través de una fase de frenado a una fase de parada y desde esta última a través de una fase de aceleración a la fase de funcionamiento,

pudiendo funcionar la bomba ajustable, por una parte, en un modo de bomba con un caudal variable y, por otra parte, en un modo de motor invertido.

15 En el caso de un sistema hidráulico se trata especialmente de una prensa hidráulica que, a través de unidades de motor y bomba (compuestas por un motor eléctrico y una bomba ajustable), convierte la energía eléctrica en energía hidráulica que a su vez puede utilizarse como energía útil para procesos de movimiento o conformación mediante consumidores hidráulicos, por ejemplo, actuadores. En los sistemas hidráulicos de este tipo (por ejemplo, en prensas), los cilindros hidráulicos, por ejemplo, se utilizan como consumidores hidráulicos. En los sistemas hidráulicos o durante el funcionamiento de los sistemas hidráulicos siempre se producen en la práctica tiempos de parada de distinta duración. En el caso de estos tiempos de parada, en los que no se requiere el sistema hidráulico, puede tratarse, por ejemplo, de tiempos de carga, tiempos de cambio de herramientas o tiempos de pausa generales. A modo de ejemplo, en el caso de un sistema hidráulico de este tipo puede tratarse de una prensa hidráulica, por ejemplo, una prensa hidráulica de forja. Después de una operación de prensa, por ejemplo, una operación de forja, es preciso transportar una nueva pieza de trabajo a la prensa, por ejemplo, transportarla fuera de un horno por medio de un manipulador de forja, por lo que los consumidores hidráulicos dentro de este sistema no son necesarios durante este tiempo de parada.

25 En la práctica, en el diseño convencional de estos sistemas es habitual que los motores eléctricos de las unidades de motor y bomba sigan funcionando continuamente durante estos períodos de inactividad y que, por razones energéticas, las bombas accionadas funcionen en circulación sin presión o que el volumen desplazado de las bombas regulables se reduzca a un mínimo, por ejemplo, pivotando hacia atrás. Dado que el consumo de energía durante el funcionamiento en vacío es relativamente alto en este modo de funcionamiento, en la práctica los motores eléctricos se desconectan durante los períodos de inactividad, es decir, se desconectan de la red eléctrica, y se vuelven a conectar/poner en marcha cuando se requiere que el sistema, por ejemplo, la prensa, funcione de nuevo. Además, en sistemas con varias unidades de motor y bomba se conoce la posibilidad de desconectar por separado las distintas unidades en funcionamiento a carga parcial, a fin de poder proporcionar la potencia de accionamiento necesaria. En este caso, la desconexión de las unidades de motor y bomba se lleva cabo, por regla general, mediante una desconexión de la alimentación eléctrica y una posterior parada por inercia de las masas giratorias del motor eléctrico y de la bomba. Sin embargo, la puesta en marcha posterior del motor eléctrico o de la bomba es en la práctica de especial importancia, conociéndose para ello diversos procedimientos.

40 Una variante económica (en cuanto a la tecnología de máquinas) para la aceleración de un motor eléctrico a su velocidad nominal es la puesta en marcha directa del motor eléctrico, ya que en este caso no se requiere ningún equipo adicional. El arranque directo tiene la ventaja de un tiempo de puesta en marcha muy corto del motor. Sin embargo, tiene el inconveniente de una elevada carga para la red eléctrica, para el motor eléctrico y para la tecnología de conmutación eléctrica, dado que para una puesta en marcha directa se requieren corrientes de arranque muy elevadas. Debido a las elevadas cargas térmicas del motor eléctrico, la frecuencia de conmutación permitida por el fabricante para un arranque directo se limita, por lo tanto, a unos pocos procesos de arranque por hora, influyendo considerablemente la calidad de los motores eléctricos en la frecuencia de conmutación permitida. En el ámbito de la tecnología de conmutación, un arranque directo también requiere componentes de mayor calidad debido a las elevadas corrientes. Otro inconveniente de los sistemas con varias unidades de motor y bomba consiste en que, como consecuencia de las elevadas corrientes de arranque, los motores deben arrancar secuencialmente y no en paralelo para no sobrecargar la red eléctrica. Por consiguiente, el tiempo hasta que el sistema está listo para funcionar aumenta de forma proporcional al número de motores eléctricos instalados.

45 Por este motivo, en la práctica se utilizan alternativamente los así llamados arrancadores suaves. A pesar de que éstos conllevan unos mayores costes de inversión, permiten un arranque más suave que no daña los componentes. Los arrancadores suaves reducen la corriente de arranque necesaria mediante una limitación de la potencia eléctrica, pero dicha reducción da lugar a un mayor tiempo de arranque del motor eléctrico. De este modo, la corriente de arranque es menor que en el caso del arranque directo del motor, aunque sigue siendo comparativamente alta. El número permitido de arranques también es muy limitado (como en el arranque directo) y depende de la calidad de los motores eléctricos y de la tecnología de conmutación eléctrica. Por lo tanto, los arrancadores suaves presentan inconvenientes similares a los del arranque directo, pero en menor medida.

Por este motivo, como alternativa adicional se propuso el uso de convertidores de frecuencia para el arranque del motor que permiten un ajuste flexible de la velocidad del motor. Así se eliminan en gran medida los inconvenientes del arranque directo y del arranque suave con respecto a la frecuencia de arranque admisible y a la corriente de arranque necesaria. No obstante, dado que los convertidores de frecuencia son técnicamente más complejos que los arrancadores suaves, se requieren mayores costes de inversión. A esto hay que añadir que los convertidores de frecuencia tienen una vida útil limitada, por lo que la sustitución de sus componentes conlleva unos costes elevados. Además, los convertidores de frecuencia no pueden utilizarse en combinación con cualquier motor eléctrico, por lo que deben emplearse motores eléctricos de mayor calidad con aislamientos especiales. Finalmente, los convertidores de frecuencia son ineficaces, generan pérdidas de potencia constantes y el ahorro de energía que puede obtenerse mediante la desconexión durante los períodos de inactividad se consume total o parcialmente como consecuencia de la pérdida de potencia adicional durante el funcionamiento de producción.

Por el documento US 4 707 644 se conoce un sistema de accionamiento auxiliar hidráulico para la puesta en marcha de motores eléctricos. En este caso, un motor hidráulico se conecta al eje del motor a través de un acoplamiento y acelera el motor eléctrico hasta su velocidad objetivo durante el proceso de puesta en marcha antes de que el motor se conecte eléctricamente y el acoplamiento al motor hidráulico se libere de nuevo. Este principio de puesta en marcha no sólo evita corrientes de arranque elevadas, sino que además el número de arranques es prácticamente ilimitado, siendo posible aumentar la vida útil de los componentes, por ejemplo, de los cojinetes y de los bobinados del motor. La energía hidráulica necesaria para accionar el motor hidráulico puede ponerse a disposición mediante una bomba hidráulica o mediante un acumulador hidráulico, siendo posible cargar el acumulador hidráulico a su vez mediante una bomba hidráulica o mediante un funcionamiento inverso del propio motor hidráulico. En la práctica, la puesta en marcha de motores eléctricos se realiza desde hace mucho tiempo según este principio, por ejemplo, en el caso de grandes motores eléctricos en herramientas de mecanizado de arranque de virutas universales de la industria de materiales derivados de la madera. El inconveniente es un aumento de los costes de inversión debido al sistema de accionamiento auxiliar.

Por el documento EP 2 610 049 B1, por ejemplo, se conoce un procedimiento para el control de una prensa hidráulica del tipo descrito al principio. El sistema presenta una bomba principal que se acciona mediante un motor eléctrico en una fase de funcionamiento o en un funcionamiento de producción normal, desconectándose el motor eléctrico principal durante una fase de ralentí de la prensa hidráulica, volviéndose a conectar al final de la fase de ralentí y acelerándose hasta una velocidad predeterminada. Para acelerar el motor eléctrico principal, la bomba principal puede conmutarse a un modo de accionamiento (invertido), en el que la bomba principal se acciona mediante el fluido hidráulico que fluye a través de la misma, accionándose el motor eléctrico principal. De este modo, la energía hidráulica es suministrada por una bomba auxiliar o por una segunda bomba principal. Como consecuencia, se prevé un segundo accionamiento o un accionamiento auxiliar con un motor eléctrico auxiliar y con una bomba auxiliar, mediante el cual el fluido hidráulico se transporta a través de la bomba principal, alimentándose el motor eléctrico principal con energía eléctrica cuando se alcanza una velocidad predeterminada y conmutándose la bomba principal a un modo de bomba. En este caso resulta el inconveniente de que las distintas unidades de motor y bomba previstas en este sistema no funcionan por sí solas, sino que siempre se requiere una bomba auxiliar o una segunda bomba principal para proporcionar la energía de aceleración necesaria. Por otra parte, la energía de aceleración necesaria del sistema debe aportarse totalmente desde el exterior, es decir, a través de los motores eléctricos de las bombas auxiliares o de la segunda bomba principal, por lo que se requiere energía eléctrica adicional. Alternativamente, en el documento EP 2 610 049 B1 también se propone además integrar el propio consumidor hidráulico, por ejemplo, un cilindro hidráulico, en el concepto de aceleración, por ejemplo, desplazando el movimiento de una varilla de empuje de un cilindro en el cilindro el fluido hidráulico y fluyendo el mismo a través de la bomba principal que de este modo se acciona. Así, la bomba principal acciona el motor eléctrico principal a medida que aumenta la velocidad. Sin embargo, esto representa un acoplamiento directo de la unidad de accionamiento con el consumidor, por lo que una puesta en marcha siempre requiere, por ejemplo, un movimiento del cilindro. El documento DE-A-102014109152 revela un procedimiento según el preámbulo de la reivindicación 1 y un sistema según el preámbulo de la reivindicación 6.

La invención se basa en el objetivo de crear un procedimiento para el funcionamiento de un sistema hidráulico, especialmente un "procedimiento de puesta en marcha y parada" o un "sistema de puesta en marcha y parada", que se caracteriza por unos bajos costes de inversión y una alta eficiencia energética, conservando al mismo tiempo las ventajas anteriores como, por ejemplo, una baja corriente de arranque o una alta frecuencia de conmutación. El sistema debe poder realizarse para unidades de motor y bomba autónomas sin bombas auxiliares ni bombas principales adicionales.

Para resolver esta tarea, la invención revela un procedimiento descrito al principio para el funcionamiento de un sistema hidráulico, en el que la bomba ajustable puede funcionar, por una parte, en un modo de bomba con un caudal de suministro variable y, por otra parte, en un modo de motor (hidráulico) invertido, desconectándose el motor eléctrico (para alcanzar en primer lugar la fase de parada desde la fase de funcionamiento) en la fase de frenado, por ejemplo, desconectándose de la fuente de alimentación eléctrica, llenando la bomba en el modo de bomba un acumulador hidráulico mediante el uso de la energía cinética aún contenida en el motor y en la bomba después de la desconexión del motor, funcionando la bomba en la fase de aceleración en el modo de motor (como un motor hidráulico) a través del fluido hidráulico que fluye desde el acumulador a la bomba y accionando, por consiguiente, el motor eléctrico, interrumpiéndose la conexión entre la bomba y el acumulador al alcanzarse un estado predeterminado del motor

eléctrico (por ejemplo, a una velocidad teórica) y conectándose el motor eléctrico, es decir, conectándose a la fuente de alimentación eléctrica, de manera que el mismo accione la bomba (de nuevo) en el modo de bomba.

La invención se basa en primer lugar en el conocimiento fundamentalmente conocido de que para un funcionamiento energéticamente eficiente de un sistema hidráulico resulta muy ventajoso desconectar completamente el motor eléctrico o los motores eléctricos durante las fases de parada del sistema hidráulico y, preferiblemente, desconectarlos de la red eléctrica. Sobre esta base, la invención ha comprobado que, debido a la inercia de masas de las piezas giratorias del motor eléctrico y de la bomba, así como al alto nivel de velocidad, el sistema conectado sin corriente presenta un alto contenido de energía cinética en el momento de la desconexión que, según la invención, se utiliza para llenar un acumulador hidráulico, de manera que esta energía almacenada esté disponible en un momento posterior y pueda utilizarse especialmente para la fase de aceleración. Por consiguiente, en la fase de aceleración la bomba ajustable funciona de una manera fundamentalmente conocida en un modo de motor hidráulico invertido, pero no es alimentada por una bomba auxiliar ni por una bomba principal adicional, sino a través del acumulador hidráulico, de forma que la energía almacenada previamente en el transcurso de la fase de frenado se utilice de un modo muy eficiente desde un punto de vista energético. Como consecuencia, el sistema se caracteriza por una alta eficiencia energética y unos bajos costes de inversión, dado que se puede prescindir de accionamientos adicionales (unidades de motor y bomba) para la fase de aceleración. Por lo tanto, dado que la energía que antes se almacenaba en el acumulador hidráulico durante el proceso de frenado de la unidad de motor y bomba se utiliza proporcionalmente para el proceso de aceleración, la demanda de energía durante el proceso de aceleración se reduce considerablemente en comparación con las soluciones conocidas por medio de unidades auxiliares.

Para llevar a cabo un procedimiento como éste se proporciona un sistema hidráulico que presenta al menos un consumidor hidráulico (por ejemplo, un cilindro hidráulico), una bomba ajustable para el suministro al consumidor hidráulico de un fluido hidráulico, un motor eléctrico para el accionamiento de la bomba y un sistema de control para la bomba y para el motor eléctrico. La bomba ajustable puede funcionar, por una parte, en un modo de bomba (con caudal variable) y, por otra parte, en un modo de motor (invertido). Este sistema hidráulico se caracteriza por que se prevé un acumulador (hidráulico) que está conectado o que puede conectarse a la bomba ajustable a través de un dispositivo de válvula. Preferiblemente, este dispositivo de válvula se dispone entre, por una parte, la bomba y, por otra parte, el consumidor y el acumulador, de manera que con el dispositivo de válvula se pueda conectar la bomba opcionalmente al consumidor o al acumulador. Por lo tanto, la lógica de conmutación del dispositivo de válvula se configura de manera que la bomba se conecte opcionalmente al consumidor o al acumulador. En el caso de un dispositivo de válvula de este tipo puede tratarse, por ejemplo, de al menos una válvula distribuidora que, por ejemplo, presenta al menos una válvula distribuidora 3-3 o alternativamente también varias válvulas distribuidoras 2-2 o que se configura como tal.

En el marco de la invención, por una bomba ajustable se entiende una bomba con un caudal de suministro o un caudal de volumen de suministro que se puede ajustar de forma variable, en concreto preferiblemente con un funcionamiento continuo o constante del motor eléctrico, es decir, para el ajuste del caudal de suministro de la bomba no se ajusta el motor y, especialmente, no se modifica la velocidad del motor, de manera que el motor pueda funcionar especialmente sin un convertidor de frecuencia. En la bomba, el ajuste del caudal de suministro se realiza sin variar la velocidad del motor mediante medidas básicamente conocidas, de manera que puedan utilizarse tipos de bomba básicamente conocidos. Con preferencia, la bomba ajustable se configura como una bomba de pistón axial con un ángulo de giro regulable para el ajuste del caudal de suministro. En este caso se trata de una bomba o de una unidad de bombeo que puede funcionar tanto en el modo de bomba, como también en el modo de motor y, por consiguiente, tanto como una bomba, como también como un motor hidráulico.

Además, el sistema hidráulico presenta preferiblemente un dispositivo para el control del estado de funcionamiento del motor eléctrico, por ejemplo, un sensor de velocidad para la medición de la velocidad del motor, estando este dispositivo o este sensor conectado al sistema de control del sistema hidráulico. Preferiblemente, el motor eléctrico está conectado además al sistema de control a través de un dispositivo electrónico de conmutación, de manera que el motor eléctrico pueda apagarse y encenderse mediante el dispositivo de conmutación y, preferiblemente, de manera que pueda desconectarse de la fuente de alimentación o de la red eléctrica. Además, el sistema hidráulico presenta con preferencia un dispositivo de medición de presión con el que se puede medir la presión de acumulador del acumulador, estando este dispositivo de medición de presión (por ejemplo, un sensor de medición de presión) conectado preferiblemente al sistema de control.

Otro componente de un sistema hidráulico de este tipo suele ser un depósito para el fluido hidráulico, de manera que el sistema se alimente en su conjunto a través de este depósito.

En una variante perfeccionada preferida del procedimiento descrito para el funcionamiento de un sistema hidráulico se propone medir en la fase de frenado y/o en la fase de aceleración la velocidad de la bomba (por ejemplo, con el dispositivo de medición) y/o la presión de acumulador del acumulador (por ejemplo, con un dispositivo de medición de presión), controlándose o regulándose preferiblemente el caudal de suministro de la bomba (ajustable) en dependencia de la velocidad del motor y/o de la presión del acumulador. Así, por ejemplo, en la fase de frenado, la bomba, por ejemplo, su ángulo de giro, puede regularse a través de las señales del sensor de velocidad para la detección de la velocidad del motor y a través de las señales del sensor de presión para la detección de la presión del acumulador por medio del sistema de control durante la fase de frenado, de manera que se produzca una conversión óptima de la energía cinética de las piezas giratorias en una energía hidráulica potencial en el acumulador hidráulico. En la fase de

aceleración, la señal de velocidad y la presión del acumulador pueden utilizarse para regular la bomba, por ejemplo, su ángulo de giro, mediante el sistema de control, de manera que el motor eléctrico pueda acelerarse hasta una velocidad predeterminada (por ejemplo, la velocidad nominal) con un uso óptimo de las reservas de energía en el acumulador hidráulico.

5 Mediante el dispositivo de válvula descrito se puede obtener un funcionamiento perfecto en combinación con el sistema de control. Así, en la fase de frenado, la bomba se puede conectar al acumulador con el dispositivo de válvula y además desconectar la bomba del consumidor, y cuando se alcanza la fase de parada, el acumulador puede desconectarse de la bomba, de manera que en la fase de parada el acumulador y el consumidor estén preferiblemente desconectados de la bomba. En este caso, la bomba puede ponerse a cero.

10 Con el dispositivo de válvula existe además la posibilidad de conectar la bomba al acumulador durante la fase de aceleración y de interrumpir la conexión de la bomba al consumidor. Cuando se alcanza una velocidad teórica preestablecida del motor eléctrico, el acumulador puede desconectarse de la bomba y la bomba puede conectarse al consumidor. Al mismo tiempo o a continuación, el motor eléctrico se pone en marcha, es decir, se conecta a la red, y la bomba funciona en un modo de bombeo y alimenta al consumidor, por ejemplo, los cilindros de una prensa hidráulica.

15 Opcionalmente existe además la posibilidad de añadir, previamente al procedimiento descrito del sistema de puesta en marcha y parada, una fase para la precarga del acumulador hidráulico. Con esta finalidad se prevé opcionalmente que, antes del inicio de una fase de frenado, el acumulador se llene (parcialmente) en primer lugar en una fase de precarga del acumulador, manteniéndose el motor eléctrico conectado y accionándose la bomba en el modo de bombeo, con lo que el acumulador se conecta al dispositivo de válvula con el acumulador y se desconecta del consumidor. El trasfondo es la consideración de que, en un sistema ideal sin pérdidas, toda la energía cinética de movimiento de las piezas giratorias puede convertirse en energía hidráulica potencial en el acumulador hidráulico durante el proceso de frenado, y que esta energía hidráulica correspondería en cantidad a la energía cinética necesaria para acelerar la unidad de motor y bomba de nuevo a su velocidad inicial. Sin embargo, debido a los rendimientos internos del sistema se producen, dependiendo del diseño del sistema, diferentes pérdidas energéticas tanto en la fase de frenado, como también en la fase de aceleración. A fin de poner a disposición suficientes reservas de energía en el acumulador hidráulico para la fase de aceleración, de manera que pueda alcanzarse la velocidad teórica deseada, al procedimiento de puesta en marcha y parada descrito se le puede añadir opcionalmente una fase de precarga del acumulador.

20 Del modo descrito, el sistema hidráulico según la invención presenta un sistema de control que puede estar formado por un sistema de procesamiento de datos o equipado con un sistema de procesamiento de datos. Este sistema de control está diseñado preferiblemente para la realización del procedimiento descrito y, como consecuencia, programado para llevar a cabo el procedimiento.

25 La invención se explica a continuación más detalladamente a la vista de los dibujos que sólo representan ejemplos de realización. Se muestra en la

Figura 1 un sistema hidráulico según la invención esquemáticamente simplificado y

Figura 2 una forma de realización modificada del sistema según la figura 1.

30 En la figura 1 se representa una primera forma de realización de un sistema hidráulico 1, en cuyo caso puede tratarse, por ejemplo, de una prensa hidráulica o de una parte de una prensa hidráulica. Este sistema hidráulico presenta un consumidor hidráulico 1 que puede configurarse, por ejemplo, como un cilindro hidráulico. También se pueden prever varios consumidores hidráulicos de este tipo, por ejemplo, cilindros hidráulicos. El sistema hidráulico presenta además una unidad de motor y bomba que tiene una bomba 2 y un motor eléctrico 3 para el accionamiento de la bomba 2. A través del conducto de conexión 4, la bomba 2 o la unidad de motor y bomba 2, 3 alimenta al consumidor hidráulico 1 con líquido hidráulico que se pone a disposición en el sistema mediante un depósito 5. En el caso del líquido hidráulico (o del fluido hidráulico) se trata preferiblemente de aceite hidráulico. La bomba 2 está configurada como una bomba ajustable con un caudal o volumen de caudal regulable. Además, la bomba 2 puede funcionar tanto en modo bomba, como también en modo motor invertido. Puede tratarse, por ejemplo, de una bomba de pistón axial regulable. El motor eléctrico 3, que acciona la bomba 2 en modo bomba, está conectado a un dispositivo de conmutación electrónico 6. El componente central del sistema es, por lo demás, un sistema de control 7 conectado a la bomba 2 y al motor 3 o al dispositivo de conmutación 6 desde un punto de vista técnico de control.

35 En una fase de funcionamiento, el motor 3 acciona la bomba 2 que bombea fluido hidráulico a través del conducto de conexión 4 al consumidor 1. Con el sistema de control 7, el sistema puede pasar de la fase de funcionamiento por una fase de frenado a una fase de parada, y de esta fase de parada a la fase de funcionamiento a través de una fase de aceleración. En este caso, el motor eléctrico 3 se desconecta en la fase de parada y, en el ejemplo de realización, se desconecta de la red con el dispositivo de conmutación 6, por ejemplo, durante los períodos de parada en los que no se requiere el sistema hidráulico. En el caso de una prensa puede tratarse, por ejemplo, de tiempos de carga, tiempos de cambio de herramientas o tiempos de pausa generales. En el marco de la invención se concede especial importancia, por una parte, a la fase de frenado y, por otra parte, a la fase de aceleración con el sistema de puesta en marcha y parada según la invención.

Para este propósito, el sistema está equipado con un acumulador hidráulico 8 conectado a la bomba 2 a través de un dispositivo de válvula 9. El dispositivo de válvula puede presentar, por ejemplo, una válvula distribuidora, por ejemplo, una válvula distribuidora 3-3 o varias válvulas distribuidoras 2-2 o configurarse como una válvula de este tipo. Además, en el ejemplo de realización se prevé un dispositivo, para el control del estado de funcionamiento del motor eléctrico 3 en forma de un sensor de velocidad 11, y un dispositivo de medición de presión 10, pudiéndose medir con el dispositivo de medición de presión 10 la presión de acumulador en el acumulador 8. El dispositivo de medición de presión 10, el sensor de velocidad 11 y el dispositivo de válvula 9 también están conectados al sistema de control (central) 7 del sistema.

El sistema según la invención se caracteriza por que para alcanzar una fase de parada (partiendo de una fase de funcionamiento) en primer lugar se desconecta el motor eléctrico 3 en una fase de frenado, por ejemplo, se desconecta de la red, llenando la bomba 2 en modo de bombeo el acumulador 8 con fluido hidráulico, utilizando la energía cinética aún contenida en el motor 3 y en la bomba 2 después de la desconexión del motor. La energía así almacenada puede recuperarse en la fase de aceleración haciendo funcionar la bomba 2 en modo de motor (invertido) durante la fase de aceleración por medio del fluido hidráulico que fluye del acumulador 8 a la bomba 2, accionándose, por lo tanto, el motor eléctrico 3. De este modo, en el proceso de aceleración del motor eléctrico se utiliza parcialmente la energía previamente almacenada en el acumulador hidráulico 8 durante el proceso de frenado de la unidad de motor y bomba 2, 3 y concretamente sin necesidad de usar bombas auxiliares o motores auxiliares.

En particular, el sistema representado puede funcionar, por ejemplo, como sigue:

Partiendo de la fase de funcionamiento, para iniciar la fase de frenado el caudal de suministro de la bomba 2 puede ajustarse en primer lugar a cero a través del sistema de control 7, a fin de no introducir más energía hidráulica en el sistema conectado posteriormente y, en especial, en el consumidor 1, y de reducir a un mínimo el par de carga en el motor eléctrico 3. Ahora se conecta la bomba 2 al acumulador hidráulico 8 a través del dispositivo de válvula 9 y se interrumpe la conexión de la bomba 2 con el consumidor 1 a través del conducto 4. Además, el sistema de control 7 apaga el motor eléctrico 3 a través del dispositivo de conmutación 6, desconectándolo preferiblemente de la red eléctrica. Esto significa que el motor eléctrico 3 ya no toma energía de la red eléctrica, por lo que el consumo de energía se reduce significativamente en comparación con un funcionamiento en vacío conocido en la práctica de la unidad de motor y bomba en la fase de parada.

Debido a la inercia de masas de las piezas giratorias del motor eléctrico 3 y de la bomba 2 y como consecuencia del elevado nivel de velocidad, el sistema conectado sin corriente sigue presentando un elevado contenido de energía cinética cuando el motor eléctrico 3 está desconectado. Dicha energía se introduce en el acumulador 8. Esto se debe a que, al aumentar el ángulo de giro de la bomba 2 en la dirección de funcionamiento de la bomba, la bomba 2 se apoya en el acumulador 8 a través de la columna de fluido que se encuentra entre la bomba 2 y el acumulador 8 y llena este último.

El par de carga resultante en la bomba 2 frena las piezas giratorias de la bomba 2 y del motor eléctrico 3 hasta la parada. Los parámetros de funcionamiento se supervisan mediante el sensor de velocidad 11 y el sensor de presión 10 y, de este modo, el ángulo de giro de la bomba 2 puede regularse con el sistema de control 7 durante la fase de frenado, de manera que se produzca una conversión óptima de la energía cinética de las piezas giratorias en una energía potencial hidráulica en el acumulador hidráulico 8. Tras el proceso de frenado y el almacenamiento de la energía cinética como energía hidráulica en el acumulador hidráulico 8, la bomba 2 se desconecta del acumulador 8 a través de la válvula 9 y la bomba 2 se ajusta a cero. Dependiendo del diseño del sistema, más del 80% de la energía cinética puede así almacenarse temporalmente durante la fase de frenado como energía hidráulica utilizable en el acumulador hidráulico 8. A la fase de frenado le sigue la fase de parada, en la que el motor eléctrico 3 se desconecta de la red eléctrica y el acumulador hidráulico 8 se desconecta del sistema a través de la válvula 9. De este modo, el sistema no requiere energía eléctrica en la fase de parada y la energía obtenida o convertida en la fase de frenado está disponible almacenada en el acumulador hidráulico 8 hasta que sea necesario volver a poner en funcionamiento el sistema hidráulico.

Tan pronto como se realiza una nueva solicitud de funcionamiento al sistema hidráulico después de una fase de parada, comienza la fase de aceleración del sistema o de la unidad de motor y bomba. Con esta finalidad, la bomba 2 se conecta al acumulador hidráulico 8 a través del dispositivo de válvula 9 y el conducto de conexión 4 que conduce al consumidor 1 del sistema conectado a continuación se cierra a través del dispositivo de válvula 9. Mediante un ajuste de la bomba 2 en el modo de funcionamiento invertido, ésta funciona en modo de motor para accionar el motor eléctrico 3, inicialmente parado, en la fase de aceleración. El volumen de fluido introducido en el acumulador hidráulico 8 durante el proceso de frenado fluye en la fase de aceleración desde el acumulador hidráulico 8 a través del dispositivo de válvula 9 por la bomba 2 hacia el depósito 5, accionando así la bomba 2 en el modo de motor, de manera que se accione el motor eléctrico 3.

En este caso, la velocidad del motor y la presión de acumulador del acumulador 8 se determinan de nuevo a través del sensor 11 y del sensor 10, siendo así posible regular el ángulo de giro de la bomba 2 a través del sistema de control 7, de manera que el motor eléctrico 3 se acelere hasta una velocidad predeterminada (por ejemplo, la velocidad nominal) con un aprovechamiento óptimo de las reservas de energía en el acumulador hidráulico 8. Una vez alcanzada la velocidad nominal o la velocidad teórica, el volumen de suministro de la bomba 2 se ajusta a cero y la conexión de la bomba 2 al acumulador hidráulico 8 se interrumpe por medio del dispositivo de válvula 9, de manera que la bomba 2 se encuentre en un estado sin carga hidráulica. A continuación, el motor eléctrico 3 se conecta a través del dispositivo

de conmutación eléctrico 6 y, por ejemplo, se conecta a la red eléctrica y se solicita con energía eléctrica, de manera que la bomba 2 se accione de nuevo a través del motor eléctrico 3 y el sistema hidráulico esté listo para la fase de funcionamiento.

5 La figura 2 muestra una forma de realización modificada en la que el sistema con un sistema de control común 7
comprende varias unidades de motor y bomba 2, 3 que presentan respectivamente una bomba 2 y un motor 3. Las
dos unidades de motor y bomba se configuran, por ejemplo, de forma idéntica y se conectan respectivamente a un
sistema de control 7 uniforme. Cada una de las dos unidades corresponde fundamentalmente a la forma de realización
representada en la figura 1. Debido al diseño autosuficiente de estos distintos sistemas de puesta en marcha y parada,
10 las distintas unidades de motor y bomba 2, 3 pueden desconectarse o conectarse de nuevo individualmente según
sea necesario de acuerdo con el procedimiento antes descrito. La conexión o desconexión pueden tener lugar
independientemente una de otra, de manera que, en un caso concreto, las unidades de motor y bomba que no sean
necesarias puedan desconectarse por separado en el modo de funcionamiento de carga parcial o de manera que
todas las unidades de motor y bomba 2, 3 también puedan conectarse o desconectarse en paralelo durante los
períodos de parada.

15 Opcionalmente, tanto en la figura 1, como también en la figura 2, existe la posibilidad de conectar, previamente al
procedimiento descrito del sistema de puesta en marcha y parada, una fase para la precarga del acumulador hidráulico
8. En un sistema ideal sin pérdidas, toda la energía cinética de las piezas giratorias puede convertirse en principio en
energía hidráulica potencial en el acumulador hidráulico 8 durante el proceso de frenado. Sin embargo, debido a los
rendimientos internos del sistema se producen, dependiendo de la realización del sistema, diferentes niveles de
20 pérdidas energéticas tanto en la fase de frenado, como también en la fase de aceleración. A fin de proporcionar
suficientes reservas de energía en el acumulador hidráulico 8 dentro de la fase de aceleración para alcanzar la
velocidad teórica deseada, se puede conectar previamente al procedimiento de puesta en marcha y parada una fase
de precarga del acumulador. En esta fase de precarga del acumulador, la bomba 2 está conectada al acumulador
hidráulico 8 a través del dispositivo de válvula 9. El motor eléctrico 3 está conectado a la red eléctrica por medio de la
25 técnica de conmutación eléctrica 6 y acciona la bomba 2. Mediante una detección de la presión del acumulador a
través del sensor 10 y una correspondiente regulación del ángulo de giro de la bomba a través del sistema de control
7 se puede llevar a cabo una precarga selectiva del acumulador para compensar las pérdidas en las fases de frenado
y de aceleración.

30 En un ejemplo de realización concreto, el sistema hidráulico puede configurarse como una prensa hidráulica, por
ejemplo, como una prensa de forja. Después de haberse realizado una operación de forja, tan pronto como una nueva
pieza de trabajo pueda transportarse desde el horno a la prensa, por ejemplo, mediante un manipulador de forja, las
unidades de motor y bomba 2, 3 o las unidades de motor y bomba 2, 3 que no sean necesarias pueden desconectarse
con el procedimiento según la invención para, de este modo, ahorrar costes energéticos hasta que se requiera poner
de nuevo la prensa de forja en funcionamiento. Dependiendo de la realización del sistema, en este caso cabe, sin
35 embargo, la posibilidad de utilizar bombas de presión de control que no se describen en la forma según la invención,
dado que éstas deben proporcionar la energía para el ajuste del ángulo de giro de las unidades principales o para el
control de válvulas multietapa. Una vez que el manipulador de forja ha introducido una nueva pieza de trabajo en la
prensa de forja, todas las unidades de motor y bomba 2, 3 pueden ponerse de nuevo en marcha en paralelo y de
forma energéticamente eficiente y puede iniciarse la operación de forja deseada de la prensa. De este modo, en
40 función de la proporción de tiempo de inactividad se pueden conseguir enormes ahorros de energía sin tener que
aceptar una limitación de los datos de rendimiento de la prensa o una intervención en los procesos de producción.

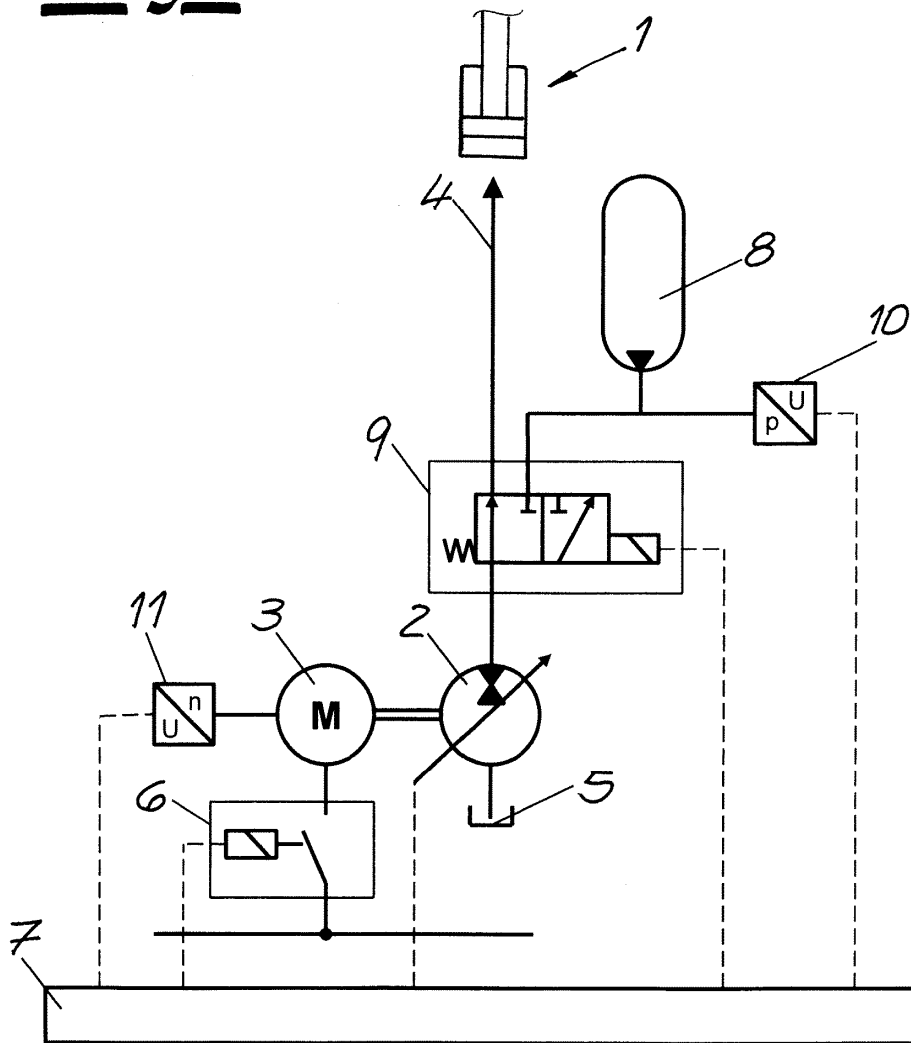
REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para el funcionamiento de un sistema hidráulico, especialmente de una prensa hidráulica, presentando el sistema hidráulico al menos un consumidor hidráulico (1), una bomba ajustable (2) para el suministro del consumidor hidráulico (1) con un fluido hidráulico, un motor eléctrico (3) para el accionamiento de la bomba (2) y un sistema de control (7) para la bomba (2) y/o el motor eléctrico (3), pudiendo pasar el sistema hidráulico con el sistema de control (7) de una fase de funcionamiento a través de una fase de frenado a una fase de parada y desde esta fase de parada a través de una fase de aceleración a la fase de funcionamiento, pudiendo funcionar la bomba ajustable, por una parte, en un modo de bomba con un caudal variable y, por otra parte, en un modo de motor invertido, caracterizado por que en la fase de frenado se desconecta el motor eléctrico (3), llenando la bomba (2) en el modo de bomba un acumulador (8) mediante el aprovechamiento de la energía cinética aún contenida en el motor y en la bomba después de la desconexión del motor, funcionando la bomba (2) en la fase de aceleración en el modo de motor invertido mediante el fluido hidráulico que fluye desde el acumulador (8) hacia la bomba (2) y accionándose de este modo el motor eléctrico (3), interrumpiéndose la conexión de la bomba (2) al acumulador (8) al alcanzarse un estado predeterminado del motor eléctrico (3) y conectándose el motor eléctrico (3), de manera que el mismo accione la bomba (2) en el modo de bomba.
2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por que en la fase de frenado y/o en la fase de aceleración se miden la velocidad de la bomba (2) y/o la presión de acumulador del acumulador (8), controlándose o regulándose preferiblemente el caudal de suministro de la bomba (2) en dependencia de la velocidad del motor (3) y/o de la presión de acumulador del acumulador (8).
3. Procedimiento según la reivindicación 1 o 2, caracterizado por que en la fase de frenado la bomba (2) se conecta al acumulador (8) mediante un dispositivo de válvula (9), desconectándose la bomba (2) preferiblemente del consumidor (1) y desconectándose el acumulador (8) de la bomba (2) cuando se alcanza la fase de parada.
4. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado por que en la fase de aceleración la bomba (2) se conecta al acumulador (8) mediante un dispositivo de válvula (9), interrumpiéndose la conexión al consumidor (1) y por que, cuando se alcanza una velocidad teórica predeterminada del motor eléctrico (3), la bomba (2) se desconecta del acumulador (8) y se conecta al consumidor (1), conectándose preferiblemente el motor eléctrico (3) y funcionando la bomba (2) en modo de bomba para la alimentación del consumidor (1).
5. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado por que, antes del inicio de una fase de frenado, en primer lugar el acumulador (8) se llena al menos parcialmente en una fase de precarga del acumulador, permaneciendo el motor eléctrico (3) conectado y accionándose la bomba (2) en modo de bomba, estando la bomba (2) conectada al acumulador (8) mediante el dispositivo de válvula (9) y desconectada del consumidor (1).
6. Sistema hidráulico para la realización del procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 5 con al menos
 - un consumidor hidráulico (1),
 - una bomba ajustable (2) para la alimentación del consumidor hidráulico (1) con un fluido hidráulico,
 - un motor eléctrico (3) para el accionamiento de la bomba (2) y
 - un sistema de control (7) para la bomba (2) y/o el motor eléctrico (3),
 pudiendo funcionar la bomba ajustable (2), por una parte, en un modo de bomba con un caudal de suministro variable y, por otra parte, en un modo de motor invertido, caracterizado por que se prevé un acumulador hidráulico (8) que puede conectarse a la bomba ajustable (2) a través de un dispositivo de válvula (9), pudiéndose desconectar el motor eléctrico (3) en la fase de frenado y pudiéndose llenar un acumulador (8) con la bomba (2) en el modo de bomba utilizando la energía cinética aún contenida en el motor y en la bomba tras la desconexión del motor, pudiendo funcionar la bomba (2) en la fase de aceleración en el modo de motor invertido mediante el fluido hidráulico que fluye del acumulador (8) a la bomba (2), siendo así posible accionar el motor eléctrico, y pudiéndose interrumpir, cuando se alcanza un estado predeterminado del motor eléctrico (3), la conexión de la bomba (2) al acumulador (8) y pudiéndose conectar el motor eléctrico (3), de manera que el mismo accione la bomba (2) en el modo de bomba.
7. Sistema hidráulico según la reivindicación 6, caracterizado por que el dispositivo de válvula (9) se dispone entre, por una parte, la bomba (2) y, por otra parte, el consumidor (1) y el acumulador (8), pudiéndose conectar mediante el dispositivo de válvula (9) la bomba (2) opcionalmente al consumidor (1) y/o al acumulador (8).
8. Sistema hidráulico según la reivindicación 6 o 7, caracterizado por que el dispositivo de válvula (9) comprende al menos una válvula distribuidora, por ejemplo, una válvula distribuidora 3-3 o una o varias válvulas distribuidoras 2-2.

ES 2 950 780 T3

9. Sistema hidráulico según una de las reivindicaciones 6 a 8, caracterizado por que la bomba ajustable (2) se configura como una bomba de pistón axial con un ángulo de giro regulable.
- 5 10. Sistema hidráulico según una de las reivindicaciones 6 a 9, caracterizado por que un dispositivo para el control del estado de funcionamiento del motor eléctrico (3) está conectado al sistema de control (7), especialmente un sensor de velocidad (11) para la medición de la velocidad del motor.
- 10 11. Sistema hidráulico según una de las reivindicaciones 6 a 10, caracterizado por que el motor eléctrico (3) está conectado al sistema de control (7) a través de un dispositivo electrónico de conmutación (6).
12. Sistema hidráulico según una de las reivindicaciones 6 a 11, caracterizado por que el sistema de control (7) está conectado a un dispositivo de medición de presión (10) con el que se puede medir la presión de acumulador del acumulador (8).
- 15 13. Sistema hidráulico según una de las reivindicaciones 6 a 12, caracterizado por que el sistema de control (7) se configura para llevar a cabo el procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 5.
- 20 14. Sistema hidráulico según una de las reivindicaciones 6 a 13, en la forma de realización como una prensa hidráulica, por ejemplo, una prensa hidráulica de forja, con al menos un consumidor hidráulico (1) configurado como un cilindro hidráulico.

Fig. 1



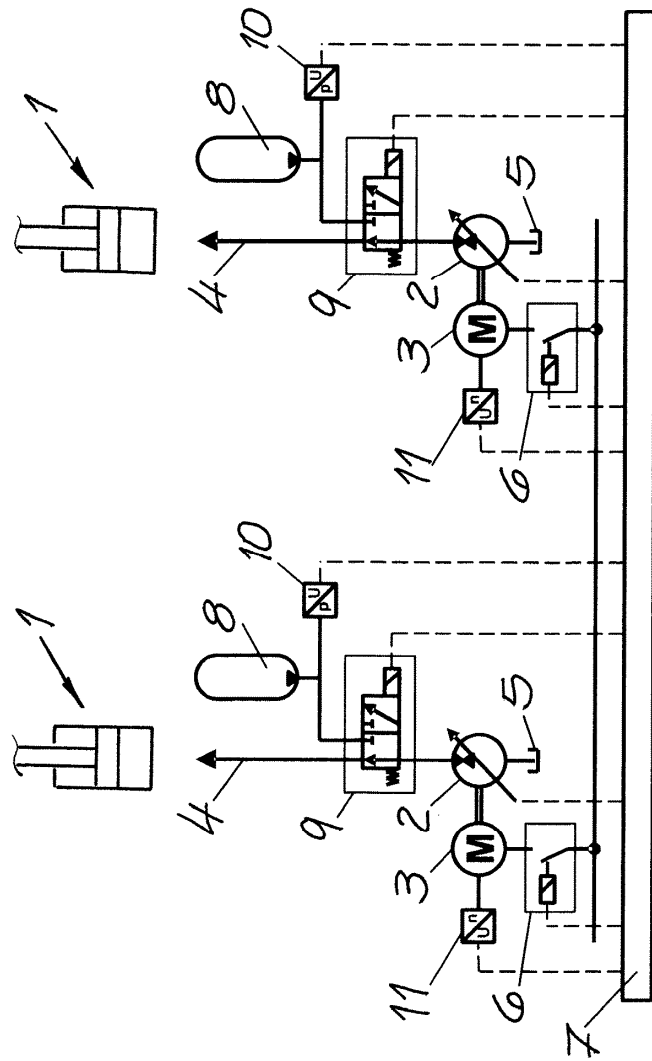


Fig. 2