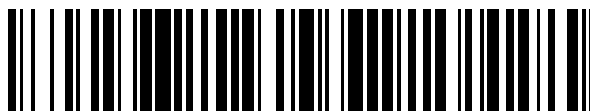


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 374 978**

51 Int. Cl.:
F03D 11/00 (2006.01)
F03D 7/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **07020757 .6**
96 Fecha de presentación: **24.10.2007**
97 Número de publicación de la solicitud: **1944506**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **16.07.2008**

54 Título: **PLANTA DE ENERGÍA EÓLICA CON UN FRENO DE ROTOR ACCIONADO
HIDRÁULICAMENTE Y PROCEDIMIENTO PARA EL CONTROL HIDRÁULICO DE UN FRENO
DE ROTOR.**

30 Prioridad:
10.01.2007 DE 102007002136

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
23.02.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
23.02.2012

73 Titular/es:
**NORDEX ENERGY GMBH
BORNBARCH 2
22848 NORDERSTEDT, DE**

72 Inventor/es:
Wedekind, Christian

74 Agente: **Roeb Díaz-Álvarez, María**

ES 2 374 978 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

Planta de energía eólica con un freno de rotor accionado hidráulicamente y procedimiento para el control hidráulico de un freno de rotor

5 La presente invención se refiere a una planta de energía eólica con un freno de rotor accionado hidráulicamente y a un procedimiento para el control hidráulico de un freno de rotor.

10 Las plantas de energía eólica disponen de un freno de rotor en el grupo motor. El freno de rotor está dispuesto mayormente por detrás de la transmisión y en las plantas de energía eólica con un ajuste activo del ángulo de pala cumple la función de un sistema adicional de freno que mantiene el rotor parado de la planta de energía eólica en su posición.

15 En la publicación Windkraftanlagen (Plantas de energía eólica), edición 3, editorial Springer-Verlag Berlin, capítulo 8.7, Erich Hau explica que el frenado fijo del rotor es imprescindible para los trabajos de mantenimiento y reparación, así como usual en general también durante los períodos normales de parada. Sobre la función del freno de rotor durante el servicio se explica además que en el caso más simple éste se limita a la mera función de detención al estar parado el rotor. El freno debería estar diseñado en este caso en correspondencia con el par necesario de detención del rotor parado. Más allá de la función como mero freno de detención, el freno de rotor podría estar diseñado básicamente también como freno de servicio si el par de frenado y la potencia de frenado (solicitud térmica) son suficientes.

25 En el caso de plantas de energía eólica, en las que el freno de rotor forma parte del sistema de seguridad, el sistema de freno está diseñado como freno pasivo o como el llamado freno failsafe. Esto significa que el freno se ha de someter a presión para reducir el par de frenado aplicado o liberar completamente el freno. El par de frenado del freno pasivo se obtiene mediante un paquete de resortes que pretensa las mordazas correspondientes de freno en la posición de frenado. El par de frenado, aplicado aquí, se genera mediante la fuerza elástica ejercida por los elementos de resorte. Por tanto, es necesario prever paquetes de resortes correspondientemente grandes en el freno para una planta de energía eólica que requiere un par de frenado fuerte. El freno pasivo de rotor descrito anteriormente se consigue al introducirse, por ejemplo, un líquido hidráulico en el cilindro de freno. El líquido hidráulico se introduce en el cilindro de freno de modo que su presión actúa en contra de la fuerza del paquete de resortes.

35 A diferencia de los frenos pasivos descritos anteriormente son conocidos también los frenos activos para plantas de energía eólica, en las que el par de frenado no se aplica mediante un elemento de resorte, sino que al ascender la presión hidráulica aumenta también el par de frenado. La ventaja de un freno activo radica en que tiene una construcción más pequeña y resulta claramente más económico. Además, con un freno activo es posible un par de frenado claramente mayor.

40 Del documento DE20212459U1 se conoce un módulo de freno electrohidráulico para una planta de energía eólica que se puede usar tanto en frenos activos como en frenos pasivos. El módulo de freno electrohidráulico permite un control proporcional del freno que mantiene el número nominal de revoluciones del generador al menos en caso de un fallo de la red. Para modular proporcionalmente el efecto de frenado se controla proporcionalmente la salida del líquido hidráulico del conducto de trabajo mediante una válvula proporcional de regulación-limitación de presión.

45 La invención tiene el objetivo de proporcionar un procedimiento para el control de un freno de rotor accionado hidráulicamente, así como una planta de energía eólica con un freno de rotor accionado hidráulicamente, en los que un freno activo de rotor está diseñado como freno de detención y también como freno de servicio.

50 Según la invención, el objetivo se consigue mediante un procedimiento según la reivindicación 1 y una planta de energía eólica según la reivindicación 9. Configuraciones ventajosas de la invención constituyen los objetos de las reivindicaciones secundarias.

55 La invención se refiere a un procedimiento para el control de un freno de rotor accionado hidráulicamente para el grupo motor de una planta de energía eólica. El freno de rotor está configurado como freno activo de rotor que aplica en un cilindro de freno un par de frenado creciente a medida que asciende la presión hidráulica. En el procedimiento según la invención, un cilindro de freno se somete en una primera fase a una primera presión mediante una primera válvula reductora de presión. La primera fase del proceso de frenado se puede considerar como una fase, en la que el freno de rotor interviene como freno de servicio para apoyar un sistema de pitch. En una segunda fase, el cilindro de freno se somete a una segunda presión mediante una segunda válvula reductora de presión. En la segunda fase, el freno de rotor se puede usar, por ejemplo, como freno de detención para el rotor parado. Según la invención, para el freno activo está prevista una unidad de conmutación que conmuta de la primera presión a la segunda presión. El dispositivo de conmutación en un freno accionado hidráulicamente con dos válvulas reductoras de presión por separado para presiones diferentes permite usar el freno accionado hidráulicamente como freno activo en una primera y una segunda fase del proceso de frenado.

5 En una configuración preferida del procedimiento según la invención está previsto un sistema de presión que proporciona con total seguridad líquido hidráulico para el accionamiento del freno de rotor. El sistema de presión está equipado de forma conocida con una bomba y acumuladores hidráulicos a fin de poner a disposición una cantidad suficientemente grande de líquido hidráulico con una presión de sistema suficientemente grande en caso de fallar la bomba o fallar todo el suministro o control eléctrico de la planta de energía eólica para así poder ejecutar de manera fiable uno o varios procesos de frenado.

10 El sistema hidráulico puede estar diseñado aquí de modo que el sistema hidráulico puede abastecer asimismo con total seguridad a otros consumidores, por ejemplo, un aparato de pitch.

15 En una variante preferida del procedimiento según la invención, la unidad de conmutación conmuta después de la parada del grupo motor. La presión aplicada en el cilindro de freno mediante la primera válvula reductora de presión es convenientemente menor que la presión aplicada mediante la segunda válvula reductora de presión. Las dos presiones de las válvulas reductoras de presión generan pares de frenado correspondientes mediante el cilindro de freno.

20 La presión de la segunda válvula reductora de presión ajusta preferentemente al menos un par de detención predeterminado en el freno de rotor. El par de detención predeterminado se ajusta preferentemente a temperatura ambiente para el freno de rotor. En este sentido se ha de tener en cuenta que después de usarse el freno de rotor como freno de servicio de apoyo, éste tiene una temperatura elevada y, por tanto, genera un par de frenado claramente mayor debido a la dependencia de temperatura del coeficiente de fricción para la combinación de forro de freno y disco. Mediante el enfriamiento del freno de rotor se reduce entonces el par de frenado aplicado. Por tanto, al ajustarse la segunda válvula reductora de presión se ha de tener en cuenta que después de enfriarse el freno de rotor a la temperatura ambiente se genere el par de detención predeterminado.

25 Con el fin de garantizar en el accionamiento hidráulico del freno de rotor que en caso de una avería en el sistema haya una presión suficiente en los conductos de presión hacia el cilindro de freno, una válvula de 2/2 vías, pretensada por resorte en su posición abierta, se encuentra preconectada con preferencia aguas arriba de cada válvula reductora de presión en el conducto de presión.

30 Si falla la tensión de suministro para las válvulas de 2/2 vías, éstas conducen la presión de sistema a las válvulas reductoras de presión que reducen la presión de sistema y la conducen hacia el cilindro de freno.

35 En una realización preferida del procedimiento según la invención, el dispositivo de conmutación activa la conmutación después de un período predeterminado de tiempo. El período predeterminado de tiempo está seleccionado aquí de modo que es mayor que el período de tiempo necesario para frenar el rotor hasta la parada.

40 En una configuración preferida, la unidad de conmutación se acciona hidráulicamente. De manera alternativa es posible también accionar por electricidad la unidad de conmutación.

El objetivo según la invención se consigue asimismo mediante una planta de energía eólica con las características de la reivindicación 9.

45 La planta de energía eólica según la invención tiene un freno de rotor accionado hidráulicamente para el grupo motor que está configurado como freno activo de rotor. El freno activo de rotor aplica un par de frenado creciente a medida que asciende la presión hidráulica. La planta de energía eólica tiene una primera y una segunda unidad de freno que presentan respectivamente una válvula reductora de presión, mediante la que se somete a presión un cilindro de freno. Además, para la planta de energía eólica según la invención está previsto un dispositivo de conmutación que conmuta de la presión de la primera unidad de freno a la presión de la segunda unidad de freno. Por tanto, el freno activo de rotor es adecuado para ser usado como freno de servicio de apoyo y servir asimismo como freno de detención.

50 La planta de energía eólica según la invención está provista preferentemente de un sistema de presión a prueba de fallos que proporciona líquido hidráulico para el accionamiento del freno de rotor. Este tipo de sistema de presión a prueba de fallos tiene un acumulador hidráulico con una dimensión suficiente a fin de proporcionar también líquido hidráulico con una cantidad suficiente y con un sistema de presión suficiente para el accionamiento del freno de rotor cuando falla la corriente o falla una bomba. En la planta de energía eólica según la invención, la conmutación se realiza después de la parada del grupo motor. Mediante la conmutación se cambia de la presión de la primera unidad de freno a la presión de la segunda unidad de freno, siendo la presión de la primera unidad de freno menor que la presión de la segunda unidad de freno. A tal efecto, en la primera unidad de freno está prevista una primera válvula reductora de presión que reduce una presión existente de sistema más fuertemente que una válvula reductora de presión en la segunda unidad de freno.

65 La válvula reductora de presión de la segunda unidad de freno está diseñada preferentemente de modo que en el cilindro de freno se genera un par de frenado que corresponde al menos a un par de detención predeterminado.

Como mediante un enfriamiento del freno de rotor disminuye el par de frenado debido al coeficiente de fricción, el par de detención predeterminado está diseñado de modo que a temperatura ambiente existe al menos un par de detención necesario para el rotor.

5 En una configuración preferida, delante de cada válvula reductora de presión está conectada una válvula de 2/2 vías, pretensada en una posición que une el conducto de entrada y salida. Las válvulas pretensadas de 2/2 vías garantizan que el conducto de presión esté libre en caso de fallo en el control y se disponga así de una presión suficiente de sistema para el accionamiento del cilindro de freno.

10 En una configuración preferida, la unidad de conmutación está configurada de forma hidráulica y acciona hidráulicamente la válvula de 2/2 vías de la segunda unidad de freno. De manera alternativa es posible también que la unidad de conmutación accione por electricidad la válvula de 2/2 vías de la segunda unidad de freno.

15 Para volver a soltar el freno está prevista en un conducto de presión hacia el cilindro de freno una válvula de 2/2 vías que en su posición de paso une los conductos de alimentación con el tanque, estando pretensada la válvula de 2/2 vías en su posición de bloqueo.

La invención se explica detalladamente a continuación por medio de un ejemplo de realización.

20 Muestran:

Fig. 1 el desarrollo en tiempo de los pares en caso de un freno activo de rotor, accionado hidráulicamente, según la presente invención y

Fig. 2 la estructura del sistema hidráulico de un freno de rotor.

25 La figura 1 muestra el desarrollo en el tiempo de la presión p y del par de frenado M . En el freno de rotor según la invención se aplica una presión 10 de frenado en el cilindro de freno en una primera fase. La presión de frenado provoca el par ascendente 12 de frenado, con el que el freno interviene y frena el grupo motor. El freno de servicio con la presión 10 de frenado sigue avanzando hasta un tiempo predeterminado T . El tiempo T es aquí mayor que el tiempo esperado de parada t_{parada} . Hasta el momento t_{parada} , el rotor de la planta de energía eólica se para al usarse su sistema de pitch y el par 12 de frenado aplicado.

30 En el momento T se realiza la conmutación en el sistema hidráulico y a partir de entonces la presión 14 de detención queda aplicada en el cilindro de freno. Como el freno se ha calentado durante la primera fase, la presión 14 de detención provoca un par 16 de frenado que disminuye a continuación mediante el enfriamiento del freno de rotor y alcanza o supera para el freno de rotor enfriado el par de detención necesario para el freno. La presión 14 de detención está aplicada de manera constante en el cilindro de freno.

35 La figura 2 muestra a modo de ejemplo la estructura del accionamiento hidráulico para el freno de rotor. A tal efecto, está previsto un sistema 18 de presión equipado con una bomba y acumuladores para suministrar un líquido hidráulico con una presión suficiente. En la figura 2 no están representados conductos de retorno o conductos de control para una mejor comprensión. El sistema 18 de presión puede tener también conductos adicionales 20 de presión, con los que se pueden accionar otros sistemas de la planta de energía eólica, por ejemplo, el accionamiento de pitch.

40 Un primer conducto 22 de presión conduce hacia una primera válvula 24 de 2/2 vías. La válvula 24 de 2/2 vías se muestra en su posición sin corriente, en la que está pretensada mediante un resorte 26. Mediante un accionamiento electromagnético 28 se lleva la válvula 24 de 2/2 vías a su posición de bloqueo. En la posición de bloqueo se mantiene la presión en el conducto de presión. El conducto 29 de presión, que parte de la válvula 24 de 2/2 vías, está conectado a una válvula reductora 30 de presión. Las válvulas reductoras de presión se identifican en ocasiones también como válvulas de disminución de presión y están configuradas como válvulas de compuerta controladas o precontroladas directamente.

45 En la válvula reductora 30 de presión está aplicada en el conducto de entrada la presión de sistema p_s que genera una fuerza sobre una superficie del elemento de válvula. Mediante un llamado regulador de presión se ajusta la presión deseada de frenado p_B en la salida de la válvula reductora 30 de presión. Aguas abajo de la válvula reductora 30 de presión está prevista una válvula 32 de retención que impide el reflujo de líquido hidráulico mediante la válvula reductora 30 de presión. La presión de frenado p_B está aplicada a través de un conducto de presión en un cilindro 34 de freno. El cilindro 34 de freno tiene un pistón móvil 36 que mediante la presión existente en la cámara 38 de cilindro ejerce una fuerza sobre los forros de freno y su accionamiento. La válvula 24 de 2/2 vías y la válvula reductora 30 de presión forman conjuntamente la primera unidad de freno para el freno de rotor, según la invención, que se puede usar como freno de servicio de apoyo.

50 La segunda unidad de freno tiene una segunda válvula 40 de 2/2 vías pretensada en su posición abierta mediante un resorte 42. La segunda válvula 40 de 2/2 vías bloquea en su segunda posición. El ajuste de la válvula 40 de 2/2

vías se lleva a cabo mediante un accionamiento hidráulico 44 que es accionado por el dispositivo de conmutación. Aguas abajo de la segunda válvula 40 de 2/2 vías está prevista una válvula reductora 46 de presión, en cuya salida está aplicada la presión de detención p_H . Como la presión de detención p_H es mayor que la presión de frenado p_B , la válvula 32 de retención realiza el bloqueo y la presión de detención queda aplicada en el cilindro 34 de freno.

5 Cuando se usa una válvula reductora de presión de 3 vías, la válvula 32 de retención impide la limitación de presión. Asimismo, se pueden prever válvulas adicionales de retención para mantener una presión suficiente en el freno de rotor y evitar fugas en caso de fallo.

10 El conducto de alimentación hacia el cilindro de presión está unido adicionalmente con una válvula 48 de 2/2 vías. La válvula 48 de 2/2 vías está bloqueada en su posición sin corriente y se puede llevar a su posición abierta mediante su accionamiento electromagnético 52. En la posición abierta, el conducto de alimentación hacia el cilindro de freno se une con el tanque 54 para eliminar la carga del cilindro de freno. El tanque 54 puede formar parte del sistema 18 de presión.

15 Una conmutación entre la presión de frenado p_B y la presión de detención p_H se lleva a cabo mediante el accionamiento hidráulico 44 en la segunda válvula 40 de 2/2 vías. Para el accionamiento está previsto un acumulador 58 que se lleva a la presión de sistema mediante un conducto 60 de presión. En la posición sin corriente representada de la válvula 62 de 2/2 vías, el acumulador 58 está unido con el tanque 54. A este respecto, en el conducto 60 de presión está conectada una válvula reguladora 64 de corriente. La válvula reguladora 64 de corriente regula el flujo del líquido hidráulico del acumulador 58 al tanque 54. Durante el flujo del líquido hidráulico desde el acumulador 58 disminuye la presión en el conducto 60 de presión y, por tanto, en el accionamiento 44. Si no se ha superado un valor de presión predeterminado, la segunda válvula 40 de 2/2 vías se lleva a su posición abierta y la presión de detención p_H queda aplicada en el cilindro 34 de freno.

20 25 Para volver a llevar el acumulador 58 a la presión de sistema al abrirse el freno, la válvula 62 de 3/2 vías se lleva a su segunda posición, en la que el acumulador 58 está unido con el sistema 18 de presión a fin de obtener nuevamente la presión de sistema.

30 En el dispositivo hidráulico de conmutación, representado en la figura 2, se puede retrasar también el tiempo hasta el momento T mediante un elemento eléctrico de tiempo. En este caso la válvula 40 precontrolada hidráulicamente se sustituye por una válvula de 2/2 vías accionada por electricidad. A fin de garantizar también el retardo de tiempo al fallar la tensión ha de estar previsto un suministro eléctrico autárquico del elemento de tiempo. Éste ha de funcionar de manera fiable también en caso de una función errónea, por ejemplo, mediante un sistema de bus existente. Con este fin se puede usar, por ejemplo, un suministro de corriente separado sin interrupciones. Es posible también el uso de un condensador para el almacenamiento de energía eléctrica en el período de tiempo del retardo deseado de tiempo entre la presión de frenado y la presión de detención.

35

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para el control de un freno de rotor accionado hidráulicamente para un grupo motor de una planta de energía eólica, estando configurado el freno de rotor como freno activo de rotor que aplica un par de frenado creciente a medida que asciende la presión hidráulica, sometiéndose en el procedimiento
- 5 - un cilindro (34) de freno a una primera presión (p_B) en una primera fase mediante una primera válvula reductora (30) de presión,
- 10 **caracterizado porque**
- el cilindro (34) de freno se somete a una segunda presión (p_H) en una segunda fase mediante una segunda válvula reductora (46) de presión y
- 15 - está previsto un dispositivo de conmutación que conmuta entre la primera presión y la segunda presión después de la parada del grupo motor.
2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado porque** el sistema de presión proporciona con total seguridad líquido hidráulico para el accionamiento del freno de rotor.
- 20 3. Procedimiento según la reivindicación 1 ó 2, **caracterizado porque** la presión (p_B) de la primera válvula reductora (30) de presión es menor que la presión (p_H) de la segunda válvula reductora (46) de presión.
4. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado porque** la presión (p_H) de la segunda válvula reductora de presión ajusta al menos un par de detención predeterminado en el cilindro (34) de freno.
- 25 5. Procedimiento según la reivindicación 4, **caracterizado porque** el par de detención predeterminado se ajusta a temperatura ambiente para el freno de rotor.
- 30 6. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado porque** aguas arriba de cada una de las válvulas reductoras de presión está preconnectada una válvula de 2/2 vías pretensada por resorte en una posición abierta.
- 35 7. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizado porque** el dispositivo de conmutación conmuta la válvula (40) de conmutación después de un período de tiempo predeterminado (T).
8. Procedimiento según la reivindicación 7, **caracterizado porque** el dispositivo de conmutación se acciona hidráulicamente o por electricidad.
- 40 9. Planta de energía eólica con un freno de rotor accionado hidráulicamente para el grupo motor que está configurado como freno activo de rotor que aplica un par de frenado creciente a medida que asciende la presión hidráulica, **caracterizada por**
- 45 - una primera y una segunda unidad de freno que presentan respectivamente una válvula reductora (30, 46) de presión, mediante la que un cilindro (34) de freno está sometido en cada caso a una presión (p_B , p_H), y
- un dispositivo de conmutación que conmuta entre la presión (p_B) de la primera unidad de freno y la presión (p_H) de la segunda unidad de freno después de la parada del grupo motor.
- 50 10. Planta de energía eólica según la reivindicación 9, **caracterizada porque** está previsto un sistema (18) de presión a prueba de fallos que proporciona líquido hidráulico para el accionamiento del freno de rotor.
11. Planta de energía eólica según la reivindicación 9 ó 10, **caracterizada porque** la presión (p_B) de la primera unidad de freno es menor que la presión (p_H) de la segunda unidad de freno.
- 55 12. Planta de energía eólica según la reivindicación 11, **caracterizada porque** la válvula reductora (30) de presión de la primera unidad de freno reduce una presión existente de sistema (p_S) más fuertemente que una válvula reductora (46) de presión de la segunda unidad de freno.
- 60 13. Planta de energía eólica según la reivindicación 12, **caracterizada porque** la válvula reductora (46) de presión de la segunda unidad de freno está diseñada para generar con el cilindro de freno un par de frenado que corresponde al menos a un par de detención predeterminado.
- 65 14. Planta de energía eólica según la reivindicación 13, **caracterizada porque** el par de frenado de la segunda unidad de freno a temperatura ambiente del freno de rotor corresponde al menos al par de detención

predeterminado.

- 5 15. Planta de energía eólica según una de las reivindicaciones 9 a 14, **caracterizada porque** delante de cada válvula reductora de presión está conectada una válvula de 2/2 vías pretensada en una posición de paso para el conducto de presión.
16. Planta de energía eólica según la reivindicación 15, **caracterizada porque** el dispositivo de conmutación acciona hidráulicamente o por electricidad la válvula de 2/2 vías de la segunda unidad de freno.
- 10 17. Planta de energía eólica según una de las reivindicaciones 9 a 16, **caracterizada porque** una válvula de 2/2 vías une un conducto (50) de presión hacia el cilindro (34) de freno con un tanque (54), estando pretensada la válvula (48) de 2/2 vías en su posición de bloqueo.

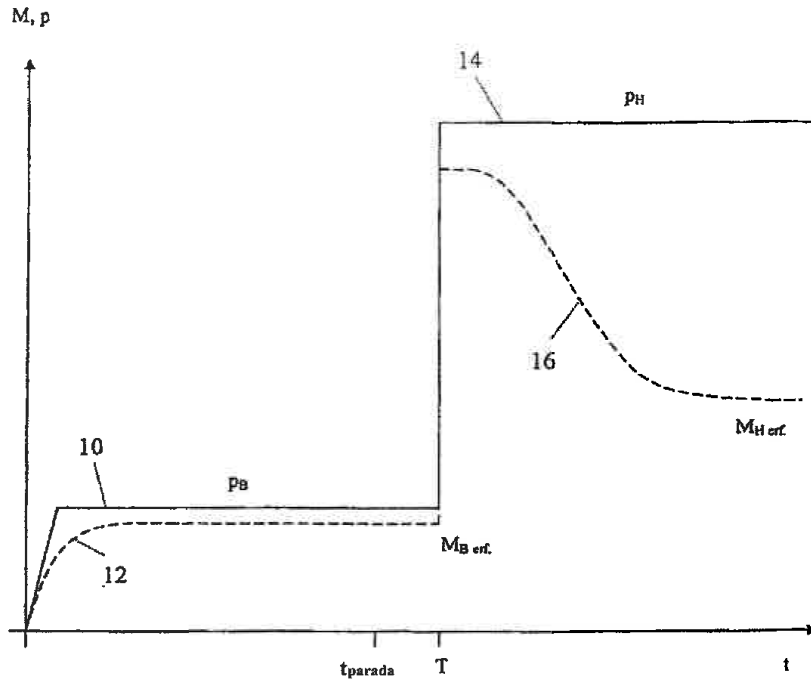


FIG. 1

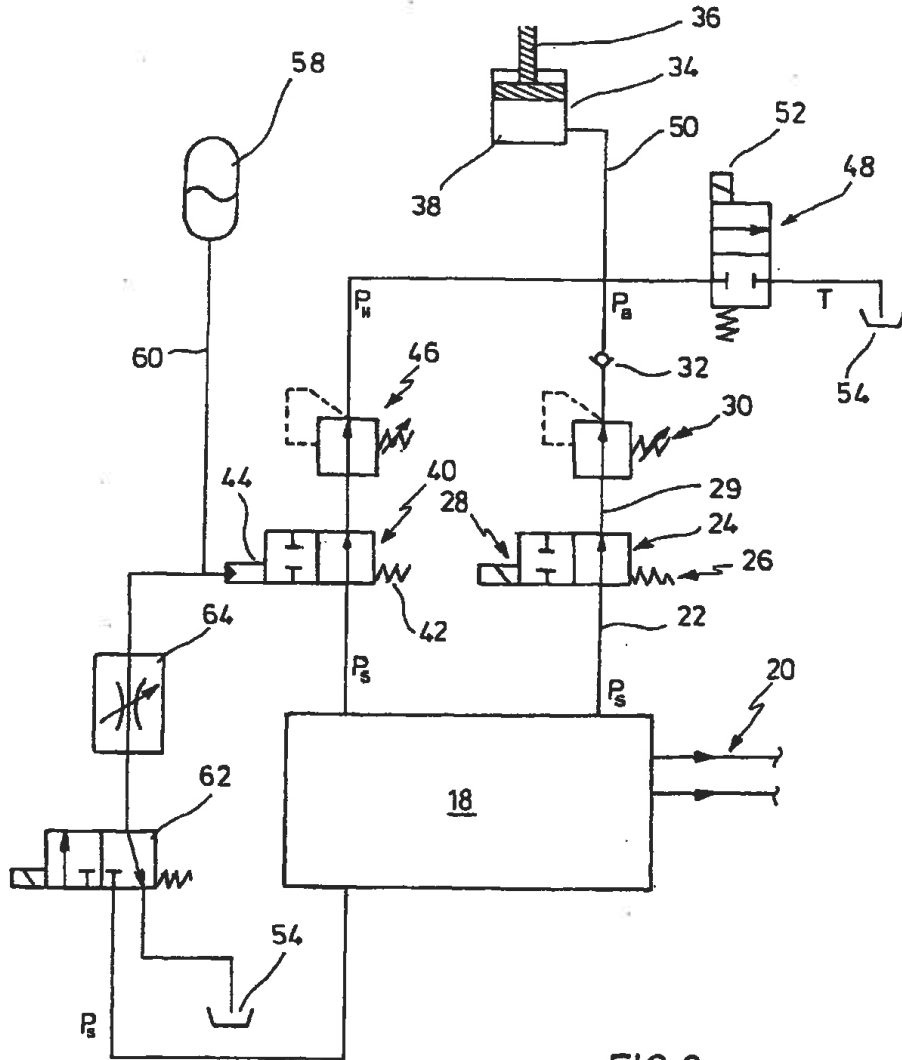


FIG.2