

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 765 226**

51 Int. Cl.:

<b>B60K 6/46</b>	(2007.01)
<b>B60W 10/06</b>	(2006.01)
<b>B60W 10/08</b>	(2006.01)
<b>B60W 10/184</b>	(2012.01)
<b>B60W 10/30</b>	(2006.01)
<b>B60W 20/00</b>	(2006.01)
<b>B60W 30/18</b>	(2012.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **09.09.2014 PCT/EP2014/002437**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **02.04.2015 WO15043715**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.09.2014 E 14771776 (3)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.11.2019 EP 3049270**

54 Título: **Máquina de trabajo autopropulsada, así como procedimiento para frenar una máquina de trabajo de esa clase**

30 Prioridad:

**27.09.2013 DE 102013016126**  
**11.10.2013 DE 102013016915**  
**19.12.2013 DE 102013021608**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**08.06.2020**

73 Titular/es:

**LIEBHERR-COMPONENTS BIBERACH GMBH**  
**(100.0%)**  
**Hans-Liebherr-Strasse 45**  
**88400 Biberach an der Riß, DE**

72 Inventor/es:

**HOFFMANN, SEBASTIEN, NICOLAS;**  
**RICHTHAMMER, BURKHARD, EMANUEL;**  
**SOMMER, BERND;**  
**DUELLI, STEFAN;**  
**MERKLE, MARKUS y**  
**RESCH, JÜRGEN**

74 Agente/Representante:

**CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel**

**ES 2 765 226 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

Máquina de trabajo autopropulsada, así como procedimiento para frenar una máquina de trabajo de esa clase

La presente invención hace referencia a una máquina de trabajo autopropulsada, preferentemente en forma de un camión volquete o camión, con un accionamiento eléctrico que comprende al menos un motor eléctrico, un generador que puede ser accionado por un motor de combustión interna, para el suministro de corriente del accionamiento eléctrico, así como de un dispositivo de frenado para frenar la máquina de trabajo, donde el dispositivo de frenado mencionado prevé un frenado regenerativo mediante el accionamiento eléctrico y comprende un dispositivo de realimentación para la realimentación de potencia eléctrica de frenado del motor, del motor eléctrico, en el generador, para aplicar la potencia de frenado del motor en el motor de combustión interna. Además, la invención hace referencia a un procedimiento para frenar una máquina de trabajo de esa clase.

En las máquinas de trabajo autopropulsadas, como camiones volquete, camiones u otros vehículos todoterreno autopropulsados para obras, minas y similares, actualmente se utilizan accionamientos eléctricos con al menos un motor eléctrico para aprovechar las ventajas típicas de los accionamientos eléctricos de esa clase, comparado con los accionamientos eléctricos, como por ejemplo su mejor eficiencia y un mantenimiento más sencillo. Mediante la eficiencia, considerablemente mejor, en el caso de las potencias parcialmente notables pueden alcanzarse también costes operativos marcadamente más reducidos. El accionamiento eléctrico puede utilizarse en particular como propulsión, mediante la cual se acciona al menos una rueda o un accionamiento por cadena del chasis, pero también puede utilizarse para accionar un equipo auxiliar de trabajo principal, como por ejemplo el cilindro de fresado de una máquina Surface-Miner (máquina de minería de superficie).

Para el suministro de corriente del accionamiento eléctrico puede estar proporcionado un generador que puede ser accionado por un motor de combustión interna, por ejemplo en forma de un motor diesel, de un motor de gasolina o de un motor de gas, donde el motor de combustión interna no sólo puede accionar el generador de corriente, sino también un equipo auxiliar hidráulico, en particular su bomba, para poder accionar hidráulicamente otros actuadores de ajuste de componentes hidráulicos. En el caso de una excavadora, por ejemplo el dispositivo de ajuste y/o de elevación para la pala niveladora puede accionarse mediante actuadores hidráulicos de esa clase. En los camiones volquete, la tolva del volquete puede volcarse mediante un actuador hidráulico.

Una excavadora con un diseño de accionamiento de esa clase, que comprende un accionamiento eléctrico, se conoce por ejemplo por el documento US 7,950,481; en donde se propone disponer en el centro un motor eléctrico y, mediante un diferencial, transferir su potencia de accionamiento hacia diferentes elementos que deben ser accionados. De este modo, se propone almacenar en una batería energía eléctrica excedente que es generada por el generador al no encontrarse cargado el motor de combustión interna, para poder transferir al motor eléctrico la energía eléctrica adicional, en el sentido de una función Boost, cuando el mismo requiere una potencia especialmente elevada, lo cual por ejemplo puede suceder durante el arranque de la máquina. De manera inversa, si debe frenarse la máquina de trabajo, se accionan frenos mecánicos en forma de frenos de disco que pueden ventilarse de forma hidráulica, pretensados de forma elástica. Dependiendo del tamaño de la máquina de trabajo y del fin de uso previsto, los frenos de esa clase deben dimensionarse de un tamaño mayor o menor, para no sobrecalentarse o sobrecargarse durante un período más prolongado durante los procesos de frenado intensos, tal como puede suceder por ejemplo en el caso de excavadoras que avanzan y retroceden de forma permanente o en el caso de camiones volquete completamente cargados que se desplacen cuesta abajo.

Además, el documento US 8,395,335 B2 describe un sistema de accionamiento eléctrico para camiones todoterreno, en donde la energía de accionamiento eléctrica es proporcionada por un motor de combustión interna que acciona un generador. En el funcionamiento de frenado, la potencia eléctrica de frenado del motor, proporcionada por los motores eléctricos, se transfiere al generador para reducir el consumo de combustible del motor de combustión interna. La potencia eléctrica excedente de frenado del motor en el motor de combustión interna se transfiere además a equipos auxiliares eléctricos para accionar eléctricamente esos equipos auxiliares, y finalmente, mediante resistencias de frenado eléctricas en forma de una así llamada Grid Box (caja con red de disipación), se elimina mediante disipación, así como se "quema", es decir, se convierte en calor. La distribución de la potencia eléctrica de frenado del motor, sin embargo, requiere un sistema de control relativamente complicado, considerando la energía eléctrica que puede utilizarse en los equipos auxiliares. Además, debe considerarse la carga térmica que se produce en la Grid Box mencionada.

Por el documento US 2005/0137060 A1 es conocido además el hecho de realimentar la potencia de frenado del motor de una propulsión eléctrica en un generador y con ello, de aplicarla al motor de combustión interna conectado al generador. Al alcanzarse un número de revoluciones predeterminado del motor de combustión interna se deriva una potencia de frenado del motor todavía excesiva, del motor eléctrico, primero hacia un acumulador y/o para el accionamiento de equipos auxiliares eléctricos, y después, en otra etapa, se elimina por disipación, mediante resistencias de frenado. Para ello, el dispositivo de realimentación está diseñado de varias vías con ramificaciones hacia el acumulador de energía y hacia equipos auxiliares eléctricos, y está provisto de resistencias de frenado.

Por la solicitud EP 26 66 692 A1 se conoce una estrategia de frenado inversa, en la cual la potencia de frenado del motor, de un motor eléctrico que se utiliza como propulsión, se emplea prioritariamente para cargar un acumulador de energía, y sólo después, cuando la potencia de frenado del motor excede la capacidad de carga, se utiliza para alcanzar un número de revoluciones más elevado de un motor de combustión eléctrica, donde antes de alcanzarse un número de revoluciones máximo del motor de combustión, también una bomba hidráulica se lleva a una resistencia hidráulica más elevada.

El objeto de la presente invención consiste en crear una máquina de trabajo mejorada de la clase mencionada en la introducción, así como en crear un procedimiento mejorado para frenar una máquina de trabajo de esa clase, evitando las desventajas del estado del arte y perfeccionando el mismo de manera ventajosa. De manera preferente, con un dispositivo de frenado estructurado de forma sencilla, fácil de controlar, debe posibilitarse un frenado eficiente en cuanto a la energía, con desaceleraciones suficientes.

El objeto mencionado se soluciona mediante una máquina de trabajo según la reivindicación 1, así como mediante un procedimiento para frenar una máquina de trabajo de esa clase según la reivindicación 10. En las reivindicaciones dependientes se indican variantes ventajosas de la presente invención.

Por lo tanto, se propone alcanzar el efecto de frenado deseado prioritariamente mediante un frenado regenerativo, mediante el/los motor/es eléctrico/s, aplicando la potencia eléctrica de frenado del motor generada en el motor de combustión interna, captando o impidiendo una carga excesiva del motor de combustión interna mediante potencia de frenado del motor realimentada, excedente, mediante la conexión de un freno mecánico. Según la invención está proporcionado un dispositivo de control de frenado para la conexión automática de un freno mecánico en función de la potencia de frenado del motor, realimentada hacia el motor, y/o del estado de funcionamiento del motor de combustión interna al que se ha aplicado la potencia de frenado del motor realimentada. De manera ventajosa, en el funcionamiento de sobreaceleración la energía de frenado, así como la potencia eléctrica de frenado del motor, proporcionada por al menos un motor eléctrico, prioritariamente mediante el generador que convierte la potencia eléctrica de frenado del motor en potencia de accionamiento mecánica para el motor de combustión, se realimenta hacia el motor de combustión interna y se utiliza allí para el accionamiento de los consumidores secundarios conectados al motor de combustión interna, como ventiladores, refrigeradores o bombas, así como se utiliza para superar las resistencias de arrastre del motor de combustión interna. Si la potencia de frenado del motor aplicada en el motor de combustión interna supera un valor admisible para el motor de combustión interna y/o el motor de combustión interna, bajo la acción de la potencia de frenado del motor realimentada, alcanza un estado de funcionamiento predeterminado, el freno mecánico se conecta de forma automática para evitar o reducir otro incremento de la potencia eléctrica de frenado del motor, aplicada en el motor de combustión interna. La conexión del freno mecánico, de manera ventajosa, puede tener lugar con facilidad, con una fuerza de frenado que - en tanto sea necesario - se incrementa de forma sucesiva, de manera que el pasaje desde un frenado sin freno mecánico, hacia un frenado con freno mecánico, y de forma inversa, a modo de un proceso combinado, tiene lugar con un pasaje suave, sin un sacudimiento debido a la desaceleración. La fuerza de frenado del freno mecánico, considerando la potencia de frenado ya aplicada en el motor de combustión interna, puede variarse con facilidad y controlarse, en particular regularse, para acercarse lo más posible a una fuerza de frenado deseada, que puede ser predeterminada por el conductor.

De este modo, con el freno mecánico, de manera secundaria, se frena sólo cuando la potencia de frenado del motor realimentada hacia el motor de combustión interna alcanza la capacidad de desaceleración del motor de combustión interna y de los equipos auxiliares conectados al mismo.

En particular, en el caso de una potencia de frenado deseada o requerida que se incrementa - por ejemplo aumentando el accionamiento de un generador de frenado y/o al aumentar la pendiente - puede aplicarse en el motor de combustión interna primero una potencia eléctrica de frenado del motor que se incrementa, la cual es generada por al menos un motor eléctrico, donde de manera sucesiva se reduce el suministro de combustible hacia el motor de combustión interna, hasta que el motor de combustión interna, en el caso de un número de revoluciones constante, ya no consume nada de combustible. De manera ventajosa, en el caso de una potencia eléctrica de frenado del motor realimentada, que continúa incrementándose, puede alcanzarse un número de revoluciones más allá del número de revoluciones constante deseado, hasta que se lleva a un número de revoluciones elevado del motor admisible de forma máxima o deseado, donde de manera ventajosa el motor de combustión interna se lleva al número de revoluciones elevado mencionado, con el suministro de combustible bloqueado. Si se alcanza el número de revoluciones máximo mencionado, del motor de combustión interna, el dispositivo de control de frenado antes mencionado conecta los frenos mecánicos para captar la potencia de frenado del motor realimentada que continúa incrementándose, impidiendo o al menos atenuando otro aumento de la potencia de frenado del motor realimentada, transferida al motor de combustión interna.

De manera ventajosa, por lo tanto, el dispositivo de control de frenado prevé varias etapas de frenado que pueden conectarse de forma consecutiva, para captar la potencia de frenado deseada o requerida. En primer lugar, así como prioritariamente, potencia electromotriz de frenado del motor se aplica en el motor de combustión interna, sin conectar frenos mecánicos para, por una parte, poder operar el motor de combustión interna de forma eficiente en

cuanto a la energía y, por otra parte, para evitar una carga térmica innecesaria o un desgaste de los frenos mecánicos. Sólo después de alcanzarse una capacidad de desaceleración del motor de combustión y de los equipos auxiliares conectados al mismo, así como después de alcanzarse el límite de compatibilidad de la aplicación de la potencia eléctrica de frenado del motor en el motor de combustión interna, los frenos mecánicos se conectan en otra etapa. Dentro de la primera etapa de frenado antes mencionado, en la cual la potencia eléctrica de frenado del motor se aplica exclusivamente o al menos de forma predominante en el motor de combustión interna, de este modo, en primer lugar, en una primera subetapa, en el caso de un número de revoluciones del motor de combustión interna esencialmente constante, el suministro de combustible se reduce hasta que el suministro de combustible está interrumpido por completo. Si el suministro de combustible está bloqueado, en una segunda subetapa, se admite que el motor de combustión interna se lleve a un número de revoluciones elevado.

De manera ventajosa, el dispositivo de control de frenado puede controlar la potencia de frenado que puede aplicarse en el motor de combustión interna modificando la potencia absorbida de al menos un equipo auxiliar que está conectado al motor de combustión interna, por ejemplo en forma de un ventilador, de un dispositivo de refrigeración o de una bomba. En particular, el dispositivo de control de frenado puede aumentar la potencia absorbida de al menos un equipo auxiliar de esa clase antes de que se utilice el freno mecánico. Debido a esto no sólo la potencia generadora de frenado del motor y, con ello, también toda la potencia de frenado, puede controlarse de forma ampliada y variable y puede retardarse el desgaste del freno mecánico, sino que ante todo puede alcanzarse un funcionamiento nuevamente más eficiente de la máquina de trabajo, por ejemplo debido a que un ventilador o un dispositivo de refrigeración, en el caso de un desplazamiento cuesta abajo, se lleva a un número de revoluciones más allá de un valor necesario, conforme a la potencia, para enfriar los equipos auxiliares correspondientes con más intensidad que lo requerido de forma obligatoria, de manera que en el desplazamiento cuesta arriba posterior o también en un recorrido plano el equipo auxiliar puede desconectarse por más tiempo o puede funcionar con una potencia menor que la habitual. En un perfeccionamiento de la invención, sin embargo, para aumentar la potencia generadora de frenado del motor, es posible igualmente operar un equipo auxiliar, como por ejemplo una bomba, mediante disipación, en el caso de una potencia absorbida más elevada, por ejemplo aumentando la potencia de circulación de la bomba, por ejemplo conectando una resistencia de flujo.

El dispositivo de control de frenado mencionado, según la invención, está diseñado de manera que los frenos mecánicos permanecen no accionados o sueltos, hasta que la potencia de frenado deseada o necesaria, mediante un frenado electromotriz y una realimentación de la potencia de frenado del motor, puede aplicarse en el motor de combustión interna y en equipos auxiliares conectados al mismo, y hasta que la potencia de frenado del motor realimentada no supere un valor límite predeterminado y/o el motor de combustión interna al que se ha aplicado la potencia de frenado del motor realimentada no abandone un estado de funcionamiento predeterminado o rango del estado de funcionamiento, en particular hasta que no supere un número de revoluciones del motor predeterminado.

Según la invención, el dispositivo de realimentación puede prescindir de resistencias de frenado eléctricas y puede estar realizado sin las así llamadas Grid Box. Gracias a esto, el dispositivo de realimentación en conjunto puede diseñarse y controlarse de forma sencilla, y no deben considerarse límites de carga térmicos en las resistencias de frenado eléctricas. También pueden evitarse los problemas que se presentan en el caso de precipitaciones intensas, en particular de resistencias de frenado enfriadas por aire, debido a lo cual la máquina de trabajo se vuelve más segura y además puede construirse más liviana. En el caso de resistencias de frenado enfriadas por aire existe de forma conocida el riesgo de cortocircuitos a tierra debido a la humedad que penetra, lo cual puede evitarse mediante un diseño sin resistencias de frenado del dispositivo de realimentación.

También en el caso de un frenado intenso, para no producir una potencia de realimentación demasiado elevada y poder captar de forma segura la parte de la potencia de frenado del motor que no puede aplicarse en el motor de combustión interna, en un perfeccionamiento ventajoso de la invención, el freno mecánico que puede conectarse puede estar diseñado como freno húmedo, el cual puede proporcionar una potencia de frenado suficientemente elevada sin sobrecalentarse térmicamente. En particular puede estar proporcionado un freno mecánico de discos múltiples con refrigeración por aceite, el cual, de forma indirecta o directa, puede estar conectado con el elemento de accionamiento que debe frenarse, por ejemplo una rueda del chasis o un piñón del accionamiento por cadenas. En un perfeccionamiento de la invención varios frenos mecánicos de esa clase pueden estar conectados a varios de los elementos de accionamiento, por ejemplo en cada rueda de un camión pueden estar proporcionados frenos húmedos correspondientes.

Según la invención, la potencia eléctrica de frenado del motor, generada por el motor eléctrico o por los motores eléctricos en conjunto, se transfiere esencialmente por completo al generador conectado al motor de combustión interna y la potencia de accionamiento mecánica, generada por el generador, se transmite por completo al motor de combustión interna. El dispositivo de realimentación está diseñado de una vía y no posee ramificaciones o derivaciones que transferirían distintas partes de la potencia de frenado del motor realimentada a diferentes elementos de accionamiento. En principio, igualmente sería posible derivar una parte de la potencia de frenado del motor realimentada, por ejemplo transferirla directamente en forma de energía eléctrica, hacia equipos auxiliares eléctricos secundarios o con la potencia de accionamiento del motor sería posible no solamente accionar el motor de combustión interna, sino también otros elementos de accionamiento acoplados al generador, como por ejemplo un

generador secundario. En el caso del diseño de una vía antes mencionado del dispositivo de realimentación y de la conversión esencialmente completa de la potencia de frenado del motor realimentada, en potencia de accionamiento mecánica para el motor de combustión interna, sin embargo, no deben monitorearse sistemas diferentes, sino que el freno mecánico puede conectarse esencialmente sólo en función del estado de funcionamiento del motor de combustión interna. En particular, el dispositivo de control de frenado puede conectar el freno mecánico en función del número de revoluciones del motor de combustión interna, a saber, en particular sólo después de que el número de revoluciones del motor de combustión interna alcanza un número de revoluciones máximo predeterminado. Para ello, el dispositivo de control de frenado mencionado puede estar conectado a medios de detección del número de revoluciones, los cuales proporcionan el número de revoluciones mencionado del motor de combustión interna.

Además, el dispositivo de control de frenado mencionado puede comprender medios de control del motor para reducir el suministro de combustible en el motor de combustión interna, los cuales en primer lugar reducen el suministro de combustible en el caso de un número de revoluciones constante del motor de combustión interna, en particular lo reducen de forma creciente de modo que al aumentar la aplicación de potencia eléctrica de frenado del motor en el motor de combustión interna, el suministro de combustible se lleva a cero de forma sucesiva, manteniendo con ello constante el número de revoluciones del motor y/o manteniéndolo al menos en un número de revoluciones mínimo predeterminado, por ejemplo en la velocidad de ralentí.

De manera ventajosa, el dispositivo de control de frenado puede comprender medios de control de la fuerza de frenado que controlan posteriormente o reajustan la fuerza de frenado generada por el freno mecánico al alcanzarse el número de revoluciones máximo del motor de combustión interna, en particular de manera que al aumentar posteriormente la demanda de potencia de frenado, por ejemplo aumentando el accionamiento del generador de frenado - la fuerza de frenado del freno mecánico se aumenta más, y al disminuir nuevamente la demanda de potencia de frenado se reduce la fuerza de frenado del freno mecánico, preferentemente sin embargo sólo en tanto el motor de combustión interna se mantenga todavía en su número de revoluciones máximo predeterminado. Preferentemente, la fuerza de frenado del freno mecánico se regula de manera que la potencia eléctrica de frenado del motor posible de forma máxima se aplica en el motor de combustión interna y en los equipos auxiliares eventualmente conectados.

A continuación, la presente invención se explica en detalle mediante un ejemplo de ejecución preferente y haciendo referencia a los dibujos correspondientes. En los dibujos muestran:

Figura 1: una vista lateral esquemática de una máquina de trabajo en forma de un camión que puede estar realizado como camión volquete, y

Figura 2: una representación esquemática del flujo de energía de frenado al frenar la máquina de trabajo.

Como muestra la figura 1, la máquina de trabajo autopropulsada 1 puede estar diseñada por ejemplo como un camión todoterreno, en particular en forma de un camión volquete, y como chasis 2 puede comprender varias ruedas 12 que están distribuidas en varios ejes, y que soportan el chasis, así como el armazón de la máquina de trabajo 1. Sin embargo, se entiende que la máquina de trabajo en principio también puede estar realizada de otra forma, por ejemplo en forma de otra máquina de construcción o máquina de explotación, con un chasis con ruedas o con cadenas.

Los sistemas de accionamiento de la máquina de trabajo 1 comprenden al menos un accionamiento eléctrico 3 con al menos un motor eléctrico 4 que puede utilizarse como propulsión y que puede accionar las ruedas 12. De este modo, un motor eléctrico 4 puede accionar al mismo tiempo varias ruedas 12, por ejemplo las ruedas 12 de un eje, eventualmente mediante un mecanismo de transmisión de ramificación o un diferencial. De manera alternativa puede estar proporcionado también un accionamiento de la rueda individual, en donde a cada rueda 12 accionada está asociado un motor eléctrico 4 propio.

Como muestra la figura 2, el accionamiento eléctrico 3 es abastecido de corriente eléctrica desde un generador 5, donde el generador 5 mencionado es accionado desde un motor de combustión interna 6 que por ejemplo puede estar diseñado como motor diesel, como motor de gasolina o también como motor de gas. Al menos un motor eléctrico 4, así como eventualmente una pluralidad de motores eléctricos 4, están conectados al generador 5 mediante un sistema electrónico de potencia 13 que puede comprender un convertidor del motor 14 asociado al respectivo motor eléctrico 4 y un convertidor del generador 16 asociado al generador 5, donde puede estar proporcionado un circuito intermedio 15, en particular en forma de un circuito intermedio de tensión continua, entre el convertidor del motor 14 y el convertidor del generador 16, véase la figura 2. El convertidor del generador 16, el circuito intermedio 15 y el convertidor del motor 14, de manera ventajosa, están diseñados de modo que trabajan de forma bidireccional para, en el modo de accionamiento, en el cual el generador 5 es accionado por el motor de combustión interna 6, poder transferir la corriente producida por el generador 5 hacia el motor eléctrico 4 y, en el funcionamiento de frenado, para poder realimentar la corriente producida por el motor eléctrico 4, en dirección inversa, hacia el generador 5, tal como se explica más adelante.

Además, la máquina de trabajo 1 puede comprender al menos un accionamiento auxiliar 7 que igualmente puede ser accionado por el motor de combustión interna 6 mencionado. El accionamiento auxiliar 7 mencionado puede tratarse por ejemplo de un equipo auxiliar hidráulico, así como de un accionamiento hidráulico que puede comprender una bomba hidráulica accionada por el motor de combustión interna 6 mencionado, para poder accionar de forma hidráulica equipos auxiliares correspondientes. Por ejemplo, un accionamiento auxiliar 7 puede utilizarse para ajustar la tolva de carga 8 del camión volquete representado en la figura 1 y para ello puede comprender al menos un actuador de ajuste 9, por ejemplo en forma de un actuador hidráulico, como cilindro hidráulico, para poder volcar la tolva de carga 8 para una descarga.

Los accionamientos auxiliares 7 mencionados, sin embargo, pueden comprender también otros equipos auxiliares, como por ejemplo equipos auxiliares de refrigeración, ventiladores, un sistema de dirección asistida y similares.

Un dispositivo de frenado 10 para frenar la máquina de trabajo 1 comprende, por una parte, un freno mecánico 11 que puede frenar una rueda individual o eventualmente un eje, donde de manera ventajosa a cada una de las ruedas 12 se encuentra asociado un freno mecánico 11 de esa clase. El freno mecánico 11 mencionado, en un perfeccionamiento de la invención, de manera ventajosa, está diseñado como freno húmedo, por ejemplo en forma de un freno de discos múltiples refrigerado con aceite, donde el freno mencionado por ejemplo está pretensado de forma elástica y está diseñado de forma que puede ventilarse electromagnéticamente, pero el cual también puede ser accionado de otro modo, por ejemplo mediante presión hidráulica.

Además, el dispositivo de frenado 10 mencionado comprende la utilización de al menos un motor eléctrico 4 antes mencionado, como generador, para proporcionar la potencia de frenado deseada, primero en forma de un frenado regenerativo, mediante el accionamiento eléctrico 3. La potencia eléctrica de frenado del motor, proporcionada por el motor eléctrico 4 o por los motores eléctricos, mediante un dispositivo de realimentación 20, se transfiere al generador 5 conectado al motor de combustión interna 6, para hacer funcionar el generador 5 como motor, y accionar al menos a modo de un respaldo el motor de combustión interna 6. El dispositivo de realimentación 20 mencionado comprende en este caso el convertidor del motor 14 ya mencionado, que se encuentra asociado al respectivo motor eléctrico 4, además el circuito intermedio 15 conectado al mismo y el convertidor del generador 16, mediante el cual el generador conectado al motor de combustión interna 6 puede activarse en el funcionamiento de realimentación.

Como muestra la figura 2, el dispositivo de realimentación 20 mencionado está diseñado de una vía y transfiere completamente al generador 5 la potencia de frenado del motor generada por los motores eléctricos 4, donde la potencia de accionamiento mecánica, generada de ese modo por el generador 5, puede transferirse esencialmente por completo al motor de combustión interna 6.

Un proceso de frenado se controla de este modo mediante un dispositivo de control de frenado 30 que en particular controla o regula la conexión del freno mecánico 11 y eventualmente también la potencia absorbida de al menos uno de los equipos auxiliares 7 en función de la potencia eléctrica de frenado del motor, realimentada, y/o del estado de funcionamiento del motor de combustión interna 6 al que se ha aplicado la potencia de frenado del motor realimentada. El dispositivo de control de frenado 30 mencionado puede estar conectado para ello con medios de detección para detectar el estado de funcionamiento del motor de combustión interna 6, por ejemplo con medios de detección del número de revoluciones 31 y eventualmente con medios de detección de temperatura, para poder evitar un sobrecalentamiento en el funcionamiento de sobreaceleración. Igualmente pueden estar proporcionados otros medios de detección para monitorear otros parámetros de funcionamiento, por ejemplo también del estado de funcionamiento de los equipos auxiliares, para poder conectar los frenos mecánicos igualmente al alcanzarse límites críticos en ese caso. Además, el dispositivo de control de frenado 30 mencionado también puede estar conectado con medios de detección para detectar la potencia de frenado del motor realimentada, eventualmente para poder considerar también una potencia máxima de realimentación durante la conexión del freno mecánico 11. La potencia eléctrica de frenado del motor realimentada en principio puede detectarse de cualquier modo, por ejemplo mediante la determinación directa de parámetros característicos eléctricos, como corriente o tensión, y variables de funcionamiento de componentes eléctricos, que dependen de los mismos. Por ejemplo, la potencia de frenado del motor realimentada puede determinarse mediante un convertidor que se encuentra presente en el circuito de realimentación. De manera alternativa o adicional, la potencia de frenado del motor realimentada, sin embargo, también puede determinarse de forma indirecta, por ejemplo mediante la medición de un par de rotación que es generado por el generador mediante la aplicación de la energía eléctrica realimentada.

Además, el dispositivo de control de frenado 30 mencionado está conectado a medios de control del motor 32, mediante los cuales puede reducirse y eventualmente interrumpirse por completo el suministro de combustible en el motor de combustión interna 6, para poder operar en la primera etapa de frenado el motor de combustión interna 6 en el funcionamiento de sobreaceleración, con un suministro de combustible reducido.

Si el conductor de la máquina desea una cierta fuerza de frenado, por ejemplo mediante el accionamiento de un pedal de freno o palanca de freno, o mediante el accionamiento de una tecla de frenado, el dispositivo de control de

frenado 30 puede controlar o regular el proceso de frenado, a saber, en particular del siguiente modo: En primer lugar, en el funcionamiento de sobreaceleración, la potencia de frenado del motor, proporcionada por los motores eléctricos 4, mediante el convertidor del generador 16, se transfiere al generador 5, el cual convierte la potencia eléctrica de frenado del motor, realimentada, en potencia de accionamiento mecánica para el motor de combustión interna 6, y la transfiere al motor de combustión interna 6 mencionado. Esa aplicación de la potencia eléctrica de frenado del motor al motor de combustión interna 6 se utiliza allí para el accionamiento de todos los equipos auxiliares o accionamientos auxiliares 7, así como para superar las resistencias de arrastre del motor de combustión interna 6. En una primera etapa de frenado, el dispositivo de control de frenado 30, mediante los medios de control del motor 32, regula hacia abajo el suministro de combustible en el motor de combustión 6, en el caso de un número de revoluciones del motor esencialmente constante, para mantener constante en sí mismo el estado de funcionamiento del motor de combustión interna 6 y de los accionamientos auxiliares 7 conectados al mismo, pero reduciendo el consumo de combustible. Esta primera etapa de frenado se realiza hasta que se haya reducido el suministro de combustible, eventualmente a cero.

Si se necesita otra potencia de frenado, el dispositivo de control de frenado 30 admite llevar el motor de combustión interna 6 a un número de revoluciones elevado, aplicando todavía la potencia de frenado, esencialmente por completo, en el motor de combustión interna 6. De este modo, el dispositivo de control de frenado 30, mediante los medios de detección del número de revoluciones 31, monitorea el número de revoluciones del motor de combustión interna 6 y admite el aumento del número de revoluciones, hasta que el motor de combustión interna 6 haya alcanzado su número de revoluciones preferentemente máximo. De este modo puede aumentarse también la potencia absorbida de los equipos auxiliares 7 para proporcionar otra potencia de frenado y aprovechar potenciales de eficiencia.

Si se alcanza el número de revoluciones máximo, pero por otra parte se necesita aún una potencia de frenado adicional, el dispositivo de control de frenado 30 conecta automáticamente el freno mecánico 11 para impedir que se fuerce el motor de combustión interna 6. El dispositivo de control de frenado 30, de este modo, mediante un regulador de la fuerza de frenado 33, regula la fuerza de frenado de los frenos mecánicos 11, de manera que el motor de combustión interna 6 se mantiene esencialmente en su número de revoluciones máximo, es decir que todavía la parte máxima posible de potencia de frenado se aplica en el motor de combustión interna 6. Sólo es captada mediante el freno mecánico 11 la parte de la potencia de frenado necesaria que excede la capacidad de desaceleración del motor de combustión interna 6 y de los equipos auxiliares 7 conectados al mismo.

30

**REIVINDICACIONES**

1. Máquina de trabajo autopropulsada, en particular un camión volquete o camión, con un accionamiento eléctrico (3) que comprende al menos un motor eléctrico (4), un generador (5) que puede ser accionado por un motor de combustión interna (6) para abastecer al accionamiento eléctrico (3) de corriente eléctrica, así como con un dispositivo de frenado (10) para frenar la máquina de trabajo, donde el dispositivo de frenado (10) mencionado prevé un frenado regenerativo mediante el accionamiento eléctrico (3) y comprende un dispositivo de realimentación (20) para la realimentación de potencia eléctrica de frenado del motor, del motor eléctrico (4), en el generador (5), donde está proporcionado un dispositivo de control de frenado (30) para la conexión de al menos un freno mecánico (11) en función de la potencia eléctrica de frenado del motor, realimentada hacia el motor de combustión interna (6), y/o del estado de funcionamiento del motor de combustión (6) al que se ha aplicado la potencia de frenado del motor realimentada, donde el dispositivo de control de frenado (30) está diseñado de modo que prioritariamente tiene lugar un frenado regenerativo y sólo de forma secundaria un frenado mediante un freno mecánico (11) cuando la potencia de frenado del motor, realimentada hacia el motor de combustión interna (6), alcanza la capacidad de desaceleración del motor de combustión interna (6) y de equipos auxiliares (7) conectados al mismo, caracterizada porque el dispositivo de realimentación (20) está diseñado de una vía y libre de resistencias de frenado eléctricas, de manera que la potencia eléctrica del frenado del motor, del motor eléctrico (4), se transfiere completamente al generador (5), donde el dispositivo de control de frenado (30) está diseñado de manera que en el caso de un frenado regenerativo prioritario aumenta la potencia absorbida de al menos un equipo auxiliar (7) conectado al motor de combustión interna (6), antes de que se conecte el freno mecánico (11).
2. Máquina de trabajo autopropulsada según la reivindicación precedente, donde al menos un equipo auxiliar (7) conectado al motor de combustión interna (6) comprende un dispositivo de refrigeración y/o una bomba, cuya potencia absorbida puede ser controlada.
3. Máquina de trabajo autopropulsada según una de las reivindicaciones precedentes, donde el dispositivo de control de frenado (30) comprende una primera etapa de frenado, en la cual la potencia de frenado tiene lugar exclusivamente mediante el frenado electromotriz y mediante la aplicación de la potencia eléctrica de frenado del motor en el motor de combustión interna (6), donde en una primera subetapa, en primer lugar, el suministro de combustible en el motor de combustión interna (6) se reduce en el caso de un número de revoluciones del motor esencialmente constante, y en una segunda subetapa, al estar interrumpido el suministro de combustible, se admite un aumento del número de revoluciones del motor de combustión interna (6) para aumentar la potencia de frenado, hasta que se alcanza un número de revoluciones máximo predeterminado.
4. Máquina de trabajo autopropulsada según una de las reivindicaciones precedentes, donde la potencia de accionamiento mecánica generada por el generador (5) se transfiere completamente al motor de combustión interna (6).
5. Máquina de trabajo autopropulsada según una de las reivindicaciones precedentes, donde el dispositivo de control de frenado (30) puede conectarse con medios de detección del número de revoluciones (31) para detectar un número de revoluciones del motor de combustión interna (6), donde el dispositivo de control de frenado (30) está diseñado de modo que el freno mecánico (11) se conecta al superarse un número de revoluciones predeterminado del motor de combustión interna y el freno mecánico (11) se suelta en caso de alcanzarse un valor por debajo del /de un número de revoluciones determinado del motor de combustión interna (6).
6. Máquina de trabajo autopropulsada según una de las reivindicaciones precedentes, donde el dispositivo de control de frenado (30) comprende un regulador de la fuerza de frenado (33) para regular la fuerza de frenado aplicada por el freno mecánico (11), donde el regulador de la fuerza de frenado (33) mencionado preferentemente está diseñado de manera que en un modo de frenado, en el cual el freno mecánico (11) se encuentra conectado, la fuerza de frenado aplicada por el freno mecánico (11) se regula de manera que el motor de combustión interna (6) se mantiene en su número de revoluciones admisible de forma máxima o predeterminado.
7. Máquina de trabajo autopropulsada según la reivindicación precedente, donde el regulador de la fuerza de frenado (33) está diseñado de manera que la fuerza de frenado electromotriz y/o la fuerza de frenado mecánica y/o la suma de las fuerzas de frenado electromotriz y mecánica corresponde a una fuerza de frenado deseada o se aproxima lo más posible a la misma.
8. Máquina de trabajo autopropulsada según una de las reivindicaciones precedentes, donde el dispositivo de control de frenado (30) puede conectarse con medios de control del motor (32) para controlar el suministro de combustible en el motor de combustión interna (6), donde los medios de control del motor (32) mencionados preferentemente están diseñados de manera que en el funcionamiento de frenado con realimentación de potencia de frenado del motor hacia el motor de combustión interna (6), el suministro de combustible se reduce de manera que el motor de combustión interna (6) se mantiene con un número de revoluciones esencialmente constante.

- 5 9. Máquina de trabajo autopropulsada según una de las reivindicaciones precedentes, donde el dispositivo de realimentación (20) comprende al menos un convertidor del motor (14) asociado a por lo menos un motor eléctrico (4), y al menos un convertidor del generador (16) asociado al generador (5), así como al menos un circuito intermedio (15) proporcionado entre el convertidor del motor (14) y el convertidor del generador (16), en particular en forma de un circuito intermedio de tensión continua.
- 10 10. Procedimiento para frenar una máquina de trabajo (1), en particular en forma de un camión volquete o camión, el cual presenta al menos un accionamiento eléctrico (3) que comprende al menos un motor eléctrico (4), un generador (5) que puede ser accionado por un motor de combustión interna (6) para el suministro de corriente del accionamiento eléctrico (3), así como un dispositivo de frenado (10) para frenar la máquina de trabajo, donde para el frenado de la máquina de trabajo (1) al menos un motor eléctrico (4) funciona como generador y la potencia eléctrica de frenado del motor generada de ese modo, mediante un dispositivo de realimentación (20), se realimenta hacia el generador (5), y la potencia de accionamiento mecánica generada con ello por el generador (5) se aplica al motor de combustión interna (6), donde un freno mecánico (11), en función de la potencia eléctrica de frenado del motor, realimentada hacia el motor de combustión interna (6), y/o del estado de funcionamiento del motor de combustión interna (6) al que se ha aplicado la potencia de frenado del motor realimentada, es conectado y/o desconectado de forma automática por un dispositivo de control de frenado (30), donde prioritariamente se prevé un frenado regenerativo y sólo de forma secundaria un frenado mediante un freno mecánico (11) cuando la potencia de frenado del motor, realimentada hacia el motor de combustión interna (6), alcanza la capacidad de desaceleración del motor de combustión interna (6) y de equipos auxiliares (7) conectados al mismo, caracterizado porque la potencia eléctrica de frenado del motor, del motor eléctrico (4), mediante el dispositivo de realimentación (20) diseñado de una vía y libre de resistencias de frenado eléctricas, se transfiere completamente al generador (5), y en el caso de un frenado regenerativo prioritario aumenta la potencia absorbida de al menos un equipo auxiliar (7) conectado al motor de combustión interna (6), antes de que se conecte el freno mecánico (11).
- 25 11. Procedimiento según la reivindicación precedente, donde en el caso de una fuerza de frenado deseada reducida, en una primera etapa de frenado, en el caso de un número de revoluciones esencialmente constante del motor de combustión interna (6), el suministro de combustible se reduce en el motor de combustión interna (6), al aumentar posteriormente la fuerza de frenado deseada, en una segunda etapa de frenado, en el caso de un suministro de combustible interrumpido, el motor de combustión interna (6) se lleva a un número de revoluciones más elevado, mediante la aplicación de la potencia de frenado del motor realimentada, hasta alcanzar un número de revoluciones máximo predeterminado, y al aumentar nuevamente la fuerza de frenado deseada, el freno mecánico (11), en una tercera etapa de frenado, se conecta sólo cuando el motor de combustión interna (6) ha alcanzado el número de revoluciones máximo predeterminado y la potencia de frenado que puede alcanzarse con ello de forma máxima, del motor de combustión interna (6), y eventualmente de equipos auxiliares conectados al mismo, aún es más reducida que la fuerza de frenado deseada, donde en la segunda etapa de frenado mencionada aumenta la potencia absorbida de al menos un equipo auxiliar (7) conectado al motor de combustión interna (6), como un ventilador de refrigeración o una bomba.
- 35

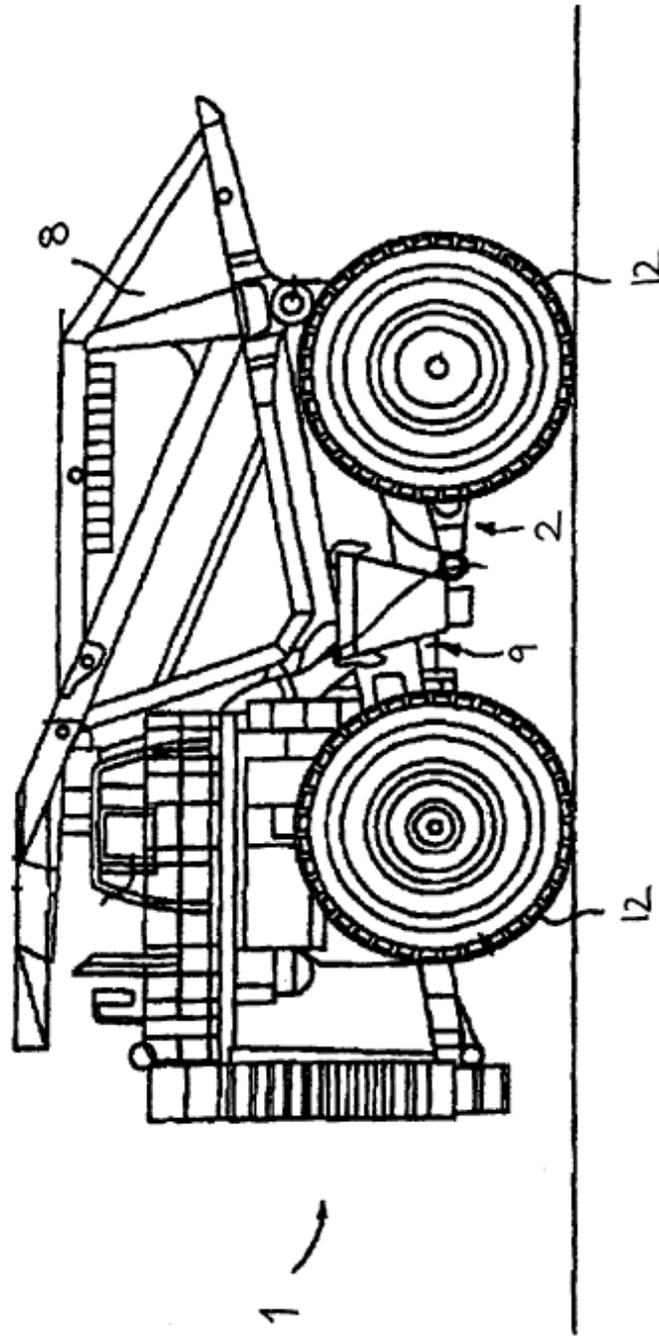


FIG. 1

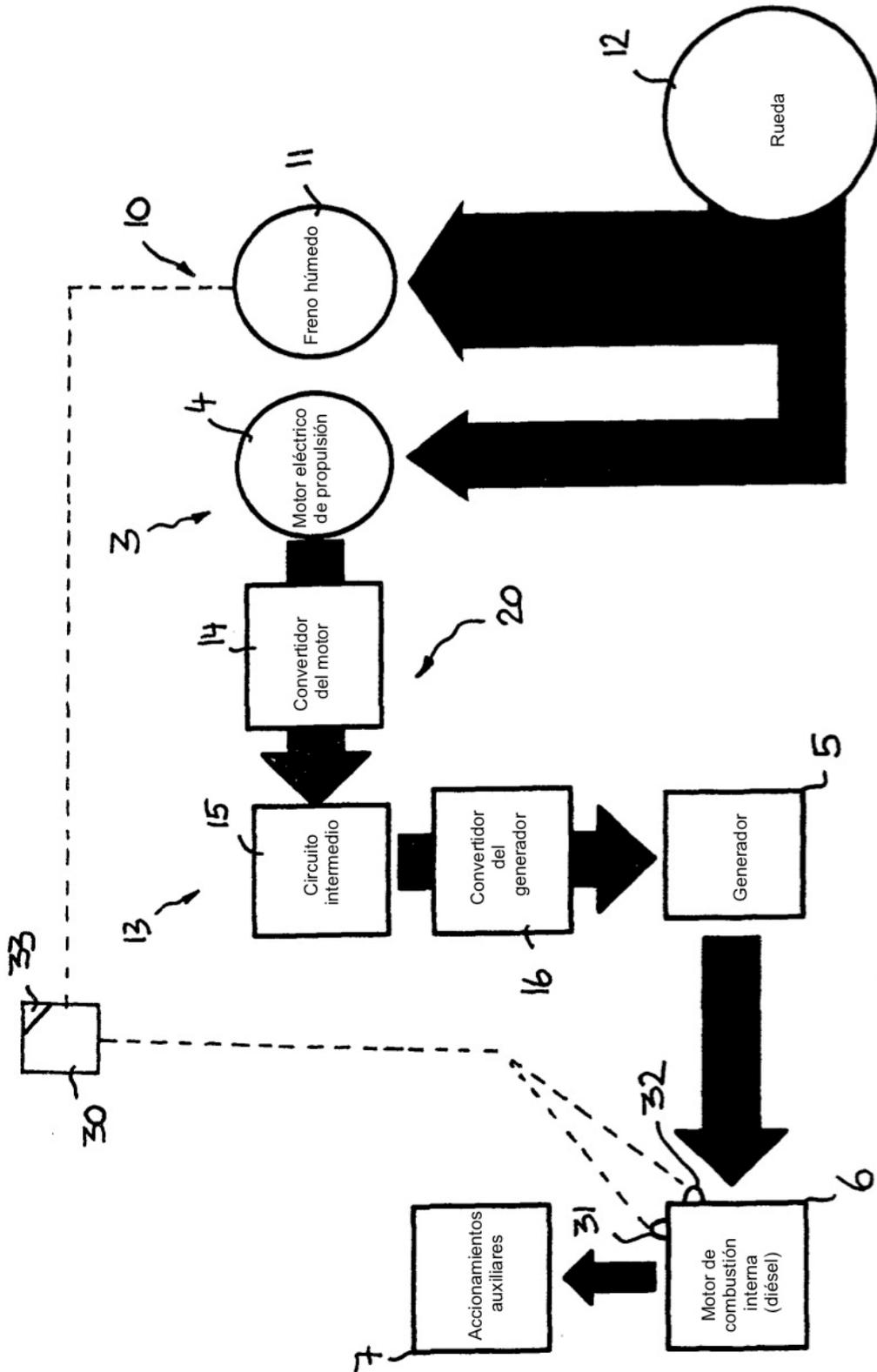


Fig. 2