

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 389 885**

51 Int. Cl.:
B66F 9/075 (2006.01)
B66F 9/24 (2006.01)
H02K 1/27 (2006.01)
H02K 3/28 (2006.01)
H02K 21/12 (2006.01)
H02K 7/102 (2006.01)
H02K 7/116 (2006.01)
H02K 7/14 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **08873873 .7**
96 Fecha de presentación: **18.12.2008**
97 Número de publicación de la solicitud: **2331447**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **15.06.2011**

54 Título: **Accionamiento de carretilla elevadora**

30 Prioridad:
10.04.2008 DE 102008018413

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
02.11.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
02.11.2012

73 Titular/es:
POWERTRANS S.A. (100.0%)
13 Rue Janglisbunn
5548 Remich , LU

72 Inventor/es:
DR. LACHENMAIER, SEPP

74 Agente/Representante:
VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 389 885 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

Accionamiento de carretilla elevadora

La presente invención se refiere a un accionamiento de carretilla elevadora con un motor eléctrico excitado por imanes permanentes.

5 Para el funcionamiento de carretillas elevadoras poco contaminantes y sistemas de transporte sin conductor, es recomendable usar accionamientos alimentados por batería y tamponados por batería. De este modo pueden reducirse a un mínimo las emisiones de los accionamientos. El uso lo más eficiente posible de la energía instalada supone grandes exigencias de la cadena de acción: acumulador de energía (acumulador) – convertidor – motor de elevación, de traslación, de dirección – mecanismo de transmisión.

10 Para conseguir un largo tiempo de uso hasta la siguiente carga del acumulador de energía, la cadena debe presentar un rendimiento lo más alto posible. Cuantas menos veces haya que cargar el acumulador tanto mayor es la vida útil del acumulador, puesto que está limitado el número de ciclos de carga completa de los acumuladores de este tipo.

15 Por el estado de la técnica se conocen distintas realizaciones de accionamientos de carretillas elevadoras. Las funciones de los accionamientos de este tipo son traslación, elevación y dirección. Las funciones traslación y dirección pueden realizarse de forma separada con ayuda de dos motores de tracción, que pueden estar realizados de la misma manera. También pueden estar realizadas con ayuda de un diferencial. Respecto a la función de elevación, la densidad de energía necesaria se consigue hoy día mediante desmultiplicaciones con ayuda de la dinámica de los fluidos.

20 Unos conceptos clásicos de accionamiento en este campo usan la máquina de corriente continua fácilmente regulable. Las máquinas de corriente continua con excitación en serie empleadas habitualmente en la cadena de tracción de accionamientos de carretillas elevadoras se caracterizan por un comportamiento de servicio óptimo respecto a la generación de la fuerza de tracción, tanto durante la aceleración como en el servicio a carga parcial. Reúnen la posibilidad de la atenuación de campo natural con la generación de fuerza en la circunferencia de rotor máxima posible. No obstante, está limitada la vida útil de las escobillas que transmiten la corriente, en particular debido a los momentos de aceleración y las corrientes altos requeridos. Puesto que los motores de corriente continua tienen un par relativamente bajo, es necesario un mecanismo de transmisión de varias etapas. Para el accionamiento de traslación se usan típicamente máquinas de cuatro polos con mecanismos de transmisión de dos a tres etapas.

30 También se conocen accionamientos de carretillas elevadoras con motores de colector de tracción excitados por imanes permanentes. Al observar el rendimiento de distintos principios de accionamiento eléctrico en función de la potencia efectiva en el árbol, resulta que los motores de colector de tracción excitados por imanes permanentes consiguen un buen rendimiento, precisamente en el servicio de carga parcial, que es importante y característico para la técnica de las carretillas elevadoras.

35 En desarrollos más recientes, también se usan motores asincrónicos sin escobillas. Se caracterizan porque de forma análoga al motor con excitación en serie tienen una atenuación de campo natural. Si se observa el rendimiento de los motores de este tipo en función de la potencia nominal para distintos números de polos, resulta que el motor de cuatro polos presenta el mejor rendimiento. Se usa con mecanismos de transmisión de dos a tres etapas.

40 No obstante, la máquina asincrónica tiene un mal rendimiento en el servicio de carga parcial, importante para las carretillas elevadoras. Es conocido que puede aumentarse el rendimiento de motores asincrónicos si se reduce de forma selectiva el flujo de la máquina. No obstante, la mejora del rendimiento del accionamiento es tan baja que queda por debajo del rendimiento de la máquina de corriente continua. Además, el flujo debe restablecerse para los procesos de aceleración. Debido a ello, el accionamiento pierde dinámica.

45 Como es sabido, las máquinas sincrónicas con excitación permanente consiguen el mejor rendimiento en el servicio a carga parcial, porque aquí no se producen pérdidas por magnetización. Un accionamiento de carretilla elevadora con un motor eléctrico excitado por imanes permanentes se conoce por el documento EP 1 806 313 A1.

La invención está basada en el problema técnico de mejorar la eficiencia del accionamiento de una carretilla elevadora.

50 Este problema se resuelve mediante un accionamiento de carretilla elevadora con un motor eléctrico excitado por imanes permanentes según la reivindicación 1. El objeto de la invención es también una carretilla elevadora con un accionamiento de este tipo.

55 El accionamiento de carretilla elevadora según la invención comprende un (preferiblemente, exactamente uno) motor eléctrico excitado por imanes permanentes. El motor eléctrico tiene un estator con bobinas de diente individual, que están interconectadas de forma polifásica. Aquí, una bobina se arrolla alrededor de un diente individual. El extremo del arrollamiento de la bobina puede ser conducido a otro diente individual, alrededor del cual vuelve a arrollarse

una bobina. En cualquier caso, la bobina de diente individual arrollada está dispuesta en un diente individual y no envuelve varios dientes adyacentes. El estator está arrollado de tal modo que los dientes adyacentes presentan respectivamente bobinas arrolladas de distintas fases. El motor está conectado preferiblemente a al menos dos fases. De forma especialmente preferible, el motor se hace funcionar como motor trifásico. En un motor trifásico, en un diente individual está dispuesta una bobina de la fase U, mientras que en un diente adyacente está dispuesta una bobina de la fase V y en el otro diente adyacente una bobina de la fase W. Este modelo de arrollamiento prosigue acto seguido pasando por todos los dientes del estator. Por lo tanto, varias bobinas de diente individual están interconectadas formando una fase, mientras que otras bobinas de diente individual están interconectadas formando otra fase. Las bobinas de diente individual están interconectadas de forma polifásica. Por consiguiente, en un motor bifásico están interconectadas respectivamente la mitad de las bobinas de diente individual formando una fase. En un motor trifásico, están interconectadas respectivamente la tercera parte de las bobinas de diente individual formando una fase.

En principio es posible disponer entre dos bobinas del estator un diente adicional (vacío), que no porta ningún arrollamiento, de modo que el número de los dientes no coincide con el número de las bobinas del estator. No obstante, para el motor según la invención no resulta ninguna ventaja técnica de ello.

El rotor del motor eléctrico según la invención tiene polos excitados por imanes permanentes que están orientados hacia el estator. El número de polos del rotor es al menos de 14. Por lo tanto, el motor tiene al menos 7 parejas de polos.

El motor sincrónico del accionamiento de carretilla elevadora según la invención se denomina también "motor torque", que permite un alto par con números de revoluciones relativamente bajos. Un motor torque en el sentido de la presente invención puede estar caracterizado porque se conecta de forma polifásica y su estator presenta varios arrollamientos de diente individual.

En una forma de realización preferible, el rotor del motor eléctrico presenta un número de polos superior o igual a 20. Un número elevado de polos del motor permite un volumen más pequeño de la culata del estator necesaria para guiar el flujo magnético. Cuanto más elevado sea el número de polos del rotor tanto menos material (p.ej. hierro) se necesita para el guiado del flujo en el estator. Por consiguiente, puede aumentar el diámetro interior del rotor, lo cual permite a su vez un par más elevado del motor. Además, es más económica la fabricación de una culata más fina.

En función del número de polos, también está definido el número de dientes, que coincide preferiblemente con el número de las bobinas electromagnéticas. El número de dientes es preferiblemente inferior al número de polos. Esto se debe sobre todo a motivos relacionados con la fabricación. Por supuesto, (desde el punto de vista electrotécnico), también es posible un número de bobinas que sea superior al número de polos. El número de bobinas sólo debe ser divisible por el número de fases.

Por consiguiente, gracias a la invención se pone a disposición una máquina sincrónica que es idónea para el caso de carga de carretillas elevadoras, en el que se requieren típicamente aceleraciones cortas y elevadas, produciéndose por otro lado también largas fases de servicio a carga parcial. Respecto al rendimiento colectivo, se superan claramente las máquinas de corriente continua o asincrónicas de cuatro polos que se usan hoy día. En función del factor de momentos respectivamente requerido (denominado también relación de momentos), es decir, en función de la relación entre el momento de aceleración y el momento nominal, que es preferiblemente superior o igual a 2, de forma especialmente preferible superior o igual a 2,5 y de forma muy preferible superior o igual a 3, pueden usarse máquinas sincrónicas de este tipo con o sin etapa de mecanismo de transmisión.

En una forma de realización preferible, el accionamiento de carretilla elevadora comprende un mecanismo de transmisión. En el accionamiento de tracción sin mecanismo de transmisión, el rendimiento de accionamiento es correspondientemente más elevado. En el caso del accionamiento sin mecanismo de transmisión, la máquina sincrónica tiene preferiblemente al menos dieciséis polos, preferiblemente al menos dieciocho polos, de forma muy preferiblemente el número de polos es superior o igual a 20.

Por consiguiente, mediante el accionamiento de carretilla elevadora según la invención puede eliminarse al menos una etapa de mecanismo de transmisión en comparación con los accionamientos conocidos. De este modo, el accionamiento de carretilla elevadora según la invención cumple los requisitos principales que se exigen de una carretilla elevadora. Por un lado, el accionamiento debe ser muy compacto, para garantizar la maniobrabilidad necesaria de la carretilla elevadora. El accionamiento con el motor eléctrico puede estar incorporado en el cubo de rueda de la rueda posterior habitualmente dirigida, por lo que el tamaño está limitado. Además de la construcción compacta, también existe una resistencia extremadamente grande del accionamiento. El accionamiento, en particular el mecanismo de transmisión, deben presentar una resistencia contra golpes duros de reacción, p.ej. como los que se producen cuando la carretilla elevadora choca con la rueda accionada contra un obstáculo, p.ej. un borde de la acera. En comparación con los accionamientos conocidos con mecanismos de transmisión de dos o más etapas, el motor sincrónico según la invención con una sola etapa de mecanismo de transmisión es claramente menos sensible y más robusto. Un accionamiento sin mecanismo de transmisión presenta una resistencia aún más grande a golpes.

En el marco de la invención se ha detectado que el accionamiento de carretilla elevadora según la invención y el motor eléctrico usado en el mismo son muy adecuados para gamas de potencia inferiores o iguales a 30 kilovatios. Un motor eléctrico de este tipo se usa preferiblemente en una gama de potencia inferior o igual a 10 kilovatios, de forma especialmente preferible inferior o igual a 5 kilovatios.

5 Por supuesto, el accionamiento de la carretilla elevadora con (al menos) un motor eléctrico excitado por imanes permanentes puede usarse en la carretilla elevadora no sólo como accionamiento de traslación. Puede estar realizado de forma adicional u opcional como accionamiento de elevación de una carretilla elevadora de este tipo o adicionalmente como accionamiento de dirección de la forma según la invención, es decir, puede presentar un motor cuyo estator tiene bobinas de diente individual interconectadas de forma polifásica cuyo rotor presenta al menos 14 polos de imanes permanentes que están orientados hacia el estator. Por consiguiente, la carretilla elevadora presenta preferiblemente un accionamiento de carretilla elevadora según la invención, de forma especialmente preferible dos o más accionamientos de carretillas elevadoras según la invención.

15 En el marco de la invención, un accionamiento de carretilla elevadora es un accionamiento con un motor eléctrico excitado por imanes permanentes, que acciona la carretilla elevadora propiamente dicho (como accionamiento de traslación) o partes de la carretilla elevadora (p.ej. como accionamiento de elevación o como accionamiento de dirección). El motor eléctrico es preferiblemente el accionamiento de la carretilla elevadora. El accionamiento puede estar integrado en el cubo de la rueda.

20 El accionamiento según la invención con el motor eléctrico puede usarse preferiblemente no sólo en el campo de aplicación de las carretillas elevadoras, sino también como accionamiento de otros conjuntos de tracción, en los que de forma similar a las carretillas elevadoras son necesarias aceleraciones grandes cortas y largas fases de servicio a carga parcial.

25 Respecto a las carretillas elevadoras, el accionamiento según la invención presenta la ventaja de que no debe realizarse un sobredimensionado del motor como frecuentemente ocurre en el caso de los motores de corriente continua o asíncronos. Estos motores están frecuentemente sobredimensionados respecto al servicio a carga parcial, para poder conseguir el momento de aceleración deseado y necesario, que es necesario para arrancar la carretilla elevadora. Debido al factor de momentos elevado del accionamiento de carretilla elevadora según la invención, que es preferiblemente superior o igual a 2,3 y de forma especialmente preferible superior o igual a 2,8, el servicio a carga parcial puede adaptarse al par allí requerido (por ejemplo para la traslación continua de la carretilla elevadora). En este caso, el momento de aceleración sigue siendo suficientemente elevado o puede ajustarse en un valor suficientemente elevado para cumplir también los requisitos existentes de la aceleración.

30 Finalmente, se ha detectado en el marco de la invención que los costes que van unidos al consumo de corriente del motor y la fabricación del motor pueden reducirse claramente mediante procesos de producción simplificados, si la tensión del acumulador se eleva con ayuda de un convertidor elevador (en inglés: step-up converter), es decir, se aumenta preferiblemente por el factor 2 a 5.

35 En el marco de la invención se ha detectado también que los requisitos de accionamiento de la carretilla elevadora pueden cumplirse con un número mínimo de componentes iguales, si se usan los principios del accionamiento según la invención. Esto es el caso tanto para un diferencial eléctrico (dos ruedas de accionamiento con dos motores) como también para el motor de elevación para elevar las cargas mediante la carretilla elevadora y para la dirección eléctrica. Con un sistema modular configurado basándose en la invención, que puede comprender tanto un accionamiento de traslación, un accionamiento de elevación y un accionamiento de dirección y que tiene en cuenta accionamientos con distintas potencias (par, número de revoluciones), pueden ahorrarse hasta un 30 % de los costes de fabricación del accionamiento, lo cual puede realizarse gracias a la estructura modular del sistema de accionamiento de la carretilla elevadora según la invención.

40 En el marco de la invención también se ha detectado que el uso de un motor sincrónico es especialmente adecuado para una carretilla elevadora. El accionamiento de la carretilla elevadora comprende preferiblemente un convertidor, que es un convertidor de frecuencia de control vectorial. El convertidor permite alcanzar sin escalonamiento números de revoluciones desde 0 hasta el número de revoluciones nominal, sin que baje el par.

45 En una forma de realización preferible del accionamiento de carretilla elevadora, el convertidor genera una corriente de alimentación (inglés: feeding current), que comprende una componente de corriente I_d que forma el momento y una componente de corriente I_q que forma el flujo. Esta corriente de alimentación fluye desde el convertidor por las bobinas (bobinas de diente individual) del estator de un motor eléctrico.

50 Con un convertidor de frecuencia de este tipo (convertidor), en el que las dos componentes de corriente I_d e I_q pueden ser controladas preferiblemente una independientemente de la otra, puede realizarse un control adecuado del motor. La componente de corriente I_d que forma el flujo de la corriente de alimentación puede controlarse de tal modo en su posición de fase que un campo magnético de una bobina de diente individual del estator generado por ella queda opuesto al campo magnético del polo de imán permanente respectivamente alineado del rotor. Por lo tanto, gracias a un mando adecuado del convertidor de frecuencia puede generarse un campo magnético inverso en una bobina de diente individual respecto al campo magnético del polo adyacente al diente individual.

5 Es ventajoso que gracias a ello el campo magnético de los polos magnéticos quede controlado, preferiblemente atenuado de tal modo que se produzca una atenuación de campo deseada. La atenuación de campo hace que el motor eléctrico del accionamiento de elevación pueda hacerse funcionar más allá del número de revoluciones nominal. Por lo tanto, es posible hacer funcionar el motor sincrónico de un número elevado de polos del accionamiento de carretilla elevadora también más allá de la gama de revoluciones nominal. Gracias a este conocimiento, el rendimiento del accionamiento puede aumentarse aún más. El motor sincrónico de un número elevado de polos es, por lo tanto, un motor con posibilidad de atenuación de campo y ofrece las características que van unidas a ello, como son conocidas por otras máquinas en las que es posible una atenuación de campo.

10 Con unas medidas preventivas correspondientes, pueden reducirse preferiblemente además las pérdidas de cobre. La máquina puede estar construida de tal modo que durante la fase de aceleración sea fácil una atenuación de campo. De este modo puede minimizarse la potencia de tipo del convertidor o convertidor de frecuencia, lo cual reduce los costes del accionamiento.

15 Ha resultado ser favorable usar materiales magnéticos suaves, para optimizar el guiado del flujo en el interior del material. Gracias a ello es posible optimizar en conjunto el comportamiento de atenuación de campo del motor, es decir, conseguir una atenuación de campo de una forma más sencilla. De este modo puede generarse también con una componente de corriente I_d que forma el flujo relativamente pequeña un campo magnético inverso grande. Además, el material es menos inerte, de modo que también puede mejorarse la rápida conexión y desconexión o el rápido cambio del campo inverso.

20 A continuación, la invención se explicará más detalladamente con ayuda de unas formas de realización preferibles representadas en las figuras. Las particularidades representadas en las mismas pueden usarse de forma individual o en combinación para crear configuraciones preferibles de la invención. Las formas de realización descritas no suponen ninguna restricción de la generalidad del objeto definido en las reivindicaciones. Muestran:

- La figura 1 el diagrama esquemático de una carretilla elevadora;
- 25 la figura 2 el rendimiento del motor sincrónico según la invención en comparación con un motor asíncrono conocido;
- las figuras 3a-c un diagrama esquemático, respectivamente, de un motor de rotor interior y de un motor de rotor exterior;
- la figura 4a, b un motor de rotor exterior con freno;
- la figura 5 un motor integrado al cubo de la rueda con alojamiento;
- 30 la figura 6 otro sin mecanismo de transmisión y
- la figura 7 una representación esquemática de las componentes de la corriente en un sistema de coordenadas fijo en el rotor.

35 La figura 1 muestra una vista esquemática de una carretilla elevadora 50 según la invención y las funciones realizadas en la misma de accionamientos de carretillas elevadoras, es decir, la función de la traslación, de la dirección y de la elevación de cargas. Un empleo típico para el accionamiento según la invención es la rueda de accionamiento 18 dirigitible, dispuesta individualmente de la carretilla elevadora. Los otros accionamientos para la dirección y la elevación también pueden estar realizados con el accionamiento según la invención. El motor torque según la invención también puede emplearse en un sistema de tuerca de husillo electromecánico; en este caso, el motor torque representa la tuerca.

40 La figura 2 muestra para dos motores eléctricos distintos el rendimiento η indicado respecto a la potencia P en un porcentaje. En la curva superior A se muestra el rendimiento de la máquina sincrónica según la invención; la curva B inferior representa un motor asíncrono. La potencia se determina con un número de revoluciones respectivamente constante de las dos máquinas (motor sincrónico con 300 revoluciones por minuto (r.p.m.), motor asíncrono con 1500 r.p.m.). En la figura 3 puede verse que la máquina sincrónica presenta en principio en la gama del servicio a carga parcial importante para la carretilla elevadora (en caso de potencias bajas) un peor rendimiento. El rendimiento de la máquina sincrónica según la invención ha aumentado claramente en la gama del servicio a carga parcial en comparación con la máquina asíncrona. De este modo puede aumentarse hasta un 50 % la duración de servicio de la carretilla elevadora con el accionamiento de la carretilla elevadora según la invención con la misma capacidad del acumulador en comparación con una carretilla elevadora con un accionamiento sincrónico. Esto tiene un efecto muy positivo sobre la vida útil de los acumuladores. La carretilla elevadora puede usarse durante más tiempo; se reducen los tiempos de parada.

55 En la figura 2 puede verse también que, suponiéndose que hay un rendimiento igual en el punto de tipo de aclaración, la máquina sincrónica de un número elevado de polos del accionamiento de carretilla elevadora según la invención tiene un rendimiento aprox. un 50 % más elevado en el punto de servicio nominal (aquí con aprox. 0,6 kW). En comparación con la máquina asíncrona, la máquina según la invención aumenta el rendimiento del

accionamiento por el factor 1,5. De ello resulta que puede aumentarse hasta el 50 % la vida útil del acumulador en caso de usarse el accionamiento según la invención.

5 En el marco de la invención se ha detectado que el accionamiento de carretilla elevadora según la invención puede usarse, por un lado, como rotor interior y, por otro lado, como rotor exterior. El número de polos indicado superior o igual a 14 no sólo es óptimo para máquinas con rotores interiores, sino que conduce también en el caso de máquinas sincrónicas con un rotor exterior a resultados mejorados. Los dos tipos o construcciones distintos de la máquina sincrónica están representados en las figuras 3a, b.

10 La figura 3a muestra un motor de rotor exterior 8, con un estator 9 dispuesto en el interior y un rotor 11 que envuelve el estator. En el lado interior del rotor 11 están dispuestos polos magnéticos en forma de imanes permanentes 12. El estator 9 presenta dientes individuales que se extienden radialmente hacia el exterior, que están envueltos respectivamente con una bobina de diente individual 10. Puede verse claramente que el motor de rotor exterior 8 presenta una pluralidad de bobinas de diente individual (aquí 21). El rotor 11 también tiene un número elevado de polos, que es superior al número de las bobinas de diente individual 10. En el ejemplo representado, en el lado interior del rotor 11 están dispuestos veintisiete imanes 12.

15 La figura 3b muestra el principio inverso de un rotor interior 1, en el que el rotor 6 es envuelto por el estator 2. Puede verse claramente que aquí el diámetro del rotor 6 está claramente reducido en comparación con el motor con rotor exterior 8.

20 La figura 3c muestra un corte del rotor interior 1 de la figura 3b. Un estator 2 dispuesto en el exterior presenta una pluralidad de dientes individuales 3, que están envueltos respectivamente con una bobina de diente individual 4. La culata 5 del estator 2 está dispuesta en el lado exterior del estator 2. Los dientes individuales 3 se extienden radialmente hacia el interior.

25 En el interior del estator está dispuesto un rotor 6 excitado por imanes permanentes, que porta en su lado exterior una pluralidad de imanes permanentes 7, que forman los polos de los imanes permanentes 30. Los imanes permanentes 7 también pueden estar encastrados en el rotor 6, es decir, pueden estar envueltos por completo por el material del rotor (llamados imanes encastrados). Entre el lado exterior de los imanes 7 y el estator 2 se genera un espacio de aire, de modo que el rotor 6 puede girar en el interior del estator 2. Desde el punto de vista electromagnético, el espacio de aire comprende también la altura de los imanes, es decir, en el cálculo del flujo magnético influye además del tamaño (altura) del espacio de aire también la altura de los imanes.

30 Una cadena de accionamiento con rotor exterior 8 puede frenarse de forma sencilla mediante un freno de servicio, que ataca en el lado exterior del rotor exterior. También es posible que ataque un dispositivo de freno de estacionamiento y/o de freno de emergencia en el rotor dispuesto en el exterior. Las figuras 4a, b muestran a título de ejemplo un accionamiento de traslación con un motor de rotor exterior y un dispositivo de freno.

35 La figura 4a muestra un motor de rotor exterior 8 con un estator 9 dispuesto en el interior en una vista en corte. El estator 9 porta una pluralidad de dientes individuales, alrededor de los cuales está arrollada respectivamente una bobina de diente individual 10. Un rotor 11 gira alrededor del lado exterior del estator 9, presentando el rotor en su lado interior una pluralidad de imanes (permanentes) 12 (polos de imanes permanentes). El rotor 11 está realizado de tal modo que comprende una placa de unión 13, cuya perpendicular de superficie se extiende en la dirección del eje de rotación del rotor exterior 8. En la palca de unión 13 está dispuesto un árbol de rotor 14, que sirve como eje de rueda para una rueda 18 accionada. El árbol de rotor 14 se extiende en la dirección coaxial respecto al eje de rotación del rotor exterior 8 pasando por el estator 9. Por lo tanto, entre el árbol de rotor 14 y el estator 9 están previstos cojinetes 15, de modo que el árbol de rotor 14 está alojado de forma giratoria en el estator 9 fijo.

40 En el exterior del rotor 11 está previsto un dispositivo de freno 16, que comprende un freno con zapatas de freno 28. El dispositivo de freno 16 está dispuesto de tal modo que los elementos de freno 29 realizados como zapatas de freno 28 atacan en un lado exterior 17 del rotor para frenar el rotor 11. El lado exterior 17 forma durante este proceso la superficie orientada radialmente hacia el exterior del rotor 11, con la que entran en contacto los elementos de freno 29 durante el frenado.

45 La figura 4b muestra el rotor exterior 8 con una rueda 18 en el estado montado en una carretilla elevadora. El estator 9 está conectado mediante diagonales de sujeción 19 con la carrocería 20 de la carretilla elevadora. El rotor exterior 8 está dispuesto aquí en el interior de la carrocería 20. En el exterior de la carrocería 20 está dispuesto un soporte 21, que el que la rueda 18 está alojada de forma giratoria mediante un apoyo de rueda 22.

50 El extremo libre del árbol de rotor 14 es una rueda dentada 23 dispuesta en el interior, que forma la rueda principal ("sol") 23 de un engranaje planetario 24. Las ruedas planetarias 25 del engranaje están alojadas entre el cubo de rueda 26 de la rueda 18 y la rueda principal 23. De este modo queda formado un mecanismo de transmisión 24 de una etapa, que está combinada con el motor de rotor exterior 8.

55 Aunque la construcción con rotor exterior representada en principio no es habitual en la electrotecnia, entre otras cosas porque las bobinas que conducen corriente del estator están dispuestas en el interior, lo cual puede provocar problemas térmicos, en el marco de la invención se ha mostrado, no obstante, que es preferible una realización de

este tipo con el accionamiento de elevación según la invención. Puesto que, debido al conjunto de carga elevado, la potencia constante en el servicio a carga parcial es relativamente baja (deseándose al mismo tiempo un momento de aceleración correspondientemente alto), los problemas térmicos también son pequeños, debido a la potencia constante relativamente baja que se necesita. Por otro lado, la construcción con rotor exterior tiene la ventaja que puede generarse un diámetro muy grande del rotor, que presenta las ventajas conocidas respecto al par. Con un diámetro predeterminado del rotor, puede conseguirse, por lo tanto, una construcción mucho más compacta en la construcción con rotor exterior.

La figura 5 muestra una vez más un accionamiento de rotor exterior 8 con un mecanismo de transmisión de una etapa, que puede fijarse mediante un soporte angular 27 especial en la carrocería de una carretilla elevadora. Puede verse claramente que el soporte angular 27 puede unirse de forma giratoria a la carrocería. Puesto que todo el accionamiento incluido el motor está dispuesto en el cubo de la rueda, resulta en conjunto un centro de gravedad muy bajo de la cadena de accionamiento, lo cual tiene ventajas respecto a la estabilidad al vuelco de la carretilla elevadora.

La figura 6 muestra un accionamiento con rotor exterior 8, en el que se ha renunciado a un mecanismo de transmisión. El estator 9 dispuesto en el interior presenta una pluralidad de bobinas de diente individual 10. El rotor 11 que envuelve el estator 9 está unido directamente al cubo de rueda 26 de la rueda 18. En el cubo de rueda 26 propiamente dicho está dispuesto un neumático. La construcción sin mecanismo de transmisión contribuye, por un lado, a otro aumento del diámetro del rotor 11 y, por otro lado, a una construcción aún más compacta y pequeña.

Con ayuda de la figura 7, se explicará más detalladamente el principio de la corriente de alimentación generada por un convertidor con una componente de corriente I_q que forma el momento y una componente de corriente I_d que forma el flujo. Para la atenuación del campo magnético de los polos magnéticos, para que el motor eléctrico del accionamiento de la carretilla elevadora pueda regularse más allá de su número de revoluciones nominal, es necesaria una corriente de alimentación I , que presenta una componente de corriente I_q que forma el momento y una componente de corriente I_d que forma el flujo. De este modo puede optimizarse el comportamiento de atenuación de campo mediante un ajuste adecuado de las dos componentes de la corriente. En el marco de la invención se introduce un sistema de coordenadas "fijo en el rotor", que se explicará más detalladamente con ayuda de la figura 7.

La figura 7 muestra de forma esquemática un estator (2) con varias bobinas de diente individual (4). En el interior del estator (2) está representada una pareja de polos de un rotor (6). Para explicar la regulación de la corriente mediante un convertidor se recurre al sistema de coordenadas fijo en el rotor, que está unido a una pareja de polos de un rotor (6) y gira con esta pareja de polos y el rotor (6). El sistema de coordenadas tiene un eje longitudinal (d) que está orientado a lo largo de la dirección de magnetización de la pareja de polos (corresponde al máximo del flujo magnético) y un eje transversal (q) que está orientado girado 90° respecto a la dirección de magnetización y, por lo tanto, respecto al máximo del campo magnético.

La regulación de la corriente del motor sincrónico para la carretilla elevadora mediante el convertidor se realiza preferiblemente observándose la misma en el sistema de coordenadas fijo en el rotor. Para ello, la corriente de alimentación "I", que fluye por las bobinas inmóviles (estacionarias) del estator (2) se transforma pasando al sistema de coordenadas fijo en el rotor que gira y se divide en dos competentes (transformada por coordenadas, figura 7).

a) componente de corriente I_d en dirección del eje longitudinal ("corriente longitudinal") y

b) componente de corriente I_q en dirección del eje transversal ("corriente transversal").

El valor y la dirección de las dos componentes de la corriente varían continuamente durante el giro del rotor o son ajustadas por el convertidor.

La corriente transversal influye en el par generado y se denomina, por lo tanto, en el marco de esta invención "la componente de corriente I_q que forma el momento". La corriente longitudinal influye en el estado de magnetización (el flujo magnético) y se denomina por lo tanto en el marco de esta invención "la componente de corriente I_d que forma el flujo".

Puesto que las dos componentes de corriente I_d e I_q pueden ser controladas y ajustadas de forma independiente una de la otra en el convertidor de frecuencia (convertidor), mediante el convertidor puede realizarse un control adecuado y efectivo del accionamiento de la carretilla elevadora. La componente de corriente I_d que forma el flujo de la corriente de alimentación es regulada de tal modo en su posición de fase que el campo magnético generado por ella en una bobina de diente individual del estator está opuesto al campo magnético del polo de imán permanente del rotor, que está alineado con la bobina de diente individual correspondiente. De este modo puede conseguirse una regulación muy exacta y sencilla del motor. El motor puede hacerse funcionar mediante su número de revoluciones nominal. Por lo tanto, el motor regulado por corriente reúne las ventajas del motor sincrónico y del motor asincrónico.

REIVINDICACIONES

1. Accionamiento de carretilla elevadora con un motor eléctrico excitado por imanes permanentes, que comprende un estator (1, 9) con dientes, alrededor de los cuales están arrolladas bobinas que están interconectadas de forma polifásica como bobinas de diente individual (4, 10) y un rotor (6, 11) con polos (30) excitados por imanes permanentes, que están orientados hacia el estator (1, 9), **caracterizado porque** el rotor tiene un número de polos de al menos 14.
2. Accionamiento de carretilla elevadora según la reivindicación 1, **caracterizado porque** no comprende ningún mecanismo de transmisión.
3. Accionamiento de carretilla elevadora según la reivindicación 1 ó 2, **caracterizado porque** el número de polos del rotor (6, 11) es al menos de 18, preferiblemente al menos de 20.
4. Accionamiento de carretilla elevadora según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** es un accionamiento de dirección o un accionamiento de elevación.
5. Accionamiento de carretilla elevadora según una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado porque** está integrado en un cubo de rueda (26) de una carretilla elevadora.
6. Accionamiento de carretilla elevadora según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** comprende un convertidor elevador para la tensión de servicio del motor eléctrico.
7. Accionamiento de carretilla elevadora según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** comprende un convertidor y porque el convertidor genera una corriente de alimentación con una componente de corriente que forma el momento y una componente de corriente que forma el flujo.
8. Accionamiento de carretilla elevadora según la reivindicación 7, **caracterizado porque** la posición de fase de la componente de corriente que forma el flujo de la corriente de alimentación puede controlarse de tal modo que un campo magnético generado por la componente de corriente que forma el flujo está opuesto al campo magnético del polo de imán permanente (30) respectivamente alineado.
9. Accionamiento de carretilla elevadora según la reivindicación 7 u 8, **caracterizado porque** el campo magnético de los polos de imán permanente (30) puede ser atenuado de tal modo que se produce una atenuación de campo deseada, por lo que puede tener lugar una regulación del número de revoluciones del accionamiento más allá del número de revoluciones nominal.
10. Accionamiento de carretilla elevadora según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** al menos cada segundo diente (3) del estator (1, 9), preferiblemente cada diente (3) del estator (1, 9), presenta una bobina de diente individual (4, 10).
11. Accionamiento de carretilla elevadora según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el motor es un motor de rotor exterior (8), en el que el rotor (11) envuelve el estator (9) con los polos de imán permanente (30).
12. Accionamiento de carretilla elevadora según la reivindicación 11, **caracterizado porque** comprende un dispositivo de freno (16) que ataca en el lado exterior (17) del rotor (11) de tal modo que los elementos de freno (29) entran durante el frenado en contacto con la superficie (17) orientada radialmente hacia el exterior del rotor (11).
13. Accionamiento de carretilla elevadora según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** la relación del momento de aceleración al momento de carga parcial del accionamiento, preferiblemente del motor del accionamiento, es superior o igual a 2, preferiblemente superior o igual a 2,5 y de forma especialmente preferible superior o igual a 2,8.
14. Accionamiento de carretilla elevadora según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el guiado del flujo está realizado mediante materiales magnéticos suaves de tal modo que se simplifica una atenuación de campo del motor
15. Carretilla elevadora con un accionamiento de carretilla elevadora según una de las reivindicaciones anteriores.

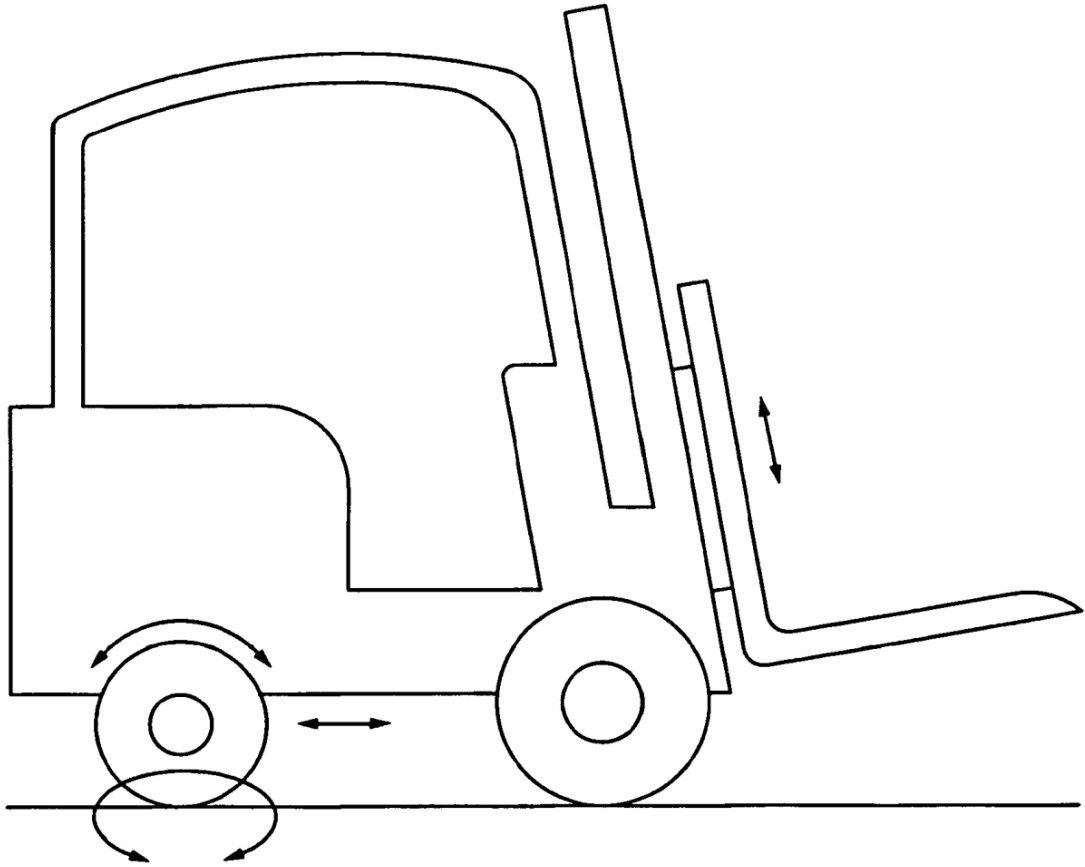


Fig. 1

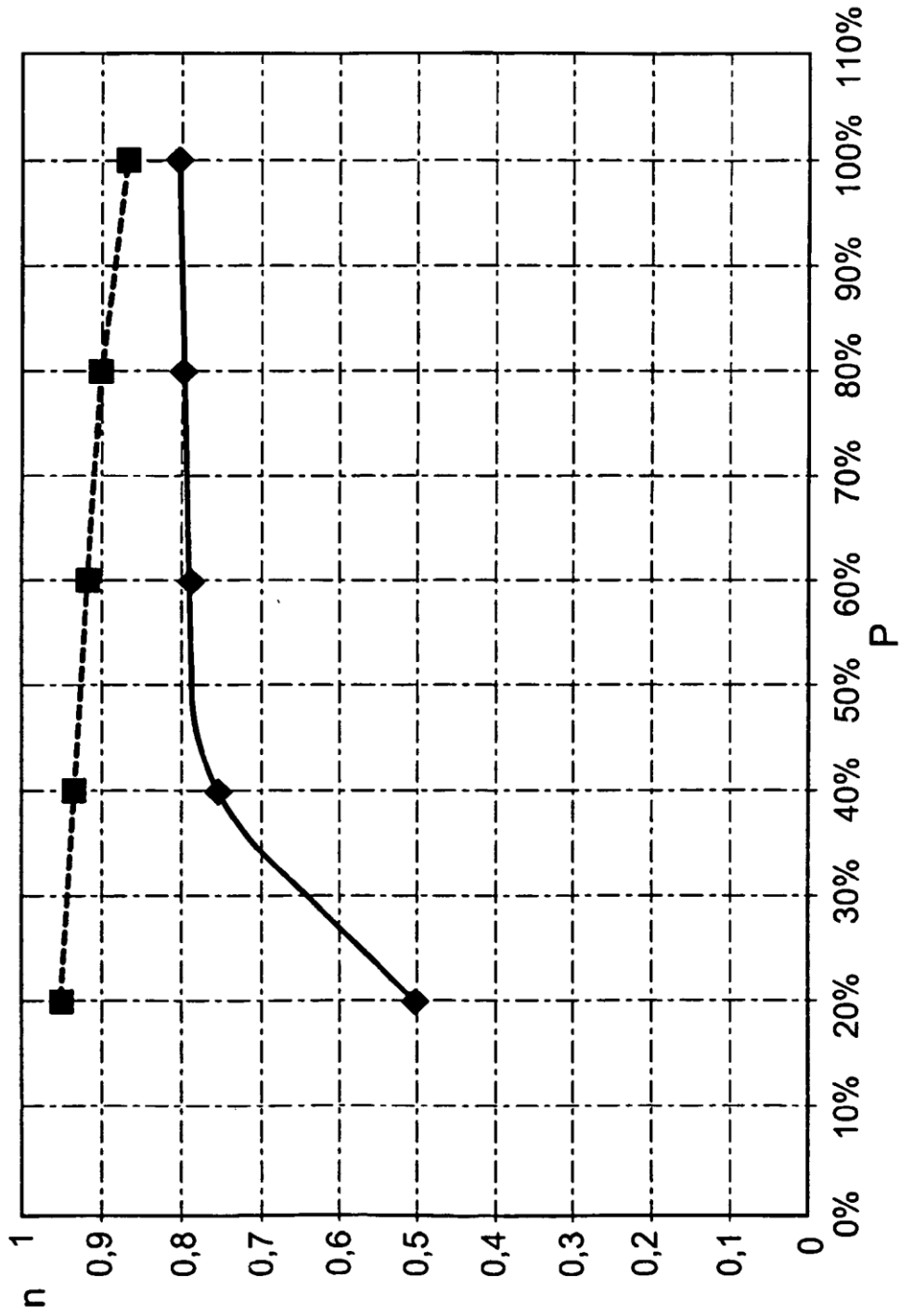


Fig. 2

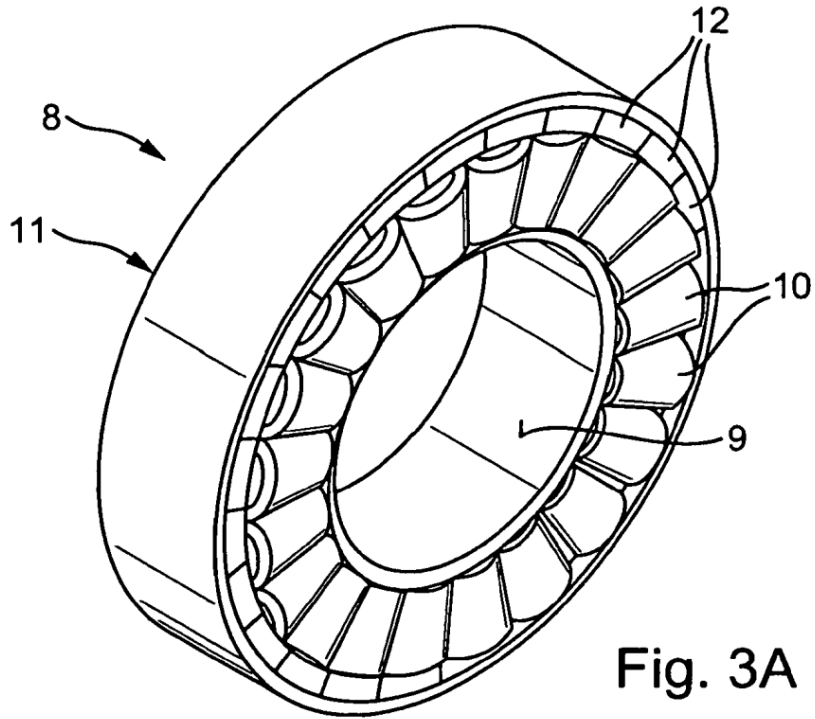


Fig. 3A

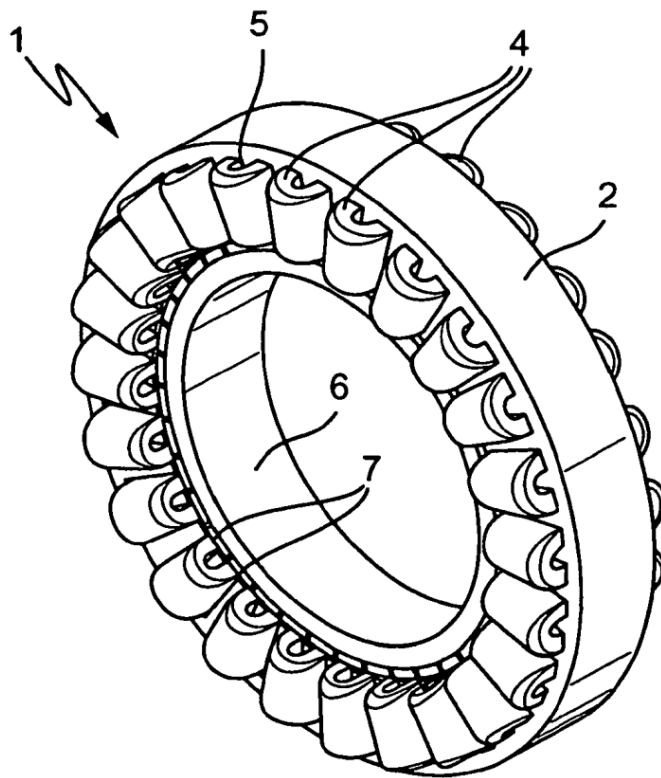


Fig. 3B

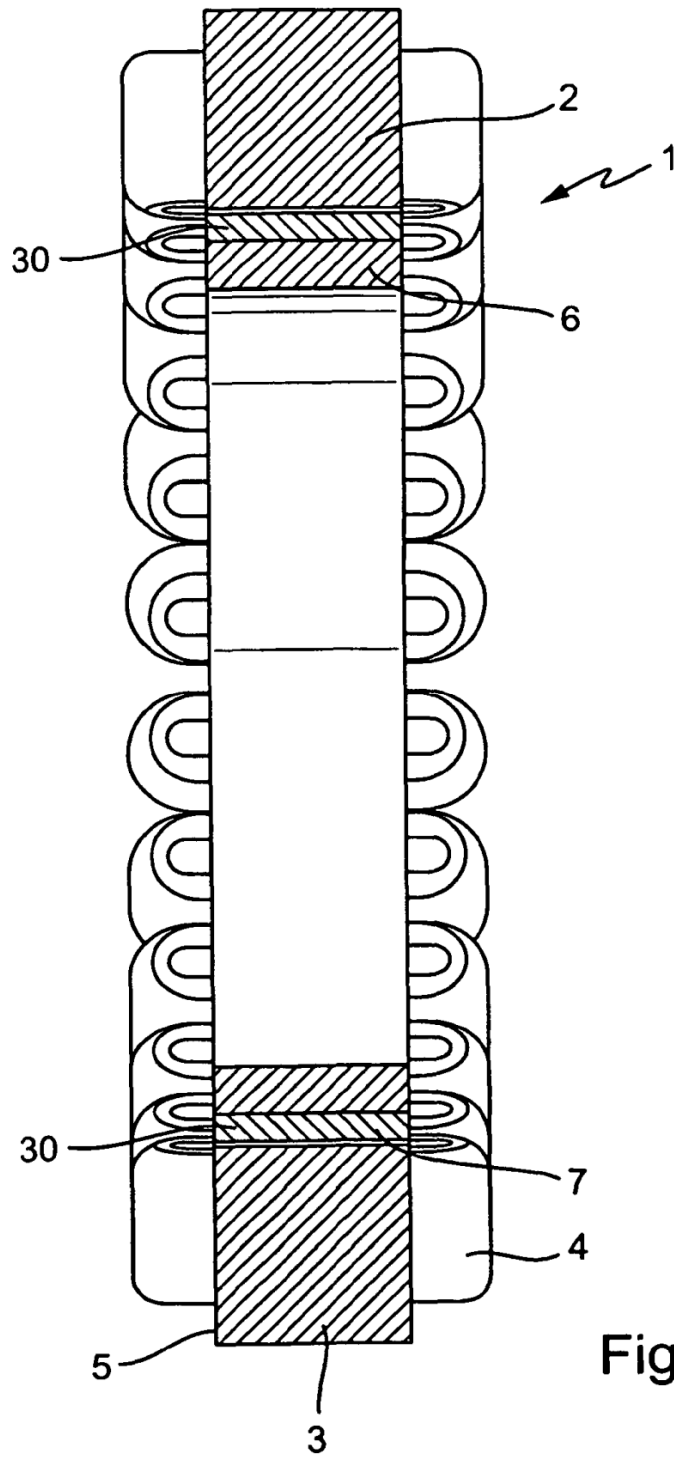


Fig. 3C

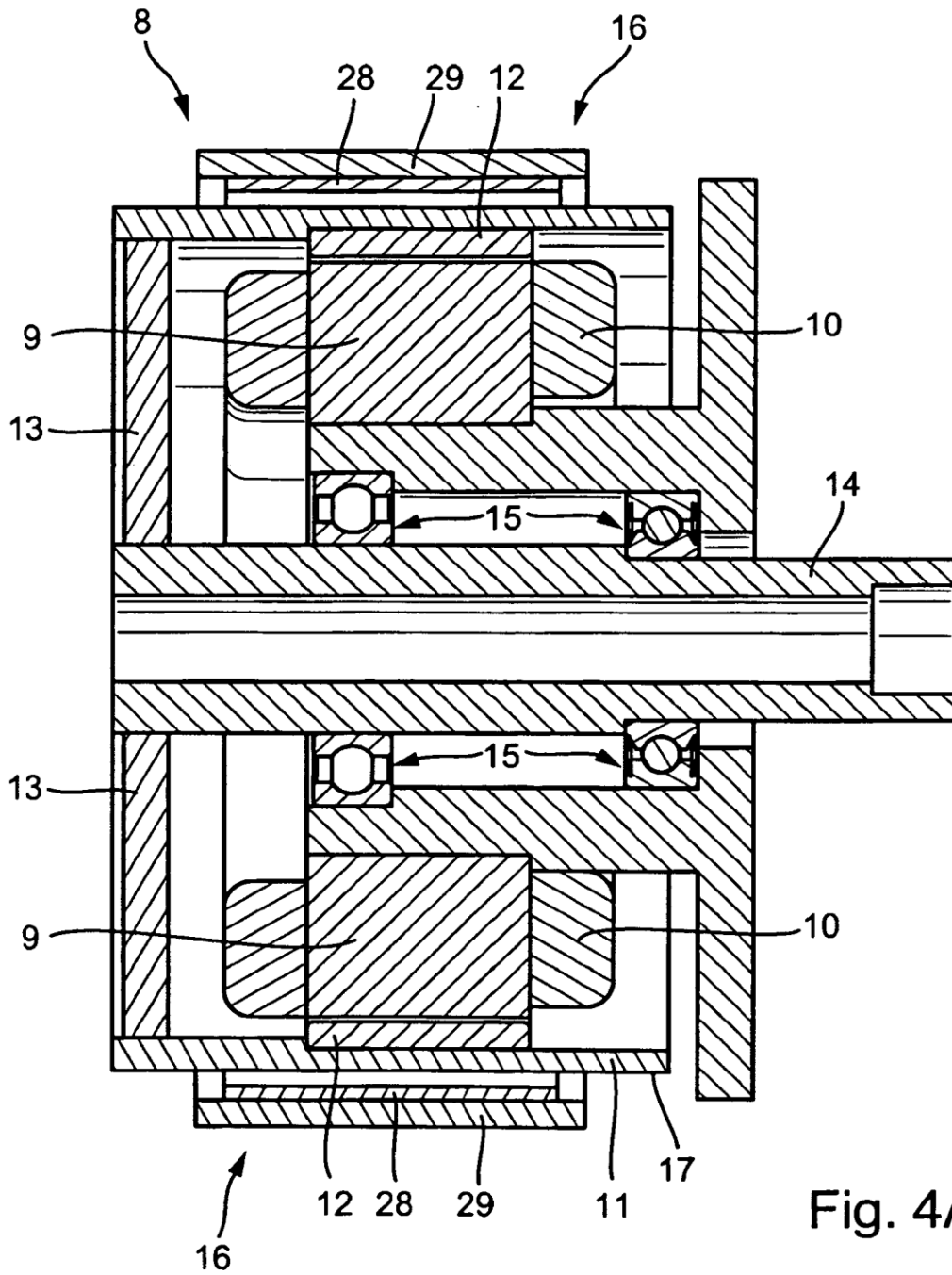


Fig. 4A

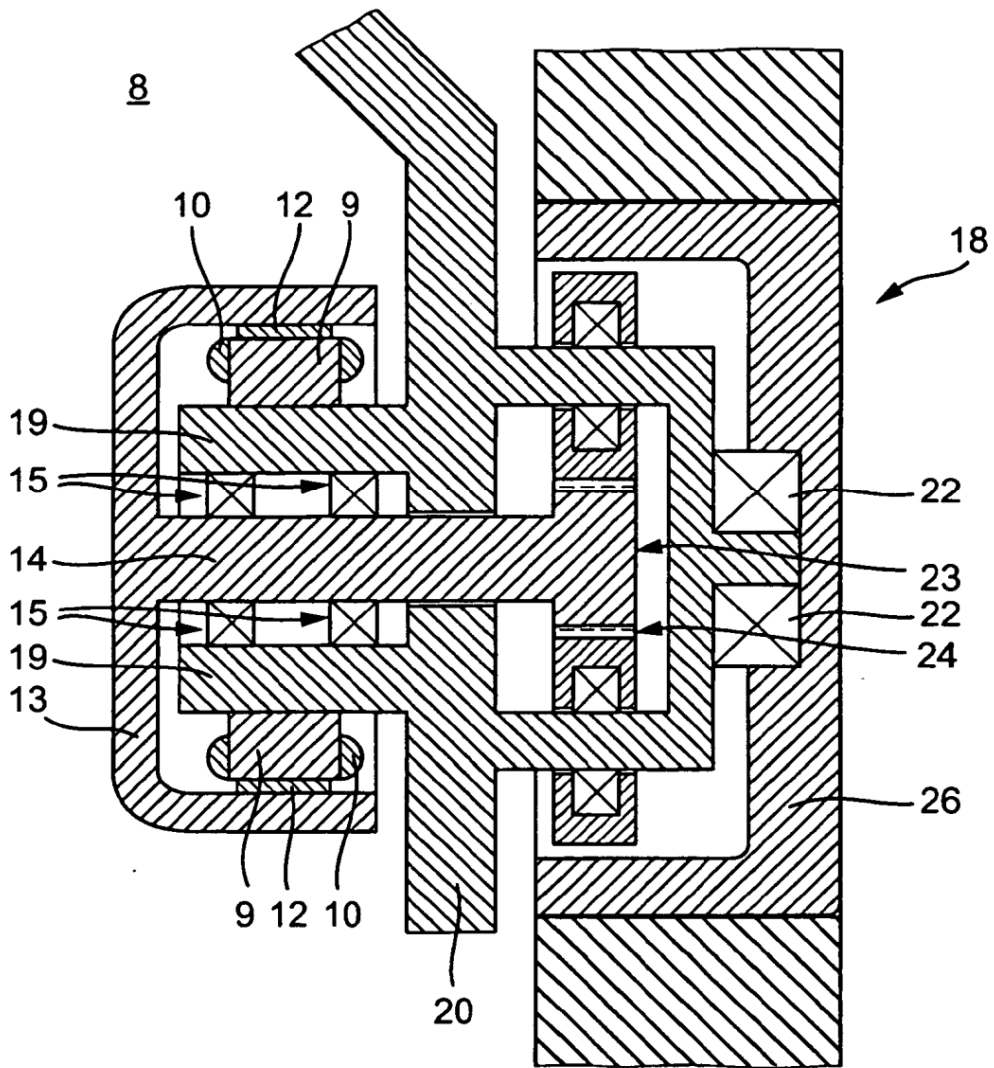


Fig. 4B

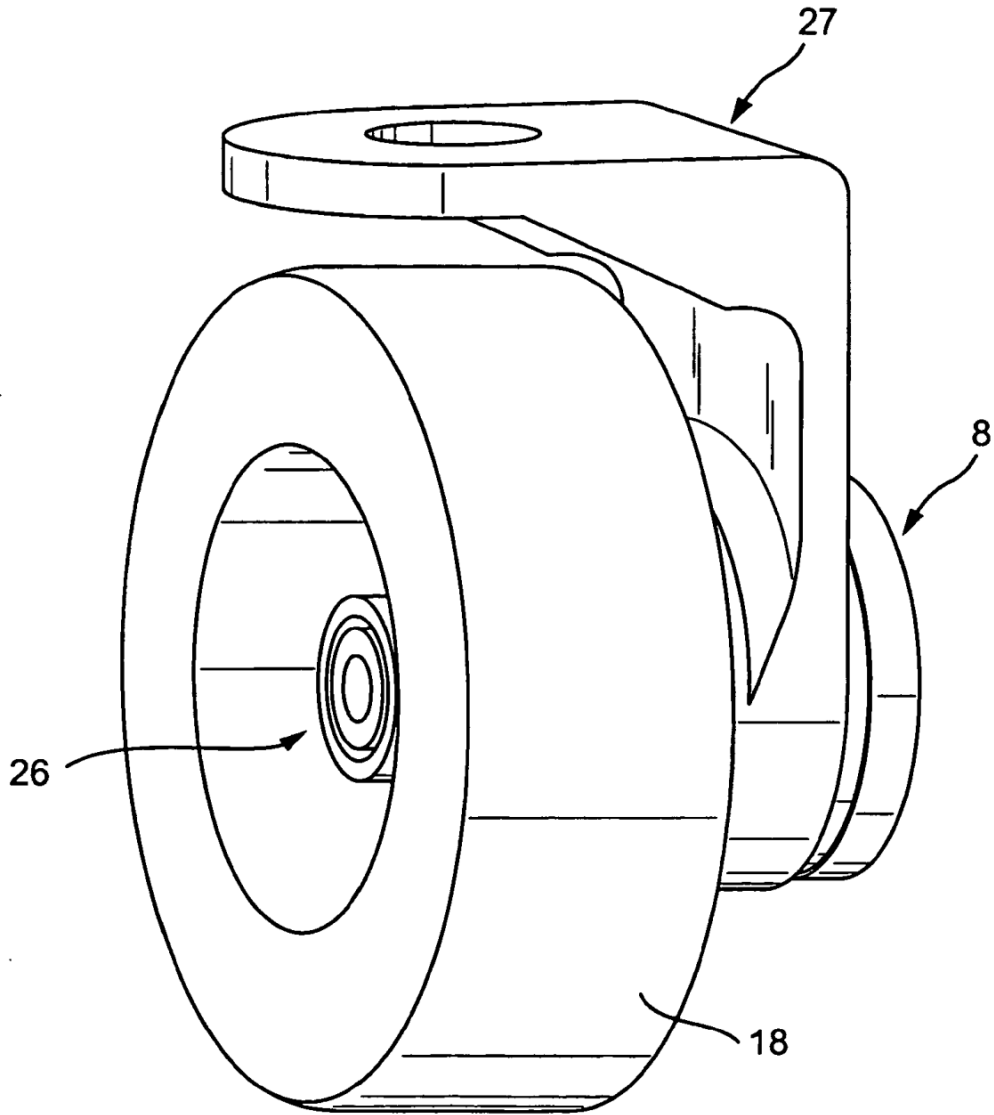


Fig. 5

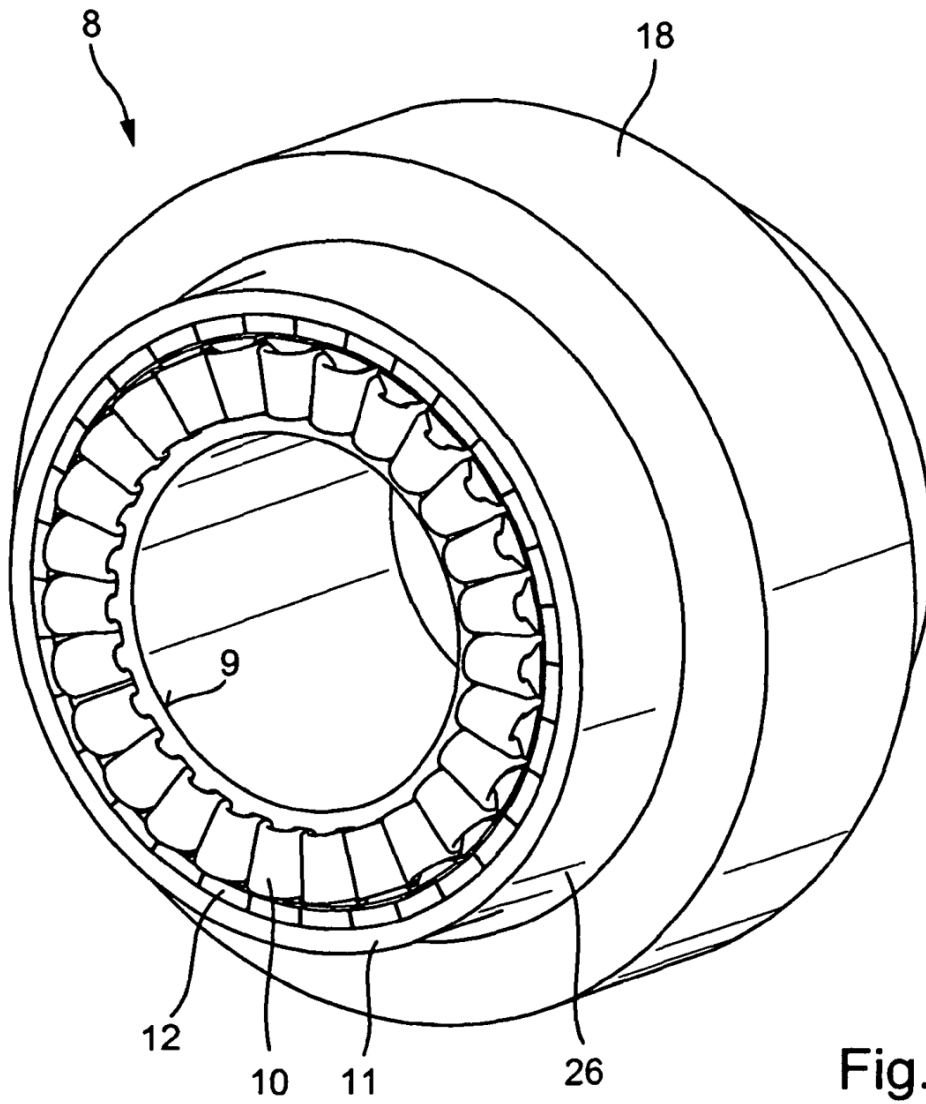


Fig. 6

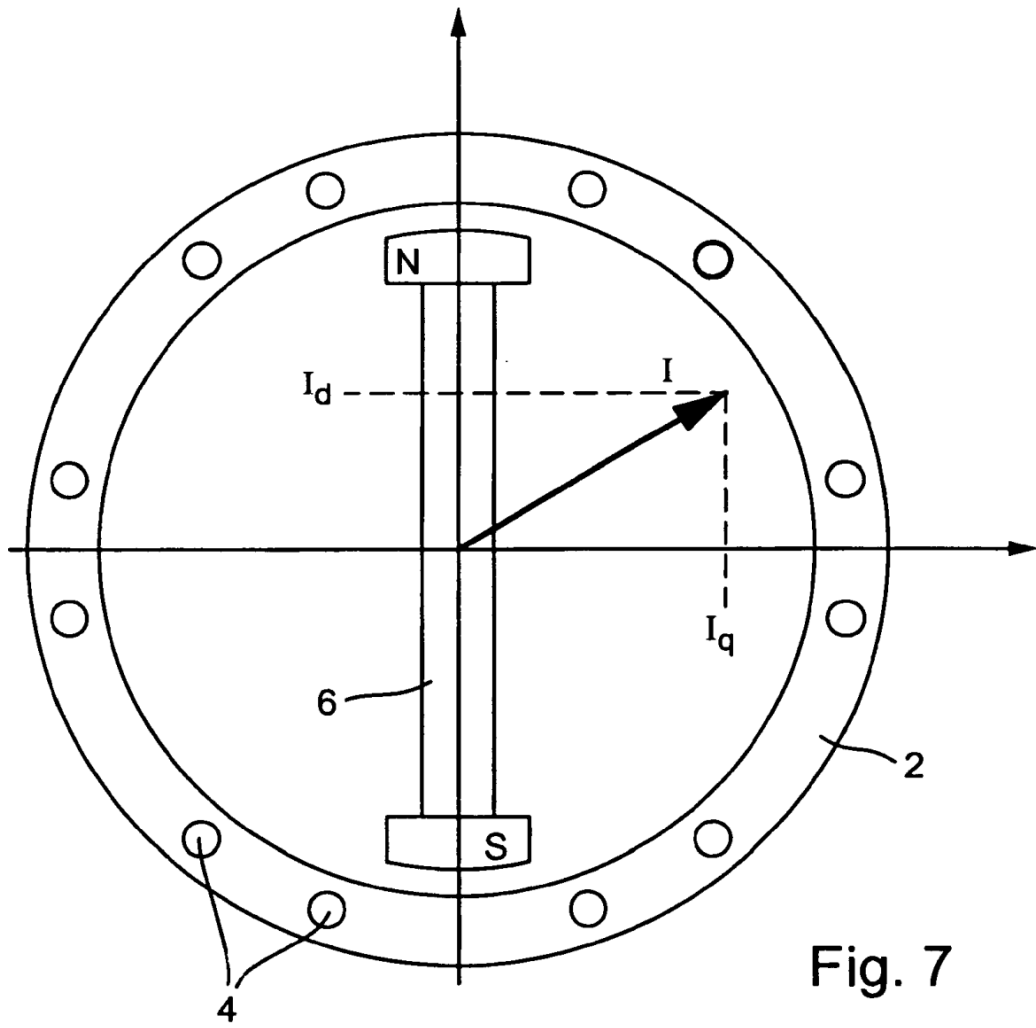


Fig. 7