

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 661 318**

51 Int. Cl.:

H02P 3/02 (2006.01)
H02M 5/40 (2006.01)
H02M 5/45 (2006.01)
H02M 5/458 (2006.01)
H02P 3/14 (2006.01)
H02P 21/00 (2006.01)
H02P 23/06 (2006.01)
H02P 3/22 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **30.07.2008 PCT/FI2008/000091**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **05.02.2009 WO09016267**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.07.2008 E 08787690 (0)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.02.2018 EP 2174410**

54 Título: **Disposición de control de un motor eléctrico**

30 Prioridad:

02.08.2007 FI 20070583

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

28.03.2018

73 Titular/es:

**KONE CORPORATION (100.0%)
KARTANONTIE 1
00330 HELSINKI, FI**

72 Inventor/es:

STOLT, LAURI

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 661 318 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

Disposición de control de un motor eléctrico

Campo de la invención

5 El objeto de la invención es una disposición de control de un motor eléctrico, como se define en el preámbulo de la reivindicación 1, y un método para controlar un motor eléctrico, como se define en el preámbulo de la reivindicación 12.

Técnica anterior

10 En un sistema de transporte, se suministra potencia a un motor eléctrico para mover el dispositivo de transporte. El suministro de potencia al motor generalmente se realiza mediante un convertidor de frecuencia. Al frenar el dispositivo de transporte, la potencia también pasa del motor al convertidor de frecuencia, donde generalmente se convierte en calor, especialmente en sistemas de baja potencia, en una resistencia de potencia independiente. En sistemas de mayor potencia, la potencia de frenado del motor normalmente se devuelve a la red de alimentación mediante un rectificador de inversor de red. Especialmente en convertidores de frecuencia en los que la potencia de frenado del motor se dirige a una resistencia de potencia, el funcionamiento de interruptores de frenado
15 generalmente se produce en un rango de tensión mayor que la tensión de circuito intermedio rectificada de la tensión de red, en cuyo caso aumenta la tensión de circuito intermedio durante el frenado. También en convertidores de frecuencia en los que la potencia de frenado se suministra a la red con un rectificador de inversor de red, la tensión de circuito intermedio es normalmente más alta que la tensión de red rectificada debido al principio de funcionamiento del rectificador de inversor de red.

20 Las publicaciones EP 0 637127 y EP 0 697 764 presentan, por ejemplo, un convertidor de frecuencia de baja potencia adecuado para bombeo, aire acondicionado u otro uso similar, que no comprende frenado de motor. El convertidor de frecuencia contiene triacs en el lado de red, con los cuales se interrumpe la tensión de red para disminuir la tensión de circuito intermedio en función de la velocidad del motor. La regulación que depende de la velocidad de la tensión de enlace de CC de accionamientos de máquinas de inducción alimentadas por inversor de
25 alta potencia, por ejemplo, para fines de tracción usando interruptores de frenado controlados, es la materia objeto de los documentos JP2002369306 y EP0236826.

Propósito de la invención

30 El propósito de esta invención es dar a conocer una disposición de control de un motor eléctrico que tiene como fin eliminar los problemas de la técnica anterior, especialmente en lo que se refiere a las pérdidas de los conmutadores controlados del convertidor de frecuencia y a los problemas de ruido y vibración del motor.

Rasgos característicos de la invención

35 La disposición de control según la invención se caracteriza por lo que se describe en la parte caracterizadora de la reivindicación 1. El método según la invención se caracteriza por lo que se describe en la parte caracterizadora de la reivindicación 12. Otras características de la invención se caracterizan por lo que se describe en las otras reivindicaciones. Algunas realizaciones de la invención también se describen en la sección descriptiva de la presente solicitud. El contenido inventivo de la solicitud también se puede definir de manera diferente a la de las reivindicaciones que se presentan a continuación. El contenido inventivo también puede consistir en varias invenciones independientes, especialmente si la invención se considera en vista de expresiones o subareas implícitas o desde el punto de vista de ventajas o categorías de ventajas logradas. En este caso, algunos de los
40 atributos incluidos en las reivindicaciones que aparecen a continuación pueden ser superfluos desde el punto de vista de conceptos inventivos independientes.

45 En la disposición de control de un motor eléctrico usado con un convertidor de frecuencia según la invención, el convertidor de frecuencia está montado entre la fuente de alimentación y el motor eléctrico. El convertidor de frecuencia comprende un rectificador de red que disminuye y posiblemente también aumenta la tensión, un rectificador que transmite la potencia de frenado del motor y un inversor que comprende conmutadores controlados, así como un circuito intermedio, que está montado entre el rectificador de red, el rectificador que transmite la potencia de frenado del motor, y el inversor. La disposición de control según la invención comprende una determinación de la velocidad del motor, y el rectificador que transmite la potencia de frenado del motor comprende un control de la potencia de frenado. El control de la potencia de frenado está previsto para regular la tensión de
50 circuito intermedio según un valor de referencia. El valor de referencia antes mencionado de la tensión de circuito intermedio se forma, al menos en parte, en función de la velocidad determinada del motor.

55 Un convertidor de frecuencia se refiere aquí a un dispositivo con el que se alimenta potencia entre una fuente de alimentación, tal como una fuente de alimentación de red, y un motor eléctrico. El motor eléctrico puede ser un motor de CA, en cuyo caso se alimenta tensión de frecuencia variable y de amplitud variable a las fases del motor con un convertidor de frecuencia. En este caso, el convertidor de frecuencia comprende un inversor montado entre el circuito intermedio y el motor, cuyos conmutadores controlados se conmutan para alcanzar la tensión de CA anteriormente mencionada. El motor eléctrico también puede ser un motor de CC, en cuyo caso el convertidor de

frecuencia comprende en lugar de un inversor, por ejemplo, un circuito puente H, con el que se alimenta tensión CC a los devanados del motor. Un rectificador de red se refiere a un dispositivo con el que la tensión de red se convierte en tensión CC en el circuito intermedio de CC del convertidor de frecuencia. Con el rectificador de red según la invención es posible al menos disminuir la tensión del circuito intermedio de CC de forma controlada, por lo que el

5 rectificador de red comprende un circuito rectificador que disminuye la tensión. Con un rectificador de red según la invención, también es posible aumentar la tensión del circuito intermedio de CC, en cuyo caso este rectificador de red también comprende un circuito rectificador que aumenta la tensión además de un circuito rectificador que disminuye la tensión. El rectificador de red puede tener una estructura, tal como un puente rectificador implementado con diodos, que le convenga para alimentar potencia de control solo en una dirección desde la fuente de

10 alimentación al circuito intermedio del convertidor de frecuencia. El rectificador de red también puede ser un puente rectificador controlado implementado con conexiones en serie de un diodo y un conmutador controlado, tal como un tiristor. El rectificador de red también puede tener una estructura, tal como un rectificador de inversor de red controlado por todo el puente, adecuada para alimentar potencia en ambas direcciones entre la fuente de alimentación y el circuito intermedio. La velocidad del motor se puede determinar, por ejemplo, mediante medición y estimación. La medición de la velocidad del motor se refiere, por ejemplo, a un codificador o tacómetro de impulsos montado en el árbol del motor o mediante fricción en el borde del rotor del motor o de la polea de tracción. La estimación de la velocidad del motor se refiere a la estimación de la velocidad del rotor, por ejemplo, mediante las corrientes y las tensiones del motor, o si se trata de un motor síncrono, la velocidad del motor puede estimarse, por ejemplo, a partir de la frecuencia de la tensión de alimentación o de la referencia de la tensión de alimentación del

20 motor. El control de la potencia de frenado se refiere generalmente a los algoritmos y dispositivos de control que se necesitan para controlar la potencia de frenado al conmutar los conmutadores controlados del rectificador que transmiten potencia de frenado. Tensión de circuito intermedio se refiere a la diferencia de tensión entre la barra colectora positiva y negativa del convertidor de frecuencia. El valor de referencia de la tensión de circuito intermedio en la invención se forma al menos parcialmente en función de la velocidad medida o estimada del motor, en cuyo caso el valor de referencia de la tensión de circuito intermedio puede ser pequeño cuando la velocidad del motor es pequeña y el valor de referencia de la tensión de circuito intermedio puede aumentar a medida que aumenta la velocidad del motor.

En una disposición de control según la invención, el convertidor de frecuencia comprende un control de rectificador de red, estando previsto dicho control de rectificador de red para regular la tensión de circuito intermedio según el

30 valor de referencia, formándose dicho valor de referencia antes mencionado de la tensión de circuito intermedio, al menos en parte, en función de la velocidad medida o estimada del motor. Control del rectificador de red se refiere generalmente a los algoritmos y dispositivos de control que se necesitan para controlar la potencia al conmutar los conmutadores controlados del rectificador de red.

En una disposición de control según la invención, un inversor está montado entre el circuito intermedio y el motor eléctrico, y el convertidor de frecuencia comprende la determinación de la dirección del flujo de potencia a través del inversor. El convertidor de frecuencia está en este caso montado para controlar la tensión de circuito intermedio con el control de rectificador de red cuando el flujo de potencia pasa del circuito intermedio al motor eléctrico, así como con el control de la potencia de frenado cuando el flujo de potencia pasa del motor eléctrico al circuito intermedio. La dirección del flujo de potencia a través del inversor se puede estimar, por ejemplo, en función de las corrientes y tensiones del inversor. Como la potencia fluye desde el circuito intermedio del convertidor de frecuencia al motor eléctrico a través del inversor, la dirección del flujo de potencia puede determinarse también mediante mediciones de la tensión de circuito intermedio y de la corriente de circuito intermedio. En la situación en la que la dirección del flujo de potencia cambia de manera que la potencia comienza a regresar del motor al circuito intermedio del inversor, la tensión de circuito intermedio comienza a aumentar si la potencia no es dirigida directamente desde el circuito intermedio por el rectificador que transmite la potencia de frenado. Es decir, en este caso, el cambio de la dirección del flujo de potencia puede detectarse también en función del aumento de tensión de circuito intermedio. Naturalmente, la dirección del flujo de potencia en el inversor puede también estimarse mediante estimaciones de las corrientes y tensiones del inversor.

Un convertidor de frecuencia según la invención comprende un rectificador de red, un rectificador que transmite la potencia de frenado del motor, y determinaciones de la potencia disipada del inversor. En este caso, el convertidor de frecuencia está previsto para controlar la tensión de circuito intermedio con un control de rectificador de red o, alternativamente, con un control de la potencia de frenado, de manera que cada control utilizado esté previsto para regular la tensión de circuito intermedio según un valor de referencia, formándose dicho valor de referencia antes mencionado de la tensión de circuito intermedio, al menos en parte, en función de una comparación de la potencia disipada del rectificador de red, del rectificador que transmite la potencia de frenado del motor, y también del inversor. El inversor, el rectificador de red y también el rectificador que transmite la potencia de frenado del motor comprenden, todos los conmutadores a partir de los cuales se puede estimar la disipación de potencia, por ejemplo, midiendo la corriente que se desplaza a través de los conmutadores y estimando la frecuencia de conmutación de los conmutadores controlados. También pueden montarse sensores de temperatura en conexión con los elementos de conmutación de los rectificadores, mediante los cuales se puede estimar la disipación de potencia de los rectificadores. La magnitud de la tensión de circuito intermedio afecta a la disipación de potencia de los rectificadores, por ejemplo, de manera que cuando la tensión de circuito intermedio disminuye, las pérdidas por conmutación del inversor disminuyen porque, por un lado, la conmutación entre el estado conductor y no conductor

de un conmutador se acelera y las pérdidas de potencia relacionadas con esta conmutación de estado disminuyen, y, por otro lado, cuando la tensión de circuito intermedio disminuye, la variación de frecuencia de conmutación de la corriente del motor, y los problemas de ruido y vibración resultantes de esto, disminuyen, en cuyo caso la frecuencia de conmutación se puede reducir. Por otro lado, las pérdidas del rectificador de red que disminuyen la tensión de
 5 circuito intermedio aumentan porque a medida que disminuye la tensión de circuito intermedio, aumenta la corriente del circuito intermedio que se desplaza a través del rectificador de red. El valor de referencia de la tensión de circuito intermedio también puede formarse comparando la disipación de potencia de los rectificadores, por ejemplo, de manera que cuando la disipación de potencia del inversor aumenta más que la disipación de potencia del rectificador de red, se reduce el valor de referencia de la tensión de circuito intermedio, y por el contrario a medida que la
 10 disipación de potencia del rectificador de red aumenta más que la disipación de potencia del inversor, aumenta el valor de referencia de la tensión de circuito intermedio.

En una disposición de control según la invención, el convertidor de frecuencia comprende un control del inversor para controlar el motor con la frecuencia variable y la tensión de salida de amplitud variable del inversor, cuya
 15 tensión de salida se forma conmutando los conmutadores del inversor con la referencia de conmutación formada mediante modulación por ancho de pulso. Por control del inversor se entiende generalmente aquí algoritmos y dispositivos que se necesitan para controlar la fuente de alimentación del inversor. El control del inversor también comprende modulación por ancho de pulso, en la que señales de control que corresponden a las tensiones de alimentación del motor se convierten en referencias de conmutación de ancho de pulso variable para los
 20 conmutadores del inversor. Conmutadores se refiere a pares de conmutadores conectados en serie entre la barra colectora de circuito intermedio positiva y negativa, mediante los cuales las fases del motor pueden conectarse durante un breve intervalo de tiempo al potencial de tensión de la barra colectora de circuito intermedio positiva o negativa.

En una disposición de control según la invención, el rectificador de red que reduce la tensión comprende un puente
 25 rectificador controlado. Mediante el puente rectificador controlado, la alimentación de potencia solo es posible desde la fuente de alimentación hacia el circuito intermedio del inversor.

En una disposición de control según la invención, el rectificador de red que aumenta y disminuye la tensión comprende un rectificador de inversor de red, comprendiendo dicho rectificador de inversor de red un puente
 30 rectificador y además un filtro de red conectado en serie entre una fuente de alimentación y la entrada del puente rectificador. El rectificador de red que aumenta y disminuye la tensión comprende un interruptor que reduce la tensión ajustada a la salida de CC del puente rectificador. En esta realización de la invención, la tensión de circuito intermedio se eleva primero en la salida de tensión CC del rectificador de inversor de red a un nivel predefinido superior a la tensión de red rectificada no controlada y, a continuación, se reduce la tensión de salida del rectificador de inversor de red con un interruptor que disminuye la tensión a la tensión de entrada del inversor.

En una disposición de control según la invención, el rectificador que transmite la potencia de frenado del motor
 35 comprende un diodo montado en paralelo con el conmutador controlado del interruptor antes mencionado que disminuye la tensión, así como un conmutador controlado conectado en paralelo con el diodo del interruptor que disminuye la tensión. En este caso, el rectificador que transmite la potencia de frenado transfiere la potencia de frenado desde el circuito intermedio hacia delante a la salida del rectificador de inversor de red antes mencionado. Dado que la tensión de circuito intermedio es menor que la tensión de la salida de tensión del puente rectificador del
 40 rectificador de inversor de red, el rectificador que transmite potencia de frenado también realiza un ajuste de los niveles de tensión.

En una disposición de control según la invención, el rectificador que transmite la potencia de frenado del motor comprende un conmutador controlado conectado en serie con una resistencia de potencia. En esta realización de la
 45 invención, el circuito en serie mencionado anteriormente del conmutador y la resistencia de potencia están conectados en paralelo al circuito intermedio del convertidor de frecuencia. Cuando el conmutador controlado mencionado anteriormente cambia a un estado conductor, el circuito en serie del conmutador y la resistencia comienzan a conducir la corriente de la barra colectora de circuito intermedio positiva a la negativa, en cuyo caso la potencia de frenado comienza a convertirse en calor en la resistencia.

En una disposición de control según la invención, el convertidor de frecuencia comprende la medición de la tensión
 50 de circuito intermedio. En este caso, el control de la potencia de frenado está previsto para leer la tensión de circuito intermedio medida y para comparar el valor de referencia de la tensión de circuito intermedio con la tensión de circuito intermedio medida y después de que la tensión de circuito intermedio medida haya aumentado más que el valor de referencia, para controlar el conmutador controlable del rectificador que transmite potencia de frenado de manera que el intervalo de conducción relativo del conmutador aumente a medida que aumenta la tensión de circuito
 55 intermedio. El valor de referencia de la tensión de circuito intermedio también puede comprender límites de histéresis, con lo que se intenta evitar que el control de la potencia de frenado comience a conectar el conmutador controlado del rectificador que transmite potencia de frenado con una frecuencia grande no definida de antemano después de que la tensión de circuito intermedio haya sobrepasado el valor de referencia. En este caso, el valor de referencia de la tensión de circuito intermedio puede comprender dos límites de histéresis, un primer y un segundo límite de histéresis, de los cuales el primer límite de histéresis es mayor que el segundo límite de histéresis.
 60 Después de que el valor medido de la tensión de circuito intermedio ha sobrepasado el primer límite de histéresis, el

rectificador que transmite potencia de frenado comienza a controlar la potencia de frenado desde el circuito intermedio, en cuyo caso el circuito intermedio comienza a disminuir. Después de que el valor medido de la tensión de circuito intermedio ha caído por debajo del segundo límite de histéresis, cesa el control de potencia del circuito intermedio con el rectificador que transmite potencia de frenado.

5 En una disposición de control según la invención, el control de la potencia de frenado comprende un primer valor de referencia de la tensión de circuito intermedio, y el control del rectificador de red comprende un segundo valor de referencia de la tensión de circuito intermedio. En esta realización de la invención, el primer valor de referencia de la tensión de circuito intermedio es mayor que el segundo valor de referencia de la tensión de circuito intermedio. En este caso, cuando la dirección del flujo de potencia va desde la fuente de alimentación hacia el motor, se intenta
10 controlar la tensión de circuito intermedio con el control de rectificador de red según el segundo valor de referencia de la tensión de circuito intermedio. Cuando el motor comienza a frenar y la dirección del flujo de potencia cambia del motor al circuito intermedio, la tensión de circuito intermedio comienza a aumentar. Después de que la tensión de circuito intermedio ha sobrepasado un determinado valor límite predefinido que es mayor que el segundo valor de referencia de la tensión de circuito intermedio, el control de rectificador de red puede interrumpirse y se intenta
15 controlar la tensión de circuito intermedio con el control de la potencia de frenado según el primer valor de referencia de la tensión de circuito intermedio.

En el método para controlar un motor eléctrico utilizado con un convertidor de frecuencia según la invención, el convertidor de frecuencia está montado entre la fuente de alimentación y el motor eléctrico. El convertidor de frecuencia comprende un rectificador de red que disminuye y posiblemente aumenta la tensión, un rectificador que
20 transmite la potencia de frenado del motor y un inversor, así como un circuito intermedio, que está montado entre el rectificador de red, el rectificador que transmite la potencia de frenado del motor, y el inversor. En el método se determina la velocidad del motor. En el método según la invención, se realiza un control de la potencia de frenado para el rectificador que transmite la potencia de frenado del motor, un valor de referencia de la tensión de circuito intermedio se forma, al menos en parte, en función de la velocidad determinada del motor y la tensión de circuito
25 intermedio se regula con el control de la potencia de frenado según el valor de referencia antes mencionado de la tensión de circuito intermedio.

En un método según la invención, para controlar un motor eléctrico usado con un convertidor de frecuencia, se mide la tensión de circuito intermedio y se compara la tensión medida con el valor de referencia de la tensión de circuito intermedio. Cuando el valor medido de la tensión de circuito intermedio aumenta más que el valor de referencia, el
30 conmutador controlado del rectificador que transmite potencia de frenado se controla de manera que el intervalo conductor relativo del conmutador aumenta a medida que aumenta la tensión de circuito intermedio.

En una realización de la invención, un almacenamiento de energía está conectado con el circuito principal del convertidor de frecuencia a través de un dispositivo de alimentación de potencia de modo que el dispositivo de alimentación de potencia del almacenamiento de energía está previsto para alimentar potencia entre el circuito
35 principal del convertidor de frecuencia, tal como el circuito intermedio del convertidor de frecuencia, y el almacenamiento de energía. En este caso, el dispositivo de alimentación de potencia del almacenamiento de energía está previsto para alimentar potencia desde el almacenamiento de energía a través del circuito principal del convertidor de frecuencia al motor, así como para alimentar al almacenamiento de energía, durante el frenado del motor, la energía que retorna al convertidor de frecuencia desde el circuito principal del convertidor de frecuencia. En esta realización de la invención, el dispositivo de alimentación de potencia del almacenamiento de energía contiene un rectificador que transmite la potencia de frenado del motor, en el que hay un control de la potencia de frenado. El control de la potencia de frenado está en este caso previsto para alimentar potencia desde el circuito principal del convertidor de frecuencia al almacenamiento de energía, mientras que regula simultáneamente la tensión de circuito intermedio según el valor de referencia, formándose dicho valor de referencia de tensión de circuito intermedio al
40 menos parcialmente en función de la velocidad medida o estimada del motor. El almacenamiento de energía antes mencionado puede contener al menos un supercondensador y/o al menos un acumulador, tal como un acumulador de iones de litio.

En la disposición o el método según la invención, el motor eléctrico mencionado anteriormente también puede estar destinado a mover el dispositivo de transporte de un sistema de transporte. Un dispositivo de transporte se refiere en este contexto a una parte de un sistema de transporte que se utiliza para trasladar pasajeros o mercancías. Este tipo de sistema de transporte puede ser, por ejemplo, un sistema de ascensor, un sistema de escaleras mecánicas, un sistema de pasillo móvil o un sistema de grúa.
50

En la disposición o el método según la invención, los conmutadores controlados anteriormente mencionados pueden ser, por ejemplo, transistores IGBT, transistores MOSFET, transistores bipolares, tiristores o conmutadores SCR (rectificador controlado de silicio).
55

Ventajas de la invención

Con la invención se consigue al menos una de las siguientes ventajas:

- Cuando se reduce la tensión de circuito intermedio del convertidor de frecuencia, disminuye la variación de tensión entre los polos de los conmutadores controlados, en cuyo caso se reducen las pérdidas por conmutación de los conmutadores.
- 5 - Cuando, durante el frenado del motor, la tensión de circuito intermedio se controla, al menos en parte, según la medida o velocidad estimada del motor, las variaciones de conmutación de los conmutadores durante el frenado del motor se reducen, especialmente en comparación con las disposiciones de control de la técnica anterior en las que la tensión de circuito intermedio durante el funcionamiento de los interruptores de frenado es siempre mayor que la tensión de circuito intermedio rectificadora no controlada.
- 10 - Cuando disminuye la tensión de circuito intermedio del convertidor de frecuencia, se reduce la variación de frecuencia de conmutación del motor, la denominada ondulación de corriente, en cuyo caso el nivel de ruido del motor disminuye y se reducen los problemas de vibración. En este caso, es posible alcanzar un nivel de ruido y un nivel de vibración adecuados bajando la frecuencia de conmutación de los conmutadores, en cuyo caso la potencia disipada del inversor se reduce aún más.
- 15 - Cuando la tensión de control del motor se realiza con un inversor por modulación, la precisión de la modulación es comparable a la magnitud de la tensión de circuito intermedio, y la precisión mejora a medida que disminuye la tensión de circuito intermedio. Por tanto, la precisión de la modulación mejora cuando la tensión de circuito intermedio disminuye a medida que disminuye la velocidad del motor. Alternativamente, se puede usar un modulador más barato o más inexacto, en cuyo caso los costos del sistema disminuyen.
- 20 - En sistemas de transporte en los que se requiere un par alto con bajas velocidades de motor, los mismos conmutadores del inversor pueden conducir grandes corrientes del motor ininterrumpidamente durante un largo período de tiempo, en cuyo caso el calentamiento de los conmutadores conductores aumenta considerablemente. Este tipo de sistema de transporte es, por ejemplo, un sistema de ascensor en el que se intenta mantener en posición o nivelar una cabina de ascensor completamente cargada en el pozo de ascensor con el par del motor y el freno de la máquina abiertos. En este caso, cuando la tensión de circuito intermedio cae para ser pequeña de acuerdo con la velocidad del motor, las pérdidas por conmutación del inversor disminuyen, en cuyo caso la disipación de potencia y el calentamiento de los conmutadores disminuyen sustancialmente.
- 25 - En el tipo de realización de la invención en la que el convertidor de frecuencia comprende un rectificador de red que aumenta y disminuye la tensión, es posible controlar la tensión de circuito intermedio de la tensión cero a la tensión de circuito intermedio rectificadora no controlada. Si la tensión de circuito intermedio que se ha rectificado con respecto a la tensión de red trifásica mediante un puente de diodos no controlado fuera, por ejemplo, de 550 voltios, en esta realización de la invención sería posible controlar la tensión de circuito intermedio de cero a 800 voltios, dependiendo de la velocidad del motor. Esto aumenta el margen de tensión en el control del motor, en cuyo caso el motor se puede usar en un rango de tensión mayor y, por ejemplo, a velocidades más altas de las que se podrían obtener con una tensión de red rectificadora no controlada.
- 30 - Con el rectificador de red que disminuye la tensión según la invención, es posible cargar los condensadores del circuito intermedio de CC del convertidor de frecuencia sin un circuito de carga independiente que eluda el corte del circuito principal. Esto mejora la seguridad del sistema de transporte porque un circuito de carga independiente de los condensadores del circuito intermedio permite un flujo de potencia al motor que cree par en una situación de falla del circuito intermedio.
- 35 - Es posible desconectar el circuito principal del convertidor de frecuencia controlando el conmutador controlado del rectificador de red que disminuye la tensión para que se abra. Dado que el circuito principal puede desconectarse también controlando los conmutadores del inversor abierto, la fuente de alimentación del motor del sistema de transporte puede desconectarse en dos puntos independientes entre sí, lo que mejora la fiabilidad del sistema de transporte, por ejemplo, en una situación de falla.

45 Presentación de dibujos

A continuación, la invención se describirá con más detalle con la ayuda de algunos ejemplos de sus realizaciones con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

La figura 1 presenta una disposición de control de un motor eléctrico según la invención.

50 La figura 2 presenta un tipo de disposición de control según la invención en la que el convertidor de frecuencia comprende un rectificador de red que disminuye y aumenta la tensión.

La figura 3 presenta el valor de referencia de la tensión de circuito intermedio presentada mediante la velocidad del ascensor.

La figura 4 presenta el conmutador del inversor.

La figura 5 presenta el rectificador del inversor.

La figura 6 presenta la referencia de conmutación del conmutador controlado incorporado en la disposición según la invención.

En las realizaciones que se describen a continuación, una disposición de control de un motor eléctrico usado con un convertidor de frecuencia según la invención está montada en un sistema de ascensor.

5 La figura 1 presenta una disposición de control de un motor de ascensor utilizada con un convertidor de frecuencia según la invención. Se suministra potencia entre la fuente de alimentación 3, que aquí es una fuente de alimentación de red, y el motor de ascensor 2 con un convertidor de frecuencia 1. La tensión de red trifásica 3 se rectifica con un rectificador de red 4 con respecto al circuito intermedio 8, 9 del convertidor de frecuencia. El inversor 6 alimenta potencia entre el circuito intermedio y el motor eléctrico 2. Cuando la dirección de la fuente de alimentación va desde el circuito intermedio 8, 9 hacia el motor 2, el rectificador de red 4 establece la tensión de circuito intermedio 21 según el valor de referencia 12 de la tensión de circuito intermedio con el control de rectificador de red 14. Cuando la dirección de la fuente de alimentación va desde el motor 2 hacia el circuito intermedio 8, 9, el rectificador 5 que transmite la potencia de frenado del motor establece el valor de referencia de la tensión de circuito intermedio con el control 11 de potencia de frenado. El rectificador que transmite potencia de frenado aquí comprende un conmutador controlado 5 que está montado en serie con una resistencia de potencia 19. El circuito en serie del conmutador controlado 5 y la resistencia de potencia 19 están conectados en paralelo con la barra colectora de circuito intermedio positiva 8 y la barra colectora de circuito intermedio negativa 9 del circuito intermedio. Cuando el conmutador 5 controla, se desplaza corriente a través del circuito en serie de la resistencia y el conmutador, en cuyo caso la potencia del circuito intermedio se convierte en calor en la resistencia de potencia 19. En esta disposición, se monta un tacómetro accionado por fricción en el borde del motor 2, a partir de la señal de medición 10 en la que se lee la velocidad del motor. El valor de referencia 12 se forma en parte en función de esta medición de la velocidad del motor.

En la disposición de control presentada en la figura 2, el convertidor de frecuencia 1 comprende un rectificador de red que aumenta y disminuye la tensión. El rectificador de red antes mencionado comprende un rectificador de inversor de red que comprende un filtro de red 20 así como un puente rectificador 19 que comprende conmutadores controlados. El filtro de red 20 comprende al menos estranguladores, que están conectados en serie entre la entrada del puente rectificador y las fases de la tensión de red. El filtro de red 20 también comprende posiblemente condensadores conectados en paralelo con las fases de la tensión de red. El filtro de red 20 y el puente rectificador 19 forman juntos un rectificador de inversor de red que suministra potencia en ambas direcciones entre la salida de tensión CC del puente rectificador 19 y la tensión de red (3). Con el rectificador de inversor de red también es posible aumentar la tensión en la salida de tensión CC del puente rectificador 19 a un nivel más alto que la rectificación de CC no controlada, de modo que el rectificador de inversor de red también realiza un ajuste de tensión entre la tensión de red y salida de tensión CC del puente rectificador 19. Rectificación no controlada se refiere aquí a la rectificación de la tensión de red con solo un puente de diodos no controlado.

35 Un interruptor 17 que disminuye la tensión, el cual comprende al menos un conmutador controlado, un diodo y un estrangulador conectados a la barra colectora de circuito intermedio positiva 8, está montado en la salida de tensión CC del puente rectificador 19. El interruptor que disminuye la tensión alimenta potencia desde la salida de tensión CC del puente rectificador 19 al circuito intermedio 8, 9. El conmutador controlado se controla con el control de rectificador de red 14 de manera que la tensión de circuito intermedio 21 se establece según el valor de referencia de la tensión de circuito intermedio. Dado que es posible aumentar la tensión en la salida de tensión CC del puente rectificador 19 más alta que la tensión CC rectificada no controlada, es posible, mediante el interruptor que disminuye la tensión, establecer la tensión de circuito intermedio 21 de la tensión cero hasta la tensión de salida CC del puente rectificador 19, en cuyo caso el rango de tensión de control del motor es lo más amplio posible.

45 El rectificador 18 que transmite la potencia de frenado del motor está montado en conexión con el interruptor 17 que disminuye la tensión de modo que el diodo del rectificador 18 que transmite potencia de frenado se conecta en paralelo con el conmutador controlado del interruptor 17 que disminuye la tensión, y el conmutador controlado del rectificador 18 que transmite potencia de frenado está conectado en paralelo con el diodo del interruptor 17 que disminuye la tensión. Cuando el conmutador controlado del rectificador 18 que transmite potencia de frenado se controla con el control 11 de la potencia de frenado, la potencia de frenado se transfiere desde el circuito intermedio 8, 9 a la salida de tensión CC del puente rectificador 19 del rectificador de inversor de red y en este caso, el rectificador de inversor de red transmite la potencia de frenado hacia delante a la red de alimentación 3. Como la tensión de circuito intermedio 21 puede ser inferior a la tensión en la salida de tensión CC del puente rectificador 19, el rectificador 18 que transmite potencia de frenado también realiza un ajuste de tensión.

55 La figura 3 presenta el valor de referencia 12 de la tensión de circuito intermedio mediante la velocidad 13 del ascensor. La cabina de ascensor se mueve por el pozo del ascensor a la velocidad 13, en cuyo caso cambia la posición s de la cabina de ascensor en el pozo del ascensor. El convertidor de frecuencia 1 mide la velocidad 13 del motor de ascensor 2 y, por tanto, también del ascensor, y determina el valor de referencia 12 de la tensión de circuito intermedio en función de la velocidad del ascensor, de modo que el valor de referencia 12 de la tensión de circuito intermedio aumenta a medida que aumenta la velocidad 13 del ascensor. Esto se basa en el hecho de que la tensión de salida del motor de ascensor aumenta a medida que aumenta la velocidad del motor, en cuyo caso aumenta la amplitud necesaria de la tensión de control. El valor máximo de la amplitud de la tensión de control, por

otra parte, se determina a partir de la tensión de circuito intermedio 21. En esta realización de la invención, el valor de referencia 12 de la tensión de circuito intermedio cambia directamente según la velocidad 13 del ascensor de modo que a velocidad cero, el valor de la tensión de circuito intermedio es una tensión constante determinada. Como la amplitud de la tensión de control del motor está determinada por las corrientes de los devanados de motor, así como por la tensión de alimentación, el valor de referencia de la tensión de circuito intermedio puede determinarse utilizando la medición de la amplitud y fase de las corrientes de motor, así como de la velocidad del motor de ascensor. En este caso, el valor de referencia de la tensión de circuito intermedio se incrementa así a medida que aumentan las corrientes de motor. El mayor valor posible de la tensión de circuito intermedio también se indica en la figura 3, el cual se determina en función de la tensión de la salida de tensión CC del puente rectificador 19 del rectificador de red.

La figura 4 presenta la estructura de un conmutador 7 según la invención. Aquí, el conmutador comprende dos conmutadores controlados conectados en serie, que son transistores IGBT. El colector del segundo transistor está conectado a la barra colectora de circuito intermedio positiva 8 y el emisor del segundo transistor está conectado a la barra colectora de circuito intermedio negativa 9. La tensión entre el circuito en serie de conmutadores puede de este modo conectarse ya sea al potencial de tensión positiva 8 o negativa 9 del circuito intermedio.

La figura 5 presenta un puente rectificador controlado 16. El circuito de puente comprende conexiones en serie de un diodo y un tiristor conectadas en paralelo en pares entre la barra colectora de circuito intermedio positiva 8 y la negativa 9. Mediante el circuito, es posible implementar un rectificador de red que disminuya la tensión. En este caso, mediante el rectificador de red, es posible alimentar potencia solamente desde la fuente de alimentación de red 3 al circuito intermedio 8, 9.

La figura 6 presenta una referencia de conmutación de un conmutador controlado 25 incorporado en la disposición según la invención. Con la referencia de conmutación 1, el conmutador controlado cambia a un estado conductor, y con la referencia de conmutación 0, el conmutador se desconecta. Por ejemplo, el control 11 de la potencia de frenado del rectificador 5, 18 que transmite potencia de frenado se monta para aumentar el intervalo de conducción relativo 23 del conmutador controlado a medida que aumenta la tensión de circuito intermedio 21. A medida que el intervalo de conducción relativo 23 aumenta, el intervalo cerrado relativo 24, naturalmente, se acorta de manera que cuando el intervalo de conducción 23 alcanza el tiempo del intervalo de conmutación 22, el intervalo cerrado 24 llega a cero.

Aunque la invención descrita anteriormente es adecuada especialmente para diferentes sistemas de transporte, es obvio para la persona experta en la técnica que la disposición de control de un motor eléctrico utilizado con un convertidor de frecuencia según la invención también es adecuada para muchos otros accionadores de motor eléctrico de este tipo en los que la potencia circula al circuito intermedio del convertidor de frecuencia, y en los que la potencia que circula se dirige también directamente desde el circuito intermedio a alguna pérdida de potencia.

La invención no se limita únicamente a las realizaciones descritas anteriormente, sino que son posibles muchas variaciones dentro del ámbito de aplicación del concepto inventivo definido por las reivindicaciones siguientes.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Disposición de control de un motor eléctrico (2) utilizado con un convertidor de frecuencia (1), en la que el convertidor de frecuencia está montado entre la fuente de alimentación (3) y el motor eléctrico (2) y en la que el convertidor de frecuencia comprende un rectificador de red (4) que disminuye y también posiblemente aumenta la tensión, un rectificador (5, 18) que transmite la potencia de frenado del motor y un inversor (6) que comprende conmutadores controlados (7), así como un circuito intermedio (8, 9) que está montado entre el rectificador de red (4), el rectificador que transmite la potencia de frenado del motor, y el inversor, y comprendiendo dicha disposición de control una determinación de la velocidad (13) del motor,
- 10 en la que el rectificador (5, 18) que transmite la potencia de frenado del motor comprende un control (11) de la potencia de frenado, estando previsto el control de la potencia de frenado para regular la tensión de circuito intermedio según un valor de referencia (12), formándose el valor de referencia antes mencionado de la tensión de circuito intermedio al menos parcialmente en función de la velocidad determinada (13) del motor,
- 15 caracterizada por que el convertidor de frecuencia comprende un control de rectificador de red (14), estando previsto el control de rectificador de red para regular la tensión de circuito intermedio según un valor de referencia (12), formándose el valor de referencia antes mencionado de la tensión de circuito intermedio al menos parcialmente en función de la velocidad medida o estimada (13) del motor, en la que el control (11) de la potencia de frenado comprende un primer valor de referencia de la tensión de circuito intermedio, el control del rectificador de red comprende un segundo valor de referencia de la tensión de circuito intermedio, y por que el primer valor de referencia de la tensión de circuito intermedio es mayor que el segundo valor de referencia de la tensión de circuito intermedio.
- 20 2. Disposición de control según la reivindicación 1, caracterizada por que el inversor (6) está montado entre el circuito intermedio (8, 9) y el motor eléctrico (2), comprendiendo el convertidor de frecuencia (1) una determinación de la dirección del flujo de potencia a través del inversor, y por que el convertidor de frecuencia está montado para controlar la tensión de circuito intermedio con el control de rectificador de red (14) cuando el flujo de potencia pasa del circuito intermedio (8, 9) al motor eléctrico (2) así como con el control (11) de la potencia de frenado cuando el flujo de potencia pasa del motor eléctrico (2) al circuito intermedio (8, 9).
- 25 3. Disposición de control según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por que el convertidor de frecuencia (1) comprende determinaciones de la potencia disipada del rectificador de red (4), del rectificador (5, 18) que transmite la potencia de frenado del motor y también del inversor (6), y por que el convertidor de frecuencia está previsto para controlar la tensión de circuito intermedio con un control de rectificador de red (14) o, alternativamente, con un control (11) de la potencia de frenado, y por que cada control utilizado está previsto para regular la tensión de circuito intermedio según un valor de referencia (12), formándose el valor de referencia antes mencionado de la tensión de circuito intermedio al menos en parte en función de una comparación de la potencia disipada del rectificador de red (4), del rectificador (5, 18) que transmite la potencia de frenado del motor y también del inversor (6).
- 30 4. Disposición de control según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por que el convertidor de frecuencia (1) comprende un control (15) del inversor para controlar el motor con tensión de salida de frecuencia variable y de amplitud variable, formándose dicha tensión de salida mediante la conmutación de los conmutadores (7) del inversor mediante modulación por ancho de pulso con la referencia de conmutación (25) formada.
- 40 5. Disposición de control según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por que el rectificador de red que reduce la tensión comprende un puente rectificador controlado (16).
6. Disposición de control según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por que el rectificador de red que aumenta y disminuye la tensión comprende un rectificador de inversor de red, comprendiendo dicho rectificador de inversor de red un puente rectificador (19) así como también un filtro de red (20) conectado en serie entre una fuente de alimentación (3) y la entrada del puente rectificador, y comprendiendo dicho rectificador de red que aumenta y disminuye la tensión un interruptor (17) que reduce la tensión, montado en la salida de tensión continua del puente rectificador (19).
- 45 7. Disposición de control según la reivindicación 6, caracterizada por que el rectificador (18) que transmite la potencia de frenado del motor comprende un diodo montado en paralelo con el conmutador controlado del interruptor (17) mencionado anteriormente que disminuye la tensión, así como un conmutador controlado conectado en paralelo con el diodo del interruptor que disminuye la tensión.
- 50 8. Disposición de control según las reivindicaciones 1 a 6, caracterizada por que el rectificador que transmite la potencia de frenado del motor comprende un conmutador controlado (5) conectado en serie con la resistencia de potencia (19), y por que el circuito en serie mencionado anteriormente del conmutador y la resistencia de potencia está conectado en paralelo con el circuito intermedio (8, 9) del convertidor de frecuencia.
- 55 9. Disposición de control según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por que el convertidor de frecuencia (1) comprende una medición (21) de la tensión de circuito intermedio, y por que el control (11) de la

- 5 potencia de frenado está previsto para leer la tensión de circuito intermedio medida y para comparar el valor de referencia (12) de la tensión de circuito intermedio con la tensión de circuito intermedio medida (21), y después la tensión de circuito intermedio medida supera el valor de referencia para controlar el conmutador controlable del rectificador (5, 18) que transmite potencia de frenado de manera que el intervalo conductor relativo (23) del conmutador aumenta a medida que aumenta la tensión de circuito intermedio (23).
- 10 10. Método para controlar un motor eléctrico utilizado con un convertidor de frecuencia (1), en el que el convertidor de frecuencia está montado entre la fuente de alimentación (3) y el motor eléctrico (2) y en el que el convertidor de frecuencia comprende un rectificador de red (4) que disminuye y posiblemente también aumenta la tensión, un rectificador (5, 18) que transmite la potencia de frenado del motor y un inversor (6), así como un circuito intermedio (8, 9) que se encuentra entre la red, el rectificador que transmite la potencia de frenado del motor y el inversor, y en cuyo método se determina la velocidad (13) del motor, caracterizado por que el convertidor de frecuencia comprende un control de rectificador de red (14), estando previsto dicho control de rectificador de red para regular la tensión de circuito intermedio según un valor de referencia (12), formándose dicho valor de referencia antes mencionado de la tensión de circuito intermedio, al menos en parte, en función de la velocidad medida o estimada (13) del motor, y por que:
- 15 - se realiza un control (11) de potencia de frenado para el rectificador (5, 18) que transmite la potencia de frenado del motor
- 20 - el valor de referencia (12) de la tensión de circuito intermedio se forma, al menos en parte, en función de la velocidad determinada (13) del motor (2), en el que el control (11) de la potencia de frenado comprende un primer valor de referencia de la tensión de circuito intermedio, el rectificador de red comprende un segundo valor de referencia de la tensión de circuito intermedio, y por que el primer valor de referencia de la tensión de circuito intermedio es mayor que el segundo valor de referencia de la tensión de circuito intermedio,
- la tensión de circuito intermedio (21) se regula con el control (11) de la potencia de frenado según el valor de referencia antes mencionado (12) de la tensión de circuito intermedio.
- 25 11. Método según la reivindicación 10, caracterizado por que:
- la tensión de circuito intermedio (21) se mide
- la tensión medida se compara con el valor de referencia (12) de la tensión de circuito intermedio
- 30 - cuando el valor medido de la tensión de circuito intermedio aumenta más que el valor de referencia, el conmutador controlado del rectificador (5, 18) que transmite potencia de frenado se controla de modo que el intervalo conductor relativo (23) del conmutador aumenta a medida que aumenta la tensión de circuito intermedio (21).
12. Disposición o método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el motor eléctrico (2) al que se hace referencia es un motor de ascensor.

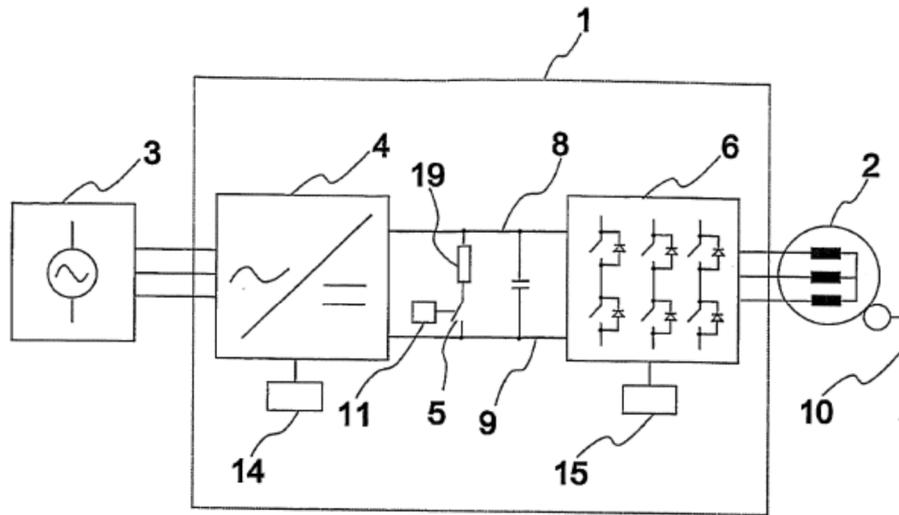


FIG. 1

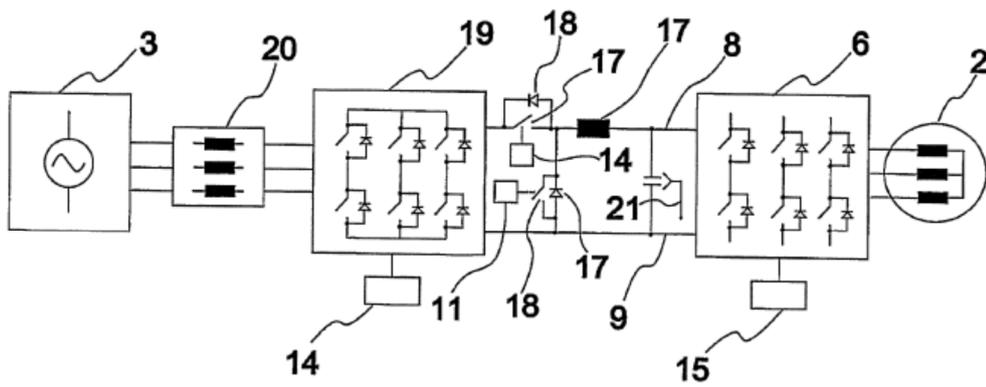


FIG. 2

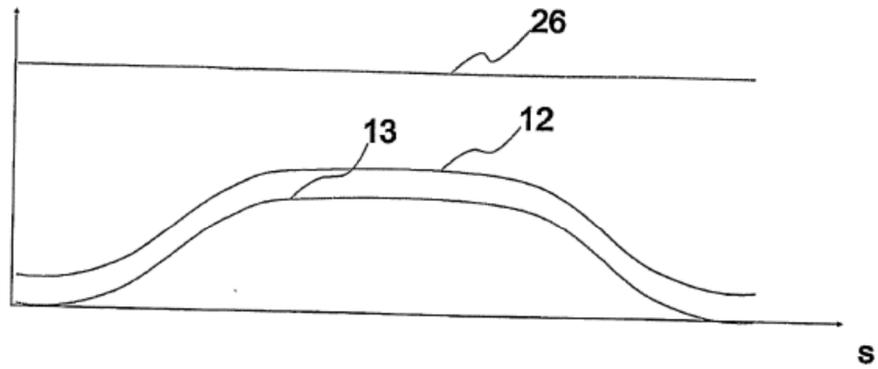


FIG. 3

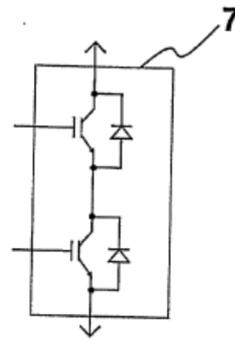


FIG. 4

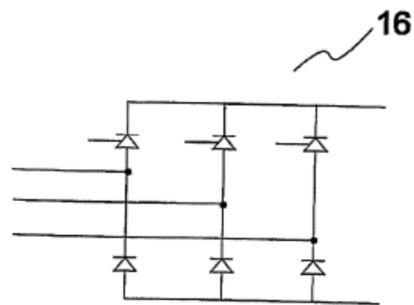


FIG. 5

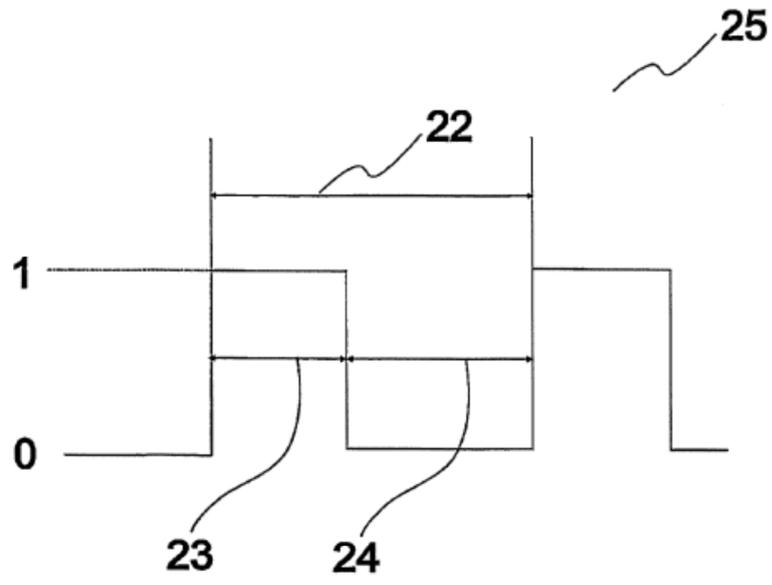


FIG. 6