

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 403 479**

51 Int. Cl.:

H02M 5/458 (2006.01)

H02P 3/14 (2006.01)

H02P 1/02 (2006.01)

H02J 7/34 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.03.2010 E 10003435 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.03.2013 EP 2372892**

54 Título: **Dispositivo y procedimiento para el almacenamiento intermedio de energía eléctrica de frenado de un motor que funciona en un inversor**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
20.05.2013

73 Titular/es:

MICHAEL KOCH GMBH (100.0%)
Zum Grenzgraben 28
76698 Ubstadt-Weiher, DE

72 Inventor/es:

TRÜMPLER, WALTER y
KOCH, MICHAEL

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 403 479 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

Dispositivo y procedimiento para el almacenamiento intermedio de energía eléctrica de frenado de un motor que funciona en un inversor.

5 La presente invención se refiere a un dispositivo para el almacenamiento intermedio de energía eléctrica de frenado de un motor que funciona en un inversor con circuito intermedio así como a un procedimiento para el almacenamiento intermedio y a un dispositivo de almacenamiento de energía para la conexión a un circuito intermedio de un inversor.

10 En muchas máquinas accionadas por motor son necesarios frecuentes arranques y paradas del motor. Durante el arranque del motor se necesita una elevada corriente de arranque; y por consiguiente es elevado el consumo de energía. Al frenar, habitualmente, el motor debe pararse lo más rápidamente posible. En muchos casos de aplicación no es aceptable una finalización gradual de la marcha hasta que se haya gastado su energía cinética, por ejemplo por rozamiento. Más bien es imprescindible que se alcance rápidamente la parada del motor. Posibles casos de aplicación son por ejemplo las prensas eléctricas.

15 En la industria transformadora de plástico, por ejemplo, se hacen funcionar a motor extrusionadoras a través de un tornillo sin fin para suministrar a la extrusionadora una cantidad de plástico predeterminada. Para que la pieza de plástico que ha de ser fabricada presente la forma deseada, el tornillo sin fin ha de pararse sin retraso.

20 Las aplicaciones tienen en común que se producen frecuentes arranques y paradas, generalmente 2 a 3 veces por minuto o más. Los motores están conectados a una fuente de tensión a través de un inversor con circuito intermedio. Si el motor se hace funcionar en la red de alimentación, entre el circuito intermedio y la red está conectado un inversor. Este principio no sólo se emplea en instalaciones estacionarias, sino que también puede aplicarse en aparatos y dispositivos móviles, por ejemplo en un aparato de manejo de estanterías de un almacén de estanterías altas en el que las mercancías se posicionan a diferentes niveles.

25 En este tipo de instalaciones y aparatos, durante el frenado del motor se libera energía de frenado que no puede ser evacuada por el motor a través del inversor. Generalmente, no está prevista ninguna retroalimentación a la red, ya que los componentes necesarios encarecerían fuertemente la instalación.

30 Por ello, para evacuar la energía de frenado liberada, habitualmente se emplean las llamadas resistencias de frenado como resistencias de carga que absorben la energía y la convierten en calor. La conexión de la resistencia de frenado se realiza normalmente a través de un interruptor electrónico de potencia que es parte integrante del inversor. La conexión y desconexión de la resistencia de frenado según las necesidades son controladas por una electrónica de control del inversor. De esta forma, queda garantizada una acción conjunta óptima entre el sistema de accionamiento (incluido el inversor) y la resistencia de frenado (independiente). Normalmente, la resistencia de frenado es un componente externo y se selecciona sustancialmente según la potencia punta y la potencia continua necesarias. Generalmente, se usan piezas usuales en el mercado que pueden emplearse para los inversores y las tensiones más diversos del motor.

35 Sin embargo, una desventaja del uso de resistencias de frenado es que la energía de frenado se convierte en calor y el calor debe ser evacuado.

Por el documento US6,333,611B1 se conoce un control para una máquina de moldeo por inyección para asistir el arranque del accionamiento desde un acumulador de energía.

40 Dicho acumulador se carga parcialmente durante el frenado del motor y, antes de cada procedimiento de arranque del motor, el acumulador se carga a su valor máximo con un dispositivo de carga. Para ello, se requiere un circuito de carga controlado a través del controlador del inversor. Sin embargo, en dicho circuito resulta extremadamente problemático que no están previstas medidas de limitación de corriente y que durante la aceleración del motor fluye una elevada corriente de compensación que constituye prácticamente un cortocircuito. Un dispositivo similar se describe también en el documento EP1484831A2.

45 El documento US2001/0017238A1 describe un control para un ascensor. En éste, mediante una pequeña batería se acumula una parte de la energía originada durante el frenado. El dispositivo para el almacenamiento intermedio es parte del control del ascensor y está adaptado a éste. Sin embargo, la unidad de control tiene sólo una baja dinámica, por lo que adicionalmente es necesario el uso de una resistencia de frenado. Una gran parte de la energía de frenado se convierte en calor y se gasta.

50 Por lo tanto, en el estado de la técnica existe el objetivo de proporcionar un dispositivo mejorado con el que el motor que funciona en el inversor se quede parado lo más rápidamente posible y que tenga una eficiencia mejorada.

55 El presente objetivo se consigue mediante un dispositivo para el almacenamiento intermedio de energía de frenado eléctrica con las características de la reivindicación 1, mediante un dispositivo de almacenamiento de energía para la conexión a un circuito intermedio de un inversor para la alimentación de un motor con las características de la reivindicación 11 así como mediante un procedimiento con las características de la reivindicación 13.

El dispositivo de almacenamiento de energía según la invención sirve para el almacenamiento intermedio de energía de frenado eléctrica de un motor que funciona en un inversor. Para ello, el dispositivo de almacenamiento de energía se conecta a un circuito intermedio de un inversor. Para ello, comprende un acumulador de energía, una unidad de detección y una electrónica de control. La unidad de registro detecta un estado de retroalimentación del inversor, en el que frena el motor, es decir en el que funciona como generador y se transmite energía del inversor al circuito intermedio. Al detectar el estado de retroalimentación, la electrónica de control conmuta un conmutador en el dispositivo de almacenamiento de energía de tal forma que el acumulador de energía funcione en paralelo al condensador del circuito intermedio absorbiendo energía desde el circuito intermedio.

El conmutador empleado en el dispositivo de almacenamiento de energía puede ser un conmutador electrónico, por ejemplo un conmutador de semiconductores. No obstante, también puede estar realizado por una pluralidad de elementos de conmutación. Por ejemplo, el conmutador puede estar realizado por una combinación de transistores y diodos o por uno o varios IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor).

Al conectar el dispositivo de almacenamiento de energía a un inversor con circuito intermedio queda formado por tanto un dispositivo apto para el almacenamiento intermedio de energía de frenado eléctrica de un motor. El motor está conectado al inversor. Al circuito intermedio está conectado habitualmente un rectificador a través del cual se establece la conexión a la red de tensión de alimentación. El circuito intermedio del inversor comprende un condensador de circuito intermedio conectado en paralelo al inversor. La red de tensión de alimentación puede ser por ejemplo la red de 220/230 V típica o la red de 380/400 V. También es posible usar otras redes con otras tensiones y/o frecuencias (diferentes a 50 Hz/ 60 Hz), por ejemplo en redes ferroviarias. En este caso, ha de adaptarse correspondientemente el inversor con el circuito intermedio y el rectificador.

Cuando se frena el motor que funciona en el inversor, se transmite energía del motor al inversor. Sin embargo, el circuito intermedio con el condensador de circuito intermedio sólo puede absorber muy poca energía. Por consiguiente, ha de evacuarse la energía (sobrante). Según la invención, en lugar de la resistencia de frenado, ahora se usa un dispositivo de almacenamiento de energía que comprende un acumulador de energía que puede conectarse en paralelo al condensador del circuito intermedio para absorber y almacenar la energía del condensador del circuito intermedio.

En una forma de realización preferible, la electrónica de control detecta el régimen de alimentación del inversor y controla un conmutador del dispositivo de almacenamiento de energía de tal forma que funcione en un régimen de emisión de energía (régimen tampón) en el que se retransmite energía del acumulador de energía al circuito intermedio. Durante ello, la energía almacenada previamente en el acumulador de energía se suministra al motor en caso de necesidad y de forma controlada.

El acumulador de energía del dispositivo de almacenamiento de energía puede ser un acumulador de energía mecánico o un acumulador de energía eléctrico. Como acumulador de energía mecánico se ofrece por ejemplo un motor accionado por la energía retroalimentada que almacena de forma intermedia la energía en forma de energía cinética. Esta energía puede volver a liberarse posteriormente en forma de una retroalimentación al condensador del circuito intermedio. No obstante, preferentemente, se usa un acumulador de energía eléctrica. Éste puede ser por ejemplo una batería. En una forma de realización especialmente preferible, el acumulador de energía eléctrica es un condensador en el que está almacenada la energía de frenado liberada del motor. La elección y el dimensionamiento del condensador pueden realizarse independientemente de las condiciones límite del uso y del intervalo de tensiones y de la energía que ha de ser almacenada.

Preferentemente, el dispositivo de almacenamiento de energía presenta adicionalmente una bobina de inducción conectada en serie con el acumulador de energía, especialmente con el condensador. La bobina de inducción sirve de almacén intermedio para intercambiar, en un régimen cíclico del dispositivo de almacenamiento de energía, la energía con el acumulador de energía y, por tanto, para el "bombeo" de energía al condensador del acumulador de energía.

El dispositivo de almacenamiento de energía debe sustituir la resistencia de frenado empleada habitualmente, en la que la energía de frenado liberada del motor se convierte en calor. Por lo tanto, ha de conectarse como componente externo, de forma similar a la resistencia de frenado, y ser apto para los inversores más diferentes de distintos fabricantes, por lo que puede comercializarse también como producto independiente. Por lo tanto, se ha de asegurar que por el funcionamiento del dispositivo de almacenamiento de energía no se produzcan influencias negativas en el sistema de accionamiento. Al contrario de la resistencia de frenado pasiva, este requisito debe ser aplicable para el dispositivo de almacenamiento de energía activo con electrónica de control independiente. Por ello, es especialmente importante que el estado de retroalimentación del inversor se detecte de manera fiable. Para ello, ofrecemos diferentes posibilidades.

Preferentemente, el dispositivo de almacenamiento de energía presenta una unidad de medición que mida una tensión de circuito intermedio en el condensador de circuito intermedio. La unidad de detección compara la tensión medida del circuito intermedio con un valor de referencia. El estado de retroalimentación del inversor en el que se retroalimenta la energía durante el frenado del motor, lo detecta porque la tensión de circuito intermedio es superior al valor de referencia. El acumulador de energía es controlado por la electrónica de control de tal forma que es

absorbida la energía excesiva.

Alternativamente, el estado de retroalimentación del inversor también puede detectarse porque una señal de conmutación se evalúe en una salida de conmutación del inversor. Según la invención, la unidad de detección detecta la señal de conmutación en la salida de conmutación del inversor. De esta forma, el dispositivo de almacenamiento de energía está conectado no sólo con el circuito intermedio, sino con la salida de control del inversor. Cuando está presente una señal de conmutación en la salida de conmutación, la unidad de detección detecta el estado de retroalimentación del inversor. En la práctica, la pluralidad de inversores presenta dicha salida de conmutación para conmutar habitualmente una resistencia de frenado. A través de la salida de conmutación se puede evacuar toda la potencia generadora del motor.

Dicha salida de conmutación se denomina salida de "chopper de frenado". Los niveles de tensión en el circuito intermedio del inversor con los que se conecta o desconecta la salida de chopper de frenado son fijados por el fabricante del inversor. Mediante la evaluación de la salida de conmutación, el dispositivo de almacenamiento de energía puede conectarse a cualquier inversor, ya que la señal de conmutación para la conexión del dispositivo de almacenamiento de energía es determinada por el inversor. Por lo tanto, queda garantizado que tenga lugar una adaptación (automática) del dispositivo de almacenamiento de energía al inversor correspondiente. Esto se realiza sin intervención del usuario, y en particular, no es necesario configurar o ajustar el dispositivo de almacenamiento de energía. Por lo tanto, quedan descartados los errores de manejo. Para el fabricante de un inversor queda descartado el riesgo de una influencia negativa en los sistemas de accionamiento. Por tanto, el dispositivo de almacenamiento de energía es igual a la resistencia de frenado actual. Para el cliente final no cambia nada. Sin embargo, frente a la resistencia de frenado clásica, el dispositivo de almacenamiento de energía presenta la ventaja de que la energía no se convierte en calor, sino que se vuelve a liberar cuando se necesite para el arranque del motor. También es posible puentear al menos a corto plazo un fallo de red mediante el acumulador de energía en el dispositivo de almacenamiento de energía.

Los dos procedimientos mencionados anteriormente se parecen en que la energía que ha de ser acumulada se alimenta al acumulador de energía con una corriente definida. En el caso más sencillo, dicha corriente es constante y se conmuta mediante un "régimen intermitente" de la salida de conmutación del inversor. Sin embargo, también es posible realizar una adaptación de la corriente que fluye por el dispositivo de almacenamiento de energía. Por lo tanto, pueden controlarse la corriente de carga del acumulador de energía y/o la corriente de descarga ("corriente tampón") (dentro del dispositivo de almacenamiento de energía). Preferentemente, esta adaptación de corriente se realiza en función de la tensión de circuito intermedio presente en el circuito intermedio. Sin embargo, una adaptación de este tipo sólo es posible cuando se puede medir la tensión de circuito intermedio, es decir cuando el dispositivo de almacenamiento de energía según la invención dispone de una unidad de medición.

Preferentemente, la adaptación de la corriente de carga o de descarga se realiza para cargar o descargar el acumulador de energía, de tal forma que para un valor de tensión inferior del circuito intermedio S_U , la corriente presenta un valor de corriente inferior. Para un valor de tensión superior del circuito intermedio S_O , la corriente presenta un valor de corriente superior. Por lo tanto, el valor de la corriente que fluye por el dispositivo de almacenamiento de energía se adapta a la tensión de circuito intermedio dentro de una gama de tensiones. Dicha gama de tensiones se sitúa preferentemente por debajo de la tensión de circuito intermedio con la que la señal de conmutación está presente en la salida de conmutación del inversor, es decir por debajo de la tensión del circuito intermedio si existe la señal de chopper de frenado. Esta tensión se denomina también tensión de chopper de frenado o umbral de conexión de chopper de frenado.

De manera ventajosa, la adaptación de la corriente durante el régimen de almacenamiento se realiza de tal forma que la corriente aumenta a medida que aumenta la tensión, y de forma inversa durante el régimen tampón. Por ejemplo, el valor de la corriente para el valor de tensión de circuito intermedio inferior S_U puede ascender a una tercera parte del valor máximo de la corriente, mientras que el valor de corriente máxima se alcanza con el valor de tensión superior del circuito intermedio S_O .

Ha resultado que es especialmente ventajoso que el valor de corriente que fluye por el dispositivo de almacenamiento de energía esté adaptado a la potencia de retroalimentación y por tanto, que fluya una corriente continua (sin régimen intermitente). En dicho valor de corriente están minimizadas las pérdidas que se producen en el dispositivo de almacenamiento de energía, e igualmente se reduce la producción de calor. Mejora notablemente el grado de acción y se alarga la duración útil de los componentes.

En el marco de la invención se encontró que resulta ventajoso no predefinir fijamente el valor de referencia con el que se detecta un estado de retroalimentación del inversor y el dispositivo de almacenamiento de energía se conecta en paralelo al inversor. Esto ofrece la ventaja de que el dispositivo de almacenamiento de energía puede emplearse para diferentes inversores y diferentes niveles de tensión. Por lo tanto, según la invención se aplica un procedimiento de control adaptivo (autoinhibidor) en el que la unidad de medición del dispositivo de almacenamiento de energía mide la tensión del circuito intermedio en el condensador del circuito intermedio que es al mismo tiempo la tensión de entrada del dispositivo de almacenamiento de energía.

Para ello, después de la primera conexión del inversor se mide la tensión del circuito intermedio cuando la señal de conmutación está presente por primera vez en la salida de conmutación del inversor. Por lo tanto, se determina el umbral de conexión de chopper de frenado (tensión del circuito intermedio durante el primer frenado del motor). A partir de este valor medido de la tensión del circuito intermedio se forma entonces el valor de referencia para la detección del estado de retroalimentación, el llamado valor de régimen de almacenamiento. De forma especialmente preferible, dicho valor de régimen de almacenamiento se usa para detectar el estado de retroalimentación, es decir el valor de referencia, a partir del que se produce la absorción de energía en el dispositivo de almacenamiento de energía. Para ello, la tensión medida del circuito intermedio al detectar el estado de retroalimentación se somete a un valor de corrección, de modo que la tensión medida del circuito intermedio y el valor de corrección forman el valor de referencia. Preferentemente, el valor de régimen de almacenamiento formado es inferior a la tensión medida del circuito intermedio (umbral de conexión de chopper de frenado). Ha resultado ser positivo fijar el valor de corrección a entre aprox. 2 % y 15 % del valor de tensión medido del circuito intermedio, de forma especialmente preferible entre 5 % y 10 %, de forma particularmente preferible al 7 %. Esto ofrece la posibilidad de iniciar la absorción de energía en el dispositivo de almacenamiento de energía ya antes de que se haya alcanzado el valor de tensión de retroalimentación (umbral de conexión de chopper de frenado) predefinido por el fabricante del inversor.

Este procedimiento adaptivo resulta adecuado especialmente cuando han de realizarse límites de tensión para la adaptación de la corriente que fluye por el dispositivo de almacenamiento de energía. Mediante la elección adecuada del valor de corrección pueden formarse dos valores límite, a saber, un valor de tensión inferior del circuito intermedio (valor inferior de régimen de almacenamiento) S_u y un valor de tensión superior del circuito intermedio (valor superior de régimen de almacenamiento) S_o que constituyen los límites de la gama de tensiones dentro de la que se produce la adaptación de la corriente.

Alternativamente, el valor de referencia para la detección del estado de retroalimentación también puede realizarse independientemente de la presencia de la señal de conmutación en la salida de conmutación. Para ello, se ha de determinar de manera adecuada el valor de tensión con el que comienza la fase de frenado del motor.

La retroalimentación de la energía, almacenada de forma intermedia, del acumulador de energía al circuito intermedio se realiza de manera análoga. Para ello se mide por ejemplo la tensión del circuito intermedio cuando la señal de conmutación ya no está presente en la salida de conmutación (umbral de desconexión de chopper de frenado). De manera análoga también puede determinarse o fijarse durante la alimentación al circuito intermedio una gama de tensiones (de alimentación) dentro de la que se produce opcionalmente una adaptación de la corriente. La gama de tensiones está comprendida entre un valor superior de régimen de alimentación E_o y un valor inferior de régimen de alimentación E_u que preferentemente es inferior al umbral de desconexión de chopper de frenado.

A continuación, la invención se describe en detalle con la ayuda de las formas de realización especiales representadas en las figuras. Las características especiales representadas en éstas pueden usarse individualmente o en combinación para crear formas de realización preferibles de la invención. Las formas de realización descritas no significan ninguna limitación de la invención definida de las reivindicaciones en su totalidad. Muestran:

- la figura 1 un esquema de conexiones de un dispositivo con un inversor, un circuito intermedio y un dispositivo de almacenamiento de energía,
- la figura 2 la disposición de circuitos del dispositivo de almacenamiento de energía de la figura 2,
- la figura 3 una forma de realización alternativa del dispositivo de almacenamiento de energía según la figura 2,
- la figura 4 una forma de realización alternativa del dispositivo de almacenamiento de energía según la figura 2,
- la figura 5 el nivel de la tensión del circuito intermedio para un dispositivo según la figura 2 en la red de 400 V.

La figura 1 muestra un sistema de accionamiento 1 según la invención con un motor 2 que está conectado a la red de alimentación 4 a través de un inversor 3. El inversor 3 comprende un inversor 5, un circuito intermedio 6 y un rectificador 7. A un condensador de circuito intermedio 8 está conectado un dispositivo de almacenamiento de energía 9, de tal forma que queda conectada en paralelo al condensador de circuito intermedio 8.

Cuando el motor 2 se hace funcionar en régimen de frenado, se transmite energía de frenado del motor 2 al circuito intermedio 6 a través de inversor 5. El circuito intermedio 6 sólo puede almacenar una cantidad despreciable de esta energía en su condensador de circuito intermedio 8 y la emite al dispositivo de almacenamiento de energía 9 que es apto de absorber energía de frenado. Sin embargo, al contrario de una resistencia de frenado, el dispositivo de almacenamiento de energía 9 permite almacenar eléctricamente la energía liberada durante el frenado y volver a liberarla durante el arranque del motor 2, es decir, alimentar de energía al motor 2. El dispositivo de almacenamiento de energía 9 permite también puentear un breve fallo de la red de alimentación 4.

En una forma de realización preferible según la figura 1, el dispositivo de almacenamiento de energía 9 comprende un acumulador de energía 11 realizado como condensador de acumulador de energía 10. Opcionalmente, el

acumulador de energía 11 también puede estar realizado como batería o como motor para el almacenamiento intermedio de energía.

5 La figura 2 muestra en detalle una forma de realización especial del dispositivo de almacenamiento de energía 9. El acumulador de energía 11 está realizado como condensador de acumulador de energía 10 que se hace funcionar en paralelo al circuito intermedio 6. Está conectada en serie con el condensador de acumulador de energía 10 una bobina de inducción 12 que absorbe energía paso a paso o de forma cíclica y que transmite la energía liberada del motor al condensador de acumulador de energía 10.

10 Una electrónica de control 13 comprende una unidad de detección 14 que puede estar realizada en parte en software y una unidad de medición 15 que a través de un sensor, por ejemplo una resistencia de medición 16, mide la tensión del circuito intermedio. La unidad de detección 14 detecta un estado de retroalimentación del inversor 5 en el que energía eléctrica de frenado se transmite del motor 2 al circuito intermedio 6.

En el dispositivo representado en la figura 2, el inversor 5 presenta una salida de conmutación 51 que también se denomina salida de chopper de frenado. Dicha salida de conmutación es detectada por la unidad de detección 14 a través de un sensor, por ejemplo una resistencia de control 17.

15 En un control sencillo del dispositivo de almacenamiento de energía 9, cuando está presente una señal de conmutación en la salida de conmutación 51 del inversor se conecta el acumulador de energía 11. La conexión se realiza mediante un microcontrolador 18 que forma parte de la electrónica de control 13 y mediante un conmutador 21 que preferentemente está formado por la combinación de un convertidor reductor 19 y un convertidor elevador 20. El convertidor reductor 19 comprende un diodo 19a y un transistor 19b; el convertidor elevador 20 comprende un diodo 20a y un transistor 20b. El convertidor reductor 19 y el convertidor elevador 20 son controlados a través de sendos controladores de puerta 19c y 20c, preferentemente con separación de potencial. Para conmutar el acumulador de energía 11 para el régimen de almacenamiento se usa el convertidor reductor 19. Para el régimen también se usa el convertidor elevador 20.

25 En esta forma de realización, por tanto, el acumulador de energía 11 se conmuta en función de una señal de conmutación en la salida de conmutación 51 del inversor 5. Cuando se desconecta la salida de conmutación 51, es decir, cuando ya no está presente la señal de conmutación, el dispositivo de almacenamiento de energía 9 detecta que ya no se suministra más energía de frenado desde el motor 2.

30 Para una absorción eficiente de potencia en el condensador de acumulador de energía 10, en una forma de realización preferible, éste se carga previamente. Preferentemente, la tensión en el condensador de acumulador de energía 10 se ajusta de tal forma que dicha tensión inicial ascienda a entre aprox. 25 % y 50 % de su tensión nominal de condensador. Para vigilar la tensión en el condensador de acumulador de energía 10, se detecta a través de un sensor, por ejemplo una resistencia de medición 26, y se suministra a la electrónica de control 13 o a la unidad de detección 14. Mediante esta resistencia de medición 26 también se puede evaluar cuando se alcanza el grado de carga máximo del condensador de acumulador de energía 10. La medición de tensión puede realizarse de forma continua, periódica o en momentos predefinidos fijamente.

35 En una forma de realización preferible, la unidad de detección 14 detecta un "estado de régimen de alimentación" del inversor 5 en el que se transmite energía del circuito intermedio 6 al inversor 5 y el inversor 5 alimenta al motor 2. Este es el régimen normal del motor 2. En una forma de realización preferible, el régimen de alimentación del motor 2 es detectado por la unidad de detección 14 porque la tensión del circuito intermedio queda por debajo del valor de referencia por un valor predefinido. Ahora, se produce una conmutación de tal forma que la energía almacenada en el condensador de acumulador de energía 10 se suministra al motor 2. Para ello, se usa el convertidor elevador 20 de tal forma que la energía almacenada de forma intermedia en el acumulador de energía 11 se transmite al condensador de circuito intermedio 8 a través de la bobina de inducción 12.

40 Alternativamente, tanto para el almacenamiento intermedio de energía en el dispositivo de almacenamiento de energía 9 como para la reconducción de energía procedente del acumulador de energía 11 al motor 2 pueden realizarse en un procedimiento de control adaptivo. Para ello, preferentemente, el dispositivo de almacenamiento de energía 9 se conecta a la salida de conmutación 51 y se detecta el estado de conmutación de la salida de conmutación 51. Sin embargo, la conexión de una señal de conmutación en la salida de conmutación 51 no se usa para la conexión directa del régimen de almacenamiento del dispositivo de almacenamiento de energía 9. Tanto en el momento de conexión como en el momento de desconexión de la salida de conmutación 51 se mide la tensión de circuito intermedio en el condensador de circuito intermedio 8. Estos valores de tensión (valor de régimen de almacenamiento o valor de régimen de alimentación) se usan como magnitudes de referencia para el siguiente funcionamiento del dispositivo de almacenamiento de energía 9. Para ello, preferentemente, el dispositivo de almacenamiento de energía 9 presenta una memoria de datos que puede estar integrada en el microcontrolador 18. Este no está representado en la figura 3.

La conexión del régimen de almacenamiento se produce con una tensión de circuito intermedio (valor de régimen de almacenamiento) inferior a la tensión medida del circuito intermedio U_{ZKm} durante la conexión de la salida de conmutación 51. Preferentemente, este valor de régimen de almacenamiento se fija a entre aprox. 5 % y 10 % por

debajo de la tensión medida del circuito intermedio U_{ZKm} . En una forma de realización preferible, un valor de referencia o límite para la conexión del acumulador de energía 11 se almacena en la memoria de datos del dispositivo de almacenamiento de energía 9.

5 Opcionalmente, a partir de las tensiones de circuito intermedio medidas durante la conexión y la desconexión de la salida de conmutación 51 puede producirse una adaptación de la corriente de carga o la corriente de retroalimentación en función del estado de sollicitación del sistema de accionamiento 1. Por ejemplo, mediante un sensor de corriente 22 se mide la corriente que fluye al acumulador de energía. La corriente puede adaptarse en función de la tensión de circuito intermedio. El control de la adaptación de corriente es realizado preferentemente por el microcontrolador 18.

10 El dispositivo de almacenamiento de energía 9 en la figura 3 presenta preferentemente una resistencia de frenado 24 dispuesta en paralelo al acumulador de energía 11. Preferentemente, la resistencia de frenado 24 está dispuesta de tal forma que al exceder un valor umbral superior o al quedar debajo de un grado de carga predefinido del acumulador de energía 11 fluye automáticamente una corriente por la resistencia de frenado 24 y se transmite energía del circuito intermedio 9 a la resistencia de frenado 24. Durante ello, la energía es convertida en calor en la
15 resistencia de frenado 24. La resistencia de frenado está dispuesta entre la salida de conmutación 51 del inversor 5 y la conexión positiva (+ U_2) de la unidad de almacenamiento de energía 9. Preferentemente, la resistencia de frenado 24 está concebida para la potencia punta máxima del sistema de accionamiento 1, pero sólo para una baja potencia continua. Su forma de construcción es correspondientemente pequeña.

20 Cuando se produce por primera vez el estado de retroalimentación del inversor 5, es decir cuando está presente por primera vez una señal de conmutación en la salida de conmutación 51 se conecta la resistencia de frenado 24 y al mismo tiempo se detecta el nivel de tensión del circuito intermedio 6. El valor de tensión es detectado por medición por la unidad de medición 15 y almacenado como referencia para el siguiente funcionamiento en una memoria de datos, por ejemplo en el microcontrolador 18. El nivel de conexión del dispositivo de almacenamiento de energía 9 (valor de régimen de almacenamiento) se pone ahora por debajo de la tensión medida de circuito intermedio U_{ZKm}
25 durante la conexión de la salida de conmutación 51. Por ejemplo, el nivel de conexión puede estar 5 % por debajo del nivel de tensión medido U_{ZKm} o entre 10 V y 20 V por debajo del valor.

30 Esto tiene como consecuencia que en el régimen "normal" del sistema de accionamiento 1, el dispositivo de almacenamiento de energía 9 se conecta ya antes de que el inversor 5 emita la señal de conmutación para el régimen de almacenamiento de frenado. Por consiguiente, la energía de frenado liberada del motor 2 se almacena de forma intermedia en el dispositivo de almacenamiento de energía 9 y no se convierte en calor en la resistencia de frenado 24 como es habitual en el estado de la técnica.

De ello resultan las siguientes ventajas:

35 1. Cuando la potencia de frenado retroalimentada del sistema de accionamiento 1 es superior a la potencia que puede absorber el dispositivo de almacenamiento de energía 9 se sigue incrementando la tensión en el circuito intermedio 6 hasta alcanzar el nivel de respuesta de la salida de conmutación 51 (umbral de conexión de chopper de frenado). Ahora, se conecta la resistencia de frenado 24 para asistir al acumulador de energía 11. Esto puede producirse especialmente cuando el condensador de acumulador de energía 10 aún no ha alcanzado su tensión inicial, por ejemplo cuando en el condensador de acumulador de energía 10 está presente una tensión que asciende a entre menos del 25 % y menos del 50 % de la tensión nominal del condensador.

40 2. Cuando se ha alcanzado la tensión máxima en el condensador de acumulador de energía 10 se debe finalizar el régimen de almacenamiento para proteger el condensador de acumulador de energía 10. Ahora, se conecta la resistencia de frenado 24, de forma que es posible un régimen de emergencia. Por lo tanto, se puede seguir frenando el motor. Únicamente, en este caso, la energía de frenado se convierte en calor. Cuando se ha vuelto a descargar (al menos en parte) el condensador de acumulador de energía 10, la función de almacenamiento es
45 realizada por el acumulador de energía 11.

50 3. En caso del fallo de partes del dispositivo de almacenamiento de energía 9 por razones técnicas, por ejemplo en caso de un defecto del condensador de acumulador de energía 10 o de un defecto de la electrónica de control 13 también se inicia automáticamente un régimen de emergencia en el que se conecta la resistencia de frenado 24. Este "régimen de emergencia" se inicia automáticamente cuando la tensión del circuito intermedio es superior al valor límite de tensión de frenado (umbral de conexión de chopper de frenado).

El gasto por esta ventaja lograda por la resistencia de frenado 24 adicional es muy bajo, porque no se requieren dispositivos de conmutación adicionales para la resistencia de frenado 24. Además, la resistencia de frenado 24 es de construcción pequeña y económica, porque tiene que soportar sólo una baja carga continua.

55 Preferentemente, el flujo de corriente por la resistencia de frenado 24 puede ser detectado por la resistencia de frenado 24. Cuando se produce un uso más frecuente de la resistencia de frenado 24, la electrónica de control 13 puede emitir una señal que indica un error.

La figura 4 muestra otra forma de realización del dispositivo de almacenamiento de energía 9 que igualmente prevé una resistencia de frenado 24 y que está ampliado de tal forma que en serie con la resistencia de frenado 24 está dispuesto un conmutador de resistencia de frenado 25. Este conmutador de resistencia de frenado 25 preferible permite conmutar la resistencia de frenado 24 de forma intencionada. En una forma de realización preferible, el conmutador de resistencia de frenado 25 se conmuta a una posición cerrada cuando la tensión medida del circuito intermedio U_{ZKm} es superior a un valor límite de conexión de resistencia de frenado que preferentemente es superior al umbral de conexión del chopper de frenado. Por ejemplo, el conmutador de resistencia de frenado 25 puede ser un relé conectado contra la conexión positiva (+ U_z) del dispositivo de almacenamiento de energía 9. El conmutador de resistencia de frenado 25 es conmutado por la electrónica de control 13 del dispositivo de almacenamiento de energía 9. Por lo tanto, determina si y cuando se usa la resistencia de frenado 24. Con una elección adecuada del conmutador de resistencia de frenado 25, por ejemplo si en caso de un fallo conmuta el dispositivo de almacenamiento de energía 9 automáticamente a la posición cerrada, se consigue incrementar notablemente la seguridad del sistema de accionamiento.

La figura 5 muestra al ejemplo de un sistema de accionamiento 1 que funciona en una red de alimentación de 400 V los niveles de la tensión de circuito intermedio con los que se producen las conmutaciones. Con la tensión de red de 400 V resulta una tensión de rectificación de punta 30 de 566 V aproximadamente. Este valor caracteriza el régimen normal N. Si se admiten fluctuaciones de tensión de + 10 %, este valor se incrementa a 622 V.

La salida de conmutación 51 del inversor conecta la señal de conmutación con una tensión de circuito intermedio de por ejemplo 700 V. Por lo tanto, en una forma de realización sencilla, a partir de este umbral de conexión de chopper de frenado 31 de 700 V se conecta el dispositivo de almacenamiento de energía 9 si la conexión se realiza a través de la señal de conmutación en la salida de conmutación 51, como se ha descrito anteriormente.

Si la señal de conmutación en la salida de conmutación 51 es la única señal de conmutación, el régimen de almacenamiento del dispositivo de almacenamiento de energía 9 finaliza con un umbral de desconexión de chopper de frenado 32 de 650 V. Con una tensión 36 inferior al umbral de desconexión de chopper de frenado 32 se conmuta al llamado régimen tampón en el que el motor es alimentado de energía procedente del dispositivo de almacenamiento de energía 9.

En caso de un régimen controlado, adaptado, la absorción de energía durante el frenado del motor se inicia ya por debajo del umbral de conexión de chopper de frenado 31. El intervalo de tensiones para este régimen de almacenamiento S comienza con aprox. 640 V. En el ejemplo representado, este valor es el valor inferior del circuito intermedio S_u (valor límite inferior del régimen de almacenamiento 33). Durante una adaptación de corriente se ajusta un valor de corriente inferior para la corriente que fluye al acumulador de energía 11. Preferentemente, el valor de corriente asciende a un tercio del valor de corriente máximo. A aprox. 660 V asciende el valor de tensión superior del circuito intermedio S_o (valor límite superior del régimen de almacenamiento 34) con el que se ha alcanzado el valor de corriente superior para la corriente de alimentación del acumulador de energía 11. Este valor de corriente puede ser por ejemplo el 100 % del valor de corriente máximo. Al exceder el umbral de conexión de chopper de frenado 31 puede conectarse opcionalmente la resistencia de frenado 24 facultativa adicional.

Por consiguiente, la adaptación de la corriente de alimentación se produce en una gama de tensiones S de 640 V a 660 V. Preferentemente, se produce por sincronización, siendo controlado el convertidor reductor 19 de manera correspondiente por el microcontrolador 18 de la electrónica de control 13.

Durante un funcionamiento regulado del dispositivo de almacenamiento de energía 9, también el llamado régimen tampón P o régimen de alimentación, es decir, el régimen en el que el inversor 5 se encuentra en el régimen de alimentación y transmite energía del acumulador de energía 11 al motor 2, se produce en una gama de tensiones P comprendida por ejemplo entre aprox. 610 V (valor límite inferior del régimen de alimentación 35) y 630 V (valor límite superior del régimen de alimentación 36). En esta gama de tensiones P del régimen tampón igualmente puede producirse una adaptación de la corriente de tal forma que por la sincronización del convertidor elevador, la corriente es regulada en función del valor de tensión.

Una regulación de corriente de este tipo ha resultado ser ventajosa tanto para el régimen de retroalimentación como para el régimen de alimentación, ya que con la menor corriente posible y con una reducida sincronización aumenta la efectividad del dispositivo de almacenamiento de energía 9, mientras que al mismo tiempo disminuye la ondulación de la tensión en el circuito intermedio 6. Por lo tanto, disminuyen también las pérdidas en general, especialmente las pérdidas propias. Además, una reducida sincronización tiene la ventaja de que aumenta la duración útil del dispositivo de almacenamiento de energía 9. Se reducen los ruidos de sincronización y de conmutación.

Como se puede ver en la figura 5, por ejemplo a 750 V, es decir claramente por encima del umbral de conexión del chopper de frenado 31, se produce una desconexión de seguridad. Cuando la tensión del circuito intermedio alcanza el umbral de desconexión de seguridad 37 se desconecta el sistema de accionamiento 1 en general. El umbral de desconexión de seguridad 37 puede adoptar también otros valores; se sitúan entre 400 V de tensión de alimentación, preferentemente entre 710 V y 850 V.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo para el almacenamiento intermedio de energía eléctrica de frenado de un motor que funciona en un inversor con circuito intermedio, el cual comprende un inversor, un circuito intermedio y un dispositivo de almacenamiento de energía,
 5 y en el cual
 el circuito intermedio (6) comprende un condensador de circuito intermedio (8) dispuesto en paralelo al inversor (5), el inversor (5) está preparado para la conexión al motor (2) y está conectado entre el motor (2) y el circuito intermedio (6), y el inversor (5) presenta un estado de realimentación en el que se transmite energía del inversor (5) al condensador (8) del circuito intermedio (6),
 10 el dispositivo de almacenamiento de energía (9) comprende un acumulador de energía (11), una unidad de detección (14) y una electrónica de control (13), así como una unidad de medición (15) que mide una tensión de circuito intermedio U_{ZKm} en el condensador de circuito intermedio (8), y en el cual
- la unidad de detección (14) detecta el estado de retroalimentación del inversor (5),
 - al detectarse el estado de retroalimentación, la electrónica de control (13) conmuta un conmutador (21) del dispositivo de almacenamiento de energía (9) a una posición de absorción de energía, de tal forma que el acumulador de energía (11) funcione en paralelo al condensador de circuito intermedio (8) y el acumulador de energía (11) absorba energía procedente del circuito intermedio (6),
 - el inversor (5) presenta una salida de conmutación (51) para una señal de conmutación que puede ser detectada por la unidad de detección (14), y la unidad de detección (14) detecta el estado de retroalimentación del inversor (5) cuando la señal de conmutación está presente en la salida de conmutación (51) del inversor (5)
 20 y
- caracterizado porque**
 la unidad de medición (15) mide la tensión del circuito intermedio en el condensador de circuito intermedio (8) cuando después de la conexión del inversor (5) una señal de conmutación está presente por primera vez en una salida de conmutación (51) del inversor (5), formándose a partir de la tensión medida del circuito intermedio U_{ZKm} el valor de referencia para la detección del estado de retroalimentación.
 25
2. Dispositivo según la reivindicación 1, **caracterizado porque** la unidad de detección (14) detecta el estado de retroalimentación del inversor (5) cuando la tensión medida del circuito intermedio U_{ZKm} es superior a un valor de referencia.
- 30 3. Dispositivo según la reivindicación 2, **caracterizado porque** el valor de referencia se forma a partir de la tensión medida del circuito intermedio U_{ZKm} y un valor de corrección K, preferentemente de tal forma que el valor de referencia formado se encuentre por debajo de la tensión medida del circuito intermedio U_{ZKm} .
4. Dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el dispositivo de almacenamiento de energía (9) comprende un convertidor elevador (20) y/o un convertidor reductor (19).
- 35 5. Dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** la corriente que fluye por el dispositivo de almacenamiento de energía (8) se adapta en función de la tensión presente en el circuito intermedio (6).
6. Dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el dispositivo de almacenamiento de energía (9) presenta una resistencia de frenado (24) dispuesta en paralelo al acumulador de energía (11).
- 40 7. Dispositivo según la reivindicación 6, **caracterizado porque** la resistencia de frenado (24) está dispuesta de tal forma que al excederse un valor umbral superior o al excederse un grado de carga predefinido del acumulador de energía (11) fluye una corriente por la resistencia de frenado (24) y se transmite energía del circuito intermedio (6) a la resistencia de frenado (24), estando dispuesta la resistencia de frenado (24) preferentemente entre la salida de conmutación (51) del inversor (5) y la conexión positiva del dispositivo de almacenamiento de energía (9).
- 45 8. Dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** la unidad de detección (14) detecta un régimen de alimentación del inversor (5) en el que se transmite energía del circuito intermedio (6) al inversor (5).
9. Dispositivo según la reivindicación 8, **caracterizado porque**, cuando detecta el régimen de alimentación, la electrónica de control (13) conmuta un conmutador (21) del dispositivo de almacenamiento de energía (9) a una posición de emisión de energía, de tal forma que se transmita energía del acumulador de energía (11) al circuito intermedio (6).
 50
10. Dispositivo de almacenamiento de energía para la conexión a un circuito intermedio de un inversor y para el almacenamiento intermedio de energía de frenado eléctrica de un motor que funciona en el inversor, en un dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores, que comprende un acumulador de energía (11), una unidad de detección (14) y una electrónica de control (13) así como una unidad de medición (15) que mide una tensión de circuito intermedio U_{ZKm} en el condensador de circuito intermedio (8),
 55

en el cual

la unidad de detección (14) detecta un estado de retroalimentación del inversor (5) en el que el motor (2) funciona como generador y transmite energía del inversor (5) al circuito intermedio (6) cuando una señal de conmutación que puede ser detectada por la unidad de detección (14) está presente en una salida de conmutación (51) del inversor (5) y

al detectarse el régimen de retroalimentación, la electrónica de control (13) conmuta un conmutador (21) del dispositivo de almacenamiento de energía (9) de tal forma que el acumulador de energía (11) funcione en paralelo al condensador de circuito intermedio (8) y el acumulador de energía (11) absorba energía procedente del circuito intermedio (6),

caracterizado porque

la unidad de medición (15) mide la tensión del circuito intermedio en el condensador de circuito intermedio (8) cuando después de la conexión del inversor (5) una señal de conmutación está presente por primera vez en una salida de conmutación (51) del inversor (5), formándose a partir de la tensión medida del circuito intermedio U_{ZKm} el valor de referencia para la detección del estado de retroalimentación.

11. Dispositivo de almacenamiento de energía según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** la unidad de detección (14) detecta el régimen de retroalimentación del inversor (5) cuando la tensión medida del circuito intermedio U_{ZKm} se encuentra por encima de un valor de referencia.

12. Procedimiento para el almacenamiento intermedio de energía de frenado eléctrica de un motor que funciona en un inversor con circuito intermedio, mediante un dispositivo de almacenamiento de energía (9) para la conexión al circuito intermedio (6) del inversor (5), en el cual el dispositivo de almacenamiento de energía (9) comprende un acumulador de energía (11), una unidad de detección (14) y una electrónica de control (13) y el inversor (5) presenta un régimen de retroalimentación en el que se transmite energía del inversor (5) al circuito intermedio (6), y en el cual el inversor (5) presenta una salida de conmutación (51) en la que en el estado de retroalimentación del inversor (5) está presente una señal de conmutación detectable,

caracterizado por los siguientes pasos:

- detección de la señal de conmutación en la salida de conmutación (51) mediante la unidad de detección (14),
- detección del estado de retroalimentación del inversor (5) al estar presente la señal de conmutación en la salida de conmutación (51),
- medición de la tensión del circuito intermedio en el condensador de circuito intermedio (8) por la unidad de medición (15) cuando después de la conexión del inversor (5) una señal de conmutación está presente por primera vez en la salida de conmutación (51) del inversor (5)
- formación de un valor de referencia para la detección del estado de retroalimentación a partir de la tensión medida del circuito intermedio U_{ZKm}
- al detectarse el régimen de retroalimentación del inversor (5), conmutación de un conmutador (21) del dispositivo de almacenamiento de energía (9) de tal forma que el acumulador de energía (11) funcione en paralelo al circuito intermedio (6), y
- almacenamiento de energía procedente del circuito intermedio (6) en el acumulador de energía (11).

13. Procedimiento según la reivindicación 12, **caracterizado por** los siguientes pasos:

- detección de un estado de alimentación del inversor (5) en el que se transmite energía del circuito intermedio (6) al inversor (5),
- al detectarse el régimen de alimentación, conmutación del conmutador (21) a una posición de emisión de energía, y
- transmisión de energía del acumulador de energía (11) al circuito intermedio (6).

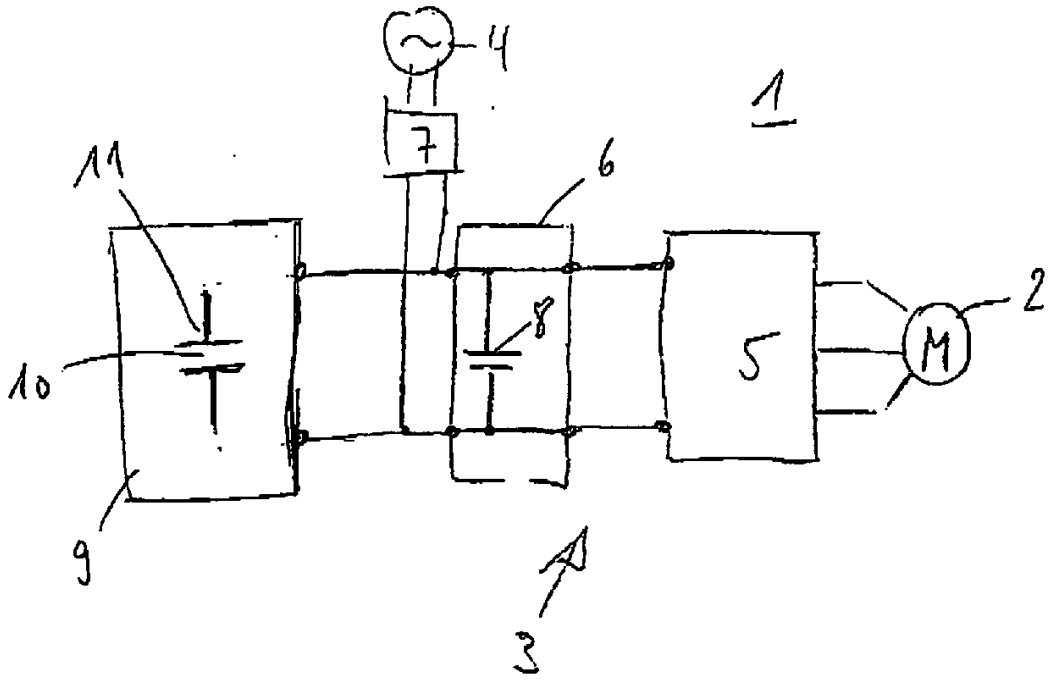


Fig. 1

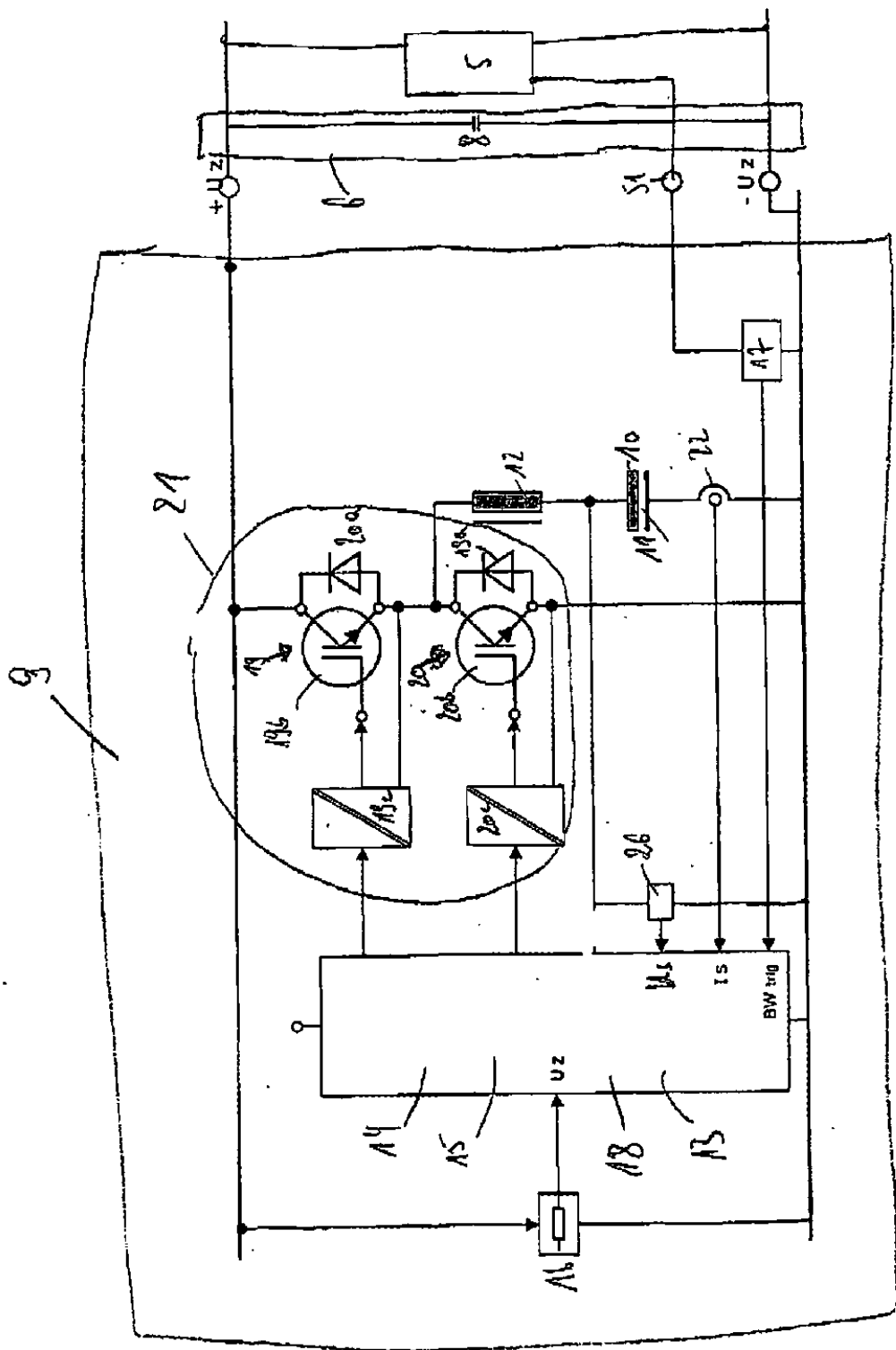


Fig. 4

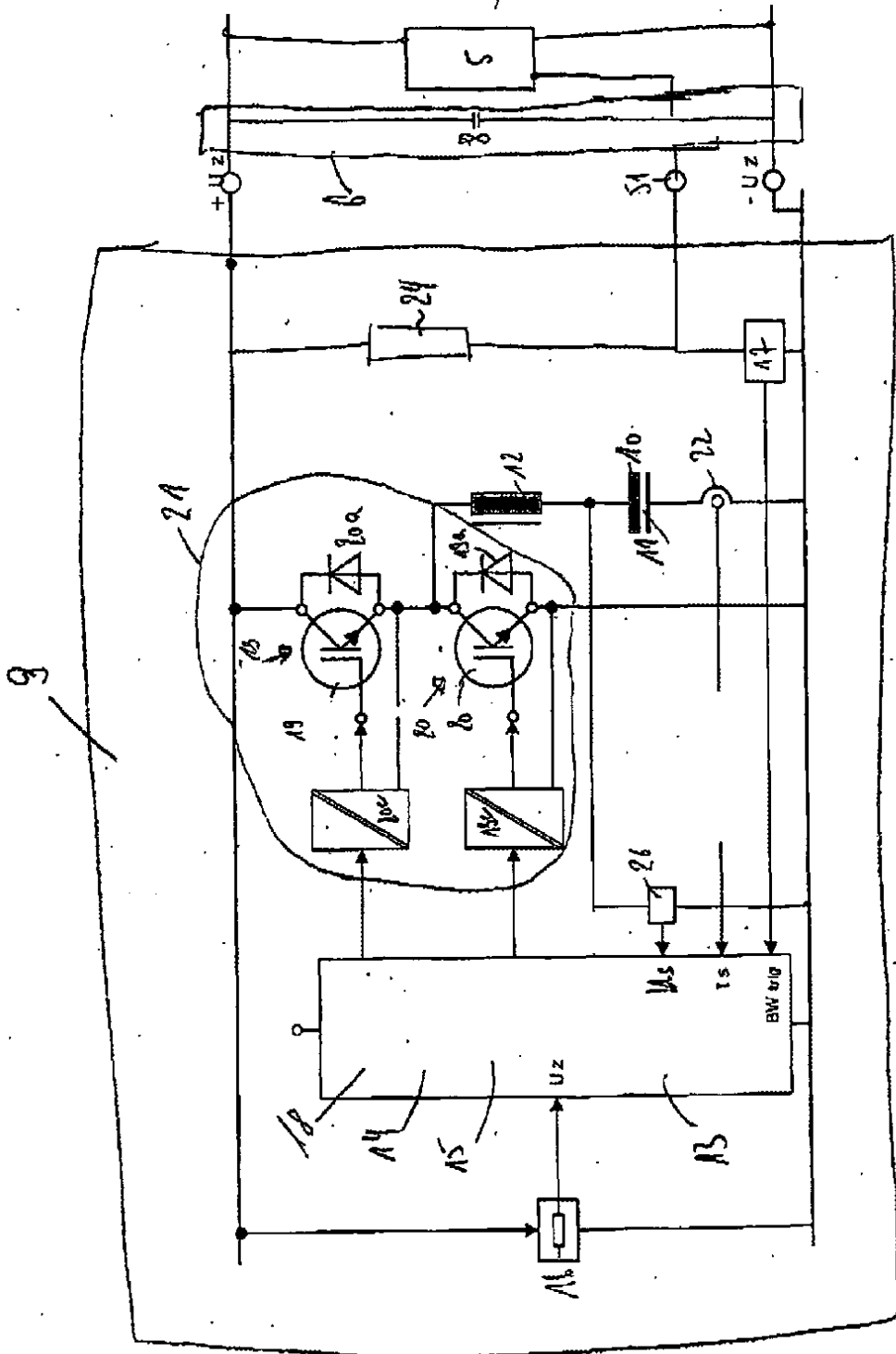


Fig 3

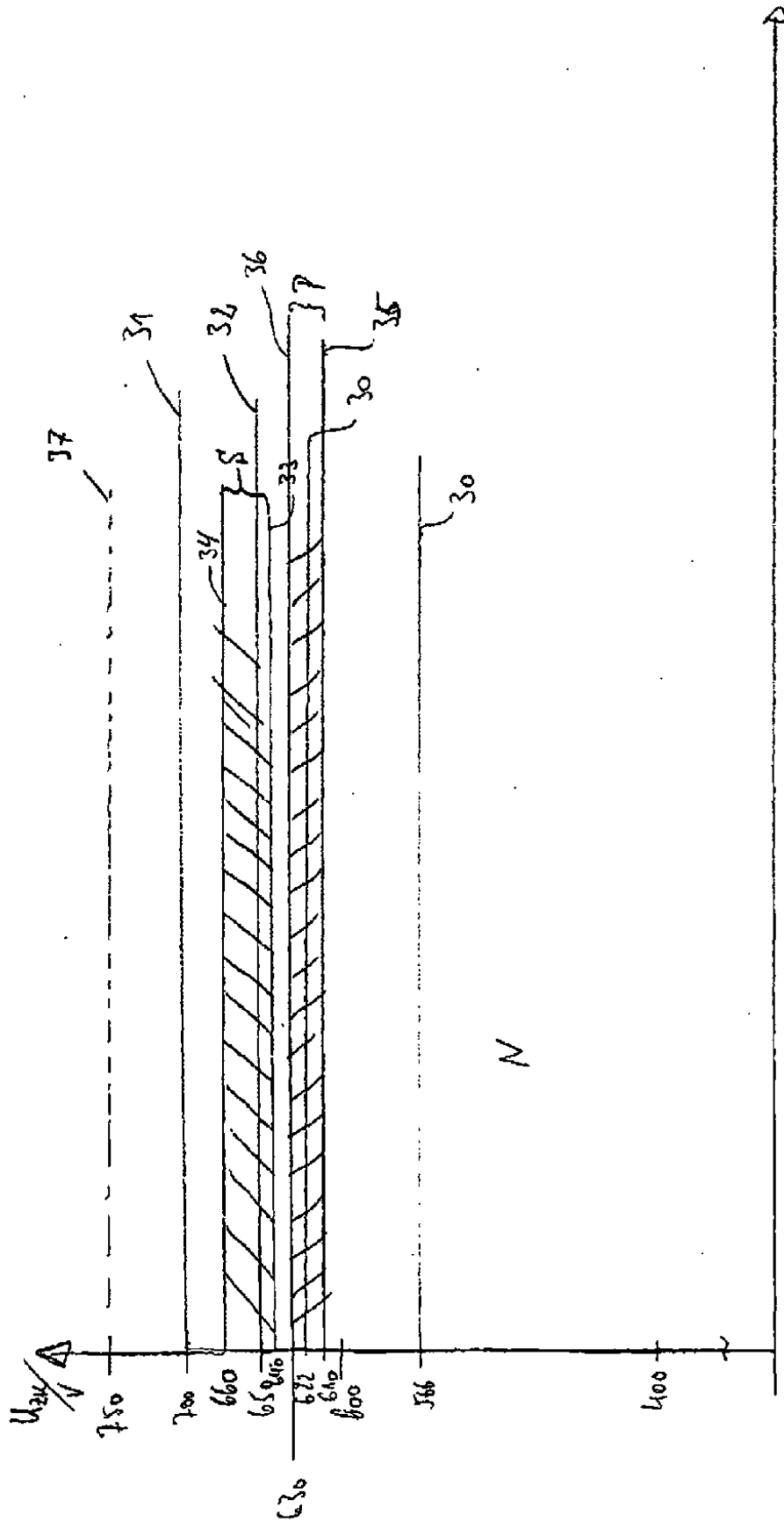


Fig. 5